

AGUA Y SANEAMIENTO PARA LA COLONIA CAMPESTINA SANTA ANA, EL PROGRESO, HONDURAS.



INFORME FINAL 2010-2011

Gabriel Pérez Martínez

INDICE

PÁGINA.

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 AGRADECIMIENTOS.....	5
1.3 ANTECEDENTES.....	6
1.3.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
1.3.2 FISIOGRAFÍA.....	8
1.3.3 CLIMA.....	9
1.3.4 HIDROLOGÍA.....	10
1.3.5 DIVISIÓN POLÍTICA Y ADMINISTRATIVA.....	12
1.4 SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	12
1.4.1 POBLACIÓN.....	12
1.4.2 ECONOMIA Y COMERCIO.....	12
1.4.3 EDUCACIÓN.....	13
1.4.4 SALUD.....	13
1.4.5 VIVIENDA.....	13
1.4.6 SERVICIOS PÚBLICOS.....	14
1.4.7. RECURSOS HÍDRICOS.....	14
2. GEOLOGÍA.....	15
2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	15
2.2 TECTÓNICA REGIONAL.....	15
2.3 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL.....	16
3. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA.	18
3.1 SITUACIÓN ACTUAL EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	19
3.2 POZOS PROFUNDOS.....	24
3.3 PUNTOS SUPERFICIALES.....	26
3.4 ANALISIS FCO-QCO.....	34
4. PERFORACIÓN DE POZO PROFUNDO.....	37
4.1 SUMARIO GEOLOGICO.....	37
4.2 SUMARIO HIDROGEOLÓGICO.....	49
4.3 UBICACIÓN DEL POZO.....	50
4.4 METODOLOGÍA.....	54
4.5 OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESARROLLO.....	56
4.6 RESULTADOS PRUEBA DE BOMBEO.....	58
4.7 ANALISIS DE LAS AGUAS.....	61
4.8 EQUIPAMIENTO NECESARIO.....	62
5.CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN.....	64
6. INSTALACIÓN DE BOMBA MANUAL E INAUGURACIÓN.....	66
7. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE SOCIAL.....	68
8. BIBLIOGRAFÍA.....	70
9. ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO A LOS BENEFICIARIOS.....	71

1. INTRODUCCIÓN

Geólogos del Mundo es una Organización No Gubernamental para el desarrollo (ONGd), fundada en 1999 bajo patrocinio del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España (ICOG) y de la Federación Europea de Geólogos (FEG). Fue declarada de interés público por el Ministerio del Interior de España (BOE N° 169 16 de julio de 2003).

Su objetivo es utilizar el conocimiento geológico para aplicarlo en cooperación internacional de modo conjunto con otras instituciones y mejorar la calidad de vida de las personas. Para ello, su principal línea de actuación es el campo de la hidrogeología, desarrollando proyectos de abastecimiento en comunidades carentes de agua y realizando estudios que ayuden a evaluar e identificar fuentes de abastecimiento que puedan ser usadas por comunidades con determinado grado de necesidad.

Dentro de este contexto de cooperación internacional se ha desarrollado el proyecto denominado **“Agua y Saneamiento para la colonia campesina Santa Ana”**, ejecutado por Geólogos del Mundo Asturias y financiado por el Excelentísimo ayuntamiento de Oviedo del Principado de Asturias, junto con ASIDE (Asociación de investigación para el desarrollo Ecológico y Socioeconómico) y la Municipalidad de El Progreso.

El objetivo de dicho proyecto es la mejora de la calidad de los servicios de agua y saneamiento de la colonia campesina Santa Ana. Se persigue proporcionar un sistema de agua potable a los habitantes de la aldea y fortalecer las capacidades de la Municipalidad y otras organizaciones responsables de la administración y mantenimiento de los recursos hídricos de la zona, para asegurar su sostenibilidad en el futuro.

Las actividades llevadas a cabo desde el comienzo del proyecto en Enero de 2011 hasta Mayo del mismo año, se han centrado en proporcionar el acceso al agua potable a la aldea Santa Ana, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. A modo de resumen las principales actividades ejecutadas son las siguientes:

- Inventario de puntos de agua de la zona, tanto superficiales como profundos.
- Perforación del pozo profundo en la aldea Santa Ana.
- Protección de la zona de perforación.
- Formación de la Junta de aguas y capacitación de la población de la aldea.

Las tareas de capacitación a la población de la aldea Santa Ana, han estado condicionadas por el corto lapso de tiempo en el que este proyecto se desarrolla. Una vez finalizadas nuestras acciones en la zona y siendo conscientes de la importancia que la parte social posee en estos proyectos para su sostenibilidad en el tiempo, es labor de ASIDE apoyar y capacitar a la población en lo referente a la gestión y desarrollo de la Junta de aguas de la aldea Santa Ana en el futuro.

1.1 PRESENTACIÓN:

EL PROYECTO HA SIDO REALIZADO POR:

➤ El equipo de Geólogos del Mundo:



Elena Berges.
Geóloga Voluntaria.



Gabriel Pérez.
Técnico Geólogo.

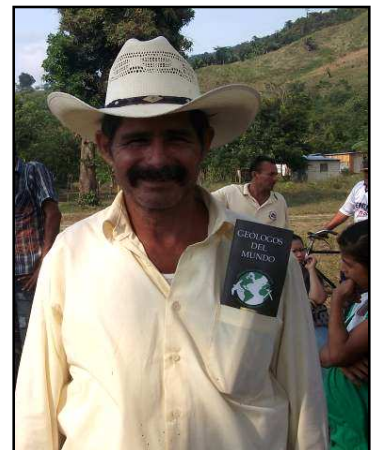
➤ Población de la aldea Campesina Santa Ana.



José Martínez.
Presidente de la Junta de aguas.



Ricardo González.
Habitante de Santa Ana.



José Amaya.
Vocal de la Junta de aguas.

➤ **El equipo Lotificación de ASIDE:**



David Ferman.
Promotor Social.

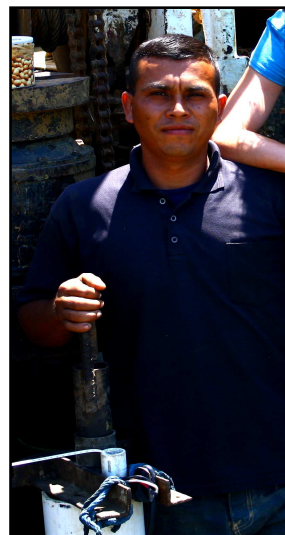


Henry Walner Aguilar.
Promotor Social.

➤ **El Equipo de perforación de “Will Vall Pozos”**



Edwin Valladares.
Técnico de perforación.



Edgardo Velasco.
Operario de perforación.

- **El equipo directivo de ASIDE:**
(Asociación de Investigación para el desarrollo Ecológico y Socioeconómico)



Freddy Garmendia.
Director ejecutivo



Pilar Reyes
Subdirectora ejecutiva



J. Francisco Vásquez
Director Técnico.

1.2 AGRADECIMIENTOS:

- En primer lugar agradecer al Excelentísimo Ayuntamiento de Oviedo por la confianza depositada en nuestra organización al financiar este proyecto y de esta forma apoyar al pueblo hondureño que habita en la aldea Santa Ana a disponer de un sistema de agua potable y con ello mejorar su calidad de vida.
- No existen palabras para expresar el sentimiento hacia el Equipo directivo de ASIDE que durante tantos años han gestionado las labores de Geólogos del Mundo en Honduras, apoyando al equipo técnico como sólo esta organización sabe hacerlo, gracias por todas las facilidades a la hora de trabajar y por su integración en la vida Hondureña.
- Agradecer al equipo de Geólogos del Mundo encargados de realizar el “Proyecto para la regeneración medioambiental del Lago de Yojoa” y a AMUPROLAGO por el apoyo técnico y personal proporcionado.
- David Ferman, Henry Walter, José Martínez, José Amaya, Xiomara Palacios, promotores, presidentes y habitantes de la aldea Santa Ana. Gracias por abrirnos las puertas de sus casas, por compartir estos cuatro meses con nosotros y por ser parte imprescindible de este proyecto.

1.3. ANTECEDENTES.

El origen de la aldea Santa Ana está condicionado por la situación de emergencia generada por el paso del huracán Mitch en 1999. El plan de ordenamiento territorial de El Progreso desplazó a la población de las partes bajas de la ciudad susceptibles de sufrir inundaciones hacia zonas más elevadas y alejadas del río Ulúa.



Vista aérea de la aldea Campesina Santa Ana

La aldea campesina Santa Ana está constituida por 687 Lotes y representa un área de 16,1 Hectáreas. A pesar de que la aldea no posee electricidad, saneamiento ó agua potable, más de cien familias han construido sus viviendas en la aldea.

En la actualidad, la población de la aldea Santa Ana consigue el agua para su consumo mediante conexiones ilegales de aldeas vecinas, las cuales disponen de un sistema de abastecimiento de agua. Estas comunidades que rodean a la aldea Santa Ana, utilizan pequeñas represas en arroyos cercanos para su abastecimiento, o bien explotan el nivel acuífero subyacente a través de pozos profundos.

La calidad de las aguas de la aldea hace que no sean aptas para el consumo humano y que la población sufra de las enfermedades gastrointestinales propias de su uso. Además, la aldea sufre continuos cortes y restricciones tanto en la época seca, por falta de suministro, como en la lluviosa debido al deficiente mantenimiento de la línea de conducción y de las represas.

A través los datos expuestos, se pone de manifiesto la necesidad de proporcionar a la aldea Santa Ana de un sistema de abastecimiento de agua propio y con ello mejorar las condiciones de vida de su población. La población beneficiada con la realización de este proyecto serán unas 100 familias, lo que representa unas 600 personas.

1.3.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL

La aldea Santa Ana se localiza al sur del municipio de El Progreso, en el departamento de Yoro, en la zona noroeste de Honduras. La República de Honduras, se sitúa en Centroamérica y geográficamente, es la parte central del istmo de Centro América.

En función de las coordenadas geográficas se localiza entre:

- Latitud: 12° 58' (tomando como extremo la desembocadura del río Negro, en el Golfo de Fonseca) y 16° 2' (tomando como extremo Punta Castilla)
- Longitud: 83° 10' (extremo oriental de Gracias a Dios) y 89° 52' (Cerro Montecristo)

Sus límites físicos son los que siguen:

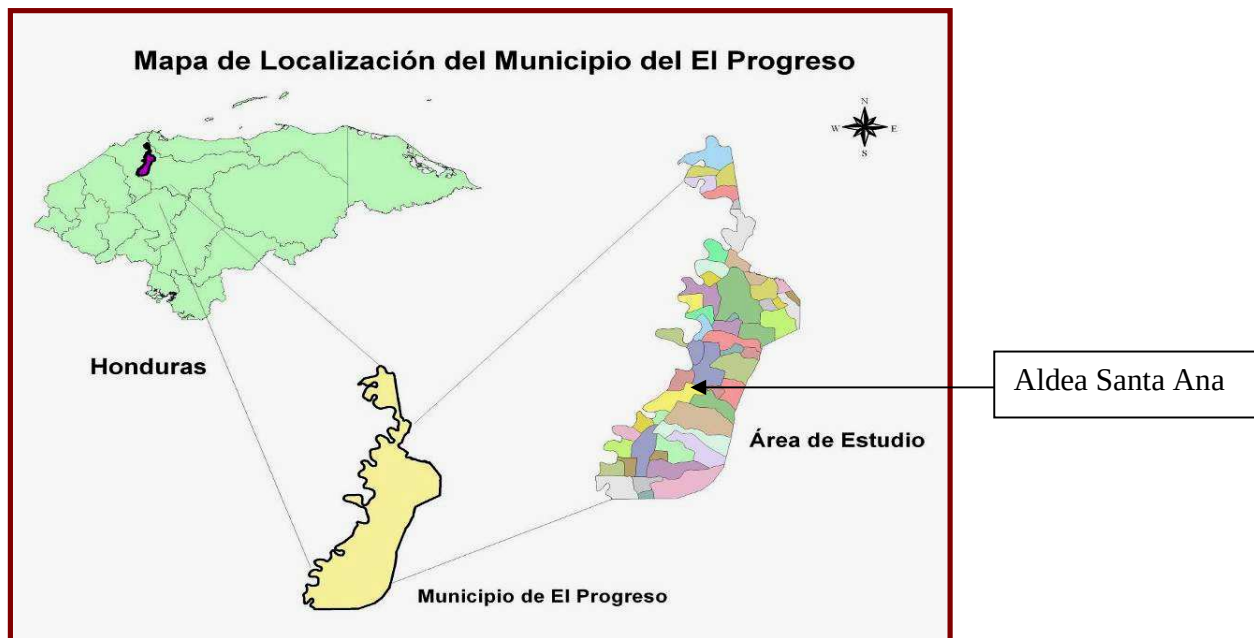
Al Norte limita con el Mar de Las Antillas, al Sur con el Golfo de Fonseca (Océano Pacífico) y El Salvador, al Este con la República de Nicaragua y el Mar Caribe (Océano Atlántico), y al Oeste con las repúblicas de Guatemala y El Salvador.

El área de Honduras es de 112.492 Km² y su capital Tegucigalpa.



Localización de la República de Honduras en Centroamérica.

El municipio de El Progreso se encuentra ubicado en la zona norte del país dentro del departamento de Yoro, a aproximadamente 30 kilómetros de la ciudad de San Pedro Sula.



Localización Geográfica de El Progreso y de la aldea Santa Ana.

Por su parte la aldea Santa Ana se encuentra situada a unos 3 Km al sur de El progreso, y limita con las siguientes colonias: al Norte con la colonia San Jorge y la colonia Pajuiles, al Sur con la colonia Siete de Abril, al Este con la colonia Primavera y al Oeste con la colonia Pajuiles.

1.3.2 FISIOGRAFÍA.

La Republica de Honduras es el país más montañoso de Centroamérica, con elevaciones que en algunos puntos superan los dos mil metros. Desde el punto de vista fisiográfico, el país se puede dividir en varias regiones.

- Una región Oeste que combina valles alargados en dirección Norte-Sur, de fondo plano y límites abruptos, con altas elevaciones y fuertes pendientes.
- Una región montañosa central.
- Una región al este con montañas fuertemente disectadas y valles rectilíneos, y zonas planas cercanas al océano.

El presente proyecto se desarrolla en el entorno del valle de Sula, el cual forma un valle de fondo plano, el cual corresponde a la parte distal de las cuencas de los ríos Chamelecón y Ulúa. Los límites del valle están formados por cordilleras con elevaciones del orden de 500 a 1000 metros, y pendientes muy abruptas, lo que da una transición muy brusca del entre la llanura aluvial y la cordillera. El límite este lo conforma la cordillera de Mico Quemado, al pié de la cual se sitúa la aldea Santa Ana objeto del presente proyecto de abastecimiento.



Localización de la aldea Santa Ana (en verde) y la cordillera de Mico Quemado.

1.3.3 CLIMA.

En Honduras no se dan las características típicas de las 4 estaciones del año, presentes en las latitudes medias. Debido a su localización geográfica, matizada en el apartado anterior, se presentan tan sólo 2 estaciones: La seca y la lluviosa.

La precipitación anual del Municipio de El Progreso oscila entre 1,400 mm hasta los 2,900 mm (según el mapa de precipitación de Honduras), y una evapotranspiración potencial que fluctúa entre 1,500 mm a 1,800 mm.

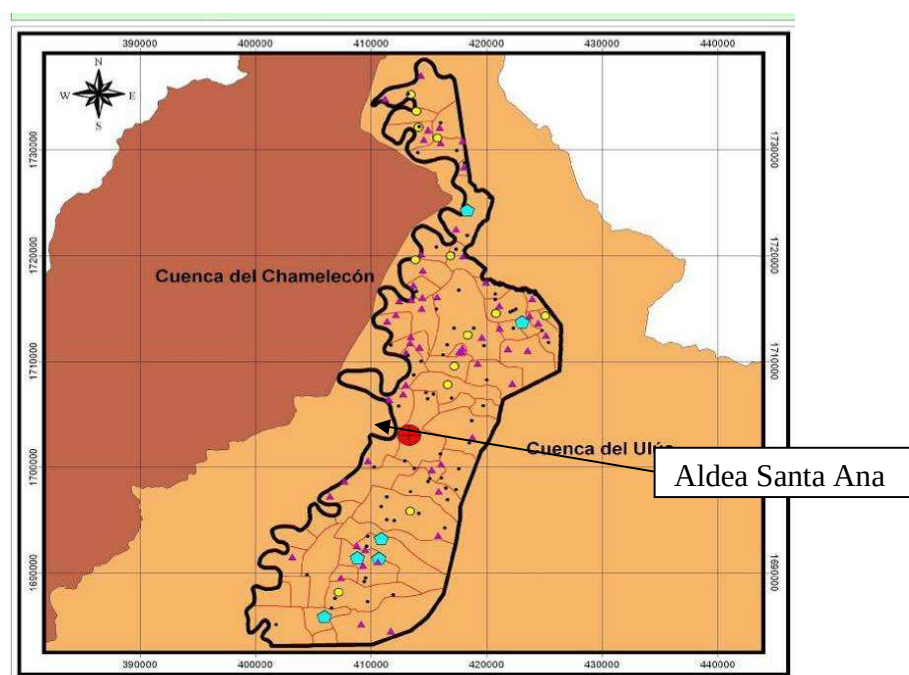
Las montañas que ejercen influencia sobre el territorio del Municipio de El Progreso es la Cordillera de Mico Quemado, la que colabora a la variedad climática y precipitación de la zona.

El clima de la zona sur-este de El Progreso, en la cual se situa la colonia Santa Ana, se considera un clima muy lluvioso de transición. Las temperaturas máximas oscilan entre los 30°C y 33°C y las mínimas entre 20°C y 21°C. Los meses mas lluviosos registrados para este tipo de clima son Junio y octubre y los menos lluviosos marzo y abril siendo el más seco abril. La humedad relativa anual es de alrededor 82%.

1.3.4 HIDROLOGÍA.

El territorio de El Progreso se encuentra en su totalidad en la cuenca del Río Ulúa. La cuenca del río Ulúa es una de las más importantes en el territorio hondureño, abarca la quinta parte del territorio del país y ejerce su influencia en diez de los departamentos hondureños. La cuenca tiene un área de 21,964 kilómetros cuadrados, con una superficie agrícola de 5,612 kilómetros.

El municipio de El Progreso, englobado en la cuenca del Río Ulúa, cuenta con una extensa red hídrica y abundantes corrientes superficiales permanentes e intermitentes.



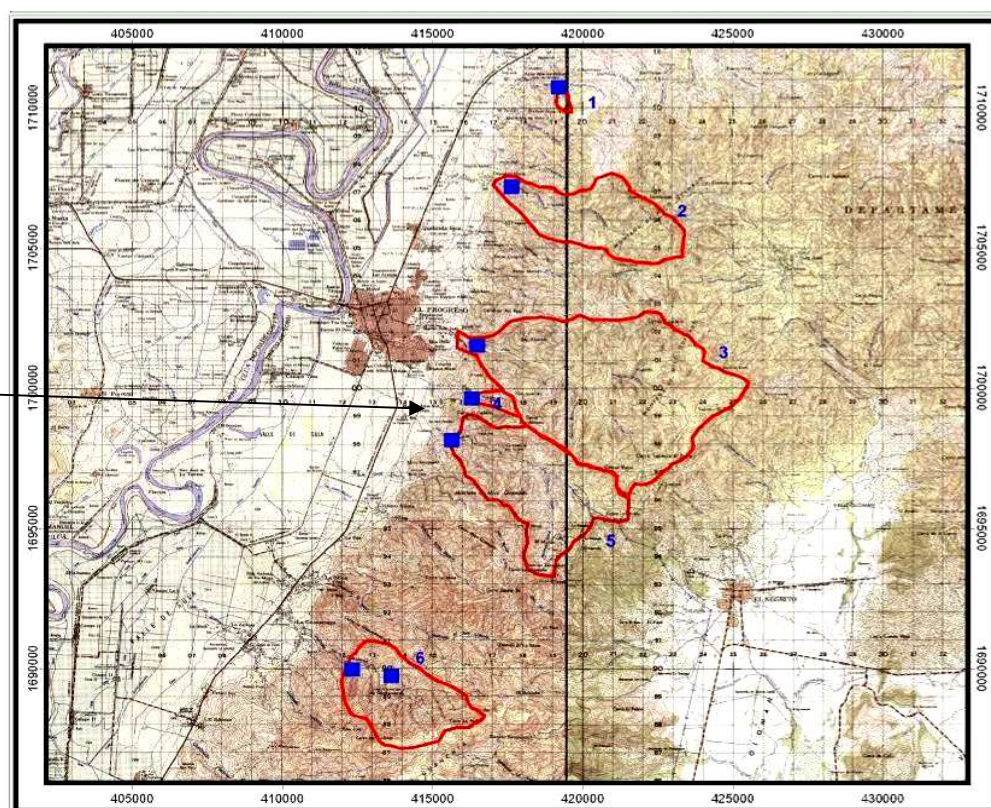
Cuencas hidrográficas de la zona de El Progreso y de la aldea Santa Ana.

En cuanto a las microcuencas productoras de agua, se han identificado 7, las cuales abastecen actualmente de agua a algunas comunidades del municipio de El Progreso.

La única microcuenca declarada como Zona Productora de Agua es la microcuenca del río Pelo, localizada en la cordillera de Mico Quemado. Esta microcuenca con un área total de 3,570 hectáreas cuenta con un plan de manejo para su protección.

A excepción de la microcuenca del río Pelo ninguna otra microcuenca del municipio de El Progreso ha sido declarada como zona productora de agua, por lo tanto no existe un plan de manejo y protección. Es de vital importancia que en un futuro se puedan generar estudios para la declaración de estas áreas productoras de agua como zonas protegidas, para asegurar el suministro de agua a la población.

MAPA DE MICROCUENCAS PRODUCTORAS DE AGUA.



Microcuencas de la zona de El Progreso y localización de la aldea Santa Ana.

En el área de la aldea Santa Ana, la presencia de aguas superficiales es muy importante y procede de varios puntos diferentes. El agua llega desde la cordillera a través de abundantes torrentes, que drenan la vertiente Norte de la cordillera, algunos de los cuales continúan por el aluvial. De manera intermitente, desembocan al aluvial algunos pequeños ríos, con un recorrido mayor a través de la cordillera, y que desembocan en el río Ulúa, que es el río principal que forma el eje del valle de Sula. Algunos de los pequeños ríos son el río Pelo y el río Camalote, que se sitúan en el área de la zona estudiada.

Cabe destacar que la circulación del agua tiene cierto control estructural, ya que muchas de las quebradas se sitúan sobre fallas que atraviesan la cordillera y pueden llegar a afectar a la zona del valle.

1.3.5. DIVISIÓN POLITICO-ADMINISTRATIVA.

La República de Honduras se divide políticamente en 18 departamentos: Atlántida, Colón, Comayagua, Copán, Cortés, Choluteca, El Paraíso, Francisco Morazán, Gracias a Dios, Intibucá, Islas de la Bahía, La Paz, Lempira, Ocotepeque, Olancho, Santa Bárbara, Valle y Yoro.

El total de municipios es de 298, con 3740 aldeas y 19937 caseríos. El órgano responsable de la gestión de cada municipio, es la Municipalidad. La gestión del agua corre a cargo de un organismo gubernamental, pero no dependiente de la Municipalidad, que es el SANAA.

En las aldeas, que es el marco principal en el que se ha desarrollado este trabajo, el órgano de gobierno es el Patronato Municipal, quien gestiona lo referente al agua a través de la Junta de Aguas local. En nuestro caso la Junta de aguas se formó durante el desarrollo del presente proyecto de abastecimiento.

.

1.4. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.

1.4.1 POBLACIÓN.

La población de El Progreso, según el censo de 2001, es de 157.000 habitantes aunque en la actualidad según los centros de Salud rozaría los 300.000 habitantes. En el área sur de El Progreso en la cual se sitúa la aldea Santa Ana se estiman unos 10.000 habitantes. Aunque la colonia posea capacidad para albergar a 684 familias, sólo unas 100 familias han construido sus viviendas en la aldea, resultando una población de unas 600 personas, en su mayoría niños.

1.4.2 ECONOMÍA E INDUSTRIA.

En la ciudad de El Progreso, la edad laboral promedio de 35 años y el empleo gira mayormente en torno al trabajo asalariado, siendo escaso por cuenta propia. La pequeña empresa esta expresada en su estado más primario.

Los centros principales de fuente de trabajo son:

- La agroindustria, (un 50%) de ellos un 90% se dedica a la caficultura y el resto se dedica fundamentalmente a la explotación del Banano y Palma y a la fabrica de aceites y manteca.
- La industria maquiladora absorbe un 35% de la población trabajadora.
- Un 10% viaja diariamente a la ciudad donde se subemplea en centros comerciales.
- El 5% restante se encuentra emigrado en los Estados Unidos de América.

En la propia aldea Santa Ana, sólo existen 2 pequeños comercios de abastecimiento de alimentos y una bloquera, siendo la única empresa de la zona. El resto de la población trabajadora se desplaza a El Progreso en busca de empleo.

1.4.3 EDUCACIÓN.

El sector de la aldea Santa Ana posee un 58% de alfabetización. En la propia aldea sólo se cuenta con un centro de educación primaria. La educación secundaria se imparte en los centros educativos de las comunidades vecinas.

1.4.4 SALUD.

Según datos de la ESNACIFOR (Escuela nacional de ciencias forestales), la esperanza de vida promedio en Honduras, se estima en 65 años para hombres y 70 para mujeres. El manejo inadecuado de los canales de regadío de los cultivos de caña, palma aceitera y banano, son la principal fuente de proliferación de mosquitos, transmisores de enfermedades. En la Cordillera, la problemática sanitaria principal es la falta de higiene, el consumo de aguas contaminadas, la ausencia de letrinas, basureros y la distribución incorrecta de aguas residuales, lo que produce enfermedades parasitarias e intestinales (80% de incidencia). La mayoría de los enfermos son asistidos mediante medicina natural.

1.4.5 VIVIENDA.

La cantidad de familias con hogar propio es del 45%. El 55% restante prestan o alquilan una vivienda. Los altos precios de los materiales de construcción han hecho imposible el acceso a planes urbanísticos y a la disponibilidad de un hogar digno, por lo que se tienden a formar núcleos poblacionales carentes de agua, electricidad y saneamiento como es el caso de la aldea Campesina Santa Ana. Se mantiene una necesidad de 55.000 viviendas anuales sobre un déficit habitacional de 1 millón, en todo el país. En el área rural esto se traduce en un 85%. En áreas rurales como la aldea Santa Ana, la alternativa es la autoconstrucción a partir de materiales de la zona, siendo la mayoría de las viviendas existentes construidas a partir de desechos, haciendo uso de láminas de zinc usadas, adobe ó incluso mediante el uso de cartones y telas de saco.



Vivienda ubicada en la aldea Campesina Santa Ana

1.4.6 SERVICIOS PÚBLICOS.

En general, el servicio de energía eléctrica es deficiente, aunque se oferta en el 98% de las comunidades del sector, por medio de una derivación del sistema de conexión nacional, no es el caso de la aldea Santa Ana, la cual carece de sistema eléctrico.

Existe un mal manejo de residuos sólidos y líquidos, que propician la contaminación de la zona. Debido a la inexistencia de un tren de aseo, la población opta por enterrar o quemar los residuos sólidos. Tampoco existe un sistema de tratamiento de aguas negras, la población hace uso de letrinas cuando dispone de ellas.

El servicio de transporte es efectivo, aunque a causa de la delincuencia es medianamente usado. En su inmensa mayoría la población se desplaza en vehículos particulares o en bicicleta.

1.4.7. RECURSOS HÍDRICOS.

En el área de la aldea Santa Ana, las fuentes principales de abastecimiento de agua para consumo humano poseen dos orígenes:

- Por un lado, algunas comunidades traen agua desde las quebradas que discurren desde la cordillera de Mico Quemado. Algunas han construido pequeñas represas, en uno o más puntos, a partir de las cuales, por canalizaciones, llevan el agua hasta la aldea. Otras, además, han incluido algún tipo de filtro de grava. A pesar de encontrarse en zona agrícola, no presentan contaminación por fertilizantes, pero si bacteriológica, lo que conlleva una problemática asociada. En algunos casos se presenta un problema añadido durante el verano, cuando algunas de las quebradas disminuyen considerablemente su caudal. Las poblaciones más cercanas al río Camalote y Pelo, en muchas ocasiones, toman su agua también para consumo, afectando negativamente a la población debido a la contaminación bacteriológica de los citados ríos.
- .Otra forma de obtención de agua para consumo, es mediante pozos. Abundan los poco profundos, donde la contaminación bacteriológica esta controlada, así como el suministro a lo largo de todo el año. A medida que las aldeas se alejan de la cordillera, la opción de tomar agua de la misma deja de ser viable económicamente, y se opta por el suministro a través de aguas subterráneas. En el entorno de la aldea Santa Ana se han localizado y estudiado una docena de pozos profundos de los cuales solo uno funciona correctamente en la actualidad, reflejo de la baja sostenibilidad de los proyectos en el futuro. En muchas de las aldeas del área, existe una distribución racionada del agua, atribuible, en algunas de ellas, al bajo caudal obtenido de los pozos y en otras comunidades debido al elevado coste eléctrico de la extracción.

1.2 GEOLOGÍA

1.2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.

Honduras posee una extensión de 112.492 km². La morfología es predominantemente montañosa con elevadas pendientes y multiplicidad de cerros y colinas conformando miles de microcuencas que limitan el potencial acuífero.

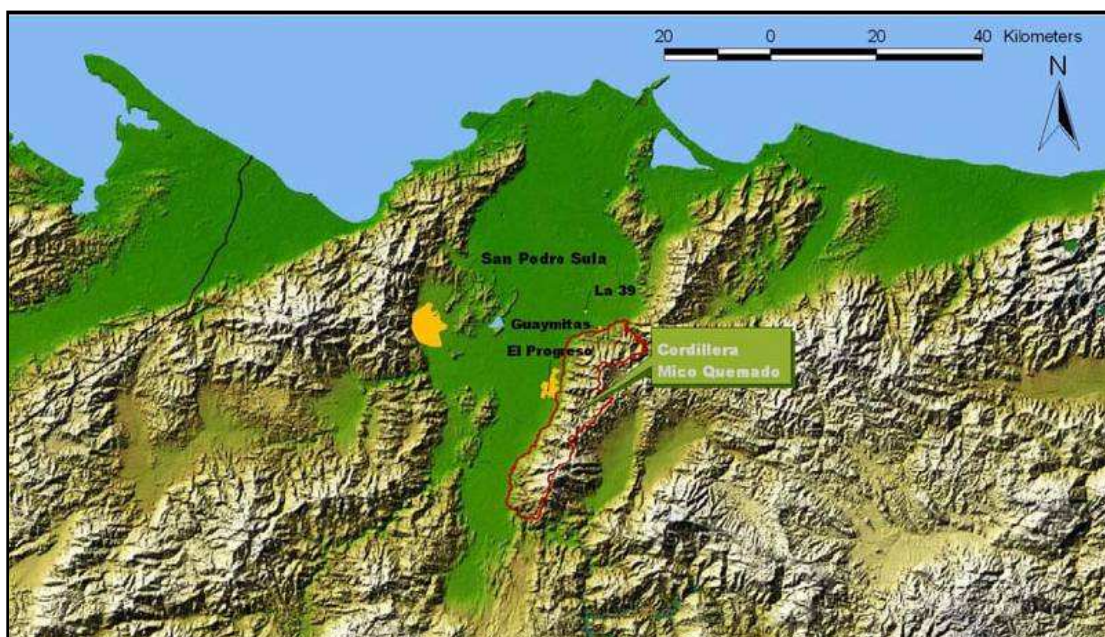
El país está situado en la esquina noroeste de la Placa tectónica del Caribe, justo al sur de la zona de contacto entre esta última y la placa de Norte América. Por otro lado, el contacto entre la Placa tectónica de Cocos (oceánica) y la del Caribe (continental) conforman un margen tectónico activo.

La subducción de la Placa de Cocos bajo las de Norte América y del Caribe produce la formación de la Fosa Mesoamericana, el actual arco volcánico de Centro América. Desde un punto de vista geológico, la República de Honduras se sitúa sobre lo que se ha denominado Bloque Chortis.

1.2.2 TECTÓNICA REGIONAL Y LOCAL

Tectónicamente, el Bloque Chortis se puede considerar como una gran región de deformación relacionada con el movimiento sobre el límite de placas. Sus principales estructuras tectónicas son:

- a) La depresión de Honduras. Es una zona compuesta por pequeños rifts o cuencas extensionales limitadas por fallas, también llamadas “grabens”.
- b) El Valle del Sula que es la cuenca más al norte de la depresión de Honduras.
- c) Fallas de desgarre intraplaca, activas tectónicamente.
- d) Fallas de desgarre interrumpidas.



Localización de El Progreso, Mico Quemado y la llanura aluvial del río Ulúa.

1.2.3 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL Y LOCAL.

En la cordillera de Mico Quemado, los tipos de roca dominante son filitas y esquistos graníticos, aunque pueden aparecer gneises y migmatitas, hasta cuarcitas y mármoles. A todo este conjunto se le conoce como Esquistos Cacaguapa, o **Grupo Cacaguapa**.

Sobre el zócalo paleozoico se sitúan discordantemente unas formaciones sedimentarias, de edad mesozoica. Reciben el nombre de **Grupo Honduras**. En el Cretácico Superior se sedimentaron una potente serie de rocas carbonatadas, seguidas de rocas detríticas. Estas calizas han sido denominadas **Grupo Yojoa**. En cuanto a las rocas detríticas forman el llamado **Grupo Valle de Ángeles**, compuesto por conglomerados, areniscas, margas y calizas.

Durante el Terciario se producen emisiones volcánicas comenzando por la **Formación Matagalpa**, descansando discordantemente sobre las rocas cretácicas. Por encima de esta formación aparece el **Grupo Padre Miguel**, extendido al conjunto de los depósitos volcánicos ácidos de Centro América del Oligoceno y Mioceno. A finales del Terciario se produce un levantamiento global del Bloque Chortis, que provoca la erosión de los materiales descritos. Finalmente durante el cuaternario se producen emisiones basálticas en varios puntos del país.

Estratigrafía local

Las elevaciones montañosas de la cordillera de Mico Quemado estuvieron sujetas a un levantamiento intenso y gran parte de la capa sedimentaria Mesozoica fue erosionada, dejando expuesto el basamento metamórfico previo al periodo Cretácico. Este basamento está compuesto de esquistos sericíticos, grafiticos, cuarcitas, filitas, mármol y vetas de cuarzo, además de pequeñas áreas formadas por rocas intrusitas. Perimetralmente concurren grupos de colinas compuestas por materiales carbonatados, rocas volcánicas y esquistos. Los materiales predominantes en la cordillera de Mico Quemado, son los Esquistos Cacaguapa. La vertiente Norte de la cordillera la constituyen las capas rojas del grupo Valle de Ángeles.

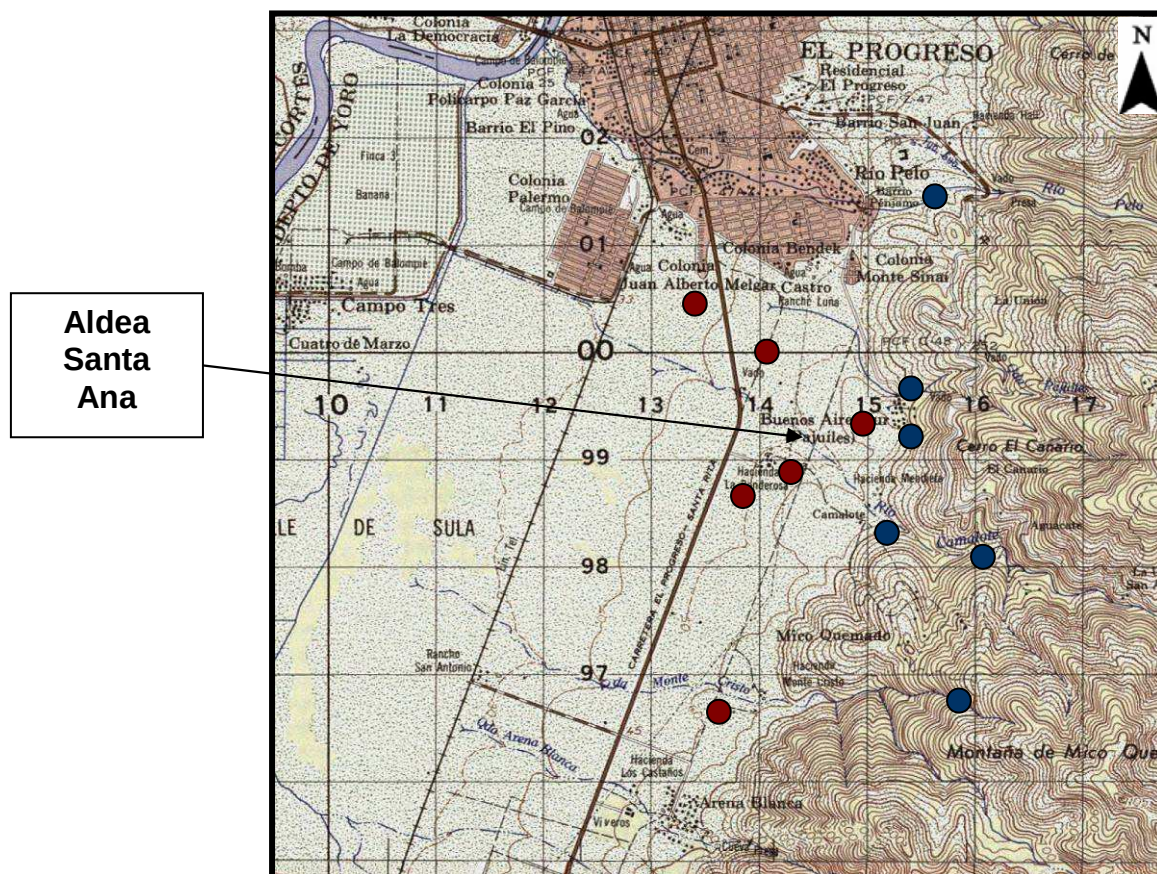
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE HONDURAS.

ÉPOCA		FORMACIÓN		EVENTOS	
CUATERNARIO	Holoceno	ALU V I A L		Distensiomn grabens	Levantamiento de Honduras (erosion).
	Pleistoceno	Basalto			
TERCIARIO	Plioceno	Fm. Gracias		Subduccion Placa Cocos.	Migration del bloque chortis hacia el Este
	Mioceno	Grupo Padre Miguel			
	Oligoceno				
	Eoceno	Fm.Matagalpa			
	Paleoceno				
CRETÁCICO SUPERIOR	Maastrichtiense	Grupo Valle de Ángeles	Rocas Rojas Superiores	Fase Tectonica. Plegamientos Intrusivos. Sedimentos detriticos de cuenca(lagunas) en contexto continental.	
	Campaniense				
	Santonense				
	Coniaciense				
	Turonense		Jaitique		
	Cenomaniense		Esquías		
CRETÁCICO INFERIOR	Albiense	Grupo Yojoa	Rocas Rojas Inferiores		
	Aptiense				
	Barremiense				
	Hauteriviense	Grupo Honduras	unidad siliciclastica sin nombre		
	Valangiense				
	Berriasiense				
JURASICO	Superior			Fase tectonica, plegamiento, metamorfismo, intrusivos.	
	Medio		Fm. Aguafria		
	Inferior				
TRIASICO			Emersion continental.		
PALEOZOICO		Esquistos Cacaguapa		Orogenesis mayor del fin del Paleozoico.	

Columna estratigráfica de Honduras (modificado de Rogers, R.D., y SERNA, GEOMINHBRGM, 1987-1992).

3. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

El inventario de puntos de agua realizado en este proyecto, se ha centrado en el área de influencia de la aldea Santa Ana. Se consideraron para este trabajo dos tipos de puntos de agua, los superficiales, (fuentes, ríos/quebradas) y los profundos, pozos de más de 40 metros de profundidad.



Localización de los puntos de agua inventariados, en rojo los pozos profundos y en azul los puntos superficiales.

El objetivo de este inventario es conocer la calidad de los cursos de agua presentes en la zona, el uso de estos recursos por parte de la población y la sostenibilidad de los proyectos de abastecimiento de agua en el futuro.

Las actividades realizadas en este inventario son las siguientes:

- Estudio de la situación actual de abastecimiento de agua de las colonias colindantes a la aldea Santa Ana.
- Medida del caudal de los cursos de agua superficiales existentes en la zona y análisis de sus aguas.
- Piezometría de la zona de estudio, localización geográfica y características de los pozos existentes en la zona.

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LAS COLONIAS COLINDANTES A LA ALDEA SANTA ANA.

Con el fin conocer la situación actual que poseen las colonias colindantes a la aldea Santa Ana en cuanto al abastecimiento de agua, se ha realizado un inventario de los recursos hídricos de las comunidades de la zona.

Dicho inventario nos permitirá conocer el estado actual, las características y la sostenibilidad de los proyectos en el futuro y aplicar la información adquirida a la aldea Santa Ana con el fin de decidir la mejor alternativa para el abastecimiento de agua de su población.

Las comunidades estudiadas se representan en el siguiente mapa y son: Colonia San Jorge, Villas del Rosario, Los Castaños y Colonia Primavera.



Localización de las comunidades cercanas a la aldea Santa Ana durante el inventariado de puntos de agua.

➤ COLONIA SAN JORGE:

Datos GPS: 16 P 0415144N 1699701E. Altura: 91m.

La colonia San Jorge posee un pozo profundo sin explotar actualmente debido al mal manejo de la bomba y un tanque de 50.000 Galones.

Actualmente la colonia se abastece principalmente a través de la quebrada de Agua Caliente mediante un sistema de represas situado a 7 km de la comunidad y de otra pequeña represa situada en la quebrada Camalote.

La colonia San Jorge es actualmente la aldea con más recursos hídricos de la zona, cuenta con un pozo manual y uno profundo y dos sistemas de represas para abastecer a la comunidad. Actualmente sólo las represas están en funcionamiento.

➤ **COLONIA VILLAS DEL ROSARIO.**

Datos GPS: 16 P 0414810N 1699998 E Altura: 73 m.

La colonia Villas del Rosario posee un pozo profundo en explotación pero con restricciones debido al alto consumo eléctrico de la bomba. Como sistema de almacenamiento posee un tanque de agua con capacidad de unos 5.000 Galones.

Esta pequeña colonia privada de apenas 30 viviendas cuenta con un sistema propio abastecimiento de agua, seguridad y unas condiciones en cuanto a calidad de vida mucho mejores que las colindantes. Aun así la población sufre restricciones en el uso del agua debido al alto costo eléctrico que conlleva el bombeo de agua desde el pozo.

➤ **COLONIA LA PRIMAVERA.**

Datos GPS: 16 P 0414432N 1699856E Altura: 63 m.

La colonia La Primavera posee un tanque elevado de unos 10.000 Galones. El tanque de abastecimiento no ha sido utilizado desde su instalación en espera de la realización de un pozo profundo.

Actualmente la comunidad se abastece a través de la quebrada de El Camalote mediante un sistema de represas situado a 3 Km. de la comunidad y paso directo a la red de distribución.

El hecho de que la comunidad posea el tanque de almacenamiento pero no el pozo de abastecimiento es debido a que la ayuda para la instalación del tanque se gestionó después de la llegada del Huracán Mitch en 1999 y la comunidad como contraparte se encargaría de la perforación del pozo.

Dicha comunidad no apoya la explotación de las aguas subterráneas debido a que tanto esta aldea como las situadas aguas arriba no disponen de un sistema de aguas negras, y todas las aguas residuales de la zona inundan el área, creando incluso lagunas de oxidación. Ante esta situación la población decidió no invertir en la perforación de un pozo debido a la posibilidad de que las aguas subterráneas se encontraran contaminadas.

➤ COLONIA LOS CASTAÑOS

Datos GPS: 16 P 0414432N 1699856E Altura: 60 m.

La colonia Los castaños dispone de dos pozos profundos situados en el área verde de la comunidad. Los pozos profundos se encuentran actualmente en desuso, la población no pudo hacer frente a la compra de una nueva bomba, ni al elevado costo eléctrico de su uso. Además se cometieron importantes errores en la perforación del pozo: las gravas utilizadas para el empaque poseían una granulometría muy fina y el uso de bentonita fue excesivo, sellando los poros del pozo y haciendo que el flujo de agua hacia el sondeo fuese lento y poco eficaz.

Actualmente la colonia hace uso de la quebrada Camalote, mediante un sistema de represas situado a unos 4 Km. de la comunidad y conexión directa a la red de distribución.

En los pozos existentes en la aldea de los Castaños se ha podido medir la profundidad de estos así como el nivel estático.

Pozo Los Castaños 1:

Este pozo posee tubería de PVC de 6' y fue realizado en primer lugar a través de una ayuda Americana, se perforó hasta los 100 metros y nunca se llegó a utilizar por los errores constructivos ya comentados.

Actualmente la profundidad real del pozo es de 41,4 metros y el nivel freático del pozo medido con el hidronivel se encuentra a 7,77 metros.

Pozo Los Castaños 2:

Este pozo posee un revestimiento de hierro galvanizado (HG) de 6' y se realizó a continuación del anterior, se perforó hasta los 67,72 metros y aunque las gravas utilizadas fueron más gruesas, la bentonita inyectada hizo que el pozo fuese poco productivo.

Actualmente la profundidad real del pozo es de 62,48 metros y el nivel freático del pozo medido con el hidronivel se encuentra a 8,26 metros.

IMÁGENES DE LA GIRA DE RECONOCIMIENTO EN LAS ALDEAS COLINDANTES A LA ALDEA CAMPESINA SANTA ANA.



Tanque de almacenamiento de la colonia San Jorge.



Pozo Profundo en la colonia San Jorge.



Población de Villas del Rosario.



Medida del nivel estático en Los Castaños.



Tanque elevado de la colonia La Primavera

CONCLUSIONES:

- De todas las aldeas colindantes, sólo la colonia Virgen del Rosario sigue utilizando el abastecimiento a través de las aguas subterráneas y la comunidad sufre restricciones en el uso del agua.
- El manejo del sistema bomba-pozo se torna complicado por parte del personal encargado de su mantenimiento. Se produce un buen uso durante los primeros años y una sobreexplotación del acuífero en los años posteriores.
- Aún en el caso de un buen uso de la bomba, la población en muchos casos no puede afrontar la compra de otra bomba en el futuro ó incluso el pago de la cuota de luz.
- Todas las colonias de la zona se abastecen actualmente de represas situadas en distintas quebradas de la cordillera de Mico Quemado.
- La inexistencia de un sistema de aguas negras en la zona (con una población de más de 20.000 Habitantes) crea reticencia en las comunidades hacia la explotación de las aguas subterráneas. Este temor es en parte infundado ya que la potente capa arcillosa protege de manera efectiva el nivel acuífero inferior, aunque por otro lado existe un gran número de pozos en la zona, la mayoría sin uso, los cuales podrían actuar como focos de contaminación del acuífero.
- La situación de la aldea Santa Ana colindante a la Cordillera de Mico Quemado y ubicada en la parte distal de la llanura aluvial del río Ulúa hace predecir unos bajos caudales de explotación de las aguas subterráneas.

3.2 INVENTARIO DE POZOS PROFUNDOS.

A través de las distintas giras de campo y de los datos proporcionados por Hidrosistemas S.A. y Desarrollos S. V se han inventariado los pozos profundos existentes en el área sureste de El Progreso y se ha realizado una piezometría aproximada de la zona.

De estos pozos se han obtenido importantes datos como son la profundidad del sondeo, el nivel estático, nivel dinámico y caudal de explotación del pozo.

Nombre	Localización. 16P	Profundidad. (metros)	Nivel estático (metros)	Nivel dinámico (metros)	Caudal de explotación (l/s)
Los castaños	0414432N 1699856E	46,17	7,45	-	1,89
Pozo agrícola	0413592N 1697970E	43,1	15,94	16,68	8,06
La Perla	0413282N 1700487E	92,34	7,97	11,38	37,8
V. Campestres	0414210N 1698825E	76,95	6,44	-	-
Villa Ángeles	-	76,95	27,56	38,93	6,93
La Ponderosa	0415585N 1698569E	76,95	21,12	23,54	12,28
Membreño	-	52,33	20,27	22,01	3,78.

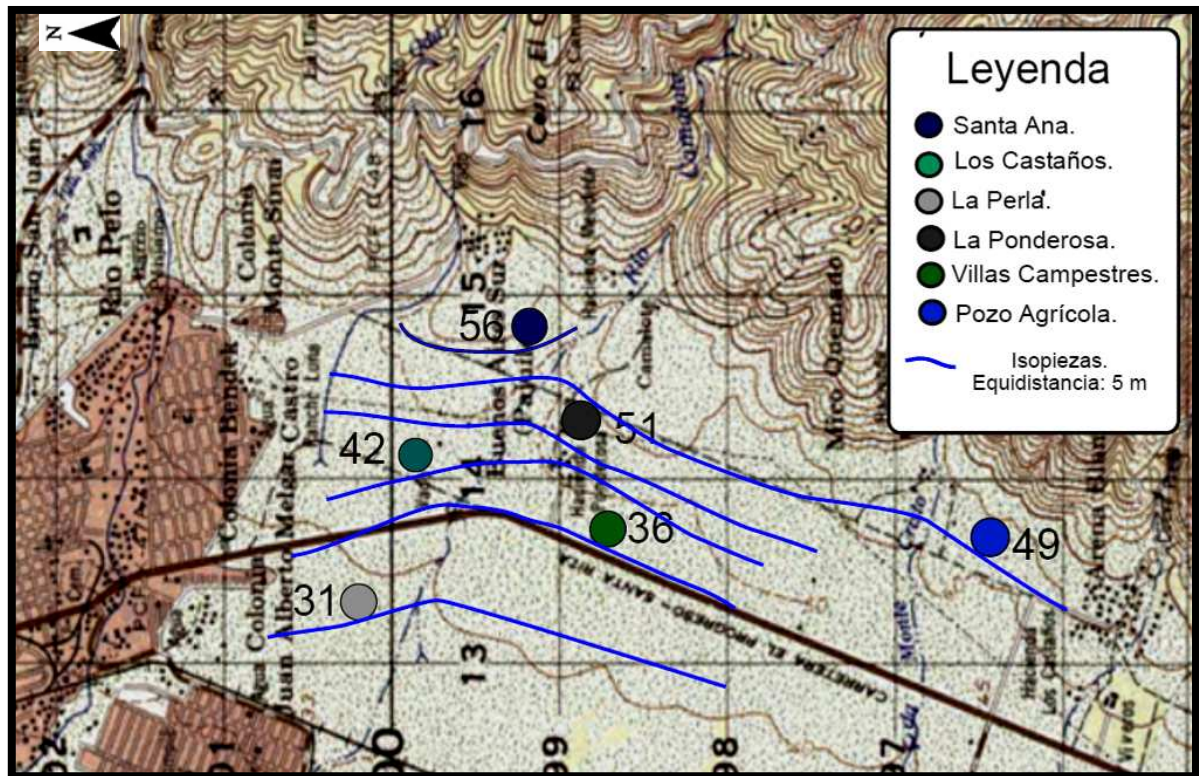
Durante la campaña de campo realizada para establecer el inventario de puntos de agua se midieron los niveles piezométricos de los diferentes pozos, dicha información se completó a través de los datos suministrados por Hidrosistemas S.A.

Para obtener los valores de los niveles piezométricos en esta campaña, se realizaron las medidas de niveles, corrigiéndolas con las medidas tomadas en el campo, y situando las cotas topográficas a partir de las medidas tomadas con GPS, ajustándolas a partir de los mapas topográficos 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional de Honduras.

La piezometría que se presenta es un intento de describir el flujo del agua en la zona estudiada. La baja precisión del GPS en época lluviosa para la medida de la altura sobre el nivel del mar (z) y el pequeño desnivel de la zona de estudio son factores que no permiten una gran precisión a la hora de representar las isopiezas.

Aún así y teniendo en cuenta la fiabilidad de los datos obtenidos las isopiezas calculadas son consecuentes y muestran un paralelismo acorde con el flujo de agua supuesto en la zona con una dirección preferencial SE-NO, mas o menos perpendicular a la dirección principal del río Ulúa.

Las isopiezas representadas muestran una disminución del gradiente hacia el centro del aluvial, y coinciden aproximadamente con las curvas topográficas. Los valores que aparecen en el siguiente mapa representa la cota de los niveles piezométricos en cada sondeo, estos reflejan la altura de la lámina de agua en cada punto del acuífero. Estos valores son la diferencia entre la altura topográfica en la zona del sondeo y el nivel estático del pozo.



Mapa piezométrico de la zona objeto de estudio, las isopiezas están distribuidas cada 5 metros.
Escala del mapa 1:25000

3.3 PUNTOS SUPERFICIALES.

La situación de la aldea Santa Ana, a los pies de la cordillera de Mico Quemado, hace que las aguas superficiales sean muy abundantes. La mayoría de comunidades de la zona optan por el aprovechamiento de las aguas superficiales para su abastecimiento. Los ríos son en su mayoría de carácter estacional, a excepción del río Camalote y el de Agua Caliente, con un caudal permanente durante la estación seca.

Ante la importancia que estos cursos de agua poseen en la zona se han realizado diversas actividades encaminadas a evaluar la calidad y cantidad de las aguas que discurren por las quebradas de “El Camalote” y “Agua Caliente”.

3.3.1 QUEBRADA CAMALOTE “LOS VIKINGOS”.

La quebrada Camalote, se encuentra a 1 km de la aldea Santa Ana. Posee una cuenca hidrográfica de 17,3 Km² y su perímetro es de 20,86 km. La microcuenca del Camalote se caracteriza por una morfología alargada con un sistema dendrítico de cauces rectilíneos. (López Barrera, A.I. 2005).



Situación de la Represa de “Los Vikingos” y de la aldea Santa Ana.

MEDIDA DEL CAUDAL EN ÉPOCA LLUVIOSA

El método utilizado en la medida del caudal será el directo, calculando el área de la sección del cauce, y la velocidad del agua mediante el desplazamiento superficial de unos flotadores.

Para realizar el aforo en la quebrada de El Camalote, se utilizaron varios flotadores seleccionando un tramo recto del cauce, determinando su anchura y su profundidad en tres partes de la sección transversal para calcular el área de cada sección.

➤ Calculo de la velocidad

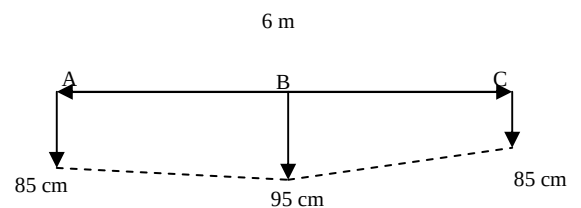
- Tomando un tramo recto del curso de agua de 8 metros y se divide en tres secciones: sección 1, sección 2 y sección 3. La distancia entre secciones es de 4 metros.
- Se deja caer el flotador al inicio del tramo: tomamos T_0 al inicio del tramo (Sección 1), T_1 en un punto intermedio (Sección 2) y T_2 en un punto final (Sección 3).

$$V=d/T$$

$$\text{Caudal} = \text{Área del cauce} * \text{Velocidad}$$

Resultados obtenidos en la Sección 1

Coordenadas del punto (UTM)	X:0415498 Y: 1698234
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	6
Punto de la sección	Profundidad(cm)
A	85
B	95
C	64



Tiempo entre secciones T_x	Tiempos (s)
T_0	0
Sección 1- Sección 2 (T_1)	3,225
Sección 2- Sección 3 (T_2)	11,521

Donde:

A: Área transversal de la sección de flujo: $5,55 \text{ m}^2$

D: Distancia entre secciones = 4 m

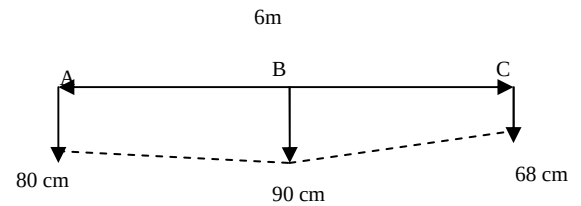
T_p : Tiempo recorrido promedio: $(T_0 - T_1) + (T_1 - T_2)/2 = 5,7605 \text{ s}$

V: Velocidad del flotador $= d/T = d/T_p = 4 / 5,7605 \text{ s} = 0,6943 \text{ m/s}$

$$\text{Caudal} = \text{Área del cauce} * \text{Velocidad} = 5,55 \text{ m}^2 * 0,6943 \text{ m/s} = 3,853 \text{ m}^3/\text{s}$$

Resultados obtenidos en la Sección 2

Coordenadas del punto (UTM)	X: 0415443 Y: 1698212
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	6
Punto de la sección	Profundidad
A	80
B	90
C	68



Donde:

A: Área transversal de la sección de flujo: $5,75 \text{ m}^2$

D: Distancia entre secciones = 4 m

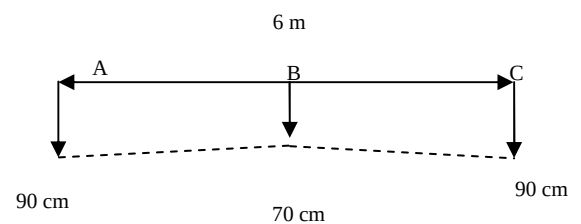
T_p: Tiempo recorrido promedio = $(T_0 - T_1) + (T_1 - T_2)/2 = 5,7605 \text{ s}$

V: Velocidad del flotador = $D/T_p = 4 / 5,7605 \text{ s} = 0,6943 \text{ m/s}$

Q: Caudal = Área del cauce * Velocidad = $5,75 \text{ m}^2 * 0,6943 \text{ m/s} = 3,9922 \text{ m}^3/\text{s}$

Resultados obtenidos en la Sección 3

Coordenadas del punto (UTM)	X: 1698223 Y: 0415443
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	6
Punto de la sección	Profundidad
A	90
B	70
C	90



Donde:

A: Área transversal de la sección de flujo: $4,45 \text{ m}^2$

D: Distancia entre secciones = 4 m

T_p: Tiempo recorrido promedio = $(T_0 - T_1) + (T_1 - T_2)/2 = 5,7605 \text{ s}$

V: Velocidad del flotador = $D/T_p = 4 / 5,7605 \text{ s} = 0,6943 \text{ m/s}$

Q: Caudal = Área del cauce * Velocidad = $4,45 \text{ m}^2 * 0,6943 \text{ m/s} = 3,090 \text{ m}^3/\text{s}$

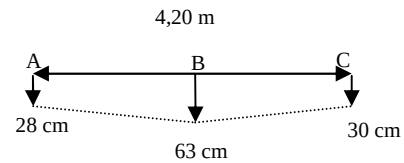
➤ El caudal promedio de las tres secciones del cauce resultaría:

$$Q = 3,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

MEDIDA DEL CAUDAL EN ÉPOCA SECA.

Resultados obtenidos en la Sección 1

Coordenadas del punto (UTM)	X:0415498 Y: 1698234
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	4,20
Punto de la sección	Profundidad(cm)
A	28
B	63
C	30



A= Área transversal de la sección de flujo: 2,13 m²

D=Distancia entre secciones =4 m

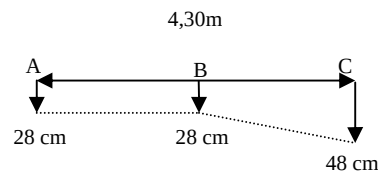
T= Tiempo recorrido promedio: $(t_0-t_1) + (t_1-t_2)/2 = 20,360s$

V= Velocidad del flotador = $D/T = 4 / 20,360s = 0,1964m/s$

Caudal= Área del cauce * Velocidad= 2,13m² * 0,1964m/s= **0,4184m³/s**

Resultados obtenidos en la Sección 2

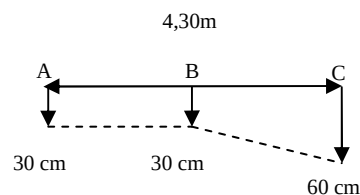
Coordenadas del punto (UTM)	X: 0415443 Y: 1698212
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	4,30
Punto de la sección	Profundidad(cm)
A	28
B	28
C	48



Caudal= Área del cauce * Velocidad= 1,47m² * 0,1964m/s= **0,2887m³/s**

Resultados obtenidos en la Sección 3

Coordenadas del punto (UTM)	X: 1698223 Y: 0415443
Altura (m)	138
Ancho del cauce (m)	4,20
Punto de la sección	Profundidad(cm)
A	30
B	30
C	60



Caudal= Área del cauce * Velocidad= 1,72m² * 0,1964m/s= 0,3378m³/s

Caudal promedio de las tres secciones del cauce:

$$Q=0,3483m^3/s$$

IMÁGENES DE LA GIRA DE CAMPO EN LA QUEBRADA EL CAMALOTE “LOS VIKINGOS”



Localización de la presa de “Los Vikingos” y medida del caudal durante la estación lluviosa.



Aspecto de la presa en la estación seca y medida del caudal de la quebrada El Camalote.

A pesar del gran descenso del caudal existente entre la estación lluviosa y la seca (la medida realizada en el mes de Enero es 10 veces mayor que en el mes de Mayo), la quebrada Camalote no llega a desaparecer en la época seca.

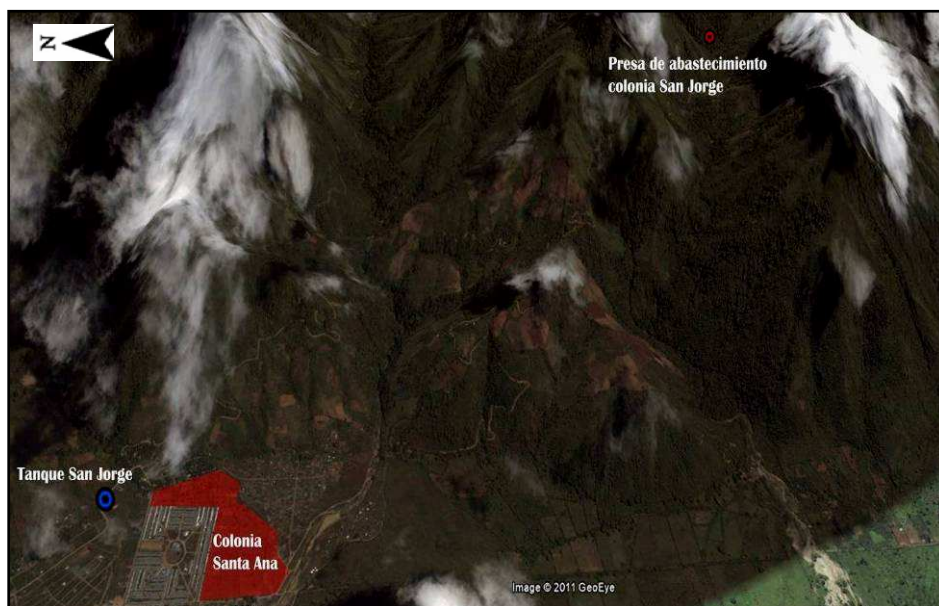
La calidad de las aguas ha sido solamente analizada en la época lluviosa resultando los parámetros físico-químicos dentro de la norma y presentando las aguas contaminación bacteriológica. En la época seca no se han realizado análisis aunque las aguas presentaban un aspecto más turbio y posiblemente más contaminadas al no encontrarse los contaminantes diluidos.

1.3.2. QUEBRADA ARENA BLANCA/CALIENTE (MICO QUEMADO)

La quebrada Arena Blanca, se encuentra a 3 km de la aldea Santa Ana, su cuenca hidrográfica tiene 6,01 Km² y un perímetro de 11,86 km. La cuenca posee una morfología alargada con un sistema dendrítico de cauces rectilíneos.

En esta quebrada existe un sistema de represas que abastecen parcialmente a las poblaciones vecinas a la aldea Santa Ana como es el caso de la colonia San Jorge.

Durante la visita realizada a las presas, situadas unos 7 kms rio arriba, se han realizado diversas acciones tanto para conocer el estado de las aguas de las cuales se abastecen dichas comunidades, como para analizar el caudal existente en dicha quebrada.



Localización de la aldea y de la Presa de Mico Quemado.

MEDIDA DEL CAUDAL EN LA ESTACIÓN LLUVIOSA.

En esta ocasión se ha utilizado para la medida del caudal un corrientómetro proporcionado por ESNACIFOR. Las zonas elegidas para medir el caudal se han establecido en función de los requerimientos básicos para una buena toma de datos usando este tipo de instrumental. Los puntos escogidos perpendicularmente al cauce, son tramos de baja sinuosidad, sin obstáculos y donde el flujo de agua presenta un régimen laminar y homogéneo.

Los datos obtenidos correspondientes a este punto se muestran a continuación:

Coordenadas del punto (UTM)	0416856N 1695167 Altura: 645 m.
Ancho del cauce (m)	2,00
Distancia entre intervalos (cm)	0,20

INTERVALO (cm.)	PROFUNDIDAD (cm.)	PULSACIONES	VELOCIDAD (m/s)
20	10	166	0.1918
40	19	185	0.2028
60	17	179	0.2029
0	17	160	0.1866
120	16	185	0.2084
160	13	295	0.3019
200	10	185	0.2823

Área de la sección (m²)	0.290
V media (m/s)	0.226
Caudal (m³/s)=A*V	0.065

La colonia San Jorge se abastece actualmente a través del uso de esta pequeña represa, su ubicación a más de 7 km de la comunidad y el bajo caudal de la quebrada Agua Caliente/ Blanca no permite plantear un proyecto de abastecimiento de agua para la colonia Santa Ana haciendo uso de la misma quebrada y sistema de represas.

IMÁGENES DE LA GIRA DE CAMPO EN LA QUEBRADA ARENA BLANCA/CALIENTE.



Diferentes perspectivas de la represa de Mico Quemado.



Equipo de Geólogos del Mundo aforando la Quebrada Arena Caliente.

A pesar de que las aguas superficiales son abundantes en la zona y su calidad es aceptable, los trámites previos referentes a la adquisición de la zona de represa y a la protección de la microcuenca, hace que el abastecimiento de la aldea Santa Ana a través de un sistema por gravedad se torne imposible para el presente proyecto

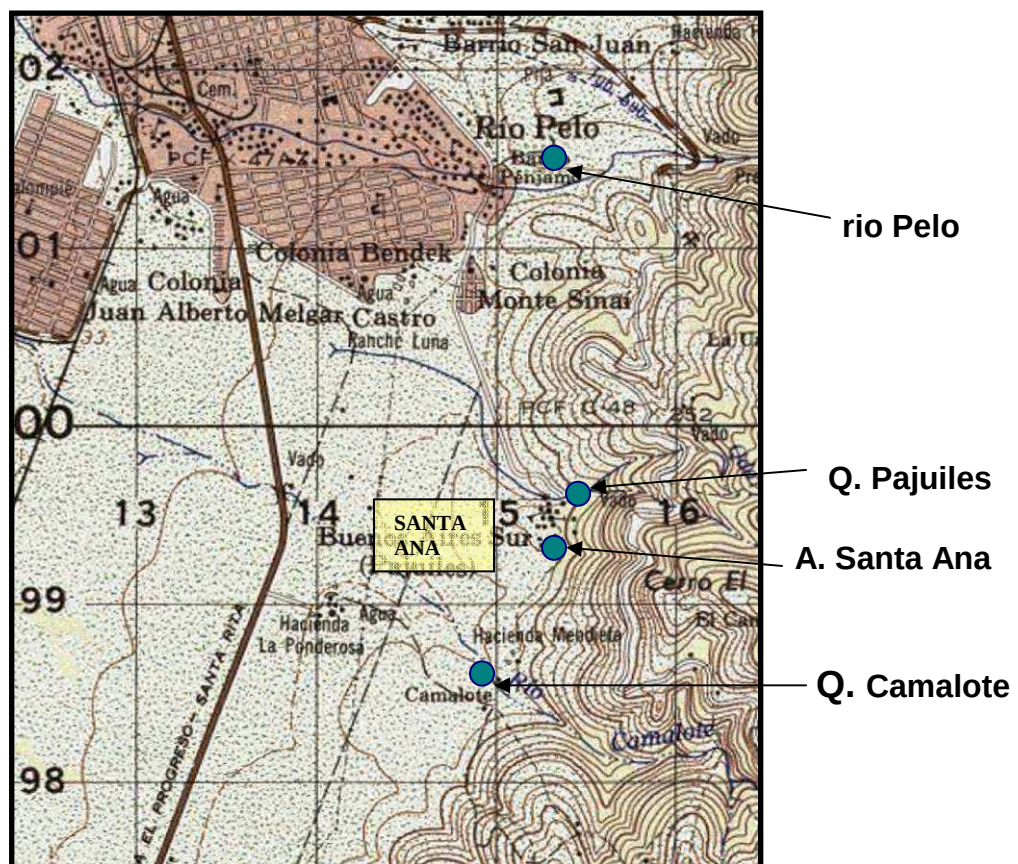
Es importante destacar que con una buena gestión medioambiental de la cordillera de Mico Quemado, tanto Santa Ana como la mayoría de las aldeas colindantes podrían abastecerse de agua potable a través de un sistema de represas. Dichos sistemas por gravedad requieren por lo general de una mayor inversión inicial pero necesitan menos mantenimiento y se ha demostrado que son más sostenibles en el tiempo.

3.4 ANALISIS FISICO QUIMICO DE LAS QUEBRADAS CERCANAS A LA COLONIA SANTA ANA.

Con el objetivo de analizar la calidad de las aguas que discurren cercanas a la aldea campesina Santa Ana, se ha realizado en los ríos cercanos un análisis físico-químico de sus aguas haciendo uso de la Sonda Multiparamétrica HI 929828.

El fin de dicho estudio es comprobar la calidad de los cursos de agua cercanos a la aldea Santa Ana. Estos pequeños cursos de agua son la principal fuente de abastecimiento de las comunidades de la zona y tendrán gran influencia en la calidad de las aguas subterráneas.

Los principales cursos de agua analizados son el río Pelo, La quebrada Camalote, quebrada Pajuiles y el arroyo Santa Ana.



Localización de los cursos de agua analizados mediante la Sonda HI- 929828.
Escala mapa 1:50.000

Parámetros físico-químicos de las aguas.

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos tales como pH, temperatura y conductividad, cantidad de sales y de aniones como la presencia de fertilizantes. De todos estos, se han determinado solo algunos, que a continuación se explican.

El **pH** demuestra si una sustancia es ácida (pH 1-6), neutra (pH 7) o básica (pH 8-14). El número de átomos de hidrógeno en la sustancia es lo que determina el valor del pH, siendo este un importante indicador de que el agua está cambiando químicamente.

La **conductividad eléctrica** del agua es la cantidad de electricidad que el agua puede conducir expresada en magnitudes químicas. La conductividad en medios líquidos está relacionada con la presencia de sales en solución. En general, cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad

El **oxígeno disuelto** expresa la cantidad de oxígeno disponible en el agua para su uso por los organismos, un bajo valor de oxígeno disuelto implica unas aguas contaminadas.

Los valores obtenidos mediante el uso de la Sonda Multiparamétrica son los siguientes:

NOMBRE	T (°C)	pH	OD %	OD ppm	μS/cm	TDS ppm
PELO	30, 34	8,68	56,5	4,18	1076	539
CAMALOTE	30,26	8,65	67,8	5,05	286	143
PAJUILES	25,94	8,60	52,2	4,17	372	186
SANTA ANA	27,12	8,43	58,5	4,57	407	204

El río **Pelo** muestra unos valores en Sólidos disueltos muy altos (539 ppm) y posee un porcentaje de oxígeno disuelto bajo (56,5%). La alta conductividad de sus aguas (1076 μS/cm), reflejan una alta concentración de sales disueltas. El río Pelo sufre una gran presión por parte de la población de Mico Quemado, la cual ha antropizado y contaminado el mayor curso de agua de la cordillera.

En la microcuenca del río **Camalote**, no existen grandes núcleos poblacionales, lo cual se refleja en unos valores medios en Sólidos Disueltos 143 ppm y en el porcentaje de oxígeno disuelto más alto de los cursos analizados (67,8%).

La quebrada del río **Pajuiles**, la cual colinda con la aldea Santa Ana, posee los valores más bajos en oxígeno disuelto 52.2% y el aspecto de las aguas es bastante turbio. Esta quebrada llega casi a desaparecer en la estación seca y los contaminantes se encuentran mucho más concentrados en la época de estiaje.

El **arroyo Santa Ana** es un pequeño curso de agua que cruza la aldea y posee una alta contaminación por aguas negras y grises de las comunidades vecinas. Es también una quebrada estacional y posee en esta época de estiaje una gran turbiedad y unos valores bajos en oxígeno disuelto (58,5 %) y una alta cantidad de sólidos disueltos (204 ppm).

IMÁGENES DEL ANÁLISIS DE LOS CURSOS DE AGUA CERCANOS A LA ALDEA SANTA ANA.



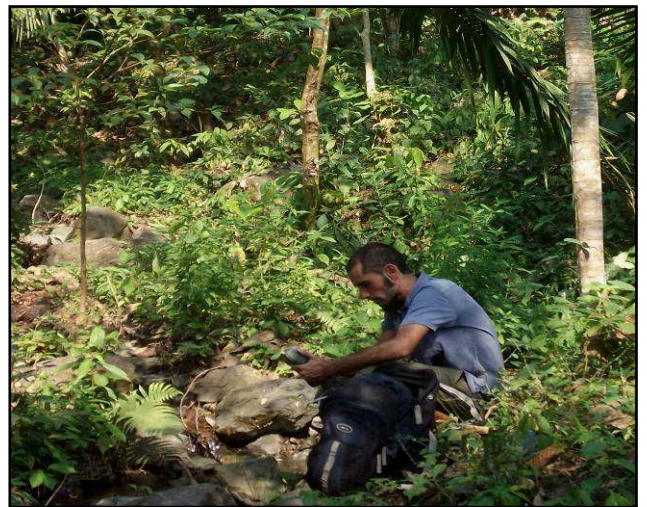
Análisis de las aguas del rio Pelo.



Elena Berges en las proximidades del rio Camalote



Uso de la sonda en la Q. Pajuiles.



Gabriel Pérez en el Arroyo Santa Ana.

El fuerte crecimiento demográfico de las poblaciones de la zona, el mal manejo de los residuos sólidos urbanos y la inexistencia de un sistema de aguas negras en la zona ha propiciado que los principales cursos de la zona se encuentren contaminados.

El rio Camalote y el rio Pelo son los principales cursos de agua de la zona y por tanto las principales fuentes de recarga del acuífero, por otro lado los arroyos Santa Ana y Pajuiles (altamente contaminados) tendrán gran influencia en la calidad de las aguas al situarse muy próximos a la aldea.

4. PERFORACIÓN DEL POZO PROFUNDO DE ABASTECIMIENTO.

Después de estudiar los recursos hídricos presentes en la zona se decide optar por la explotación de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento para la aldea campesina Santa Ana. La perforación será llevada a cabo por la empresa “Will Vall Pozos”

GENERALIDADES

El subsuelo de los terrenos localizados en la ciudad de El Progreso, en el Valle del Sula, está constituido principalmente por los depósitos aluviales acarreados por el Río Ulúa. Usualmente estos materiales constituyen acuíferos heterogéneos, donde alternan depósitos de espesores variables de arcilla, arena arcillosa y gravas de diversa granulometría. En el sector donde se localiza la aldea Santa Ana, los sedimentos presentes en los primeros metros proceden de la erosión de la montaña de Mico Quemado en forma de abanicos torrenciales y movimientos en masa que descienden al valle y son depositados sobre la llanura de inundación del río Ulúa.

El proyecto se localiza en la zona extraurbana del Municipio de El progreso, en un área aún despoblada y donde todavía suelen apreciarse grandes áreas agrícolas desarrolladas para el cultivo de la caña de azúcar y los bananos

4. 1. SUMARIO GEOLÓGICO.

4.1.1 CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Como se indicó anteriormente, el subsuelo donde se localiza el lugar de perforación, está constituido inicialmente por una secuencia de depósitos de ladera y torrenciales con gravas y bolones de distintas granulometrías.

En general puede distinguirse en la zona de perforación una gran unidad superior compuesta por una cobertera de sedimentos detríticos continentales procedentes del dismantelamiento de la cordillera de Mico Quemado. Estos sedimentos cuaternarios incluirían depósitos de pie de monte procedentes de la cordillera de Mico Quemado y depósitos aluviales más finos procedentes del río Ulúa.

La existencia de estos materiales granulares, son el resultado del arrastre de los mismos por las corrientes superficiales de la región y que son tributarias del río Ulúa, tal y como se explicará en el apartado de Hidrogeología.

Se analizan a continuación las características de las tres unidades existentes en la zona objeto de estudio, el macizo rocoso (esquistos Cacaguapa), los depósitos piedemonte procedentes de la cordillera de Mico Quemado y la llanura aluvial del río Ulúa.

*** 1 Pie = 0.3048 Metros.**

CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO.

Litología y disposición espacial:

Los materiales predominantes en la cordillera son los esquistos Cacaguapa. El metamorfismo prevaleciente es de tipo esquistos verdes, aunque puede alcanzar el grado de anfibolita. La unidad está compuesta por clorita, mica blanca, y cuarzofilitas. Se encuentran mármoles, cuarcitas y metaconglomerados intercalados con las cuarzofilitas, así como rocas ígneas máficas y epiclastitas, metamorfizadas, aunque estas últimas en menor medida.

Estos esquistos verdes, se encuentran altamente fracturados, apreciándose dos sistemas de fracturas subperpendiculares entre sí. Los estratos presentan una disposición subvertical con unos buzamientos de unos 80-85° y una dirección N 30 E.

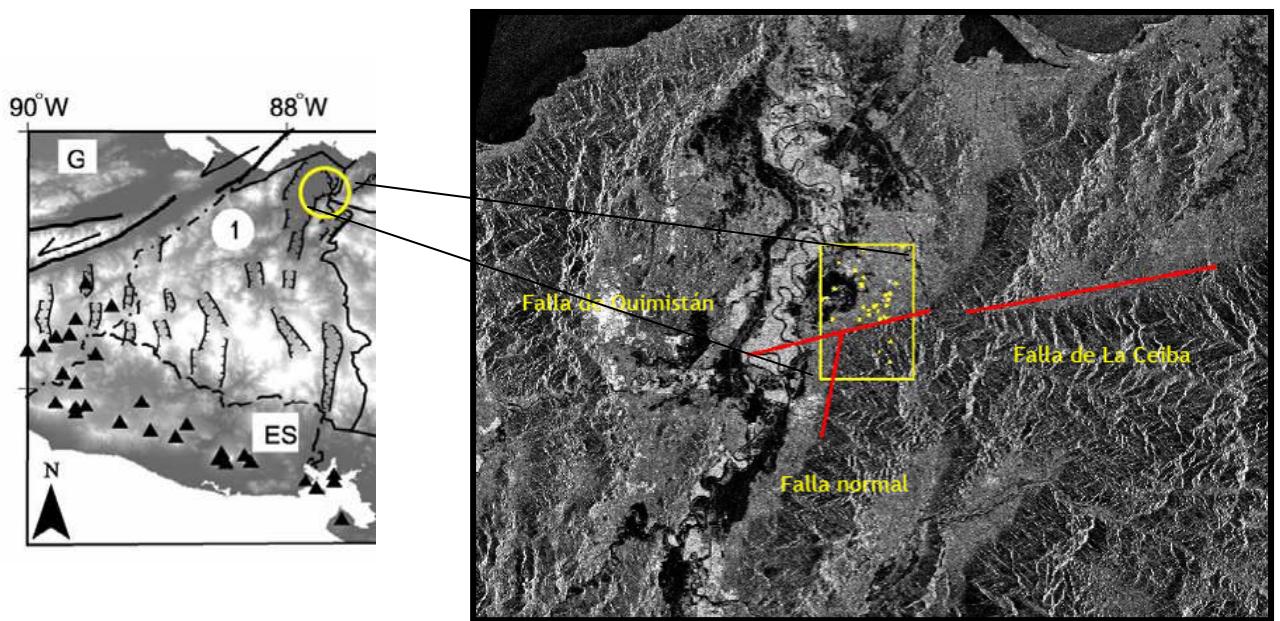


Equipo de Geólogos del Mundo en la formación Cacaguapa.

Características estructurales:

Mediante el uso de la fotogeología y a través de las diversas inspecciones de campo se han podido observar un sistemas de fallas subverticales normales con dirección NE- SW. Estas fallas condicionan en gran medida la elección de la zona de perforación y afectarán posiblemente en la cantidad de agua presente en el acuífero, actuando estas fallas normales como colector de las aguas subterráneas.

La zona estudiada se sitúa en la región definida como depresión de Honduras y más concretamente en el graben del Sula. Específicamente se encuentra en la confluencia de tres importantes estructuras, por un lado la falla normal que actúa como limite este del graben de Sula, por otro lado dos de las fallas de desgarre activas, como son la de Quimistán y la de La Ceiba.



Disposición del sistema de fallas que afectan al graben del valle del Sula.

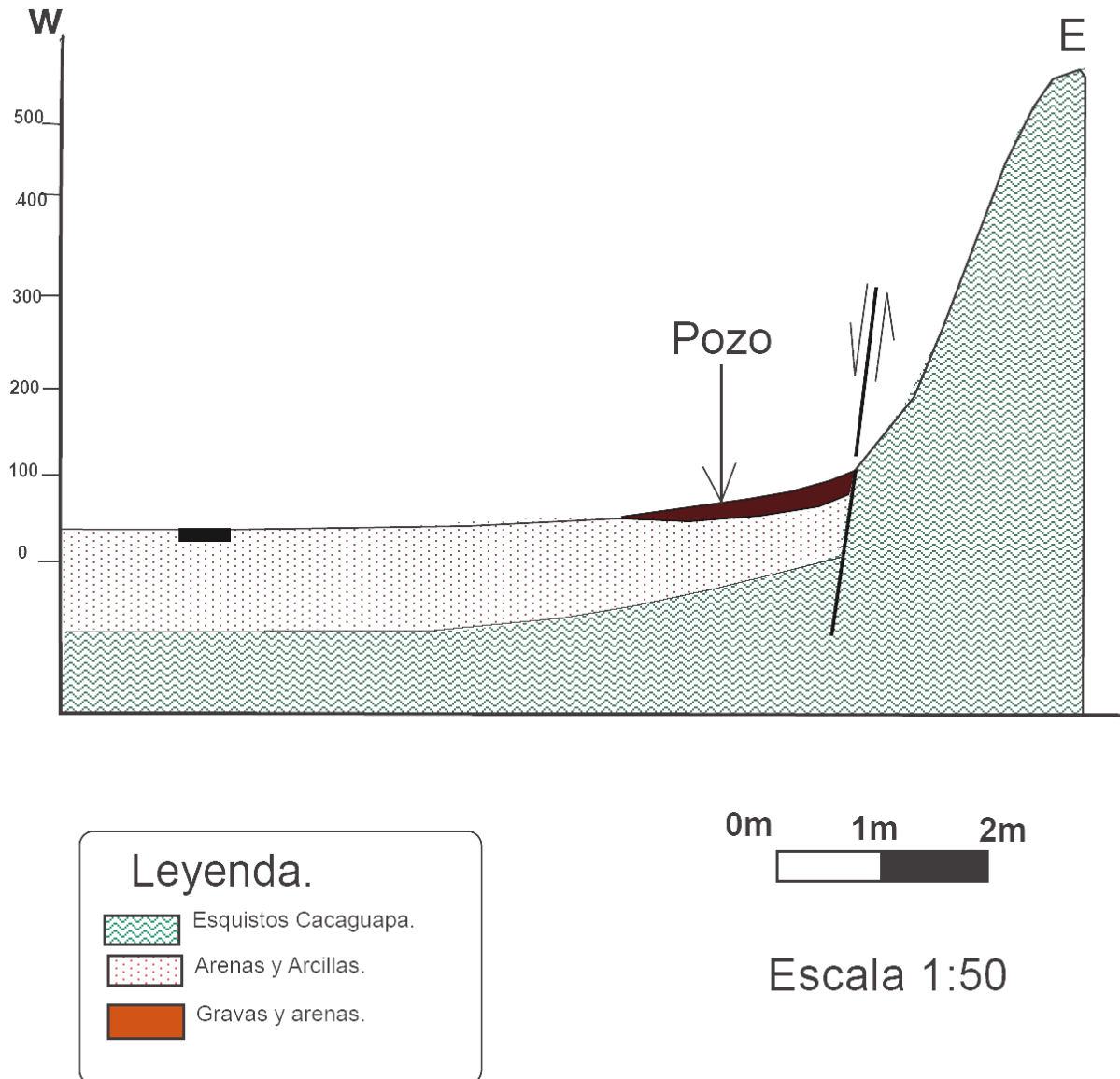
Los grandes sistemas de fallas llevan asociados a su vez, fallas menores, que son relativamente fácil de situar en la cordillera, pero mas difícilmente en nuestra zona de interés, la llanura aluvial. Analizando a partir de la imagen satélite, los trazados del río Pelo dentro de la zona aluvial, se pueden detectar cambios bruscos en el mismo, que indicarían un control tectónico, y una actividad tectónica actual. El trazado de estas pequeñas fallas, que parecen ser las últimas en haber actuado, es aproximadamente paralelo al trazado de la falla de Quimistán en esta zona.



Fallas deducidas a partir de Fotografía Aérea, en verde la aldea Santa Ana.

Corte Geológico de la zona.

A través del estudio de la fotogeología, los mapas geológicos y mediante la información recogida a través de las diversas giras de campo, se han realizado los cortes geológicos de zona. Se han delimitado de forma aproximada los materiales cuaternarios y las fallas extensionales que afectan a la formación rocosa. Se sitúa así mismo la posible ubicación de la zona de perforación del sondeo.



Corte Geológico 1:50 realizado en la zona objeto de estudio. Se ilustra la disposición de los materiales aluviales (arenas y arcillas) y de los Coluviales (Gravas y Arenas), además de la localización de una de las fallas extensionales existentes en la zona.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS DE PIEDEMONTE.

Con el objetivo de conocer la composición, granulometría y litología de los depósitos coluviales presentes en la aldea Santa Ana se ha procedido a la realización de las labores superficiales enfocadas a conocer el perfil del suelo presente en la aldea.

- **La Calicata 1** se sitúa en la zona más elevada de la colonia donde se ubicará el futuro tanque de agua y correspondería a materiales procedentes de la disgregación de la cordillera de Mico Quemado. Estos materiales serán los primeros atravesados en el proceso de perforación del pozo. De su estudio se obtendrán los parámetros físicos necesarios para la elección del método de perforación.

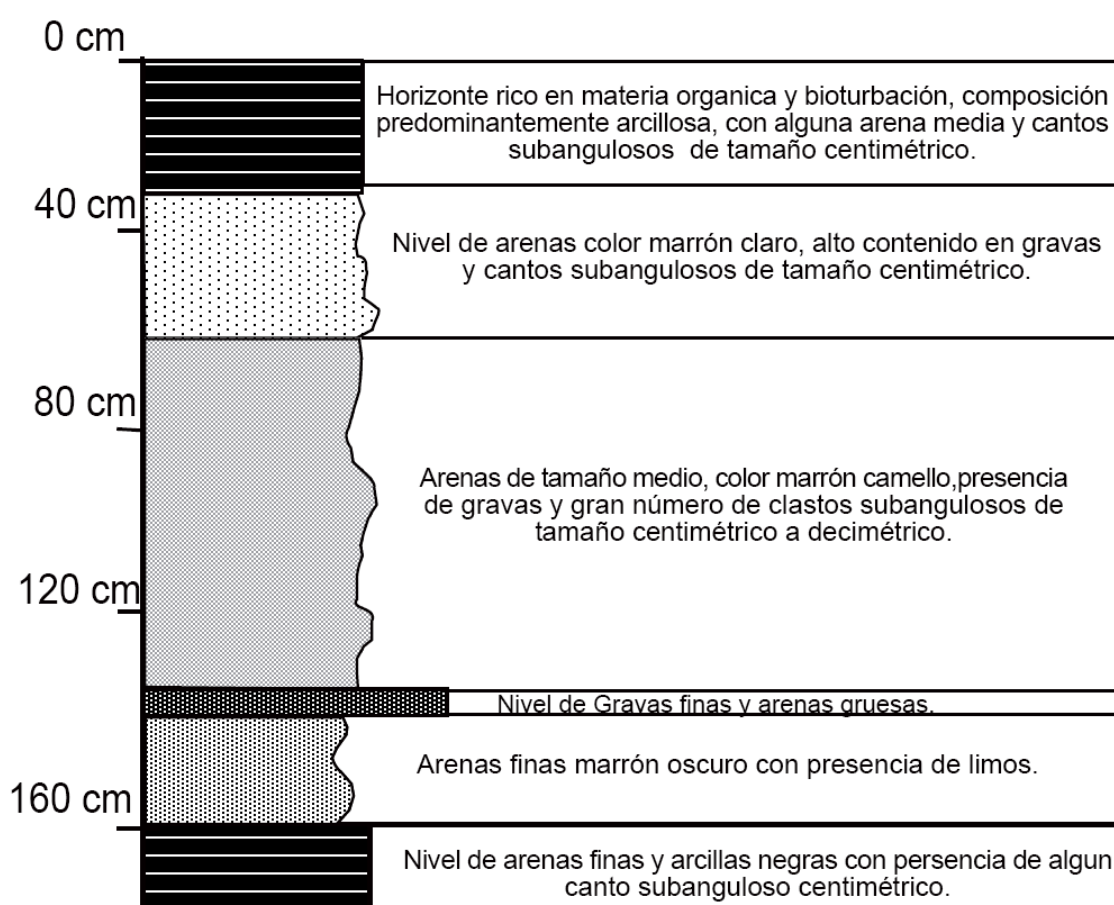


Figura correspondiente a la distribución en profundidad de los materiales en la calicata realizada en los depósitos cuaternarios coluviales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS DE LA LLANURAL ALUVIAL.

Con el objetivo de completar la información referente a los depósitos presentes en el subsuelo de la aldea Santa Ana, se ha procedido a realizar una calicata en los sedimentos de la llanura aluvial del río Ulúa.

- **La Calicata 2** se sitúa en la zona baja de la colonia y correspondería a los sedimentos procedentes de los aportes del río Ulúa. Estos materiales serán atravesados a continuación de los depósitos de ladera y de su análisis se podrán obtener importantes parámetros como su espesor, granulometría y permeabilidad. Estos parámetros permitirán establecer las medidas de protección del pozo para evitar su contaminación.

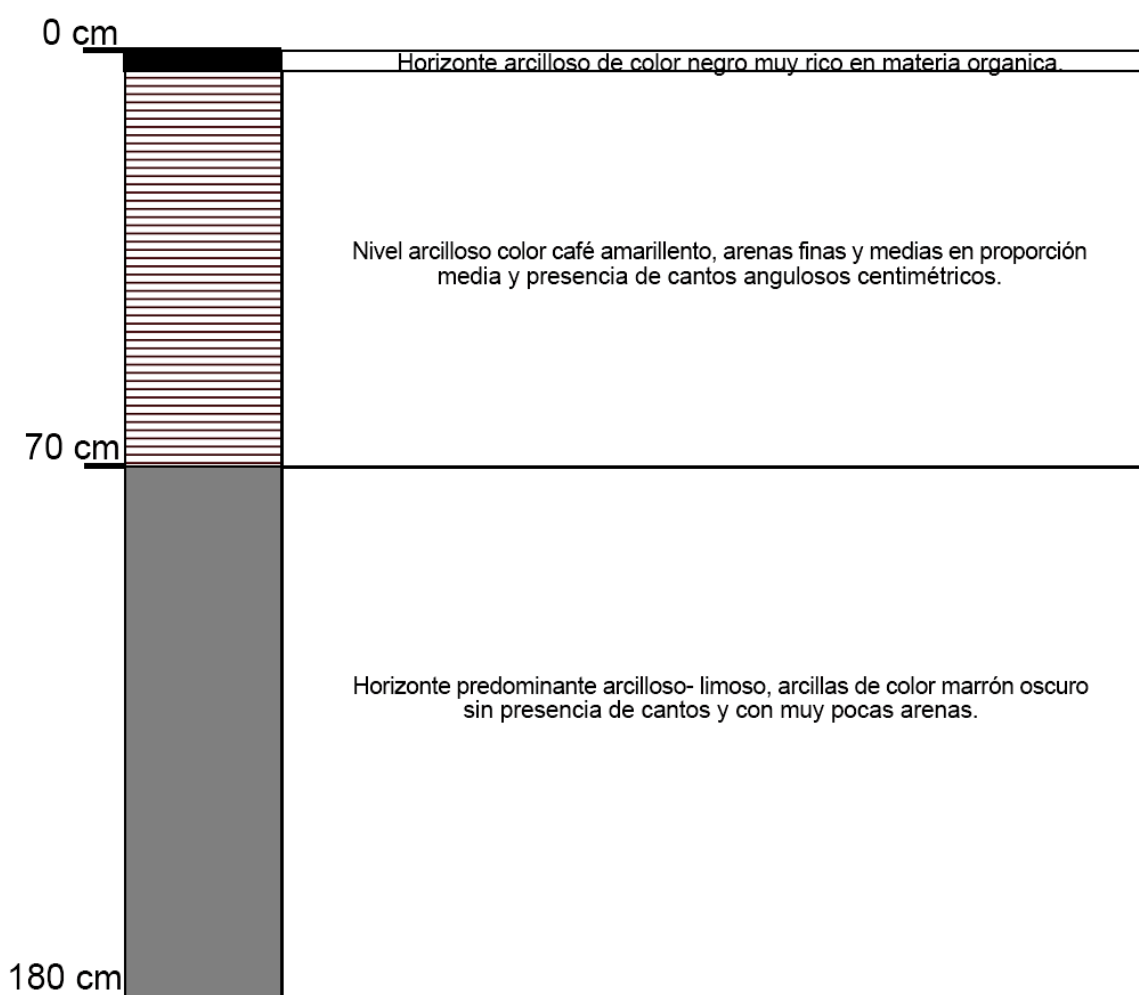


Figura correspondiente a la distribución en profundidad de los materiales en la calicata realizada en los depósitos de la Llanura aluvial del río Úlua.

IMÁGENES DE LAS CALICATAS REALIZADAS EN LA ALDEA CAMPESINA SANTA ANA.



Equipo de Geólogos del Mundo en la Calicata realizada sobre materiales coluviales.



Elena Berges y Gabriel Pérez en la calicata en la calicata situada en depósitos aluviales.

Los materiales analizados en la Calicata 1 corresponden a los depósitos procedentes de la cordillera de Mico Quemado, depositados por los cursos de agua cercanos en forma de abanicos torrenciales o por gravedad a través de movimientos en masa. La alta concentración de bolones dificultará la perforación en los primeros metros, pudiendo ser necesaria la perforación manual inicial para evitar daños en el trépano de perforación.

Los materiales encontrados en la Calicata 2 poseen una granulometría más fina y tienen un origen aluvial, encontrándose arcillas y arenas limosas en gran cantidad, estos medios finos en los primeros metros proporcionan una protección natural de acuífero ante la contaminación superficial.

4.1.2 GEOMORFOLOGÍA

En las estribaciones que dominan al valle de Sula (cordillera de Mico Quemado), especialmente aquellas que se localizan en el municipio de El Progreso, se tiene la existencia de varios cauces que en la antigüedad y a día de hoy, propiciaron el arrastre y desmantelamiento de materiales granulares formando toda una serie de depósitos de piedemonte depositados sobre la llanura del río Ulúa y brindando las características geológicas conocidas actualmente.

Dicha localización y traslado de materiales, está fuertemente influenciado por el clima tropical y lluvioso que caracteriza la zona Norte y todo el Valle del Sula, todas las corrientes descienden de las estribaciones de Mico Quemado y son tributarios del río Ulúa.

Como se ha venido citando anteriormente la aldea Santa Ana se encuentra situada en la llanura aluvial del río Ulúa a los pies de la cordillera de Mico Quemado. Debido a la cercanía de la cordillera, parte de la aldea se asienta sobre depósitos de pie de monte procedentes de la disgregación de los relieves superiores.

A partir de los mapas geológicos y de la fotografía aérea, se han identificado los límites entre las tres unidades analizadas: la llanura aluvial, los depósitos de pie de monte y los afloramientos rocosos de la cordillera de Mico Quemado.



Distribución espacial del Macizo rocoso y de los sedimentos cuaternarios en la zona de la colonia o aldea campesina Santa Ana.

Como puede observarse en la figura superior, la aldea Santa Ana se encuentra situada directamente sobre los materiales coluviales procedentes de la cordillera de Mico Quemado, estos a su vez se disponen sobre los depósitos aluviales del río Ulúa.

4.1.3 PERFIL LITOLÓGICO.

En el comienzo de la perforación y como se había previsto se identifica un importante depósito de bolos y gravas de tamaño apreciable. En conjunto este estrato posee alta permeabilidad y es de difícil penetración.

Todos estos materiales granulares están dispuestos en forma de cantos rodados y bolos con una matriz de arena gruesa muy permeable y con escasa presencia de limo y arcilla. Este depósito se extiende desde la superficie hasta los 30 pies * (*1 pie americano = 0,3048 metros.)

Entre los 30 y 45 pies encontramos un tramo más fino correspondiente a arcillas y limos con alguna intercalación de gravas y arenas.

A continuación entre los 45 y 85 pies vuelven a aparecer tramos de materiales gruesos. Entre los 45 y 65 pies corresponden a arenas finas con arcillas, para posteriormente (desde los 65 a 85 pies) dejar paso de nuevo a gravas y bolos. Aparecen en esta zona niveles con un mayor contenido en cuarzo.

Los medios más finos se interceptaron por primera vez a los 85 pies, predominando la arcilla café con alguna arena. A los 100 pies el contenido en arcilla aumenta y poseen un color café amarillento. Este mismo material arcilloso sin casi intercalaciones arenosas se extienden hasta los 140 pies donde se empiezan a encontrar los primeros niveles granulares susceptibles de poseer condiciones para albergar y transmitir agua.

Las arenas medias y gravas se combinan de forma diversa con la arcilla entre los 140 y 220 pies donde ocasionalmente se pudo interceptar algún nivel de gravas gruesas.

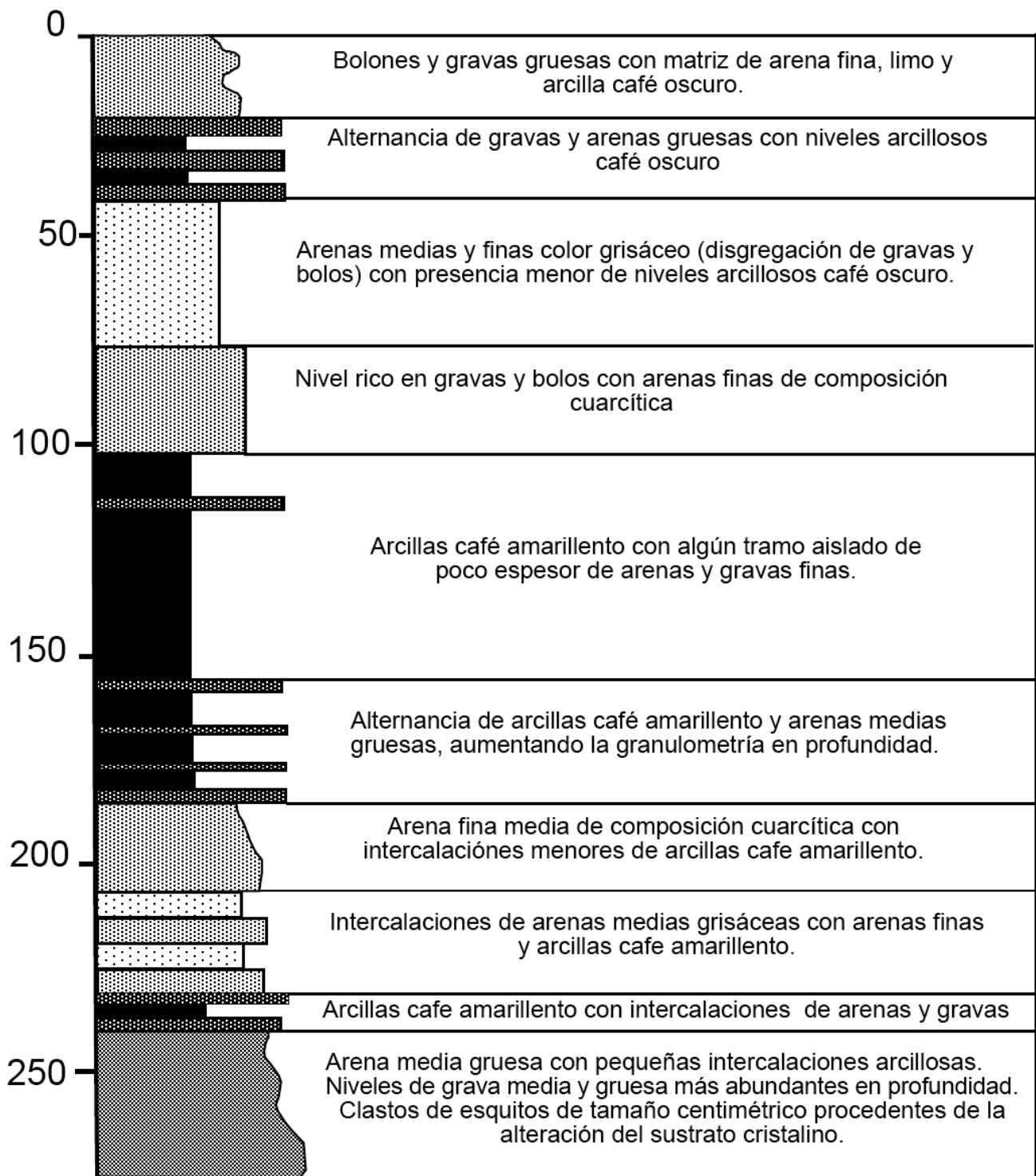
Entre los 220 y 240 pies vuelven a aparecer niveles arcillosos y arenosos de color amarillento y oleoso al tacto con algún tramo de granulometría más gruesa.

Entre los 240 pies, y hasta la profundidad investigada de 280 pies, las arenas de diferente granulometría, con mayor presencia de granos gruesos y gravas dominan el fondo de este sondeo, siendo su contenido en arcilla regular e inferior que en los estratos suprayacentes.



A la derecha arenas y gravas obtenidas en el último tramo del sondeo, a la izquierda observamos el tamaño de los clastos encontrados en el trépano de perforación.

La dificultad para perforar en los últimos tramos del sondeo, el gran tamaño de las gravas extraídas y los clastos de tamaño centimétrico extraídos del trépano del sondeo hace sospechar la cercanía del zócalo paleozoico. Siendo este último tramo correspondiente a la perforación de la roca madre alterada correspondiente a los esquistos de la formación Cacaguapa.



Columna estratigráfica del Sondeo en la aldea Santa Ana. Las medidas se reflejan en pies*.

*La unidad utilizada en la perforación fueron pies, siendo 1 pie americano=0,3048 metros.

Durante el proceso de perforación se han recogido, secado y tamizado muestras de los distintos tramos del sondeo con el fin de realizar un estudio granulométrico de los distintos materiales atravesados.

Hay que tener en cuenta las limitaciones que esta granulometría presenta, ya que las muestras obtenidas mediante la perforación a rotación con trépano se encuentran alteradas, mezcladas con los lodos de perforación y con materiales de niveles superiores. Aún así el análisis granulométrico expuesto a continuación es coherente con las características de los diferentes tramos atravesados en el proceso de perforación y complementa la información reflejada en la columna estratigráfica anterior.

Se puede observar una primera unidad (hasta los 100 pies) con un tamaño de grano medio-grueso que corresponderían a los sedimentos de pie de monte, seguido por la unidad que representaría la llanura aluvial de carácter más arcilloso con intercalaciones arenosas. Al continuar la perforación el tamaño aumenta de nuevo, con la presencia mayoritaria de arenas y gravas, encontrando al final del sondeo (280 pies) la roca madre alterada.

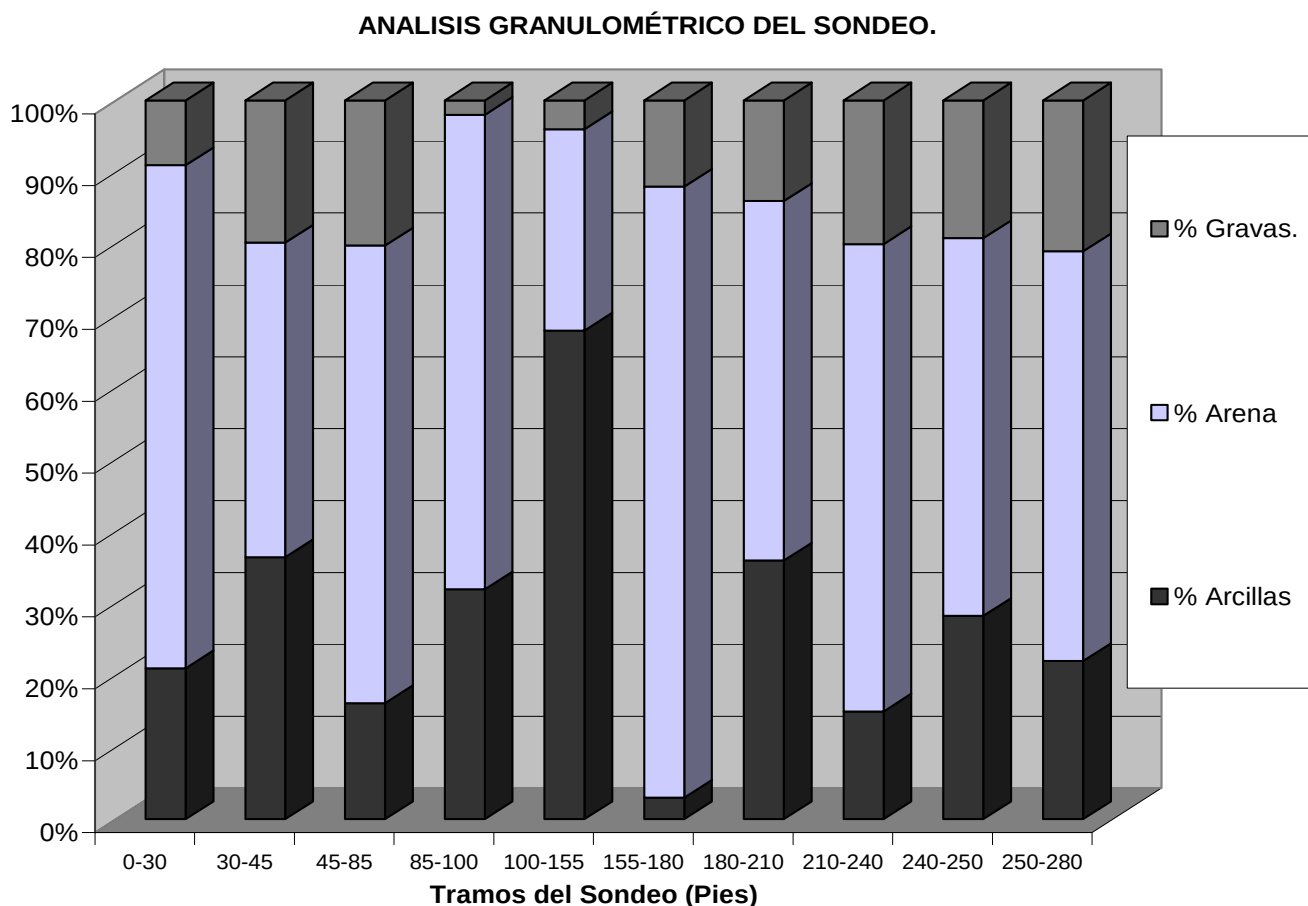


Figura mostrando la distribución del tamaño de grano de las partículas en cada tramo de perforación del sondeo. Los tramos se han elegido según la distribución de los materiales reflejados en la columna estratigráfica anterior.

4.1.4 RECONOCIMIENTOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS.

Existen en la actualidad varios sondeos mecánicos o pozos de producción que han ayudado a lo largo de estos últimos años a discernir la fiabilidad de las hipótesis sobre la estructura interna del acuífero en el valle del Sula.

En todo el municipio de El Progreso, resulta con mayor potencial en recursos de agua subterránea, la zona bajo la influencia directa del río Ulúa. Este curso de agua principal junto con otras corrientes menores, son los responsables del depósito de materiales granulares susceptibles de almacenar agua.

La productividad de los pozos en el zona, va en relación directa con el espesor y características de los materiales aluviales atravesados, incrementándose esta productividad sustancialmente a medida que se profundiza o se captan zonas favorables (con mayor granulometría) dentro de los abanicos de inundación de los ríos Pelo, Camalote o del Propio río Ulúa.

A través de la campaña geofísica realizada por Geólogos del Mundo en el contexto de abastecimiento de agua de la aldea de Guaymitas en el año 2005, se obtuvieron importantes datos sobre la distribución de los materiales de la llanura aluvial en profundidad.

Con la realización de los perfiles eléctricos se pudo deducir la distribución litológica en profundidad de los materiales susceptibles de almacenar y transmitir agua.

PROFUNDIDAD	LITOLOGIA	RESISTIVIDAD
0 a 12 metros	Limos o arenas con algo de arcilla.	90-1150 Ω . m.
12 a 120 metros	Alternancia de niveles de arenas arcillosas o arcillas arenosas, con proporciones de arena y arcilla variables tanto lateralmente como en profundidad.	8 Ω . m : Niveles arcillosos. 40 Ω . m: Niveles con mayor contenido arenoso. 80-100 Ω . m : Niveles arenosos.
>120 metros	Sustrato cristalino alterado.	195-800 Ω . m

Cuadro-esquema con la distribución en profundidad de los distintos tramos sedimentarios de la llanura aluvial del río Ulúa según su resistividad.

Las zonas menos resistivas dentro de la correlación con los materiales arenosos son, en principio, las más favorables para ser explotadas, ya que corresponden con materiales más húmedos. En el caso de los perfiles realizados en la aldea Guaymitas y dentro de la llanura aluvial del río Ulúa los niveles más favorables para almacenar y transmitir agua son las capas arenosas de 40 Ω . m, que aparecen a una profundidad mínima de 15m y que, en algunas zonas llegan a los 120 metros.

En la zona de perforación los sedimentos procedentes del desmantelamiento de la cordillera de Mico Quemado poseen un espesor de unos 20 metros y están constituidos por arenas gravas y bolos. Materiales mal clasificados mezclados con limos y arcillas, pudiendo constituir un nivel acuífero superior de poca importancia.

4.2. SUMARIO HIDROGEOLÓGICO.

4.2.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL. FUENTES DE RECARGA.

La red hidrográfica de todo el municipio es bastante amplia y variada. Existen gran cantidad de corrientes superficiales que recargan las unidades acuíferas, estas unidades son principalmente el río Pelo, Pajuiles y Camalote, que se localizan respectivamente a unos 2 Km al norte, 0,5 Km al norte y 0,5 Km al sur del lugar de perforación.

El río Ulúa, fuente de recarga principal de toda el área se sitúa a unos 5 Km al noroeste del área de perforación y la influencia sobre el acuífero local es muy limitada, incluso nula.

4.2.2 ACUÍFEROS EXISTENTES.

A través de los datos de resistividad eléctrica y potencial espontáneo realizados por HIDROSISTEMAS S.A. en proyectos anteriores, se han identificado los acuíferos existentes en la zona como confinados ó semiconfinados, de moderada capacidad de producción y con flujo básicamente intergranular.

Podemos definir el acuífero actual como un acuífero detrítico. Este tipo de acuíferos son muy comunes en depósitos fluviales actuales, depósitos mareales, intermareales o de estuario, etc. y se caracterizan por la presencias de arenas y gravas las cuales poseen gran porosidad. Tienen la característica de ser muy homogéneos, pero suelen una limitada extensión lateral.

Los depósitos granulares superiores correspondientes a los depósitos de piedemonte, no constituyen un acuífero potencial estable, estando sujetos a desecación total ó parcial en caso de bombeos muy fuertes y/o prolongados y dependientes de la climatología.

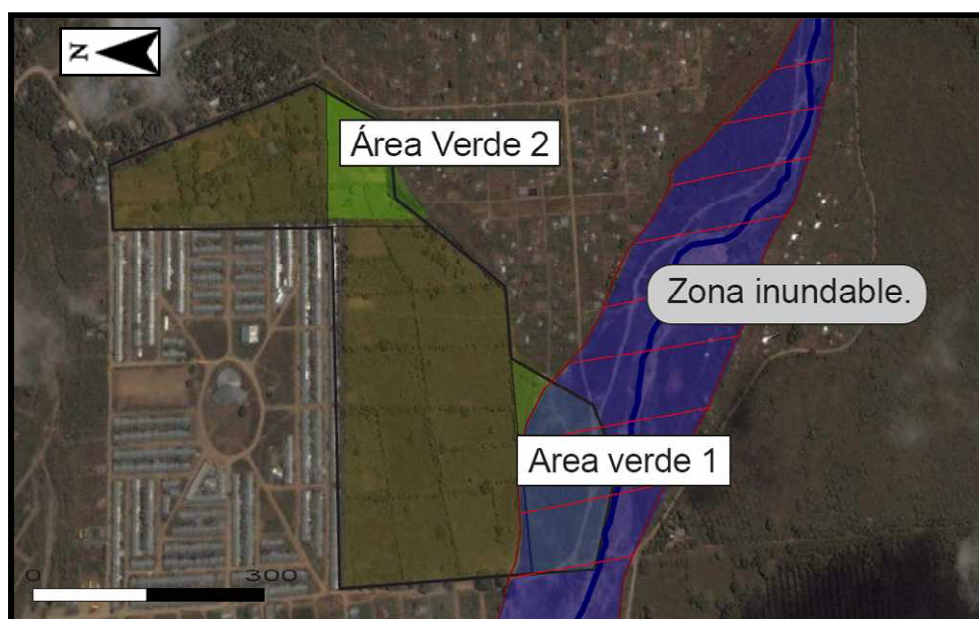
Como conclusión podemos señalar que de todos los niveles granulares susceptibles de funcionar como acuíferos, los que se localizan a mayor profundidad, son los que poseen mayor espesor, granulometría más apropiada y mejores condiciones en general para constituir acuíferos de fondo con la existencia de agua en cantidad y calidad satisfactoria para abastecer la demanda de agua actual.

4.3 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL POZO PERFORADO

4.3.1 ESTUDIOS PREVIOS DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Para la correcta ubicación de la zona de perforación del pozo profundo se han utilizado toda la información disponible y el equipamiento facilitado por los organismos locales. Dicha información se basa principalmente en la recopilación de datos de campo y en el trabajo de gabinete haciendo uso de los mapas geológicos de la zona y de la fotografía aérea.

Los lugares en los cuales se procederá a la perforación del pozo profundo vienen condicionados por la morfología de la aldea y por la distribución espacial de las áreas verdes de la comunidad. Estas áreas se disponen en la zona alta (área verde 2) y zona baja de la comunidad (área verde 1).



Localización de las zonas verdes de la comunidad y el área inundable del río Camalote.

El Área Verde 1 fue rápidamente descartada debido a la proximidad de la quebrada Camalote y a sus características como zona inundable, haciendo inadecuada la perforación en esta zona, tanto por razones de seguridad como con el fin de evitar la contaminación del acuífero en las avenidas.

El Área Verde 2, se encuentra en una zona sin riesgo de inundaciones y por tanto más favorable a la hora de realizar la perforación. El mayor problema que se puede dar en esta zona es la proximidad a la cordillera de Mico Quemado y la lejanía del río Ulúa.

Se optó finalmente por la perforación en el Área Verde 2 por las razones ya expuestas, confiando atravesar un buen espesor de sedimentos aluviales antes de encontrar el basamento paleozoico. La extrapolación de los datos geofísicos de Guaymitas, las fallas extensionales observadas a través de la fotografía aérea y los altos buzamientos del macizo rocoso en la zona, hacen predecir un espesor suficiente de los materiales aluviales. Según el corte geológico realizado, las características geológicas de la zona nos permitirían perforar al menos hasta los 250 pies (76,2 m) sin encontrar el sustrato rocoso.

4.3.2 UBICACIÓN DEL POZO.

El pozo de producción se localiza en el extremo oriental de la colonia campesina Santa Ana, la cual se encuentra localizada a menos de 1 km de la vía que comunica la ciudad de El Progreso con Santa Rita de Yoro. Las coordenadas de localización son las siguientes:

N 16P 0415075.

E 16P 1699174.

Altura: 96 m.

El sitio de perforación se localiza a unos 4 Kilómetros al sureste del centro cívico de la ciudad de El Progreso. La elevación del lugar de perforación es de 96 metros sobre el nivel de mar.



Situación del equipo de perforación en la aldea Santa Ana, al fondo la cordillera de Mico Quemado.

4.3.3. PROFUNDIDAD Y DIÁMETROS DE PERFORACIÓN.

Para realizar las actividades de perforación se destinó a este proyecto una perforadora rotativa marca Gardner Denver, modelo 1500. El sistema de perforación a utilizado fue el de rotación directa con trépano y se empleo ocasionalmente lodos bentoníticos y un aditivo aglutinante denominado Gelex, que aumenta la densidad y cohesividad de las moléculas coloidales de los lodos.

Desde la superficie y hasta la profundidad de doscientos ochenta pies, se empleo una broca trícónica para completar la perforación exploratoria de 8" (*) Posteriormente a la perforación de investigación se ejecutó la ampliación final de 12".

El empaque anular de grava posee aproximadamente cuatro pulgadas de espesor. Este filtro está formado por grava natural y su tamaño efectivo es de 1/4" x 1/8". El tamaño del empaque de gravas se decidió a través del análisis granulométrico de los tramos arenosos atravesados para controlar el ingreso de arena al pozo.

*** 1 pulgada = 2,54 centímetros.**

4.3.4 ADEME.

Como ademe nos estamos refiriendo a la tubería de revestimiento en secciones ciegas. Estas secciones se instalaron a las siguientes profundidades: de 0 a 60 pies para evitar la contaminación superficial; y de 100 a 140 pies por tratarse de un tramo arcilloso y con el fin de dar una mayor estabilidad estructural al pozo. Este ademe consiste en tubería de PVC, Clase SDR-21, de ocho pulgadas de diámetro (8" $\varnothing$). Su longitud total es de 100 pies.



Operarios de “Will Vall Pozos” durante la instalación del Ademe de 8”.

4.3.5 REJILLAS.

Con el fin de captar todos los acuíferos principales y secundarios presentes en el sondeo se emplearon rejillas de PVC, Clase SDR-21 de tipo tubo ranurado y de ocho pulgadas de diámetro (8" $\varnothing$). Estas poseen una abertura de 0,060 de pulgada y están espaciadas a una pulgada (1,00”).

Las rejillas se localizan a las siguientes profundidades: de los 60 a los 100 pies y de los 140 a los 280 pies. La longitud total del conjunto de rejillas es de ciento ochenta pies (180’).



Detalle de las características de los tramos de rejilla instalados en el sondeo

DETALLE CONSTRUCTIVO POZO SANTA ANA.				LOCALIZACIÓN
Localización: Colonia Santa Ana, Municipio El Progreso, Dep. de Yoro				
Propósito: Producción (Habitacional-Residencial).				
Construyó : Will Vall Pozos-“Fundación aguas para los pobres”				
Fecha de inicio: 9 de Marzo de 2011. (Movilización de maquinaria)				
Fecha de finalización: 25 de Marzo de 2011. (Relleno Sanitario)				
Perforadora tipo: Rotopercutora – Marca-				
Operador: Edwin Valladares				
DATOS CONSTRUCTIVOS Y DE MATERIALES				
				PRUEBA DE BOMBEO
DIÁMETRO	PERFORACIÓN	ADEME	PASCÓN	Nivel estático: 33,20 metros.
LONGITUD	12 PULGADAS	8 PULGADAS	8 PULGADAS	Abatimiento: 30,02 metros.
PROCEDIMIENTO	280 PIES	100 PIES	180 PIES	Caudal: 4,1 l/s.
CLASE	ROTACIÓN	TUBO CIEGO	TUBO RANURADO	Duración: 20 horas.
				Tipo de Bomba: 7,5 HP

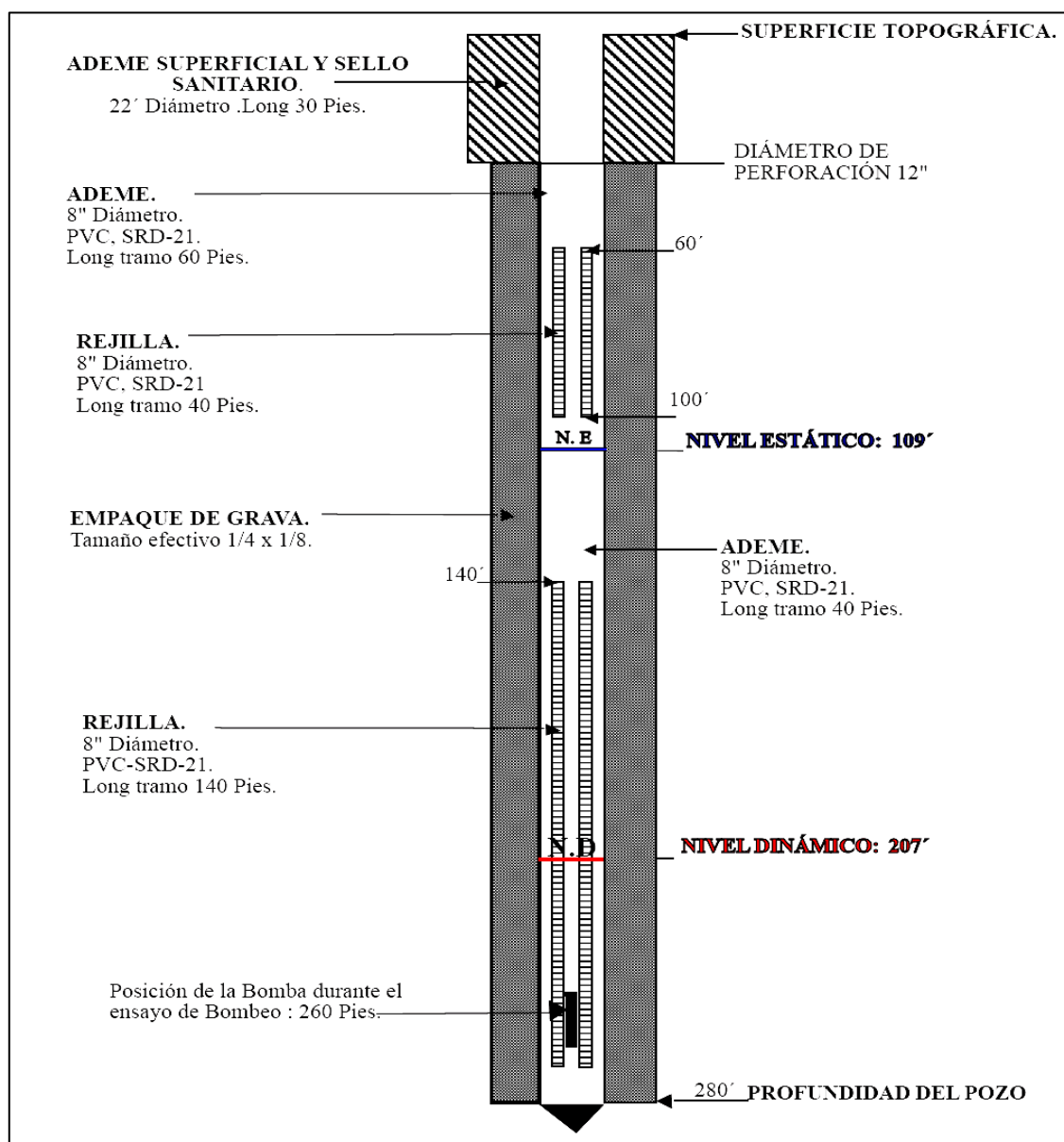


Diagrama de distribución de los componentes del pozo y sus características.

4.4 METODOLOGÍA:

Después de seleccionar el lugar de perforación, se procede a la movilización de la maquinaria y a la excavación de la balsa de lodos. A continuación se comienza la perforación exploratoria de ocho pulgadas.

A través del proceso de perforación se pudieron ubicar los distintos tramos indicados en el sumario geológico, se atravesaron terrenos de formaciones granulares gruesas, conglomerados y cantos rodados y formaciones arenosas limpias y permeables susceptibles de constituir un buen nivel acuífero.

En nuestro caso, la formación superficial corresponde a los sedimentos procedentes de la denudación de la cordillera de Mico Quemado y de su transporte a través de los cursos de agua esporádicos o de movimientos en masa. Esta formación superficial se extiende desde la superficie hasta los 100 pies aproximadamente, con un nivel intermedio más arcilloso entre los 60 y los 80 pies. Los materiales correspondientes a este nivel superficial corresponden a bolos y gravas gruesas con distintas proporciones de arenas, arcillas y limos.

Los bolones y gravas se pudieron interceptar a diferentes profundidades posteriormente aunque con una granulometría y concentración menor que la indicada anteriormente.

La perforación inicial exploratoria de ocho pulgadas (8" Ø), se condujo exitosamente hasta los 280 pies que resultó adecuada y suficiente para interceptar unidades acuíferas conformadas por materiales limpios y permeables.

El establecimiento final de la perforación a 280 pies se decidió debido al hecho de que en los últimos tramos la perforación fuera especialmente dificultosa y al gran tamaño de los clastos extraídos hacia sospechar que se estaba perforando a esta profundidad en la roca madre alterada, correspondiente a los esquistos de la formación Cacaguapa.

Durante la perforación exploratoria se produjeron diversas fugas de los lodos de perforación en los niveles más granulares, solucionándose el problema con el aumento puntual del uso de bentonita y sobre todo con la aplicación de cáscara de arroz, material aglutinante que permite bloquear fisuras e impedir el paso de los lodos de perforación hacia el interior de los niveles acuíferos.



Operarios de “Will Vall Pozos” regulando la viscosidad de los lodos de perforación, a la izda usando Bentonita y a la derecha cáscara de arroz.

El diseño y definición del detalle constructivo de este pozo de producción se estableció después de alcanzar la perforación exploratoria, aumentando la profundidad de 250 a 280 pies al encontrarse los mejores niveles acuíferos al final del sondeo. Después de analizar los registros de las muestras recogidas, se realizó la ampliación hasta el diámetro final de 12” desde la superficie hasta los 280 pies.

Algunas conclusiones adicionales son las siguientes:

- a)** Los acuíferos más productivos se encuentran al final del sondeo entre los 200 y los 280 pies, el resto de niveles poseen unas posibilidades de explotación mucho menores estando sujetos a desecación parcial ó total en caso de bombeos prolongados.
- b)** Todas las formaciones acuíferas de este sondeo corresponden a estratos granulares, de adecuada limpieza y bastedad, los cuales pueden considerarse confinados ó semiconfinados en sus tramos superiores.
- c)** Los aspectos hidrogeológicos, especialmente en lo referente a la ubicación de los sistemas acuíferos y el hecho de interceptar la roca madre alterada al final del sondeo condicionaron la profundidad final del pozo en 280 pies.
- d)** Los acuíferos se consideran confinados ó semiconfinados, de potencia o espesor moderado y mayor en profundidad capaces de transmitir y producir descargas medias.
- e)** Algunos indicios en la perforación que ayudan a evaluar y predecir el rendimiento del pozo, señalaban que las expectativas eran bastante prometedoras una vez se superados los grandes niveles arcillosos, estos indicios fueron el alto consumo de agua, el gran cambio en la viscosidad de los lodos, las pérdidas de circulación y el gran tamaño de grano del material extraído.

4.5 OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESARROLLO.

Antes de la realización del ensayo de bombeo, el pozo se sometió a una intensa labor de limpieza y desarrollo. Inicialmente se realizó el lavado primario del pozo, operación que consiste en inyectar agua limpia a través del varillaje, hasta reducir completamente la viscosidad de los lodos.

Debido a la alta permeabilidad de las formaciones inferiores y a las recurrentes pérdidas de circulación, se practicó un plan especial de desarrollo para la correcta eliminación de dichos fluidos y con el fin de permitir la estabilización y estimulación transmisiva de las formaciones acuíferas.

El proceso de desarrollo de limpieza incluyó las siguientes actividades:

- a) Limpieza inicial a cielo abierto: Esta etapa tiene como objetivo eliminar la pequeña proporción de fluidos especiales de perforación utilizados, la acumulación de arcillas naturales y estabilizar tanto las formaciones superficiales, como el empaque de grava.
- b) Sifonamiento y limpieza a cielo abierto combinado en tres fases de desarrollo a diferentes alturas. Esta operación consiste en colocar la tubería y el sifón a tres alturas diferentes con el fin de limpiar gradualmente la totalidad del sondeo. Para comenzar se colocó el compresor a 30 metros, posteriormente y tras 2 horas de limpieza se bajó a 60 metros, para finalmente situar sifón en el fondo del pozo. En todos los casos la operación se realizó inyectando aire comprimido, ocasionando un fuerte agitación dentro y en las proximidades del pozo, propiciando el arrastre y desalojo de finos y lodos y el asentamiento del empaque de gravas.

Después de la aplicación y combinación de las actividades señaladas, la operación finalizó hasta obtener agua clara y sin la presencia de sólidos filtrables.



Evolución en la turbiedad de las aguas, desde el comienzo del proceso de limpieza (izda) hasta la obtención de un agua clara (dcha) ocho horas después.

IMAGENES DEL PROCESO DE LIMPIEZA EN EL POZO SANTA ANA.



Distintas imágenes del proceso de limpieza del pozo, desde la instalación del motor de aire comprimido (arriba izda) hasta el proceso de limpieza durante las diversas fases en que esta tuvo lugar.

4.6 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE BOMBEO.

CONCEPTOS SOBRE LA PRUEBA DE BOMBEO.

Después de las operaciones de limpieza y desarrollo descritas en la unidad anterior, y para evaluar el potencial de producción del pozo, se realizaron las pruebas de bombeo a caudal variable y a caudal constante de larga duración, basadas en los datos obtenidos de la prueba de caudal variable y en el caudal óptimo registrado durante las operaciones de limpieza y desarrollo.

En esta etapa, además de conocer el comportamiento del pozo, se pretende apreciar aquellas situaciones especiales como cambio de turbidez aparente, arrastre de arena, variación en los niveles dinámicos, y la determinación del caudal óptimo de explotación.

Prueba a caudal Variable.

Debido a la falta de equipamiento proporcionado por la empresa “Will Vall Pozos” no se pudo realizar el ensayo de bombeo como hubiera sido todo lo deseable correcto.

Sólo se realizó un escalón de hora de duración a 6,96 l/s en el cual se registró un fuerte descenso de la columna de agua de unos 20 metros. A pesar de que la bomba aún se encontraba a 25 metros de trabajar en seco, los operarios insistieron en interrumpir la prueba y comenzar con el ensayo a caudal constante.

En la recuperación de este bombeo a 6,96 l/s se apreció una gran conductividad del acuífero existente ya que en apenas 10 minutos se había recuperado el 90 % de la columna de agua del sondeo.

Debido a la insistencia del personal de “Will Vall Pozos” y de la escasez de medios para medir el caudal se decidió realizar el ensayo a caudal constante a 4,1 l/s, un caudal que permitiría trabajar con seguridad y permitir la estabilidad del pozo en el futuro.

Prueba a caudal constante.

Esta prueba se desarrollo mediante el sistema de bombeo neumático por sifonamiento, a través de una columna de descarga de 2 pulgadas de diámetro (2" Ø), de PVC clase SDR-26, instalada a doscientos sesenta pies de profundidad (79,25 m). La línea de entrada era de una y un medio de pulgada de diámetro (1 ½" Ø) de hierro galvanizado. Los niveles dinámicos se registraron con una sonda electrónica tipo acústico.

La altura de referencia entre la superficie topográfica y el nivel de medida de 34 pulgadas. (80 cm.)

Durante el desarrollo de esta prueba de bombeo se apreció una tendencia a alcanzar el régimen de estabilización ó equilibrio, aspecto que se percibió a los treinta (30) minutos de haberse iniciado el bombeo.

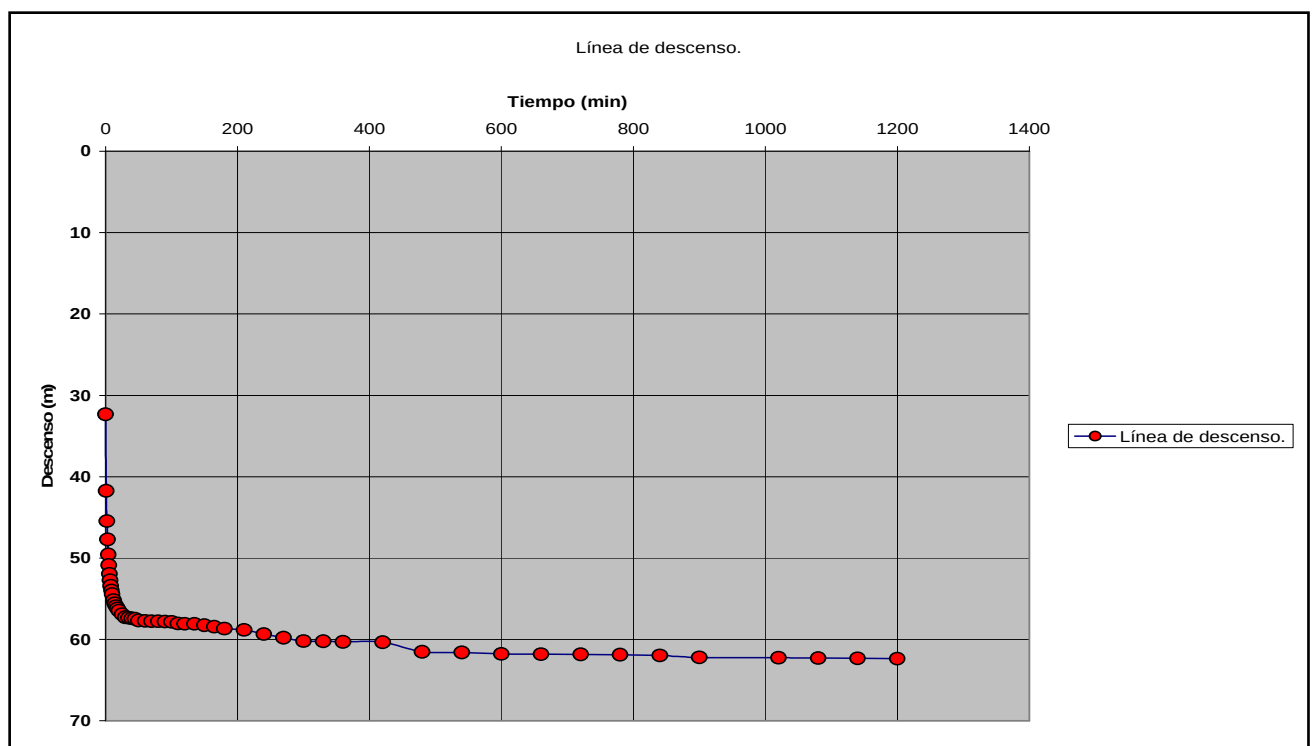
Los resultados en resumen son los siguientes:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| ➤ Tipo de bomba Utilizada: | Neumática por sifonamiento. |
| ➤ Caudal del aforo: | 65 GPM (4,1 l/s) |
| ➤ Longitud de la columna: | 260 Pies (79,25 m). |
| ➤ Diámetro de la tubería de descarga: | 3" Ø. |
| ➤ Clase de la tubería de descarga: | PVC, Tipo SRD-26. |
| ➤ Nivel estático: | 108, 92 pies. (33,20 metros). |
| ➤ Nivel Dinámico: | 207, 41 pies. (63, 22 metros). |
| ➤ Abatimiento: | 98,49 pies. (30,02 metros). |

La realización de un ensayo de larga duración a caudal constante tiene como fin determinar el comportamiento del pozo ante una extracción prolongada, dado que el régimen de funcionamiento del pozo ante el primer llenado del tanque se asemeja a esta prueba.

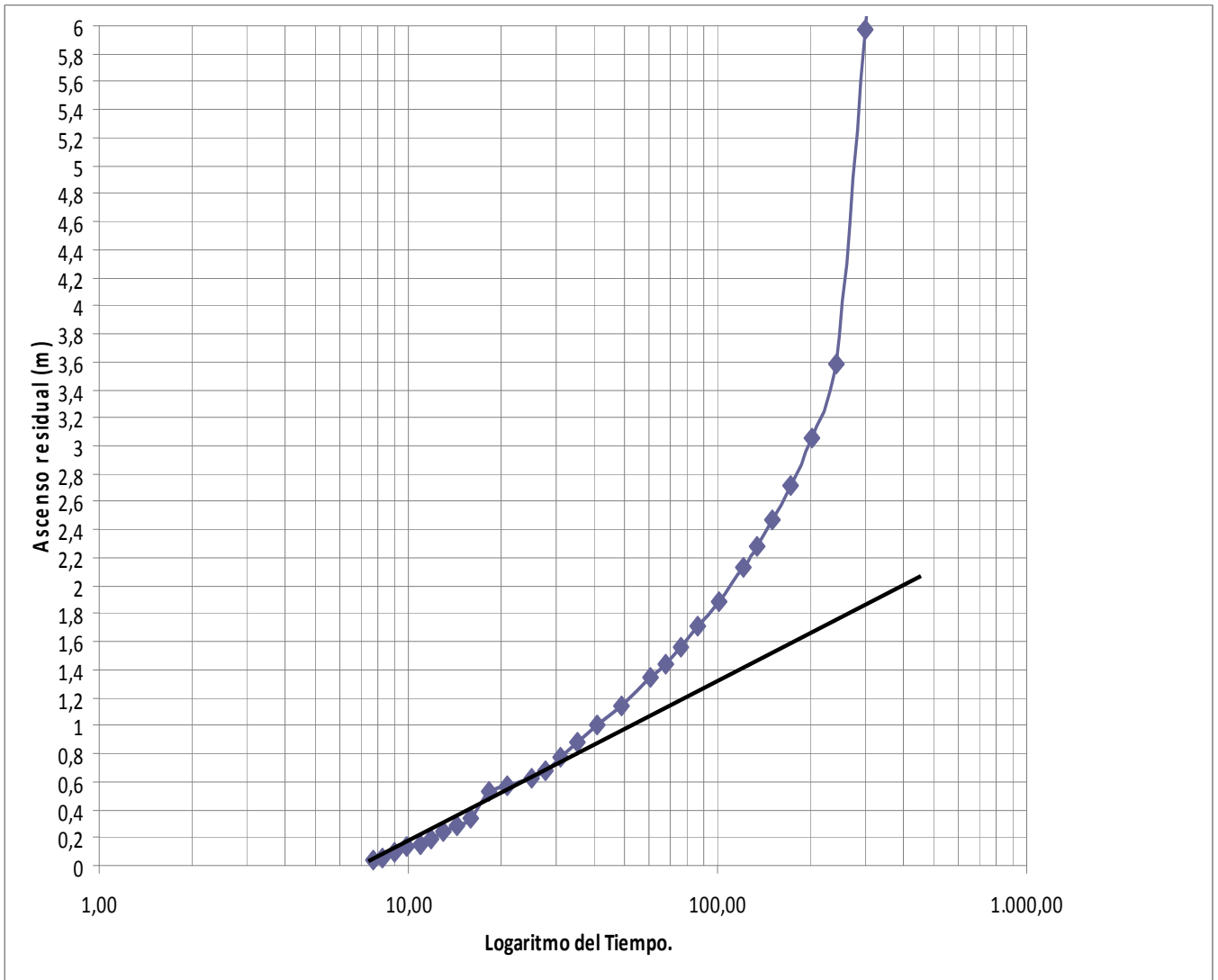
Realizando esta prueba a un caudal constante de 4,1 l/s se pueden extraer importantes conclusiones y parámetros que definirán la capacidad de extracción del pozo como son la transmisividad y a falta de piezómetros en pozos vecinos, un cálculo aproximado de la permeabilidad de las formaciones acuíferas atravesadas por el sondeo.

El siguiente gráfico corresponde al descenso ocurrido en la prueba de bombeo a caudal constante de larga duración, como puede observarse, después de un rápido descenso de unos 25 metros en la primera hora del ensayo, se produce una estabilización en los niveles, los cuales se mantienen constantes en las siguientes 19 horas del ensayo, descendiendo en nivel en este tiempo apenas 5 metros. Estos datos son indicaría en principio una alta conductividad del pozo.



Gráfica de descenso del pozo Santa Ana, en ordenadas se representa el tiempo (min.) y en abscisas el descenso (m) de la columna de agua.

Una vez finalizado el ensayo de bombeo se realiza el ensayo de recuperación del pozo Santa Ana. Mediante la representación gráfica de los datos de este ensayo obtendremos un valor real de la transmisividad. Se representa el ascenso residual del pozo frente al tiempo en escala logarítmica, de la pendiente de esta recta podemos obtener la transmisividad del pozo.



Curva de recuperación del pozo Santa Ana y cálculo de la Transmisividad del pozo.

Siendo:

T = Transmisividad ($\text{m}^2/\text{día}$)

Q = Caudal en $\text{m}^3/\text{día}$ = $354,31 \text{ m}^3/\text{día}$

D' = Descenso de nivel en un ciclo logarítmico = 1,2

$$T = 0,183 \cdot (Q/Vd.)$$

$$T = 0,183 \cdot (354,31/1,2)$$

$$T = 54,03 \text{ m}^3/\text{día}$$

Por tanto, considerando un caudal de $4,1 \text{ l/s}$ que suponen $354,31 \text{ m}^3/\text{día}$ y un descenso por ciclo logarítmico de 1,2 metros, la Transmisividad del pozo Santa Ana es de $54,03 \text{ m}^2/\text{día}$.

Este valor de transmisividad es bajo si tenemos en cuenta la rápida recuperación que posee el pozo. Otros factores deben influir en la rápida recuperación y conductividad del pozo como la cercanía de la cordillera de Mico Quemado (principal fuente de recarga del acuífero local) y la existencia de fallas en la zona que actúen como colector de las aguas subterráneas.

Una vez obtenida la transmisividad se puede estimar de forma aproximada la **permeabilidad** según la fórmula:

$$K=T/b$$

Donde

K es la permeabilidad (m /día),

T la transmisividad (m²/día) y

b el espesor del acuífero.

Para obtener el espesor del acuífero hay que tener en cuenta la longitud total del sondeo (85,34 m) y los medios capaces de transmitir agua de forma efectiva, los cuales corresponderían a los materiales encontrados al comienzo del sondeo y sobre todo a los localizados al final de este. Estos tramos que poseen potencialmente la capacidad de almacenar y transmitir agua representan una extensión de unos 61 metros.

Luego, la permeabilidad K resultante sería:

$$K= 54,03/61 = \mathbf{0,88 \text{ m /día.}}$$

Este valor refleja una permeabilidad moderada según el Soil Conservation Service de USA. (3,7 cm/h). Lo cual concuerda con la permeabilidad asignada a una grava arcillosa según el criterio de Silin-Bekchurin -Harr 1962.

A pesar de la baja transmisividad obtenida en el ensayo de bombeo, la alta conductividad de las formaciones granulares del acuífero comprobada por la rápida recuperación del pozo y los valores medios referentes a la permeabilidad hacen que el pozo perforado posea las condiciones necesarias para abastecer a la población actual de la aldea Santa Ana según la demanda de agua actual.

4.7 ANÁLISIS DE AGUAS

Durante la última hora de ensayo de bombeo, se tomaron dos muestras de agua de 100 ml para el bacteriológico y 1000 ml para el físico químico, respectivamente que fueron llevadas a los laboratorios de la FHIA en la Lima para su análisis bacteriológico y físico-químico.

El análisis bacteriológico dio positivo en los parámetros analizados (colonias mesófilas, coniformes, *Escherichia coli*), mientras el físico-químico daba unos valores dentro de los umbrales aceptados por la Norma Técnica de Calidad de agua de Honduras.

Tras realizarse un análisis posterior, los resultados referentes al análisis bacteriológico resultaron más favorables que el realizado primeramente aunque las aguas siguen presentando contaminación bacteriológica.

Debido a la baja fiabilidad de los resultados obtenidos se recomienda realizar un nuevo análisis bacteriológico de las aguas. De todos modos siempre se recomienda clorar el agua para su consumo humano.

4.8 EQUIPAMIENTO NECESARIO.

La bomba a instalar deberá poseer potencia suficiente para levantar la columna de agua desde su posición dentro del pozo hasta el futuro tanque de almacenamiento y distribución.

Debido a las características especiales del pozo, se recomienda situar la bomba a una profundidad entre los 73,1 y 79,3 metros, ya que el nivel dinámico del pozo tras 20 Horas de bombeo continuo se situó a 63,22 metros, quedando aún más de 15 metros hasta alcanzar la bomba situada a 79,3 metros.

Para calcular la potencia que debe tener el motor de la bomba, se emplea la siguiente expresión:

$$\mathbf{P.N. = Q \cdot CDT / 0,7 \cdot \% Ef.}$$

Donde:

P. N. es la Potencia Nominal.

Q es el caudal en l/s.

CDT es la carga dinámica total.

% Ef. es el porcentaje de eficacia del motor, el cual se situa en torno al 70%.

La Carga Dinámica Total es la diferencia de altura entre la profundidad de aspiración de la bomba y el punto de almacenamiento de agua. Debido a que aún no se cuenta con un tanque de almacenamiento, la P.N. se ha calculado en el caso de que se construya un depósito elevado en las inmediaciones de pozo. Se ha calculado una altura del tanque de 10 m. A estos 10 metros hay que sumarle la profundidad de aspiración de la bomba, la cual es de 76,2 metros, quedando por tanto una CDT de 86,2 m.

$$\mathbf{P. N. = 4,1 \cdot 86,2 / 0,7 \cdot 70}$$

$$\mathbf{P. N. = 7,21 \text{ HP.}}$$

El motor a instalar en el pozo, debe tener en cuenta la potencia comercial de la bomba, la cual es:

$$\mathbf{P.C. = P. N. + 10 \% \text{ de } P. N.}$$

$$\mathbf{P. C. = 7,2 + 0,72}$$

$$\mathbf{P. C. = 7,9 \text{ HP.}}$$

Por tanto, para las características actuales del pozo, un motor de 10 HP sería el necesario teniendo en cuenta la altura del futuro tanque de almacenamiento. Estas condiciones cambiarían en caso de no ubicar el tanque en la zona del pozo, siendo necesario recalcular la CDT según las nuevas condiciones.

IMÁGENES DE LA POBLACIÓN DE LA SANTA ANA DURANTE EL ENSAYO DE BOMBEO



5. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DESTINADAS A LA PROTECCIÓN DEL POZO

Tras la finalización del proceso de perforación del pozo profundo de la aldea Santa Ana, se procede a realizar las obras que permitan proteger el sondeo y albergar el sistema eléctrico de la bomba.

Para la ejecución de las obras se ha contado con la colaboración de la población de la aldea, los cuales proporcionaron la mano de obra necesaria tanto para la construcción del cerco perimetral de protección como de la caseta donde se ubicará el panel eléctrico de la bomba.

El cerco perimetral posee unas dimensiones de 15 x15 metros y el pozo se situa en su parte central. Las infraestructuras destinadas al equipo eléctrico se sitúan a dos metros del sondeo, distancia suficiente para asegurar la maniobrabilidad de la maquinaria ante futuras acciones en el pozo.

Además de proteger el pozo y su sistema eléctrico, se han realizado acciones en la zona que permitan la protección del área próxima al sondeo para evitar la infiltración de sustancias contaminantes al acuífero. En primer lugar se han eliminado los pequeños árboles cercanos al sondeo para evitar que el crecimiento de raíces provoque daños en el pozo. Se han eliminado los basureros ilegales situados en las cercanías del pozo y se ha canalizado el arroyo Santa Ana que discurría a escasos 500 metros del sondeo y que presentaba una fuerte contaminación.

Como última actividad a realizar se pretende delimitar y proteger la totalidad del área verde de la aldea Santa Ana donde se ubica el pozo, con el fin de evitar el depósito de basuras, el vandalismo y el pastoreo en la zona.



Distribución de las obras de protección del pozo Santa Ana.

IMÁGENES DE LA EVOLUCIÓN DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN DEL POZO



➤ 6. INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL E INAGURACIÓN

Como parte final del proyecto se procedió a la adquisición, limpieza e instalación de la bomba manual del pozo Santa Ana.

La propia Junta de aguas recién formada, fue la encargada de realizar estas actividades ante la escasez de agua en la zona y a la falta de acceso al sistema eléctrico.

La bomba manual así como el instrumental necesario para el correcto funcionamiento de ésta fueron adquiridos por la Junta Administradora de Aguas, demostrando gran predisposición al trabajo y apoyo al proyecto.



Evolución de la bomba manual desde su adquisición (Izda) hasta su lijado y pintado (dcha).

Además dentro del recinto del pozo se ha colocado el rótulo del proyecto con las contrapartes implicadas en su ejecución y financiación: Ayuntamiento de Oviedo, Municipalidad de El Progreso, ASIDE y Geólogos del Mundo.



Población de la aldea Santa Ana en la inauguración del sistema.



7. DESCRIPCIÓN DE LA PARTE SOCIAL.

Paralelamente al desarrollo de las actividades técnicas referentes al proyecto se ha constituido la Junta de aguas de la aldea Santa Ana y capacitado a la población.

La promoción social es un aspecto importante y necesario en el proyecto. El trabajo social en la aldea fue realizado por David Ferman y Henry Walner (Promotores de ASIDE) y consistió en la formación de la Junta administradora de aguas por elección en asamblea comunitaria y una serie de capacitaciones y talleres educativos en relación con el agua.

Debido a la escasez de tiempo en el en esta ocasión se desarrolla el proyecto, los talleres de capacitación y formación de la junta de aguas de la aldea Santa Ana, han sido más breves y puntuales dejando a cargo de ASIDE, el seguimiento, control y capacitación de los habitantes de la aldea Santa Ana para que el presente proyecto de abastecimiento de agua sea sostenible en el futuro.

Como apoyo a los miembros integrantes de la Junta administradora de agua se han formado los comités ejecutivos encargados de supervisar y apoyar las funciones de los miembros de la junta directiva.



Imágenes de la población de la aldea Santa Ana durante las reuniones y talleres realizados.

CONCLUSIONES.

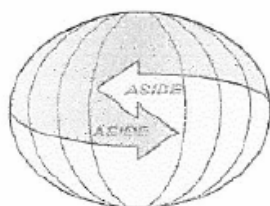
- El proyecto denominado “**Agua y Saneamiento para la colonia campesina Santa Ana**”, ejecutado por Geólogos del Mundo Asturias se ha centrado en el análisis de los recursos hídricos del área de la colonia Santa Ana. A través de los estudios realizados se ha optado por la explotación de las aguas subterráneas mediante la perforación de un pozo profundo.
- El pozo realizado posee unas características apropiadas para abastecer la población actual de la colonia santa Ana. Este abastecimiento sólo será posible una vez se construya el tanque de almacenamiento y se instale la red de distribución de la comunidad.
- El caudal de explotación del pozo debe mantenerse a un caudal similar al extraído durante el ensayo de bombeo (4,1 l/s) para evitar la sobreexplotación del acuífero y causar daños en la bomba.
- El equipo a instalar depende de la futura ubicación del tanque de almacenamiento de agua, en el caso de realizar un tanque elevado en las inmediaciones del recinto del pozo, la bomba debería poseer una potencia de al menos 10 HP siendo recomendable una potencia de la bomba mayor en caso de que el pozo se sitúe en una zona más elevada.
- Se recomienda capacitar a la población en el buen uso del agua y en la protección del área cercana al pozo con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- Es recomendable realizar un análisis de las aguas del pozo una vez instalada la bomba con el fin de contrastar los resultados obtenidos durante este proyecto y verificar la calidad de las aguas subterráneas.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bali, F. ; McKittrickn, R. ; Ochoa, R. 1984. British Geological Survey. *Mapa hidrogeológico de la zona Norte de Honduras*.1:250,000
- Centro de estudios ambientales de Honduras, 2007. *Plan de ordenamiento territorial del municipio de El Progreso*.
- García, J. F. 2005. *Caracterización Hidrogeológica e Investigación del Recurso Hídrico para el Abastecimiento de Aguas a Familias Campesinas en Extrema Pobreza del Valle de “Guaymas”, El Progreso. Honduras*.
- Honduras. Secretaría de Gobernación y Justicia ,2009. *Ley Marco de agua*
- Molina, J. R. 2005. *Estudio de factibilidad técnica y económica para la lotificación “Santa Ana”*.
- López Barrera, A .I. 2005. *Inventario, caracterización y balance de los recursos hídricos de la cordillera de Mico Quemado, El Progreso, Yoro, Honduras*.
- Rogers, R. D. (Ed), 2003. *Jurassic-Recent tectonic and stratigraphic history of the Chortis block of Honduras and Nicaragua (northern Central America)*.
- Rogers, R.D. 1992. *Geology of the Valle de Jamastrán Quadrangle, Honduras*, Open File Report, Instituto Geográfico Nacional, Tegucigalpa, Honduras 56 p.

Anexo

Acta de entrega.



Acta de entrega del Proyecto de Agua Potable a la Colonia Santa Ana, Municipio de El Progreso, Departamento de Yoro.

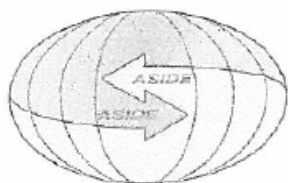
El día 10 de Mayo del año 2011, a las 10:00 A.M. se hace entrega definitiva del proyecto de agua potable a la Colonia Santa Ana, Municipio de El Progreso, Departamento de Yoro.

Este proyecto consiste en la perforación de un pozo profundo de 280 pies (280), con capacidad de 56 galones por minuto, construcción del cerco perimetral de protección del pozo y de la caseta de protección para el panel de control del sistema eléctrico.

Paralelamente a la perforación del pozo, se trabajo en la promoción, formación y capacitación de los habitantes de la Colonia y en la organización de la Junta Administradora de Agua.

La duración del Proyecto, en todas sus etapas, fue de 4 meses. Con este proyecto se podrán beneficiar directamente 110 familias con, aproximadamente 660 habitantes.

El costo total de este proyecto asciende a un monto de trescientos treinta y cinco mil setecientos diecinueve (L. 335,719.00) de los cuales **Geólogos del Mundo**, con fondos procedentes del **Ayuntamiento Oviedo del Principado de Asturias, España**, Aportó, doscientos noventa y tres mil ciento diecinueve Lempiras (Lps. 293,119.00), equivalente al (88%) correspondientes a la perforación del pozo y a

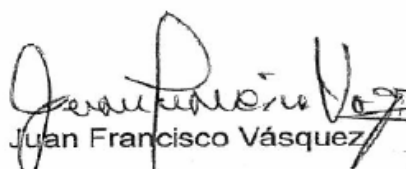


la construcción de las infraestructuras de protección del mismo. **La comunidad beneficiaria, Santa Ana**, aportó un total de veinte mil cien Lempiras (**Lps. 20,100.00**) correspondiente al 5.5%, consistente en la mano de obra no calificada, la aportación de materiales locales como ser: arena, piedra, grava y madera, así como las labores de seguimiento de la obra y protección del personal que perforó el pozo y de Geólogos Del Mundo.

ASIDE aportó, veinte y dos mil quinientos Lempitas (Lps. 22,500.00) equivalente al 6.5% consistente en el pago del promotor social por tres meses, seguimiento, movilización, capacitación y control de desarrollo y ejecución del proyecto y la logística en la oficina.

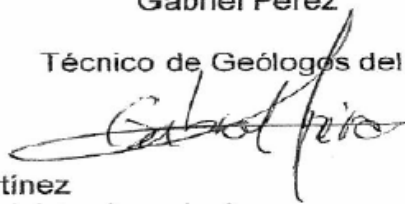
Mediante esta acta se hace entrega del proyecto antes descrito, a la Junta Administradora de Agua de la Colonia Santa Ana, electa por la comunidad como entidad responsable del uso y mantenimiento del servicio de agua potable.

Dado en la Colonia Santa Ana, Municipio de El Progreso, Departamento de Yoro, a los Diez días del mes de Mayo del año dos mil once.


Juan Francisco Vásquez
Director Técnico de ASIDE



Gabriel Pérez
Técnico de Geólogos del Mundo




José Martínez
Presidente de Junta Administradora de Agua
Colonia Santa Ana

