



**ALCALDIA MUNICIPAL DEL DISTRITO CENTRAL**

**GERENCIA DE OBRAS CIVILES/DOT**

**PERFIL**

**Proyecto:** **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REPRESA EN LA CUENCA DEL RIO DEL HOMBRE, INCLUYE:**  
- LINEA DE CONDUCCION  
- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

**Código:** **2915**

**Ubicación:** **Cuenca del rio del Hombre**

**Coordenadas:** **X: 471593.00 m E**

**Y: 1576663.00 m N**

**Preparó:** **Fredi Martinez**

**Fecha:** **noviembre 2021**

## Contenido

<b>I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
Problemática por servicio de suministro de agua deficiente.....	6
Proyección de Población .....	7
Balance de producción disponible y producción requerida .....	8
Infraestructura de potabilización en Tegucigalpa.....	9
Inundación.....	10
<b>II. GENERALIDADES DE DISEÑO .....</b>	<b>13</b>
INTRODUCCION .....	13
Periodo de diseño .....	13
<b>III. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....</b>	<b>15</b>
<b>IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
Objetivos Principales: .....	16
Objetivos generales:.....	17
<b>V. CROQUIS DE UBICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
Ubicación del cierre o sitio de presa:.....	17
<b>VI. DISEÑO DE LAS OBRAS A PRESENTAR POR EL OFERENTE.....</b>	<b>23</b>
Premisas .....	23
<b>VII. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
<b>ESTUDIOS A REALIZAR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>24</b>
Estudios de ingeniería y económicos .....	24
1. Estudios Topográficos.....	25
2. Estudios Geológicos y Geotécnicos .....	26
Marco geológico general .....	27
Estratigrafía.....	27
Estructura.....	29
Geomorfología.....	30
Sismicidad.....	33

Caracterización geotécnica del área de proyecto .....	35
Sitios de presa .....	37
Embalse .....	38
Sistema de conducción.....	39
Reservorio final y planta de tratamiento .....	39
Áreas de préstamo .....	40
Propuesta de campaña de investigación .....	41
<b>VIII. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA ÓPTIMO DE PROYECTO .....</b>	<b>42</b>
Metodología para la definición del esquema de proyecto .....	42
Tipología de presa .....	45
Presa de enrocado .....	45
Presa de hardfill .....	46
Trazados de conducción.....	47
Estudios básicos de Hidrología/Hidráulica .....	49
3. Estudios ambientales.....	50
4. Estudios y monitoreo de calidad del agua .....	51
<b>IX. INFORME DEL DISEÑO .....</b>	<b>52</b>
Contenido del informe de Diseño.....	52
Evaluación socio-económica .....	52
Análisis de sensibilidad .....	53
Además, deberá contener al menos los siguientes apartados: .....	53
<b>X. CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>55</b>
<b>XI. PLAZO.....</b>	<b>56</b>
<b>XII. FORMA DE PAGO .....</b>	<b>57</b>
<b>XIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>59</b>
Evaluación financiera del oferente .....	62
<b>XIV. SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>65</b>
- Criterios de evaluación para el Diseño a presentar por el contratista: .....	65
- Criterios de Evaluación para la Empresa Contratista encargada de la Ejecución del Proyecto: .....	65

## I. ANTECEDENTES

Tegucigalpa, ciudad capital de la República de Honduras, ha crecido en forma desorganizada y desarrollándose en forma horizontal en cotas topográficas y localizaciones prediales no acordes con la capacidad y cobertura de la infraestructura para atender la dotación de los servicios públicos.

Lo anterior es motivado en parte, por rezagos en el desarrollo de la infraestructura y en parte por prácticas de gestión que distan mucho de ser optimista para garantizar servicios de calidad a los usuarios. La situación actual de los servicios, se aprecia en el siguiente cuadro.

*Tabla 1 Indicadores de los servicios de APS de Tegucigalpa<sup>1</sup>*

<b>Indicadores</b>	
Cobertura de Agua	71%
Disponibilidad de Agua lppd	213
Continuidad	Racionamiento permanente
Cobertura de micromedición	29%
Proporción de muestras que cumplen la norma técnica de calidad del agua	96%
Proporción de costo de energía con relación a los costos totales	21%
Empleados por mil conexiones	11
Cobertura de Alcantarillado	51%
Depuración	17%

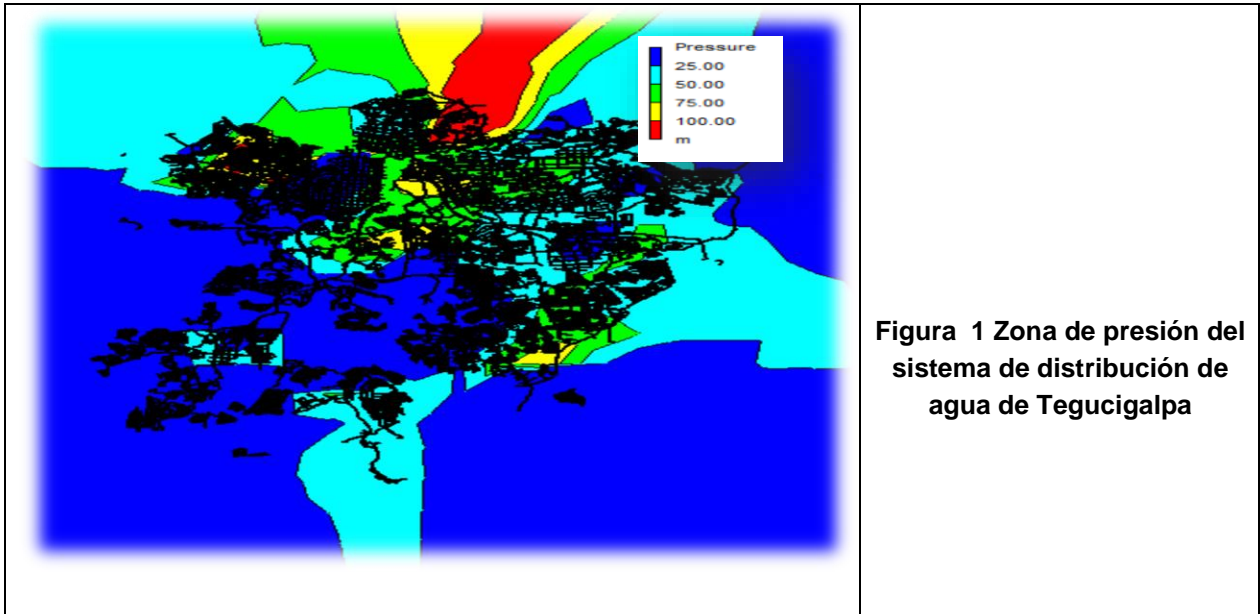
El sistema en su conjunto abastece la mayor parte del servicio por gravedad, sin embargo, también se está recurriendo al bombeo para elevar el agua a las zonas periurbanas y urbanizaciones que se ubican a elevaciones importantes con respecto al centro de la ciudad y una gran parte quedan totalmente sin posibilidad de cobertura debido a la escasa disponibilidad de agua y requerimientos adicionales de infraestructura.

El centro de la ciudad se encuentra en la cota 850 msnm y hay zonas densas con población que están ubicadas sobre la cota 1300 msnm. La elevación de los vertederos de los embalses son 1,030 para Los Laureles y 1,155msnm para Concepción; el sistema del Picacho llega a un centro de distribución que se ubica en la cota 1,296 msnm, pero su disponibilidad de agua no permite brindar cobertura hacia los sectores y asentamientos ubicados debajo de esta cota. Adema de lo anterior, las características topográficas de la ciudad y la falta de sectorización en la mayor parte de la red de distribución ciertamente introducen un grado de mayor complejidad en términos de una condición de conducción y distribución, que solo son agravadas por las condiciones

---

<sup>1</sup> Fuente: División Metropolitana/ SANAA

naturales de presiones dinámicas del sistema y que son típicas de una topografía con las características de Tegucigalpa. Por lo tanto, la totalidad de la población asentada en la ciudad capital, enfrenta un serio problema de suministro de agua potable tanto por aspectos de continuidad, cobertura y accesibilidad según su localización con relación a las cotas de servicio.



La intermitencia del servicio de agua, principal problema actual se debe en gran medida a que desde 1990 (año en que se contaba con 600,000 habitantes), no se incrementa la capacidad de las fuentes de suministro, que es a todas luces insuficiente para atender una población de 1,4 millones habitantes (2.30 veces mayor que en 1990) y que requiere de un caudal (demanda actual) de unos 4.5 m<sup>3</sup>/seg, caudal que las fuentes actuales no satisfacen, ya que su capacidad firme se estima en 1. m<sup>3</sup>/seg, la capacidad de producción en época de lluvia es 3.58 m<sup>3</sup>/s y en verano se reduce a 1.8 m<sup>3</sup>/seg. Las características actuales de los servicios, se aprecia en el siguiente cuadro<sup>2</sup>.

*Tabla 2 Características de los Servicios de agua potable y saneamiento en Tegucigalpa*

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operación y mantenimiento de 2 embalses con un volumen de 46.6 millones de metros cúbicos (Los Laureles y Concepción) con sus correspondientes plantas potabilizadoras</li> <li>2. Operación y mantenimiento de 3 acueductos por gravedad con una longitud total de 115.6 kilómetros (San Juancito, Jucuará y Sabacuante).</li> </ol>
---

<sup>2</sup> Moncada Gross, Luis. La Gestión de la Demanda de Agua por parte de los usuarios de los Servicios de Agua de Tegucigalpa - 2016

3. Operación y mantenimiento de 5 pozos profundos con capacidad de 97 lps, agua con altos niveles de dureza, carentes de sistema de tratamiento.
4. Operación y mantenimiento de 112 tanques de almacenamiento<sup>3</sup> con un volumen en exceso de 100,000 m<sup>3</sup>
5. Operación y mantenimiento de 32 estaciones elevadoras con una capacidad en exceso de 1,500 lps.
6. Operación y mantenimiento de aproximadamente 3,000 kilómetro de red de distribución de agua, con diámetros entre 50 y 1,000 mm de diámetro.
7. Operación y mantenimiento de más de 50 kilómetros de colectores de aguas residuales con diámetros que oscilan entre 12 y 78 pulgadas y 600 kilómetros de red secundaria.
8. Operación y mantenimiento de 2 plantas de tratamiento de aguas residuales con una capacidad hidráulica de 900 lps (Planta San José de La Vega y Planta PRRAC-ASAN, que tratan aguas residuales de unos 250,000 habitantes.

### Problemática por servicio de suministro de agua deficiente

Una reciente valoración sobre la situación actual prevaleciente en el servicio de agua potable de Tegucigalpa lo constituye el trabajo de la consultora Luz María Gonzales<sup>4</sup> donde en la primera sección de su Informe Final analiza lo pertinente con los costos económicos que está causando la deficiente prestación de los servicios de agua, saneamiento, drenaje, y recolección de basuras en Tegucigalpa y la segunda sección corresponde a la evaluación financiera de alternativas de inversión para incrementar la producción de agua para el abastecimiento de agua potable en Tegucigalpa.

Los resultados muestran que la ineficiente prestación de los servicios de agua, saneamiento, drenaje y servicio de aseo está generando costos que alcanzan algo más del 1% del Producto Interno Bruto de Honduras. En el caso particular del servicio de agua potable y para medir los costos de la deficiente prestación del servicio en agua, hace uso de dos metodologías: (a) los costos que la población está pagando para enfrentar los problemas de racionamiento; y (b) lo que la economía deja de crecer por no disponer de un buen suministro.

La consultora indica que el servicio de agua de Tegucigalpa presenta deficiencias importantes que son reflejadas en su baja cobertura, capacidad de producción inferior a la demanda; bajos niveles de eficiencia en la prestación del servicio; y tarifas inferiores a los costos de operación y mantenimiento, entre otros. En el caso específico de los cobros por el servicio indica que los usuarios pagan costos superiores a las tarifas del SANAA y que sociedad asume e incurre en costos adicionales por no disponer de un buen servicio.

---

<sup>3</sup> De los cuales 26 tanques son operados por Juntas de Agua.

<sup>4</sup> Luz María Gonzales. Análisis Económico y Financiero de la Situación Actual de los Servicios Públicos en Tegucigalpa.2011

### Proyección de Población

La proyección de población fue realizada a partir de los censos 2001 y 2013 y del “Estudio del sistema de abastecimiento de agua para el área urbana de Tegucigalpa” realizada por PCI en 2001.

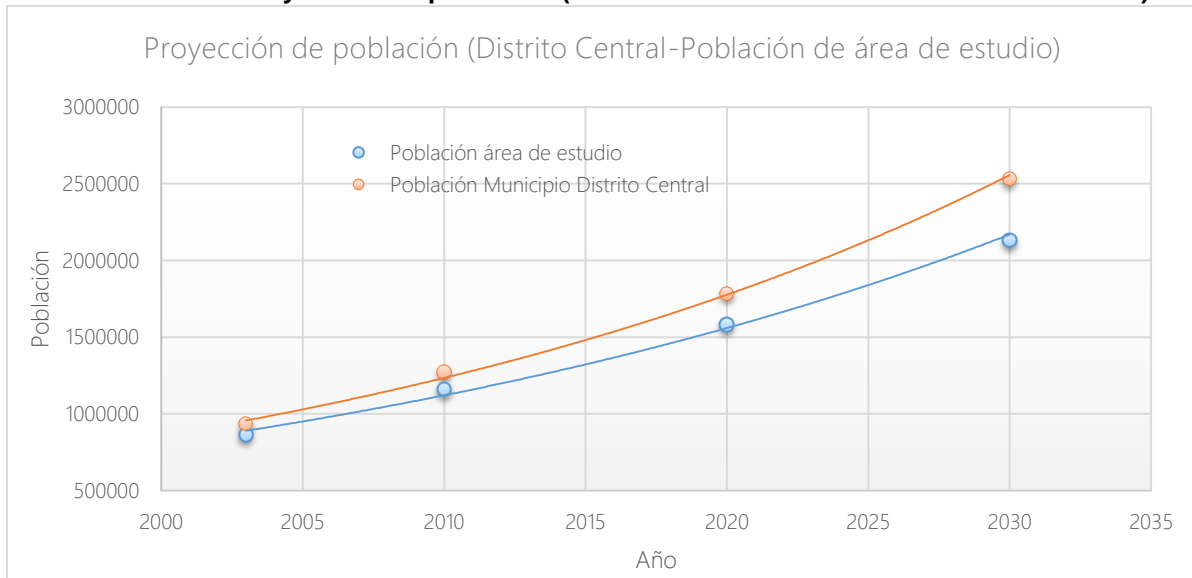
Consideraciones de densidad poblacional permitieron determinar las poblaciones para conseguir estimaciones al horizonte 2030. Los resultados de estudio aparecen en la tabla y figura siguiente.

**Tabla 3 Proyección de población para la ciudad de Tegucigalpa (2005-2030)**

<b>Año</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Población	986,000	1,160,000	1,357,000	1,581,000	1,838,000	2,132,000

(valores de población redondeados)

**Gráfico 1 Proyección de población (Distrito Central-Población de área de estudio)**



El Gráfico 1 muestra el crecimiento proyectado de la población, en el área de estudio, la cual al final del año 2030 se espera alcance 2,132,000 habitantes.

Es importante hacer notar que al final del año 2030 se espera que la relación entre la población del área de estudio y la población total proyectada del Municipio del Distrito Central disminuya desde 92% al 84%, esto sugiere que la demanda del servicio de agua se incrementará en mayor medida en las áreas que están fuera del área de proyección del suministro convencional, en tal sentido también se puede inferir una mayor presión de uso de recursos para las áreas más altas en el MDC, lo que sin duda causará mayor complejidad de suministro en el área de estudio.

#### Balance de producción disponible y producción requerida

El balance producción disponible/producción requerida fue establecido tomando en cuenta los sistemas de producción actual. Este balance, descrito en la tabla siguiente refleja el déficit medio y máximo de producción de agua que debe ser cubierto con la movilización de recursos financieros que permita poner en marcha los proyectos en cartera debidamente priorizados por la AMDC y el nuevo prestador municipal (UMAPS), identificados como proyectos de rápido impacto, control de pérdidas, mejoras en la red, reservorios y nuevos embalses.



**Tabla 4 Balance hídrico (producción disponible y producción requerida**

Año	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Producción media requerida (m <sup>3</sup> /día)	201 900	226 400	264 300	301 500	343 300	390 200
Producción media requerida (m <sup>3</sup> /s)	2.34	2.62	3.06	3.49	3.97	4.52
Producción media disponible (m <sup>3</sup> /día)	171 900	171 900	171 900	171 900	171 900	171 900
Producción media disponible (m <sup>3</sup> /s)	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
Producción mínima disponible (m <sup>3</sup> /día)	152 100	152 100	152 100	152 100	152 100	152 100
Producción mínima disponible (m <sup>3</sup> /s)	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Déficit medio a producir (m <sup>3</sup> /s)	0.35	0.63	1.07	1.50	1.98	2.53
<b>Déficit máximo a producir (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0.58</b>	<b>0.86</b>	<b>1.30</b>	<b>1.73</b>	<b>2.21</b>	<b>2.75</b>

### Infraestructura de potabilización en Tegucigalpa

El acueducto de Tegucigalpa cuenta con tres (3) plantas de potabilización principales (Picacho, Laureles y Concepción), a las cuales se debe agregar la planta menor de Miraflores que trata las aguas del sistema de Sabacuante. La tabla siguiente provee algunas características de estas plantas de tratamiento:

*Tabla 5 capacidad de plantas potabilizadoras<sup>5</sup>*

Planta	Tipo	Volumen tratado el 04/12/2019 (l/s)	Capacidad máxima (l/s)
Concepción	Compacta de manto de lodos suspendidos	800.0	1,600.0
Los Laureles	Compacta de manto de lodos suspendidos	500.0	720.0
Picacho	Hidráulica con floculadores y sedimentadores laminares.	558.0	1,100.0

Planta	Tipo	Volumen tratado el 04/12/2019 (l/s)	Capacidad máxima (l/s)
Miraflores	Compacta de manto de lodos suspendidos	50.0	75.0
<b>Totales</b>		<b>1,908.0</b>	<b>3,495.0</b>

Los datos del cuadro reflejan que el volumen tratado representa un 54.6% de la capacidad instalada en planta y de 45% en relación a la demanda actual. Importante señalar que existe un financiamiento en curso con el Banco Mundial (Convenio de Crédito No. CR-6460-HN) para aumentar la capacidad de la PTA existente Los Laureles en 300 l/s y se espera entre a funcionar a partir del 2021, sin embargo, esto solo representa un paliativo a las necesidades actuales.

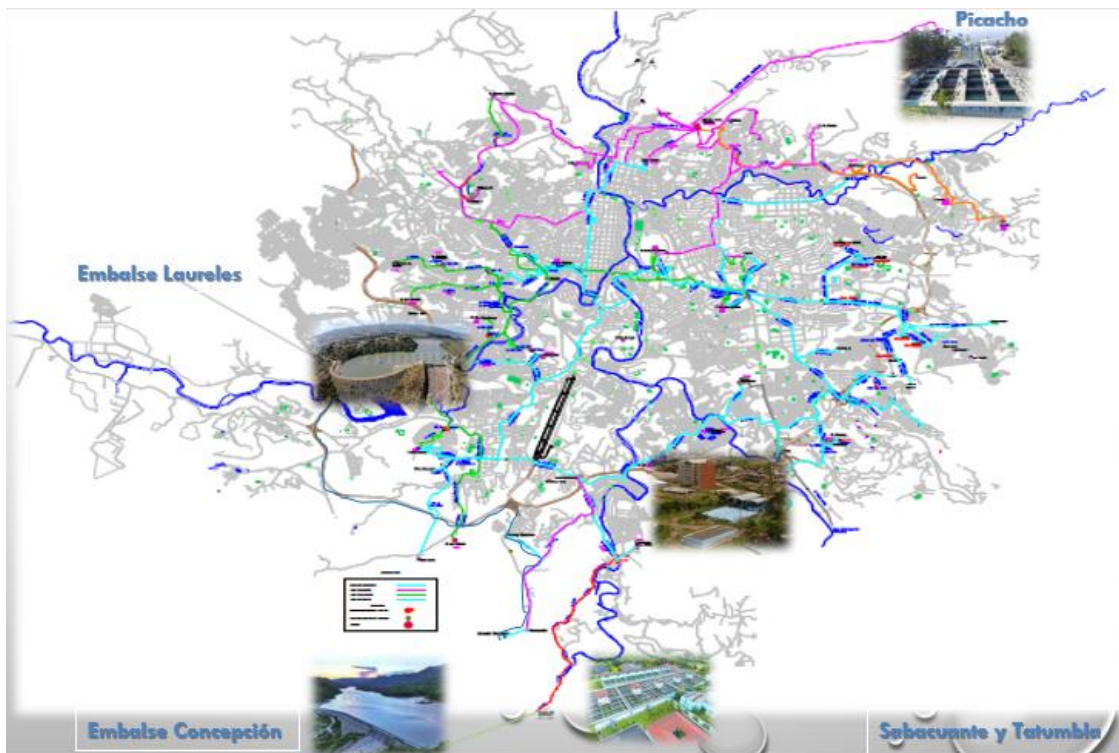


Figura 2 Acueducto de Tegucigalpa

### Inundación

Para esquematizar la gravedad de un evento meteorológico que eventualmente produzca grandes avenidas en las cuencas hídricas que atraviesan el Distrito Central, citaremos a la Secretaría de Salud de Honduras y la Organización Panamericana de la Salud, Instituciones que nos indica que el huracán Mitch azotó el 26 de octubre de 1998 a toda la República de Honduras, recorrió la costa norte con vientos destructivos de aproximadamente 250 km por hora y, lluvias torrenciales que duraron cuatro días debido al lento desplazamiento del huracán (a razón de 3 a 9 km/hora). El 30 de octubre el Mitch,

después de afectar las islas de la Bahía se dirigió súbitamente al sur, penetrando en el territorio hondureño y transformándose rápidamente en tormenta tropical. Esta tormenta, igualmente imprevisible, desató lluvias torrenciales superiores a 600 mm durante cinco días consecutivos, que llevaron al desborde masivo de los ríos y provocaron severas inundaciones en los 18 departamentos del país, afectando en particular toda la costa atlántica, la zona central –incluyendo a Tegucigalpa, la capital de Honduras– y la zona sur.

El terrible evento meteorológico dejó un saldo de casi 1.500.000 damnificados, entre ellos 5.657 muertos, 8.058 desaparecidos, 12.272 heridos y, 285.000 personas que perdieron sus viviendas y tuvieron que refugiarse en más de 1375 albergues temporarios. Se estima, además, que resultó seriamente dañado el 60% de la infraestructura vial del país, pues quedaron inutilizados 424 caminos y 107 carreteras, y destruidos 189 puentes, incomunicando en mayor o menor grado a 81 ciudades.

Por otra parte, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), quedaron destruidos o seriamente afectados un 70% de los cultivos, fundamentalmente de café, banana y piña (ananá), pérdidas que representaron un monto superior a los US\$800 millones solo en el sector agrícola. La Secretaría de Salud, el Servicio Autónomo Nacional de Agua y Alcantarillado (SANAA) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) informaron de averías en 1743 acueductos del país que afectaron a más de 3,4 millones de habitantes. Asimismo, se estima que resultaron inutilizadas por completo más de 53.000 letrinas. Los sistemas de alcantarillado de Tegucigalpa, en particular las cloacas máximas, sufrieron averías graves, y las aguas servidas llegaron directamente a los ríos que cruzan la ciudad contaminando el agua del río Choluteca, que alcanzó concentraciones de bacterias coliformes de origen fecal superiores a 100.000 por 100 ml.

En materia de infraestructura asistencial, 23 de los 28 hospitales sufrieron daños parciales o totales en sus sistemas de distribución de agua. Quedaron seriamente dañados 123 centros de salud, de los cuales 68 no pudieron seguir funcionando al tiempo que más de 100.000 personas requerían atención médica. También fueron significativos los daños en la infraestructura educativa: aproximadamente el 25% de las escuelas de todo el país (más de 2000 aulas) resultaron averiadas, es decir que más de 100.000 niños del ciclo primario quedaron sin escuela. Y al menos 30.000 estudiantes secundarios no pudieron continuar sus estudios, pues cerca de 2.000 maestros no pudieron dictar clases, cuya suspensión afectó en conjunto a casi 150.000 alumnos.

Luego del desastre, pronto se adoptaron programas específicos para afrontar los problemas críticos no resueltos o que representaban amenazas secundarias en lo referido a agua y saneamiento, manejo de albergues temporarios, distribución de alimentos, vigilancia epidemiológica y control vectorial, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura vial, reordenamiento territorial para identificar nuevas áreas de desarrollo, manejo de cuencas, educación e información pública.

Según el mismo documento referido, luego del análisis técnico posterior al desastre natural, entre las conclusiones más importantes a las que llegó Honduras como Estado, se encuentra la de corregir o reforzar en el futuro las medidas de mitigación, para reducir aún más los efectos adversos de otras catástrofes naturales.

Según la CEPAL, el monto total de los daños al sector de agua y saneamiento, en ese entonces se estimaron en 781 millones de lempiras (58 millones de dólares). La reconstrucción requerirá una inversión mucho mayor, que se estimó en 2,648 millones de lempiras (196 millones de dólares).

Las evaluaciones realizadas indicaron que los sistemas de alcantarillado de Tegucigalpa, en particular los colectores principales, quedaron seriamente dañados, de modo que las aguas servidas domésticas llegaron directamente a los ríos que cruzan la ciudad. Se calculó en ese entonces que se necesitarían alrededor de US\$ 33,7 millones para su rehabilitación.

A los daños sufridos en el sistema de alcantarillado y agua potable de Tegucigalpa, causados por el huracán Mitch en 1998, que hasta la presente fecha no se han subsanado en su totalidad, debe agregarse que el sistema resulta insuficiente por el normal crecimiento de la población y el uso indebido que le dan a la infraestructura sanitaria en general. Respecto a las obras de mitigación, prácticamente no existe avance que conjure un fenómeno natural como el Mitch o incluso uno de menor intensidad. De ahí la necesidad de proyectar y ejecutar un sistema de control de esas probables avenidas extraordinarias.

El huracán Mitch no fue el único que causó destrucción en el territorio de Honduras, también se registra el huracán Fifi, que azotó el norte del territorio hondureño el 18 de septiembre de 1974. Dejando entre 8,000 y 9,000 muertos, miles de damnificados y destrozos en cosechas e infraestructura; se le considera uno de los huracanes más devastadores y con mayor fuerza destructiva del siglo XX. El 20 de septiembre de 1974 se debilitó y dos días después volvió a ganar potencia. El fenómeno produjo estragos,

especialmente en Choloma, donde el río formó en la montaña un gigantesco dique con piedras y árboles derribados, el cual se rompió en la madrugada y derramó miles de toneladas de agua sobre la comunidad.

## II. GENERALIDADES DE DISEÑO

### INTRODUCCION

El proyecto del sistema de agua potable del río del Hombre se ubica en el Municipio de Distrito Central (M.D.C.), dentro del Departamento Francisco Morazán, al noroeste de la ciudad de Tegucigalpa, y consiste en un proyecto multipropósito para proveer de agua potable al Distrito Central y controlar las crecidas del río actuando como protección de los poblados existentes aguas abajo.

El proyecto prevé la construcción de una presa para la creación de un embalse de regulación, de una planta de tratamiento, de una tubería de conducción que conecte el sitio de captación del agua hacia la planta de tratamiento y de esta a la red de distribución de la ciudad. **Debido al hecho que el tramo de río en estudio se encuentra a una cota más baja que la ciudad, se requiere la instalación de estaciones de bombeo.**

El Municipio del Distrito Central, detectó la posibilidad de mejorar el esquema de proyecto propuesto en los estudios existentes, analizando entre otros aspectos, un nuevo sitio de presa con las opciones de trazado de la tubería de conducción correspondientes y evaluando de forma preliminar las posibilidades de interconexión con los otros sistemas de agua potable existentes.

#### Periodo de diseño

Durante el periodo de funcionamiento debe proporcionar un servicio eficiente y de calidad, sin incurrir en costos innecesarios, optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

Al diseñar la obra es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema que lo conforman puesto que hay componentes con durabilidad diferente. La determinación del periodo de diseño o vida útil del proyecto debe también basarse en el estudio de los siguientes factores:

- ❖ El impacto de este en la vida de los beneficiarios.
- ❖ La durabilidad de los materiales que se utilizaran en su construcción.
- ❖ La permanencia en el tiempo de las condiciones que justificaron la ejecución del Proyecto.
- ❖ Los factores económicos como la economía a escala, el costo de oportunidad.
- ❖ El riesgo de la destrucción de la obra por causa de las fuerzas de la naturaleza.

El Periodo de diseño debería ser indefinido; como esa condición es impracticable, debe ser limitada por la duración recomendada por las normas técnicas vigentes, el factor de economía a escala, el costo de oportunidad, la duración de las obras civiles y equipos.

**NOTA: Todos estos datos son supuestos necesarios para el presente diseño y construcción de las obras revisadas y aprobadas por la supervisión del proyecto, estos deberán ser revisados y respaldados por los trabajos realizados por el oferente ganador de la licitación, de acuerdo a trabajos de topografía, geología, geotecnia, geofísica, diseños estructurales y demás necesarios para la correcta ejecución de las diferentes obras a realizar.**

### **III. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Dentro de los alcances de este proyecto se incluye el diseño (producto de este perfil) y la construcción de los productos generados del mismo, los que serán desarrollados de la siguiente manera:

#### **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REPRESA EN LA CUENCA DEL RIO DEL HOMBRE, INCLUYE:**

- **LINEA DE CONDUCCION**
- **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**
- **ESTACIONES DE BOMBEO**

#### **TODO LO NECESARIO PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN CONJUNTO DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS Y DEMAS ANALISIS REALIZADOS POR EL OFERENTE.**

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una presa para formar un embalse de 33 hm<sup>3</sup> ó 33 millones de metros cúbicos en la cuenca del río del Hombre, para así mejorar el suministro de agua para el Distrito Central.

Como actividad a considerar en la etapa de estudios y diseño tendrá que investigarse las propiedades afectadas por la inundación de las obras a diseñar, el análisis del impacto ambiental, estudios de suelo.

El oferente deberá incluir la metodología del desvío provisional del agua del río durante la ejecución del proyecto (se recomienda la construcción de túneles para el desvío del agua durante la construcción).

El proyecto incluye:

- Diseño y Construcción de Presa en el río del Hombre para la creación del embalse de regulación.
- Diseño y Construcción de línea de conducción de aproximadamente 25.5 km para conectar el embalse a las plantas de tratamiento de la presa del río del Hombre y la de El Picacho;
- Diseño y Construcción de Estaciones de bombeo para elevar agua en los tramos de

impulsión de la tubería con capacidades mínimas de 6.70 MW y 1.50 MW.

- Diseño y Construcción de Planta de tratamiento ubicada en las cercanías de la colonia Cerro Grande (ver croquis de ubicación) para potabilizar el agua captada.
- Diseño y Construcción de Tanque de regulación diaria de la demanda.
- Diseño y Construcción de Sistema de interconexión a la red de agua potable de la ciudad.

**Todos los componentes que conforman el proyecto deberán cumplir como mínimo los siguientes requisitos:**

#### **Caudales de suministro**

- Confiabilidad de los caudales a garantizar 95%
- Rango de caudales de suministro 1.40 m<sup>3</sup>/s

#### **Sistema de conducción**

- Trazado línea de conducción con diámetro nominal mínimo de 1000mm, Cercano a cercano a la Carretera
- Longitud aproximada de la línea de conducción 25.50 km
- Coordenada planta de tratamiento de Cerro Grande (a construir)  
E:475'115; N:1'562'690m
- Coordenada planta de tratamiento del Picacho (existente) E:479'035; N:1'560'695m

#### **Conexión sistema de distribución**

- Coordenada tanques Olimpo I E:475'100; N:1'559'230m
- Coordenada tanques Olimpo II E:475'245; N:1'559'420m
- Coordenada tanques Cerro Grande E:474'980; N:1'560'665m

## **IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### Objetivos Principales:

- Identificación del área para las represas a construir.
- Investigación de propiedades colindantes al área de inundación y derecho de vía
- Análisis de impacto ambiental



### Objetivos generales:

- Regulación multi anual de la cuenca del Río del Hombre mediante almacenamiento del agua durante ciclos hidrológicos húmedos al fin de compensar el caudal natural durante ciclos hidrológicos secos
- Implementar una solución técnica para el aprovechamiento de la cuenca del rio del Hombre.
- Mantener reservas de agua cercanas al embalse existente, que sirva eficazmente para abastecer las necesidades de la población en época de verano en esa zona y otras del Distrito Central.

## **V. CROQUIS DE UBICACIÓN**

Ubicación del cierre o sitio de presa:

La presa proyectada se ubica en el Municipio de Distrito Central (M.D.C.), en del Departamento Francisco Morazán, al noroeste de la ciudad de Tegucigalpa (ver Figura 1). Se trata de un proyecto multipropósito para provisionar agua potable a la ciudad de Tegucigalpa y Comayagüela y controlar las crecidas del río para proteger de los poblados existentes aguas abajo.

El objetivo principal es la regulación multi anual de la cuenca del Río del Hombre mediante almacenamiento del agua durante ciclos hidrológicos húmedos al fin de compensar el caudal natural durante ciclos hidrológicos secos.

Debido a que el sitio de presa se encuentra a menor altura que la ciudad de Tegucigalpa, se requiere construir un sistema de conducción que prevé la instalación de estaciones de bombeo.



Figura 1: Ubicación del proyecto Río del Hombre

Para la creación del embalse del proyecto se deberá construir una presa dentro del tramo del río del Hombre delimitado por los puntos indicados en la Tabla 2. El sitio exacto deberá ser definido por los ofertantes, tomando en cuenta las condiciones geológicas y topográficas locales y buscando la sección que permita reducir las cantidades de obra y por ende los costos de construcción del proyecto.

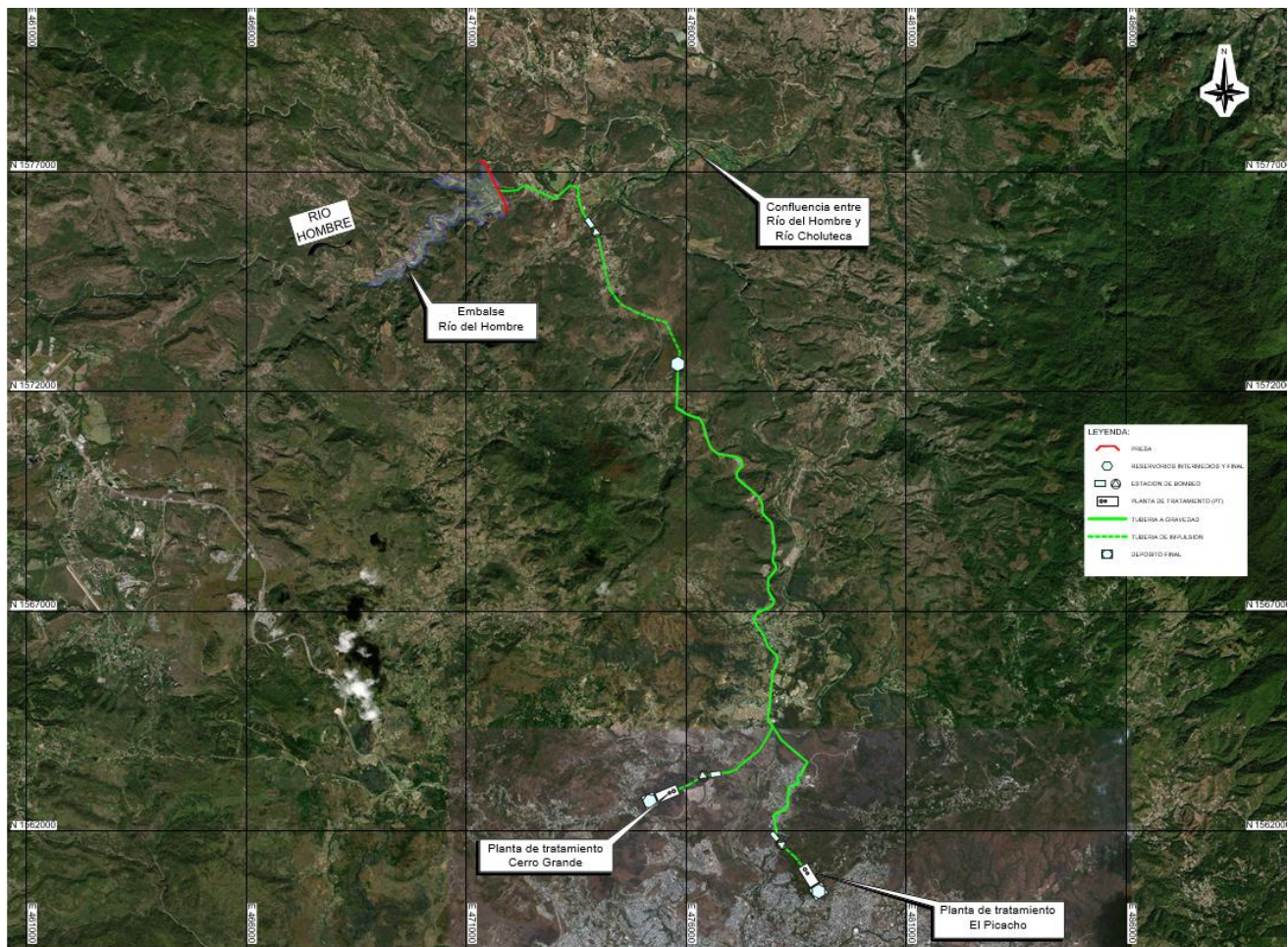
Punto	Coordenadas (WGS-84)	
	Este [m]	Norte [m]
Pr-1	471'630	1'576'640
Pr-2	471'930	1'576'610

Tabla 2: Coordenadas de los puntos que delimitan el tramo del río de Hombre donde ubicar la presa.



**Figura 3:** Ubicación de los puntos que delimitan el tramo del río de Hombre donde ubicar la presa.

Por el déficit de agua potable en el Municipio del Distrito Central, es prioritario cerrar la cuenca en el sitio donde se garantice la captación del mayor caudal posible.

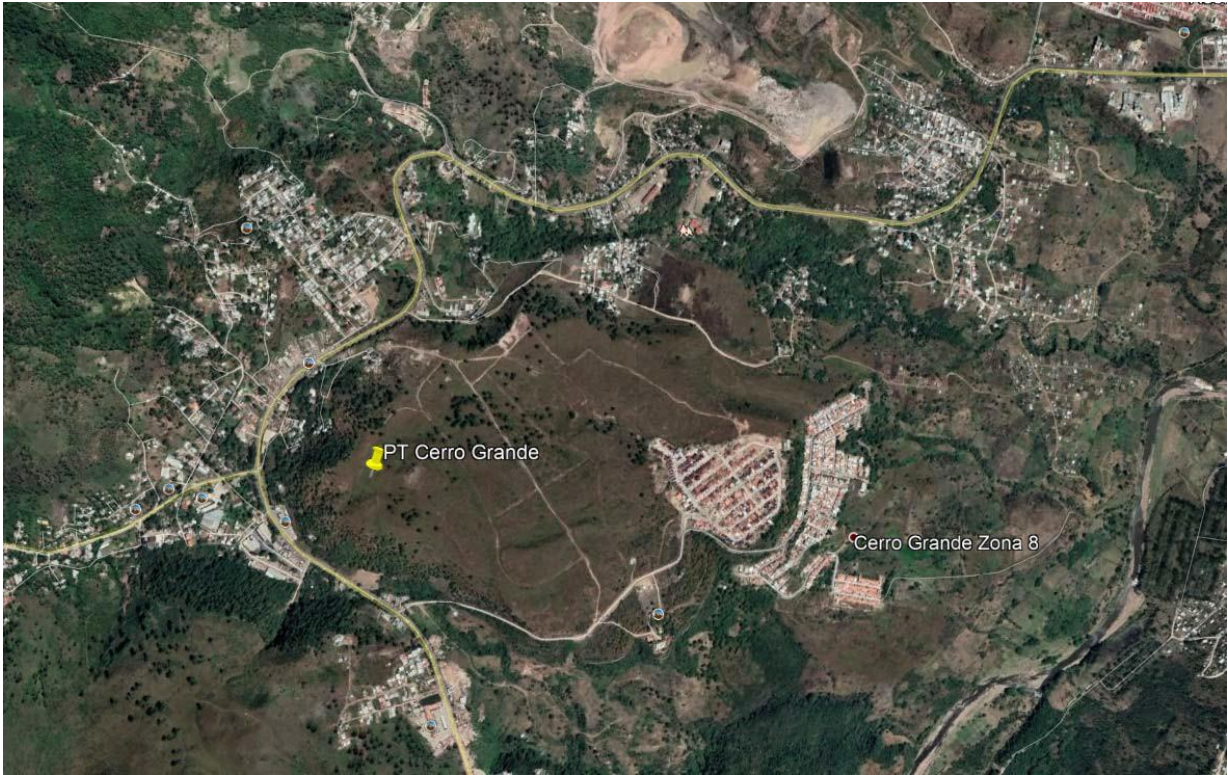


*Ubicación de la presa en referencia a la ciudad*

**Coordenadas de la presa:**

**X: 471593.00 m E**

**Y: 1576663.00 m N**



**Coordenadas de la planta de tratamiento de presa del rio del Hombre:**

**X: 475117.00 m E**

**Y: 1562742.00 m N**



**Foto 1:** Sitio para la conexión del sistema de conducción a la planta de tratamiento del Picacho.

La conexión a la planta del Picacho deberá realizarse mediante la construcción de un nuevo aireador a proximidad del aireador existente (Foto 1).

## **VI. DISEÑO DE LAS OBRAS A PRESENTAR POR EL OFERENTE**

Para alcanzar estos objetivos del proyecto, se enlistan a continuación algunas de las actividades que deberán ser desarrolladas:

### **Premisas**

Durante la ejecución de los estudios y diseños deberán ser respetadas las siguientes premisas:

- a) Para la elaboración del Diseño se requiere**
- b) Analizar los sitios propuestos para la ubicación de las obras; y en el caso que encuentre inconvenientes insuperables tomando en cuenta: la tenencia del predio, las características físicas del terreno, la geología, disponibilidad de área para ampliaciones, vulnerabilidad ante inundaciones o deslizamientos, distancia con los asentamientos humanos, entre otros aspectos, el oferente deberá notificarlo y así se podrá proponer sitios diferentes.
- c) Una vez definidos los sitios de las obras deberá realizar un estudio topográfico, definiendo información como el área requerida, tipo de terreno, valor de adquisición, tipo de suelo, localización del nivel freático, permisos de servidumbres a solicitar o áreas de terreno a adquirir (de ser necesario), entre otros.
- d) Los estudios, en su integridad, deberán respetar la legislación y normas oficiales de la República de Honduras y aquellas normas internacionales aplicables.**
- e) Los estudios deberán en todo momento dirigir su enfoque hacia la ingeniería de valor. La ingeniería de valor es un proceso organizado para identificar oportunidades de eliminar costos innecesarios en el ciclo de vida de costos de los proyectos, mientras se asegura que la calidad, el comportamiento, desempeño y otros factores críticos del proyecto serán satisfechos o excedidos según las expectativas de la AMDC:
  - a. reducir costos y tiempos del proyecto;
  - b. mejorar la calidad, desempeño, comportamiento y mantenimiento del proyecto
  - c. mejorar actitudes y creatividad
  - d. promover el trabajo en equipo.
- f) Los parámetros cartográficos a utilizar deberán ser:
  - e. Sistema de Referencia: WGS84
  - f. Datum Altimétrico: EGM2008
  - g. Sistema de Proyección: UTM
- g) En los estudios de balance hídrico y de dimensionamiento del proyecto se deberá considerar las características del sistema y suministro de agua para el Distrito central y las facilidades e infraestructura existente.
- h) Se deberá evaluar las condiciones de calidad del agua.

- i) Todas las limitaciones, restricciones y condicionantes ambientales que pudieren afectar al desarrollo de los estudios de ingeniería se determinarán en el ámbito de los estudios ambientales elaborados en el diseño **aprobados por MiAmbiente**, considerando el caudal ecológico y otros condicionantes. En forma análoga se procederá con la determinación de las fechas claves ambientales, los costos ambientales y el presupuesto de las acciones y programas ambientales.
- j) Los estudios y diseños necesarios deberán atender los requisitos municipales, las normas nacionales e internacionales de construcción de todas las obras, **incluyendo las consideraciones sísmicas en el diseño estructural**, considerando además, las disposiciones que conciernen del Código Hondureño de Construcción (CHOC) actualizado y todos los compromisos establecidos durante el proceso de socialización e informar todas las actividades que involucren contacto con las comunidades y administraciones públicas y privadas locales.
- k) Será imperativa la búsqueda de la mejor solución técnica junto con la minimización de los impactos ambientales negativos y la potenciación de los impactos sociales positivos, que contribuyan al desarrollo sustentable local y regional.

## **VII. METODOLOGÍA**

A continuación, se describe el alcance de las principales actividades, las que son interdependientes con los estudios ambientales y con el plan de comunicación social y sus resultados deberán ser consistentes entre sí.

### **ESTUDIOS A REALIZAR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **Estudios de ingeniería y económicos**

La etapa de diseño estará compuesta de Levantamientos Topográficos, Estudios Básicos, Estudios de opciones de Aprovechamiento, definición de la opción Seleccionada (dimensionamiento básico), desarrollo general de todos los componentes de la opción escogida e Informes.

En esta etapa el oferente deberá recopilar toda la información existente en las distintas instituciones públicas y privadas, tales como: SANAA, Recursos Hídricos de MiAmbiente, COPECO y otras que apliquen, los estudios hidrológicos, datos meteorológicos de la zona de la cuenca, aforos de caudales del río de años anteriores para realizar las proyecciones y diseños de la capacidad del embalse, altura de la cortina, etc.

En esta Etapa se deberán elaborar los estudios necesarios para el dimensionamiento del aprovechamiento, atendiendo las especificaciones del sistema de distribución del Distrito Central.



Deberán ser considerados los procedimientos usuales en el desarrollo de estudios de esa naturaleza, utilizándose información de costos y de tecnologías más actualizadas y aplicables.

A lo largo de los Estudios Técnico-Económicos, y Sociales, tales como: levantamientos topográficos del sitio de las obras, estudios hidro-meteorológicos, estudios geológico-geotécnicos, análisis del suministro de energía, de todo lo anterior para así obtener un diseño que pueda generar planos y un presupuesto para la presentación de la oferta.

## **1. Estudios Topográficos**

Para desarrollar el estudio de prefactibilidad del proyecto, es necesario adquirir la información topográfica que sirva de base a las actividades de diseño. En el presente capítulo se presentan los criterios con los cuales se ha definido el área que abarca el Modelo Digital del Terreno (MDT).

Se define el área del MDT a través de los criterios descritos a continuación:

### Áreas interesadas por las obras

El estudio analiza varios esquemas de proyecto, haciendo intervenir distintas configuraciones de las obras, de manera a determinar el esquema óptimo a desarrollar en una siguiente fase de estudio. Por lo tanto, el MDT tiene que abarcar las siguientes áreas interesadas por dichos esquemas:

1. Sitios de presa, incluyendo el área afectada por los embalses
2. Las alternativas de trazado del sistema de conducción analizadas
3. Los accesos a las principales obras
4. El empalme con el MDT del proyecto Picacho.
5. Cuenca hidrográfica
6. Áreas afectadas por rotura de presa

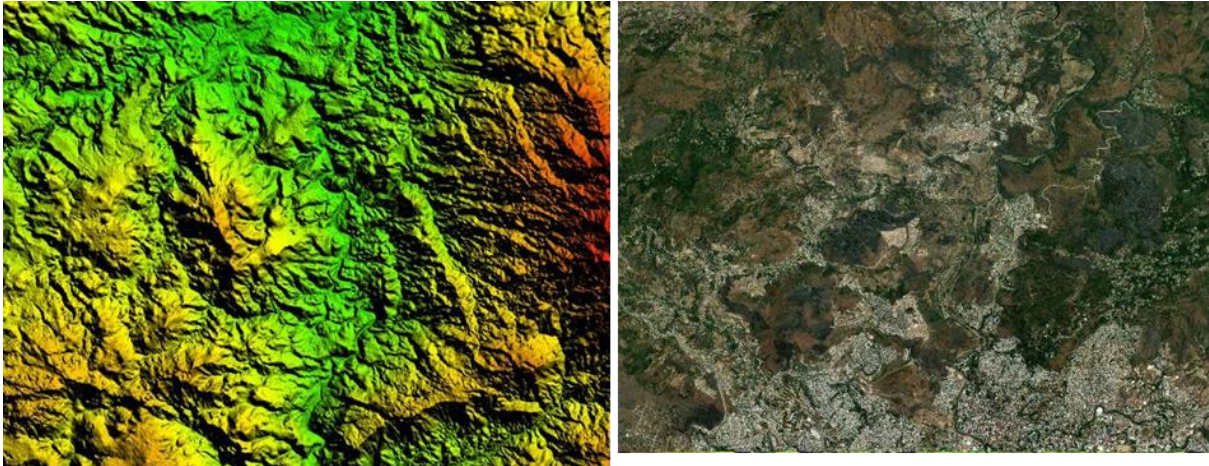
### ➤ Apoyo topográfico

Se deberá relevar mediante apoyo topográfico a las investigaciones geológicas, las líneas sísmicas de reflexión. Asimismo, se deberán vincular las fuentes naturales de materiales de construcción, los posibles puntos de fuga del embalse y áreas de campamento, rutas para los accesos operativos y constructivos.

El área interesada por el proyecto de abastecimiento del agua potable del río del Hombre está cubierta por el MDT ALOS World 3D-30 m (AW3D30) desarrollado por el programa

de observación satelital Japanese. El satélite “Advanced Land Observing Satellite” (ALOS) está equipado de tres instrumentos de detección remota que permiten conseguir la información espacial necesaria para realizar un MDT con resolución horizontal de 30 m.

En la Figura 24 se enseñan imagen del DTM y de la foto satelital.



## 2. Estudios Geológicos y Geotécnicos

Para la realización de los trabajos necesarios será necesario realizar algunas investigaciones geológicas, entre ellas y sin limitarse a las mismas se mencionan las siguientes:

- Análisis de los Mapas geológicos Nacionales de las Hojas de Zambrano, San Juan de Flores, Tegucigalpa y Lepaterique a escala 1:50'000
- Reconocimiento superficial de la geología del sitio de presa, de la cuenca del embalse y de la conducción seleccionada
- Elaboración de mapas geológicos regionales y de detalle asociados a perfiles geológicos
- Perforaciones sondeos mecánicos verticales e inclinados con recuperación de testigos en el eje del sitio de Presa y de sondeos en una zona potencial para material de préstamo 2 km al Sur
- Ejecución de pruebas de permeabilidad Lefranc en los suelos superficiales y Lugeon en los macizos rocosos

- Excavación de calicatas en una zona definida para material de préstamo de arcilla a 20 km al NE
- Ensayos de laboratorio (clasificación, límites de consistencia, humedad, Proctor, California Bearing Ratio, y análisis químicos)
- Ensayos de densidad, compresión simple y reactividad Alkali-Silice sobre muestras de roca
- Medición del nivel freático en los sondeos
- Estudios geofísicos de Tomografía de refracción a lo largo de 6 líneas por un total de 690 m
- Estudio sísmico determinista y probabilista y elaboración de los espectros de respuesta sísmicos.
- Sondeos verticales a recuperación de testigos por un total de 200 m de perforación.
- Pruebas de permeabilidad Lugeon en tramos rocosos
- calicatas.

## **MARCO GEOLÓGICO GENERAL**

### **ESTRATIGRAFÍA**

El modelo geológico presentado ha sido definido por medio de los mapas publicados por el Instituto Geográfico Nacional de Honduras y de levantamiento geológico en campo. La columna estratigráfica elaborada (Figura 26) muestra una gran variedad de litologías, a partir desde los depósitos cuaternarios (aluviales y terrazas, escombros de deslizamientos de laderas y coladas basálticas del Cuaternario) hasta las rocas detríticas y volcánicas del Cenozoico (Eoceno-Plioceno). La secuencia Mesozoicas, bien distribuida a lo largo de todo el país, no aflora en este sector.

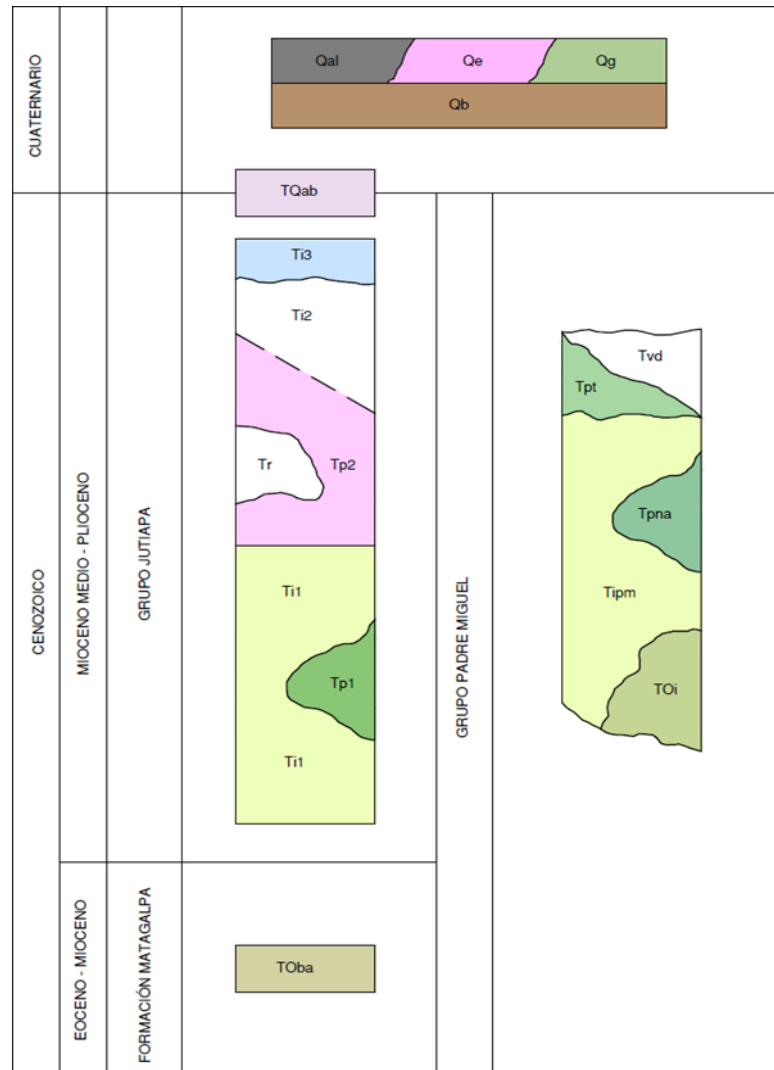
Las unidades Cenozoicas que conforman el sustrato local se asocian básicamente a tres grupos, desde el más joven hasta el más antiguo:

- Formaciones del Grupo Jutiapa (Mioceno medio-Plioceno): se trata de flujos basálticos, riolíticos y capas ignimbríticas interestratificadas por tobas (Unidades Ti1, Tp1, Tp2, Tr, Ti2, Ti3, TQab).
- Formaciones del Grupo Padre Miguel (Oligoceno-Mioceno): sedimentos volcánicos de areniscas gravas y limolitas y capas ignimbríticas y tobas estratificadas; menores niveles de ceniza y pómez (Unidades Tvd, Tpt, Tipm, Ti1, Toi).

- Formación Matagalpa (Oligoceno): serie de flujos de basalto y andesita, alterados hidrotermalmente a clorita, sericita y epidota, localmente intercalada por depósitos de lahares y capas sedimentarias (Unidades Tab y TOba).

Los Grupos Jutiapa y Padre Miguel son de la misma edad y caracterizados por heteropías laterales e intercalaciones locales.

En cuanto al Cuaternario, además de ser marcado por los depósitos aluviales, coluviales y escombros de ladera, se subraya la presencia de un flujo basáltico tholeítico (Qb) y escombros piroclásticos que se extiende a partir de la margen derecha del río del Hombre que se extiende hacia el Sur, casi hasta la Capital Tegucigalpa.

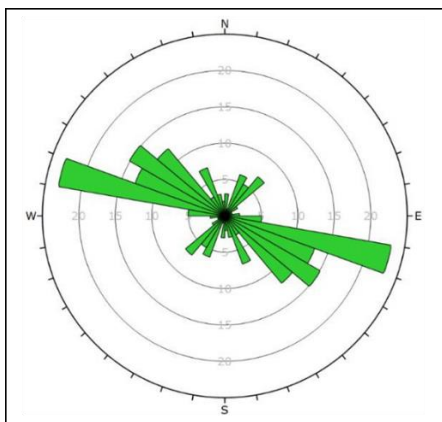
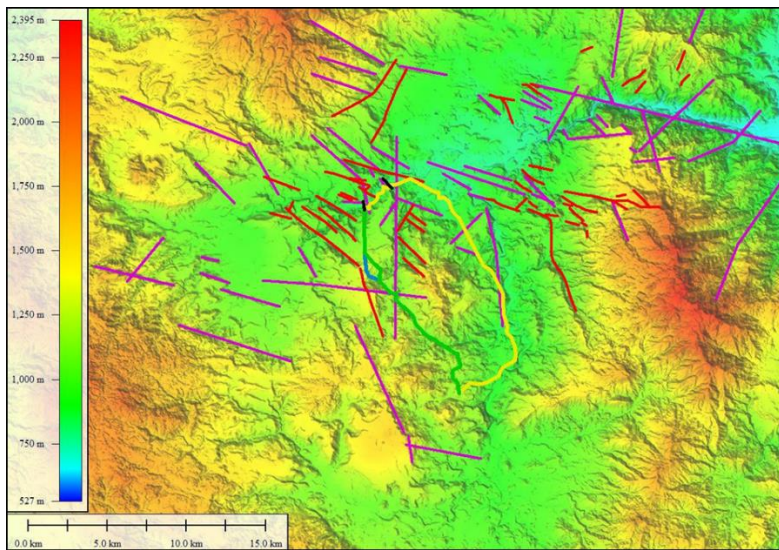


**Figura 26:** Columna estratigráfica que resume las características geológicas del sector de estudio

## ESTRUCTURA

El área es marcada por una tectónica extensional, en donde se reconocen rasgos típicos de horsts y graben con fallas principalmente normales, la mayoría identificadas en base a alineamientos de la red de drenaje y desplazamientos morfológicos.

En la Figura 27 se ilustran los lineamientos identificados en el mapa geológico regional detectados por interpretación morfológica del MDT. Las estructuras identifican claramente una orientación preferencial entre  $100-140^{\circ}$  N, paralela a los márgenes transcurrientes del Caribe, y menores de  $20-50^{\circ}$  N.



**Figura 27:** Lineamientos estructurales del área sobre el modelo DTM (arriba). En rojo los indicados en los mapas publicados, en morado los interpretados en la presente revisión. Diagrama de dirección (abajo).

## GEOMORFOLOGÍA

Para verificar la dinámica geomorfológica de las áreas afectadas por el proyecto se ha analizado el efecto del Huracán Mitch, el ciclón tropical más poderoso que ha afectado el país, que pasó por Honduras entre el 29 y el 31 de octubre del 1998 causando extendidos daños por inundaciones y deslizamientos. El día 31 de octubre su trazo pasó unos 50 km al norte del sitio de proyecto con intensidad marcada por Tempestad Tropical (Figura 28).

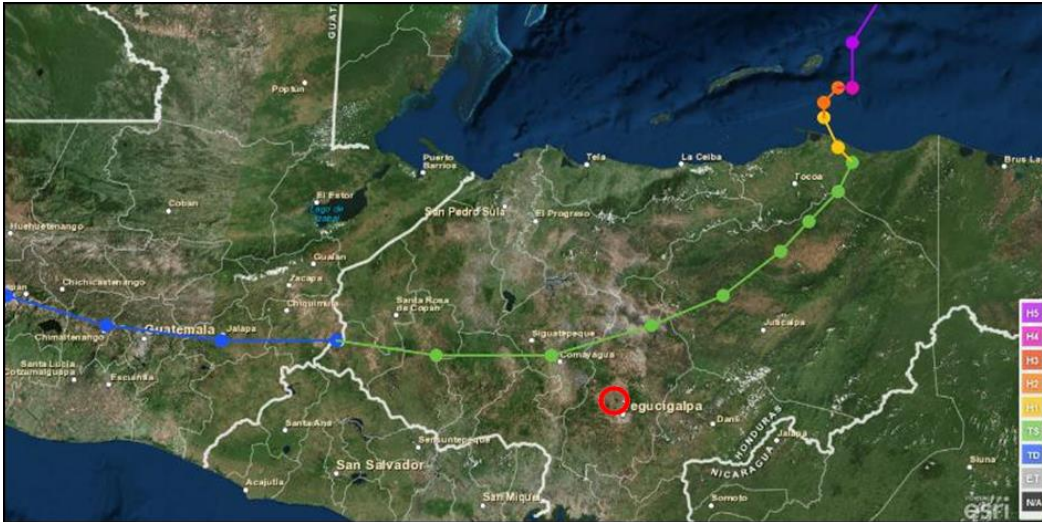


Figura 28: Ruta del Huracán Mitch – año 1998. En círculo rojo el sitio de proyecto.

A lo largo de las líneas de conducción no se evidencian mayores inestabilidades de laderas, sin embargo, la baja resolución de las imágenes satelitales no permite de identificar derrumbes menores y puntuales.

Además, que en el ámbito del territorio afectado por el embalse no se ha detectado ningún tipo de deslizamiento de suelos (actual o fósil) o corrimiento de bloques a favor de planos de discontinuidad. Solo existen fenómenos de inestabilidad en laderas de rocas más competentes (basaltos e ignimbrita), descalzadas por la erosión fluvial, desde las cuales se observan desprendimientos y caída de bloques.

Se deberán realizar investigaciones geológicas y geotécnicas manuales y mecánicas en los emplazamientos de las obras que posibiliten su conocimiento detallado y permitan la toma de decisiones sobre la selección de los ejes, en particular para la presa, estructuras de hormigón y obras subterráneas.

Deberán incluir el trazado del mapa geológico regional y del lugar del aprovechamiento, perfiles de secciones geológicas y geotécnicas e identificaciones de materiales naturales para la construcción y tecnologías para tratamiento de la roca.

- Sondeos

Se prevé la ejecución de los sondeos necesarios para el análisis requerido para el proyecto hasta una profundidad mínima de 30 metros (o aquella que determine el especialista de acuerdo al tipo de obra propuesta) ubicados en aquellos sitios críticos reflejados en el análisis de campo.

Los sondeos posicionados en áreas de emplazamiento deberán prolongarse, como mínimo 10 metros por debajo de la cota final de excavación, siendo hasta de 30 m de profundidad.

- Pozos de inspección

Será necesario ejecutar trincheras y calicatas para el reconocimiento del perfil geológico del suelo de la zona, y realizar ensayos especiales o identificar directamente las condiciones para la fundación de las obras.

Estas actividades deberán ser determinadas según los resultados de los estudios realizados. En general se recomiendan calicatas de 3 metros de profundidad mínima y de diámetro mínimo 1 m, distribuidos en ambos márgenes.

- Ensayos de laboratorio sobre muestras de sondeos:

- a) En grava y material de cobertura/suelo vegetal:

- Análisis granulométrico;
- Peso específico de los sólidos;
- Densidades máxima y mínima;
- Peso específico aparente húmedo y seco de materiales cohesivos;
- Límites de Atterberg;
- Clasificación unificada;

- b) En roca:

- Resistencia a la compresión simple, tensión de rotura y deformación;
- Módulo elástico y módulo de deformación;
- Resistencia a la tracción (por compresión diametral);
- Peso específico y absorción del agua:

- c) Determinaciones petrográficas de acuerdo a las necesidades del proyecto en base al diseño

- Ensayos de laboratorio sobre muestras de calicatas:
  - Análisis granulométrico;
  - Peso específico de los sólidos;
  - Densidades máxima y mínima;
  - Peso específico aparente húmedo y seco de materiales cohesivos;
  - Límites de Atterberg;
  - Clasificación unificada;
  - Compresión triaxial;

- Estudios de materiales de construcción – Yacimientos

Existiendo un conocimiento previo de los yacimientos de materiales de construcción para el proyecto, será necesario, sin embargo, corroborar los volúmenes, distancias y vías de transporte para su utilización. Deberán detallarse la disponibilidad de suelos, arenas, gravas y canteras de roca.

En suelos, arenas, y gravas serán determinadas la densidad natural y humedad natural de los yacimientos. En las canteras será determinada la cobertura, espesores de suelos vegetales, fracturas, alteraciones y cualquier otra característica que tenga influencia en la calidad del material a ser explotado.

Cantidades estimadas:

- Los necesarios de acuerdo al análisis de especialistas

- Ensayos de laboratorio para los materiales de yacimientos:

Se deberán realizar en los materiales todos los ensayos que permitan caracterizar los mismos conforme con las normas internacionales vigentes.

a) Suelos granulares:

- Granulometría;
- Densidades máxima y mínima;
- Densidad aparente húmeda seca;
- Peso específico de los sólidos
- Ensayo de abrasión ó desgaste Los Ángeles;
- Peso específico y absorción;
- Resistencia a la intemperie ó durabilidad;
- Humedad natural;
- Porcentaje de materia orgánica;
- Sales solubles totales y pH;
- Determinación de cloratos, sulfuros, carbonatos;
- Ensayo volumétrico.



b) Suelos finos:

- Granulometría por vía húmeda;
- Límites de Atterberg;
- Humedad natural en todas las muestras;
- Peso específico aparente húmedo y seco;
- Peso específico de los sólidos;
- Densidad máxima y humedad óptima (Proctor Normal).
- Permeabilidad con carga variable y/o con carga constante;
- Porcentaje de materia orgánica;
- Sales solubles totales y pH;
- Determinación de cloratos, sulfatos, calcio, magnesio, sodio y potasio;
- Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) o Pinhole test.

• Ensayos adicionales para agregados del concreto:

La roca indicada para su utilización como enrocado y agregado de concreto, deberá ser sometida a los siguientes ensayos:

- Peso específico y absorción de agua;
- Abrasión Los Ángeles;
- Reactividad potencial álcali-agregado;
- Ciclo forzado (agua/estufa);
- Ciclo acelerado (Etilen-Glicol);
- Durabilidad con sulfato de sodio;
- Contenido de materia orgánica;
- Determinación de sulfatos, cloratos, carbonatos, pH y conductividad;
- Análisis químico de las aguas, para determinar su agresividad al hormigón y otros materiales.

**Se deja constancia que la cantidad de investigaciones y ensayos enunciados es solo un estimado, y que el contratista que ejecutará la obra deberá utilizar su mejor criterio para proveer toda la información, incluyendo todos los ensayos necesarios para la correcta interpretación de las características de la fundación de las obras.**

## **SISMICIDAD**

Para determinar las magnitudes sísmicas esperables se ha realizado un estudio completo utilizando tanto criterios determinísticos como probabilísticos en base a datos de sismos ocurridos en la región.

El estudio determinístico indica para el sitio de presa una intensidad sísmica máxima de grado VIII+ (escala MMCS) correspondiente a una aceleración máxima (PGA) de 0.26g, mientras para el estudio probabilístico se ha obtenido el gráfico de variación de la PGA

en función del tiempo de retorno (Figura 30) y en los correspondientes espectros de respuesta (Figura 31).

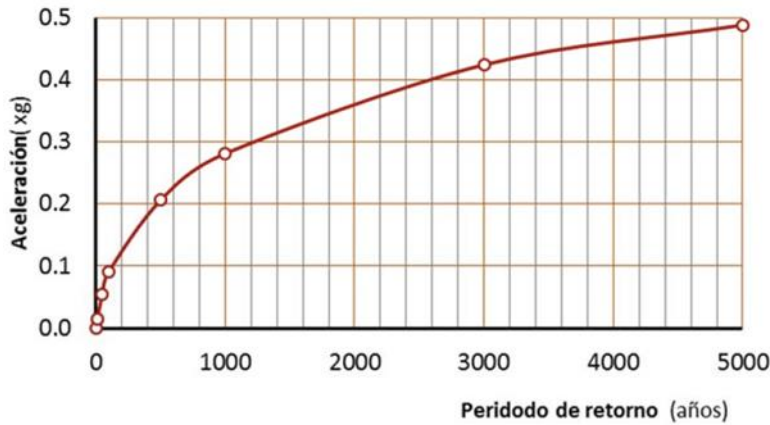


Figura 30: Grafico de la aceleración sísmica horizontal en función del periodo T.

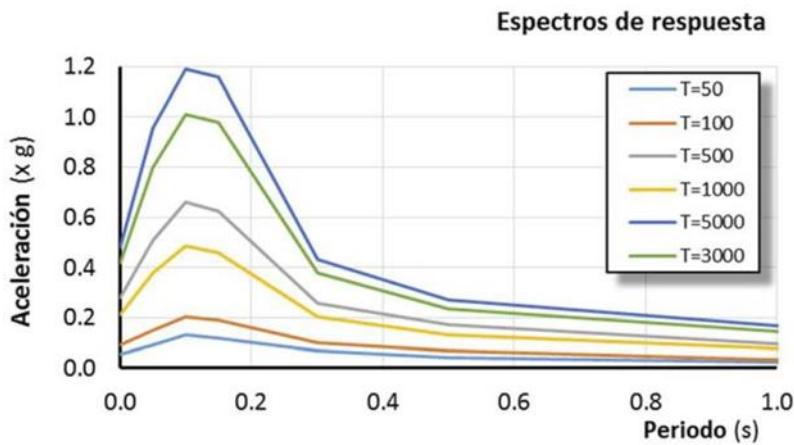


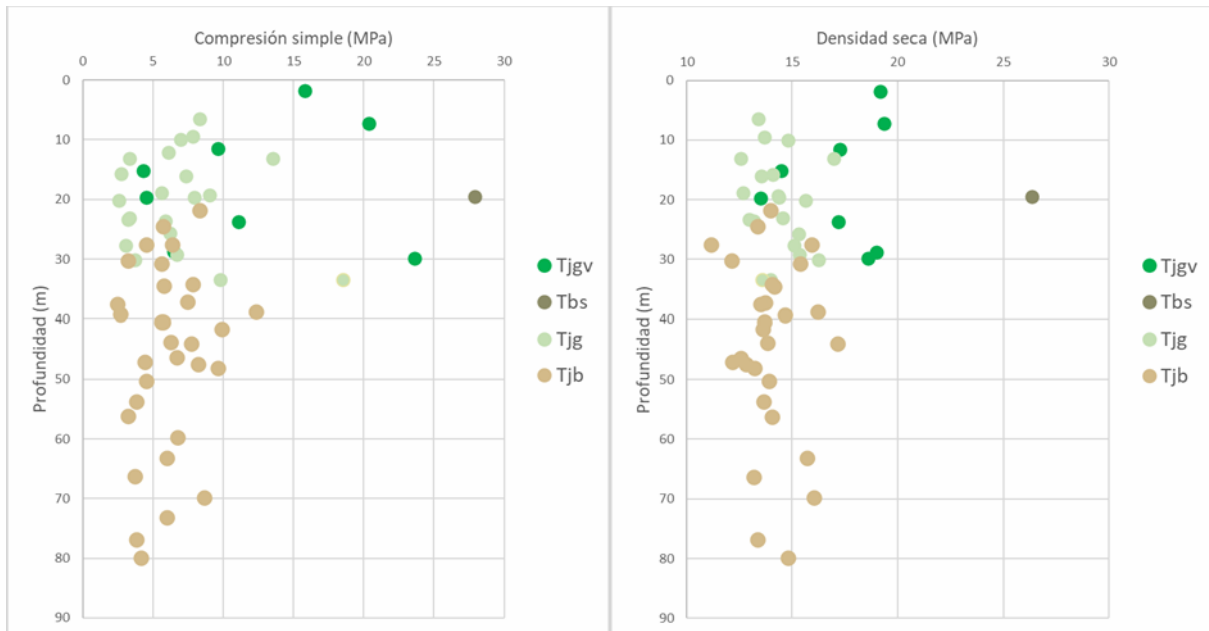
Figura 31: Espectros de respuestas por diferentes periodos de retorno T.

Cabe señalar que las imágenes no proporcionan información acerca del valor de Damping utilizado para la elaboración de los espectros de respuesta, ni proporciona tampoco valores de PGA para substratos geológicos no rocosos.

## CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL ÁREA DE PROYECTO

A continuación, se ilustra la caracterización geotécnica de la sucesión de tobas de la familia Jutiapa, que constituyen el 95% de las unidades rocosas en el sitio de presa n°1 y para las cuales se ha distinguido 3 niveles a partir desde la superficie, uno arenoso (Tjgv), uno fino (Tjg) y uno brechoso (Tjb); el restante 5% es representado por basaltos (Tbs). En cuanto a la compresión simple, la Figura 32 resume su variación con la profundidad según la facies litológica; los valores promedio de las tobas están comprendidos entre 6 MPa de las unidades Tjg y Tjb y 12 MPa de la unidad Tjgv, dentro del intervalo min-max de 2.4-24 MPa. Lamentablemente para los basaltos Tbs se dispone solo de 1 valor igual a 28 MPa. El valor de densidad seca de las tobas es representado por un promedio de 14 kN/m<sup>3</sup> (Tjg y Tjb) y de 17 kN/m<sup>3</sup> (Tjgv) para las tobas mientras el basalto muestra un valor de 26.3 kN/m<sup>3</sup>.

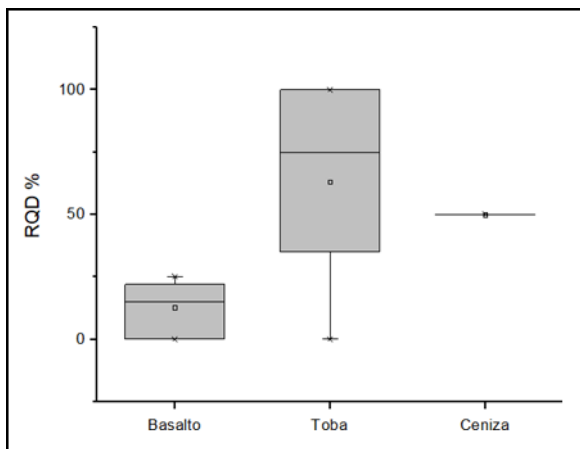
Cabe señalar como la estructura de las tobas, siendo porosa, es marcada por una elevada fragilidad y por lo tanto la resistencia posterior al pico puede ser sensiblemente reducida por colapso de los poros.



	Tjgv	Tobas arenosas estratificadas de tonalidad gris verdosa.
	Tjg	Tobas finas y estratificadas de tonalidades grises a blanquecinas.
	Tbs	Coladas basálticas. Basaltos de color oscuro intensamente fracturados.
	Tjb	Tobas brechosas gris verdosas.

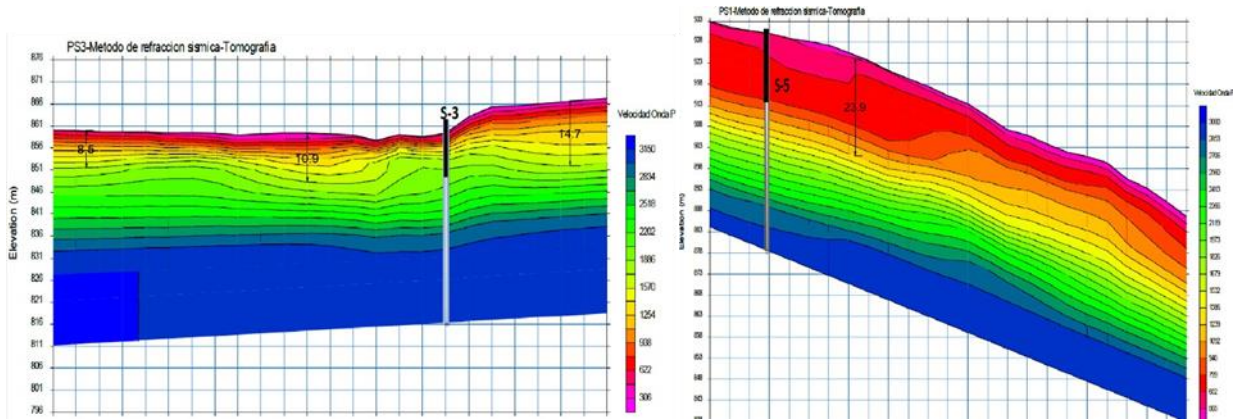
**Figura 32:** Compresión simple y densidad vs profundidad de los testigos de roca tomados en el eje de presa n°1.

El nivel de fracturación del sustrato rocoso, definido a través del parámetro RQD (Figura 33) desde los sondeos, es medio bajo en las tobas por un valor promedio de 63%, mientras es bastante alto en los basaltos por un promedio de 36% y valores máximos que no superan el 50%. La ceniza fue recuperada en una sola maniobra con RQD de 50%.



**Figura 33:** Box plot de la distribución de los valores de RQD detectados en los sondeos S-1, S-2, S-3, S-4 y S-5.

En cuanto a la meteorización, los perfiles sísmicos de refracción especifican una capa superficial alterada que afectaría las tobas en los primeros 10 metros a la margen izquierda y alcanzaría unos 20 metros a su derecha, habiendo considerado como límite una velocidad de onda longitudinal  $V_p$  de 1'500 m/s entre roca meteorizada y roca firme. Se estima que todo el sustrato rocoso a lo largo del río del Hombre pueda ser afectado por estas condiciones superficiales.



**Figura 34:** Perfiles sísmicos de refracción con indicación del espesor de la capa meteorizada por velocidades  $V_p < 1500$  m/s.

La Tabla 15 muestra los parámetros geotécnicos preliminares definidos para las tobas sanas y meteorizadas que se esperan en las fundaciones de ambos sitios de presa. Los parámetros fueron definidos en base a los datos de las investigaciones realizadas y a experiencia en materiales similares adquirida en otros proyectos.

Litología	Espesor	Peso esp. Seco (KN/m <sup>3</sup> )	Porosidad	RQD	Compres. Monoaxial (Mpa)	GSI/RMR	Cohesión (MPa)	Angulo fricción (°)	Módulo elast. (GPa)	K (m/sec)
Toba meteorizada	10-20m (Sitio n°1)	14.6	40-45	20-50%	2-4	<60	0.1	25	0.2-0.5	1E-5
Toba firme	<10m (Sitio n°2)	16.6	40-45	50-70%	4-12	>60	0.2	30	1-1.5	1E-6

## SITIOS DE PRESA

Las evaluaciones geológicas sobre el sitio se basan sobre el estudio de los mapas publicados per el IGN y de imágenes satelitales y de la visita en sitio.

El eje de presa se conforma por un valle más estrecho que el anterior, con laderas inclinadas de unos 30-35° y un ancho de cauce de unos 70 m donde los depósitos aluviales parecen ser de espesor limitado. El sustrato rocoso indicado en los mapas es representado por la Formación de la Quebrada Honda (Tp1- Tjq) constituida por capas piroclásticas depositadas en agua y bien estratificadas que básicamente representan la misma sucesión individuada en el sector del sitio de presa n°1. Por la morfología local

más erosionada, se espera un espesor de alteración menor con respecto al sitio n°1, posiblemente inferior a 10 metros.

En la margen izquierda arriba de la cota 900 msnm se encuentran depósitos aluviales de la unidad Qg1 compuestos por terrazas prevalentemente granulares, mientras a la derecha se individúa una colada basáltica del Cuaternario, por encima de la cota 1'000 msnm.

Se destacan las siguientes observaciones:

- Se necesita la ejecución de levantamientos de campo e investigaciones adicionales que permitan definir un modelo geológico confiable.
- Los depósitos coluviales/escombros/derrumbes que se encuentran a lo largo de las laderas y los aluviales en el cauce del río del Hombre deberán ser removidos para poder hacer la cimentación de la presa.
- Se considera que las tobas puedan ser adecuadas para la cimentación de una presa, de todas formas, se necesita la remoción de la capa superficial meteorizada que en las laderas podría extenderse de varios metros de profundidad.
- Se deberá también averiguar la existencia de paleosuelos que separan diferentes eventos volcánicos entre los estratos de toba, ignimbrita y flujos de basalto. Estos horizontes pueden constituir zonas de baja resistencia, elevada deformabilidad y potencialmente expansivas por la formación de arcillas smectíticas durante el proceso de meteorización.
- Se espera que los trabajos de excavación de la obra se desarrollan en su mayoría en tobas e ignimbritas, que son rocas livianas, de baja resistencia y fácilmente disgregables; por lo tanto, difícilmente aprovechables para la construcción de una represa en enrocado y o de hardfill, que además presenta riesgo de reacciones álcali-agregados con cemento estándar.

## **EMBALSE**

El embalse se desarrollará a lo largo del río del Hombre y de la Quebrada Honda ocupando una superficie de alrededor de unas 250 ha, por encima de rocas vulcano-sedimentarias con permeabilidades muy variables, aunque predominantemente bajas o medias-bajas, y a niveles de productos lávicos, cuyo grado de permeabilidad depende fundamentalmente de su grado local de fracturación y de alteración.

Las aguas del reservorio llegarán en ambos casos hasta el derrumbe identificado en la

ladera derecha del valle, a unos 2 km aguas arriba del eje de presa por el cual se desconoce el grado de actividad. Además, existen algunos derrumbes menores en proximidad del mismo sitio de presa.

En referencia se indican las siguientes observaciones:

- En base a las características litológicas del sustrato rocoso por debajo de los embalses se esperan condiciones de baja permeabilidad y por lo tanto las filtraciones del agua afuera de los reservorios deberán ser muy limitadas.
- Las condiciones de estabilidad del derrumbe a la margen derecha a 2 km de la presa deben ser investigadas en detalle para descartar cualquier deslizamiento con el llenado del embalse. Cabe señalar que, por el volumen del derrumbe en consideración, su deslizamiento puede generar holas poniendo en peligro la seguridad de la presa. Además, se deberá evaluar el grado de actividad de las áreas de deslizamientos menores localizadas en proximidad de las represas.

## **SISTEMA DE CONDUCCIÓN**

En referencia a las opciones de conducción se indican las siguientes observaciones:

- A la escala de los datos disponibles, no se ha podido identificar elementos geomorfológicos activos a lo largo de la conducción; en cada caso no se excluye la posibilidad de encontrar inestabilidades locales. Además, se resalta la presencia de numerosas erosiones fluviales que interesan, en los sectores adyacentes al cauce del río Choluteca por los cuales será necesario un desplazamiento hasta una distancia de seguridad.
- Por lo que concierne la excavación de la tubería se considera a nivel general que los depósitos cuaternarios (aluviales, coluviales), la roca meteorizada y los depósitos piroclásticos/tobas podrán ser removidos por excavadora/ripper, mientras las coladas de basalto y andesita podrán necesitar de martillo neumático.
- La excavación de solo 3 m de profundidad se espera para casi la totalidad de su longitud por encima de la capa freática, de todas formas, podrán existir condiciones de saturación total del terreno en el cruce con quebradas y ríos.

## **RESERVORIO FINAL Y PLANTA DE TRATAMIENTO**

El reservorio final y la planta de tratamiento de las aguas se realizará arriba de la Cerro Grande, una cresta de unos 50 m de alto a la cota de 1'260 msnm, alrededor 4 km NW

de la Capital.

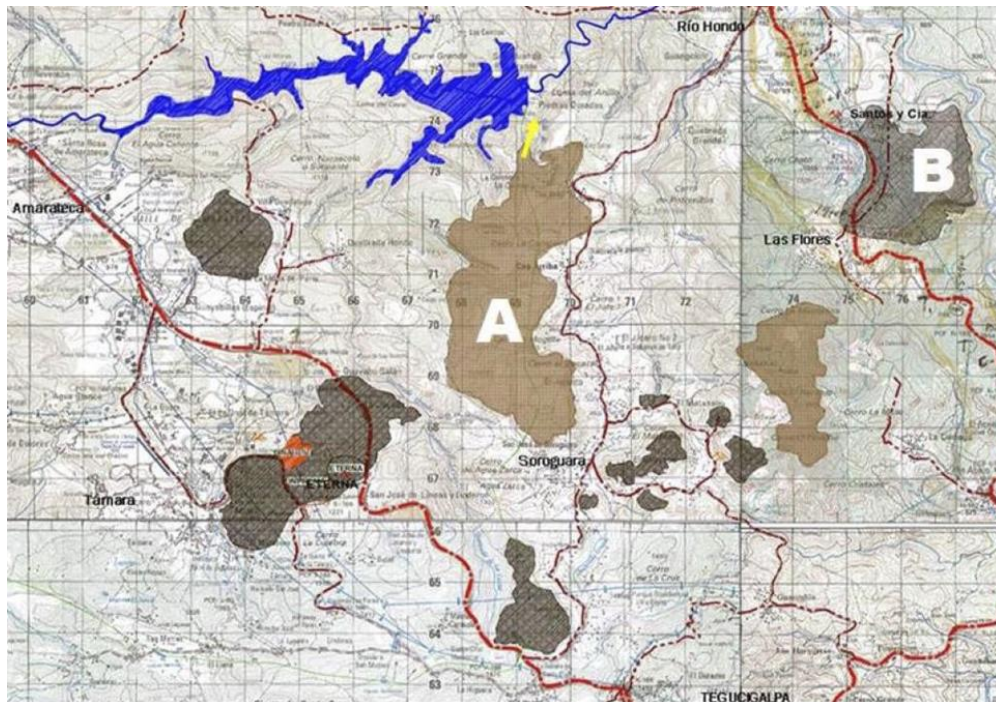
El sustrato rocoso, por debajo de depósitos coluviales de pocos metros de espesor, es representado por el Miembro Cerro Grande (TOi) compuesto por ignimbritas en una matriz vitrificada con intensa fracturación vertical (Oligoceno-Mioceno). No se excluye de toda manera intercalaciones en la sucesión de coladas de basalto/andesitas.

Por lo que concierne el sitio del reservorio final y la planta de tratamiento se indican las siguientes observaciones:

- El sitio no se ve afectado por fenómenos de derrumbe y el sustrato rocoso se encuentra a baja profundidad, por lo tanto, se considera adecuado por la ubicación de las obras.

## ÁREAS DE PRÉSTAMO

El informe indica el basalto como el material de construcción más adecuado por la realización de una presa en enrocado. Su distribución alrededor del área de proyecto fue definida por medio de levantamientos de campo y se representa en Figura 39. Dentro de estas áreas se ha estimado poder explotar unos 5 Mio m<sup>3</sup> de material para una excavación de 20 m de profundidad sobre un área de unos 275'000m<sup>2</sup>.





Con respecto al aprovechamiento de materiales de construcción se indican las siguientes observaciones:

- Se comparte la evaluación de Egis que considera el basalto como el material más adecuado para la realización de una represa en enrocado. De hecho, las coladas basálticas y andesíticas muestran las mejores propiedades físicas y mecánicas sea para agregados que para el rockfill.
- Es también posible explotar el material aluvial comprendido en el valle del río del Hombre aguas arriba del embalse, que permitiría además de aumentar levemente el volumen del embalse. Aun así las características y espesor de los depósitos aluviales deben ser verificados por ensayos en situ y en laboratorio. La disponibilidad estimada es de  $400'000\text{m}^2 \times 10\text{m} = 4'000'000\text{m}^3$ .
- No parece que la explotación de materiales finos para el núcleo de una presa en enrocado sea fácilmente realizable en este contexto geológico. Se ha especificado una cantera a más de 20 km al NE en donde algunas pruebas muestran la presencia de arcillas de baja y alta plasticidad y gravas arcillosas de las cuales se desconoce la cantidad disponible.
- Por lo que concierne la construcción de una presa en hardfill, se considera que muy difícilmente será posible utilizar los suelos excavados por la fundación en cuanto se esperan en mayoría constituidos por tobas e ignimbritas.
- Estas rocas, además de ser fácilmente disgregables por su resistencia a la compresión generalmente baja y muy variable, son constituidas en parte por cuarzo amorfo que puede generar reacciones alcalinas con el cemento.

## **PROPUESTA DE CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN**

Para entrar en las fases de diseño y confirmar la posición y tipología constructiva de la presa se considera necesario adquirir un MDT e imágenes satelitales con mayor resolución. Además, se requiere realizar investigaciones adicionales, conforme a lo listado a continuación:

- Realizar un levantamiento geológico de toda el área y en particular en correspondencia del sector del eje presa para el cual no se dispone de alguna información directa
- Conducir una serie de levantamientos geomecánicos para la definición de la calidad geotécnica de los afloramientos de roca y el grado de alteración según los métodos clásicos (RMR de Bieniawski y GSI de Hoek)
- Realizar una campaña de investigaciones geotécnicas cuya cantidad y posición

deberá ser definida en base a la topografía de detalle y a los levantamientos geológico-geomecánicos antes mencionados. De manera preliminar se espera la ejecución por lo menos de:

- 2'000 m de perfiles sísmicos a refracción a elevada resolución (espaciamiento máximo 5 m y adquisiciones contemporáneas desde mínimo 48 geófonos)
- 50 trincheras de exploración de 3 m de profundidad
- 15 sondeos a recuperación de testigos, verticales e inclinados, por una longitud total de 800 m
- 70 ensayos de permeabilidad in situ de tipo Lugeon
- 300 m de levantamientos óptico y acústico de las paredes de los sondeos
- pruebas de laboratorios sobre un total de 100 muestras de suelos y rocas recolectados desde las trincheras y los sondeos, equivalentes a: clasificación, densidad, peso específico, humedad, granulometrías, límites de Atterberg, corte directo, compresión simple con determinación de las deformaciones, tracción, velocidades sísmicas
- pruebas de compresión con medida de deformaciones se deberán realizar sobre las tobas en condición de humedad sea natural que saturadas para poder evaluar eventuales reducciones de resistencia
- instalación de 6 piezómetros con sensores de presión automáticos.

## **VIII. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA ÓPTIMO DE PROYECTO**

### **METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL ESQUEMA DE PROYECTO**

El primer paso para la definición del esquema de proyecto consiste en definir el caudal máximo aprovechable en el tramo del río del Hombre objeto de estudio. Consecuentemente se define el volumen máximo del embalse correspondiendo a dicho caudal.

El segundo paso consiste en definir el esquema de proyecto, comparando alternativas para el sitio de presa, tipologías de obra y trazados de tubería de conducción.

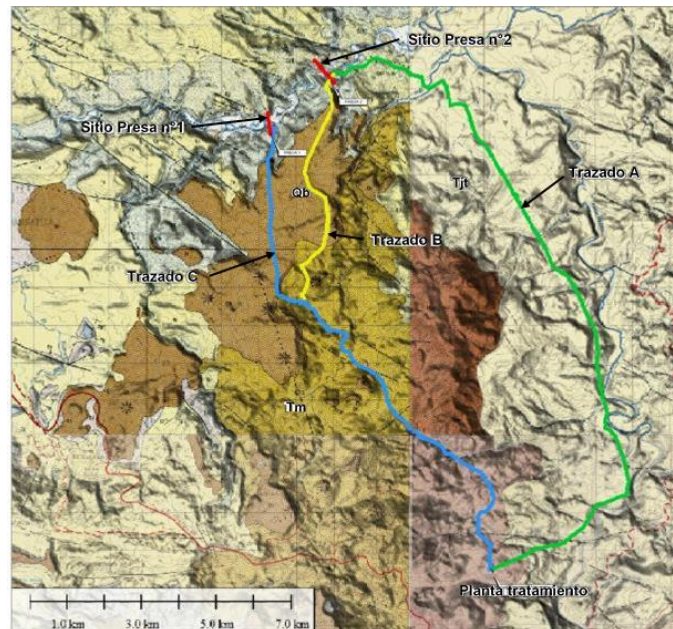
El tercer paso se plantea bajo la forma de “back análisis”, donde se verifica que el caudal máximo de suministro sea el óptimo desde el punto de vista económico.

Uno de los objetivos radica en definir el esquema de proyecto que permita suministrar al Distrito Central el mayor caudal de agua potable al mínimo costo, considerando los principales aspectos que influyen tanto sobre los costos directos de construcción de cada

obra, como sobre los costos de operación.

Para la definición del esquema de proyecto se han definido varias alternativas que difieren entre sí para el sitio en el cual se construye la presa, el material de construcción y el trazado del sistema de conducción.

Las alternativas se analizan en primera instancia sitio por sitio, antes de comparar opciones de esquema completos. Las comparaciones hacen intervenir tanto costos de construcción y de operación como consideraciones técnicas.



La Tabla 6 resume las alternativas analizadas para la definición del esquema de proyecto, y en las siguientes secciones se describen los criterios que conllevaron a su definición.

Sitio Presa	Tipología presa	Trazado conducción
Sitio 1	Enrocado	Trazado C
Sitio 2	Enrocado	Trazado B y A
	Hardfill	Trazado B y A

**Tabla 6:** Resumen de las alternativas analizadas.

Como ya se ha sugerido, los posibles sitios para ubicar la presa se encuentran definidos en el tramo del río del Hombre que se extiende entre la aldea de Amarateca, hacia el oeste en la proximidad de la carretera principal CA-5, y la aldea de Guangololo, hacia el

este en la proximidad de la carretera nacional N-15.

El sitio de presa debe presentar condiciones topográficas y geológicas favorables a la construcción de una obra segura y con un costo ajustado. Los sitios analizados se encuentran descritos a continuación.

El sitio de presa n°1 corresponde al sitio en estudio de referencia [1] (coordenadas en el sistema UTM datum WGS 84, huso 16 P, E 469'210; N 1'574'600), con una leve modificación en la orientación del eje de presa.

El sitio n°2 se encuentra ubicado 3'400 m aguas abajo del sitio n°1 (coordenadas, E 470'650; N 1'575'850), donde el río ofrece una sección más angosta que permite limitar el volumen de material para la construcción de la presa. En contra, el sitio n°2 tiene altura de bombeo un poco mayor. Se señala además que en el sitio de presa n°2 las imágenes satelitales muestran excavaciones, posiblemente conexas a explotación de canteras, justo arriba de la loma de la margen derecha y la descarga de materiales en un botadero localizado uno 300 m agua abajo.

La altura de la presa para garantizar el volumen útil del embalse varía en función de su ubicación, ya que la curva área – volumen es propia de cada sitio. En la Tabla 7 se resumen los datos principales de los embalses correspondientes al caudal máximo captable de 1.40 m<sup>3</sup>/s para los dos sitios analizados.

		Sitio n°1	Sitio n°2
Volumen útil embalse	[Mio m <sup>3</sup> ]	67	67
Cota del cauce	[msnm]	855.00	830.00
Nivel máximo normal	[msnm]	919.00	898.50
Profundidad embalse	[m]	64.00	68.50
Nivel volumen muerto	[msnm]	881.50	865.00
Nivel mínimo de operación	[msnm]	884.50	868.00

**Tabla 7:** Características de los embalses correspondientes a los dos sitios de presas analizados.

De la Tabla 7 se puede notar que para alcanzar los 67 Mio m<sup>3</sup> del volumen útil del embalse, el sitio n°2 requiere una profundidad mayor, y por ende una presa más alta de 4.5 m debido al hecho que el tramo de río que separa los dos sitios es relativamente encañonado.

Es importante notar que, en ambos casos, el área de inundación de los embalses afecta la aldea de San Juan de Rio Grande, y los habitantes deberán ser relocalizados.

El incremento de la cuenca hidrográfica para el sitio n°2 respecto al sitio n°1 se estima en un 2%, lo cual puede ser despreciado para los fines del presente estudio.

## **TIPOLOGÍA DE PRESA**

La selección del tipo de presa para un sitio dado depende de varios factores tales como la forma del valle, el tamaño de la obra, las condiciones geológicas, el caudal a evacuar durante eventos de crecida y las modalidades de desvío del río durante la construcción.

De las caracterizaciones geológicas presentadas en la Tabla 5, se puede destacar que la toba presente en los sitios estudiados presenta módulos de elasticidad bajos, que varían entre 0.2-0.5 GPa para la toba meteorizada, y 1.0-1.5 GPa para la toba sana. Por lo tanto, presas de gravedad con concreto convencional o concreto compactado con rodillo (CCR), se descartan a priori debido a que, considerando la altura de las obras que se quiere construir, los esfuerzos transmitidos a la cimentación superarían los esfuerzos admisibles por la roca.

En cambio, presas de material suelto, como son las presas de enrocado o de tierra, se adecuan particularmente a condiciones de cimentación pobres. Considerando la forma encañonada del valle, la resistencia de la cimentación, la altura de la obra y el clima de la región se opta por una presa de enrocado frente a una presa de tierra.

Como solución alterna existe la posibilidad de construir una presa de hardfill que contempla la colocación un concreto pobre con bajo contenido de cemento (60 – 120 kg/m<sup>3</sup>), en capa delgada y compactada con rodillo. La reducción de la resistencia del material se compensa por una forma simétrica de los paramentos aguas arriba y aguas abajo que limita los esfuerzos en la estructura.

Como mencionado en la sección 6.6.5, no se espera poder aprovechar el material de excavación como material de construcción, tanto para la presa de enrocado como la presa de hardfill.

## **PRESA DE ENROCADO**

La construcción de una presa de enrocado se considera adecuada tanto para el sitio de

presa n°1 como para el sitio de presa n°2.

En base a cálculos preliminares de estabilidad, se define una sección típica con un ancho de corona de 10 m y una inclinación de los taludes aguas arriba y aguas abajo de 1.6:1 (H:V), sin bermas. La impermeabilización del paramento aguas arriba está asegurada por una pantalla de concreto reforzado de 0.55 m de espesor que se remata en el pie aguas arriba sobre un plinto cimentado en la toba sana.

Por la posición de la presa y las condiciones topográficas, el sitio n°2 requiere de una excavación adicional en la margen izquierda de manera a evitar cambios bruscos en la geometría del plinto y a creación de tensiones en la pantalla de concreto.

La construcción de la presa de enrocado contempla además la construcción de un vertedero de excedencia de la margen izquierda y la construcción de 2 túneles de desvío a cargo de evacuar caudales de crecida con tiempos de retorno entre 25 y 50 años.

Los planos 2020.0248.002-P-004 y P-005 enseñan la geometría de la presa de enrocado para el sitio n°1 y n°2 respectivamente.

## **PRESA DE HARDFILL**

La alternativa de presa de hardfill requiere excavar el cauce del río y sus márgenes hasta alcanzar el estrato de la toba sana que presenta las características mínimas para construcción de ese tipo de obra. Por lo tanto, en base a la información geológica disponible, se decide descartar la construcción de ese tipo de presa en el sitio n°1, donde las profundidades de excavación se esperan del orden de 20 m, lo cual implicaría volúmenes netamente antieconómicos. Para el sitio n°2 se define una profundidad de excavación promedio de 10 m para alcanzar la cimentación de la obra.

La sección típica de presa tiene paramentos aguas arriba y aguas abajo simétricos con una inclinación de 0.75:1 (H:V) separados por una corona de unos 5 m de ancho. La estabilidad ha sido verificada en base a la norma norte americana de referencia [4], considerando los parámetros geotécnicos indicados en la Tabla 5. Cabe señalar que existe cierta margen respecto a los coeficientes de seguridad solicitados por la norma, sin embargo, una optimización de la geometría implicaría esfuerzos al nivel de la cimentación superiores a límite de 1.5 MPa definido en base a las investigaciones geológicas ya ejecutadas.

La cresta del vertedero de excedencia tiene una longitud total de 90 m, y se remata por un cuenco amortiguador aguas abajo de la presa. En el caso de la presa de hardfill, el vertedero se ubica sobre la presa, la instalación de compuertas fusibles para reducir su ancho no representa una reducción de las cantidades notable.

El plano 2020.0248.002-P-006 del Anexo C presenta la geometría preliminar de la presa de hardfill para el sitio de presa n°2.

## TRAZADOS DE CONDUCCIÓN

El sistema de conducción permite transportar el agua captada en el río del Hombre hasta el norte de la ciudad de Tegucigalpa, en el sitio de la Cerro Grande de coordenadas aproximadas E: 475'170; N:1'562'670 y cota 1'255 msnm.

Se han definido 3 opciones de trazado, representados en los planos 2020.0248.002-P-011 y P-012 del Anexo C, que contemplan cada una, tramos de tubería a impulsión, donde se bombea el agua, y tramos de tubería a gravedad.

Cabe señalar que estas tres opciones de trazado, que se presentan a continuación, se han definido para la alternativa de interconexión con la red de distribución a través de la construcción de una nueva planta de tratamiento en el sitio de la Cerro Grande. En cambio, las opciones que contemplan aprovechar parte de la capacidad instalada de la planta del Picacho.

Como lo mencionado para el trazado B y C se espera una geología que favorece la estabilidad de las laderas donde se desarrolla, pero al mismo tiempo con mayores costos de excavación debido a la presencia de roca basáltica.

### Trazado A

El trazado A contorna del lado Este una serie de cerros tales como la Montañita, el Picacho, el Naranja y los Cristales que separan el sitio de presa n°2 de la ciudad de Tegucigalpa, siguiendo la carretera RN-15. Ese trazado tiene una longitud total de 21'155 m y se compone de 2 tramos de impulsión y de 2 tramos a gravedad.

Tramo		Cota inicio [msnm]	Cota final [msnm]	Desnivel [m]	Longitud [m]
T1	Gravedad	860.0	840.0	20.0	5'325

T2	Impulsión	840.0	1'095.0	-255.0	2'425
T3	Gravedad	1'095.0	1'050.0	45.0	12'025
T4	Impulsión	1'020.0	1'255.0	-205.0	1'380

### Trazado B

El trazado B también está relacionado con el sitio de presa n°2 pero se desarrolla del lado Oeste de los cerros antes mencionados. Tiene una longitud total de 17'390 m y se compone de 2 tramos de impulsión (tramo inicial y tramo final) y un tramo intermedio a gravedad.

Tramo		Cota inicio [msnm]	Cota final [msnm]	Desnivel [m]	Longitud [m]
T1	Impulsión	860.0	1'225.0	-365.0	4'640
T2	Gravedad	1'225.0	1'180.0	45.0	12'235
T3	Impulsión	1'180.0	1'255.0	-75.0	515

### Trazado C

El trazado C está vinculado al sitio de presa n°1 y corresponde al trazado seleccionado. Tiene una longitud de 15'910 m y está compuesto por un tramo inicial de impulsión y un tramo a gravedad que sigue parcialmente el tramo a gravedad del trazado B.

Tramo		Cota inicio [msnm]	Cota final [msnm]	Desnivel [m]	Longitud [m]
T1	Impulsión	876.5	1'295.0	-418.5	4'390
T2	Gravedad	1'295.0	1'255.0	40.0	11'520



## ESTUDIOS BÁSICOS DE HIDROLOGÍA/HIDRÁULICA

El conjunto de actividades relativas a los estudios básicos tiene por objeto la definición de todos los condicionantes y parámetros básicos necesarios para el completo conocimiento de las características técnicas que van a orientar las concepciones alternativas del aprovechamiento, debiendo abarcar como mínimo:

- Estudios hidro-meteorológicos conteniendo: caracterización fisiográfica y climatológica de la cuenca, precipitación, evaporación, análisis de información hidrométrica, curvas de descarga, serie histórica de caudales naturales, curvas de permanencia, derivación de caudales, estudios de lluvias intensas y Precipitación Máxima Probable (PMP), estudios de crecidas para diferentes periodos de retorno y la Crecida Máxima Probable (CMP), caudales extremos, atenuación de ondas de crecida, borde libre.
- Deberán ser elaborados los estudios de diseño para las diversas alternativas del aprovechamiento.

### Modelos de simulación hidráulica

Para optimizar el diseño de las obras civiles principales y desvío del río, se deberá prever la ejecución de Modelos Matemáticos (tridimensional) de acuerdo con las estructuras a ser estudiadas. El contratista deberá especificar y contratar los modelos a utilizar, plazo de ejecución y resultados a obtener.

La modelación matemática se deberá realizar utilizando modelos tipo CFD (Computational Fluid Dynamics) en tres dimensiones que simulen regímenes transitorios y permanentes. Se deberán utilizar modelos de CFD de reconocida trayectoria y con publicaciones que demuestren su aplicabilidad a estos casos. Deberá realizar como mínimo:

- Modelo Matemático de la Presa y las Obras de Alivio
- Modelo Matemático de la Estructura de Toma
- Modelo Matemático del Desvío del río.

En todos los casos se modelará en escala 1:1 y el mallado deberá tener una precisión que permita representar adecuadamente los fenómenos físicos, las geometrías de las obras y la estabilidad de los resultados, para garantizar el proceso de optimización de las obras diseñadas. Esto significará disponer un mallado lo suficientemente detallado para que sea representados los principales fenómenos hidrodinámicos y los contornos hidráulicos.

### 3. Estudios ambientales

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, el contratista deberá seguir los lineamientos y formatos establecidos por MiAMBIENTE y a quien corresponda con respecto a las normativas y reglamentos vigentes.

El Contratista deberá elaborar un Estudio de Impacto Ambiental para las futuras obras. Será necesario revisar y actualizar los estudios básicos para poder contar con una base de datos para la evaluación de los impactos potenciales que pueden generarse con el desarrollo del Proyecto y la interrelación entre los distintos factores fisiográficos y socioeconómicos. La actividad inicial será confirmar el área afectada por el proyecto (**si existe**), en cuanto a los efectos ambientales y socioeconómicos.

Para el área de influencia del Proyecto, así como para las diferentes Sub-cuencas en general, el programa ambiental incluirá la recopilación de todos los datos relacionados con el clima, el régimen de caudales hidrológicos, suelos, bosques, flora y fauna y minerales, así como la evaluación de la interrelación entre los mismos. Se prestará una atención particular a las condiciones actuales de los suelos y a la práctica actual del uso de la tierra. Los planes con relación al desarrollo de la cuenca hidrográfica serán identificados y registrados. Uno de los elementos del programa de la actualización y recopilación de datos será obtener suficiente información para poder determinar si la ejecución del proyecto tendría un impacto positivo o negativo en los habitantes de la zona.

El contratista deberá investigar a lo largo del trazo seleccionado, la situación en cuanto a la tenencia de la tierra, ya se trate de zona nacional, propiedad particular, ejido u otra forma de tenencia, identificando al propietario, sociedad u organismo poseedor de los derechos de la misma (de presentarse el caso). Dentro de este mismo apartado, el Contratista también identificará puntos de posibles conflictos a lo largo del trazo o en sitios de cruce, como pueden ser la existencia de infraestructura pública y otras obras existentes. Así como posibles afectaciones temporales o definitivas que implique la futura construcción de las obras.

La información que se obtenga será referida a los planos topográficos, referenciando las estructuras especiales e indicando los puntos de control que se hayan marcado. Las propiedades que se afecten, El Contratista efectuará la evaluación de las mismas, para que las autoridades de la AMDC establezcan las negociaciones con los propietarios de los bienes (de ser necesario).

#### 4. Estudios y monitoreo de calidad del agua

1. Colectar muestras mensuales de agua cruda, preservarlas, transportarlas y analizarlas las siguientes características en el agua cruda de acuerdo a la tabla siguiente:

##### Características químicas y biológicas

Químicas Inorgánicas	Químicas Orgánicas		Biológicas	
	Hidrocarburos	Plaguicidas	Algas	Protozoarios
Arsénico Nitrato Plomo	Benzo(a)pireno Benceno Etilbenceno Tolueno xileno	Alacloro Atrazina	Cyanobacterias: Microsystis Aeruginosa	Giardia lambia Criptosporidium Parvum

2. Entregar al Propietario un cuadro mostrando los resultados obtenidos y comparar los resultados con los parámetros nacionales de calidad del agua para consumo humano indicando cuales cumplen con el mismo y cuáles no. El informe deberá incluir las hojas originales de los resultados de laboratorio.

El Contratista deberá considerar los resultados del análisis de calidad del agua y su conocimiento sobre las facilidades de tratamiento existente para establecer la viabilidad del aprovechamiento. Deberá incluir dentro de su análisis en esta primera etapa el diseño conceptual de las obras de pre-tratamiento de **aguas servidas** necesarias aguas arriba para elevar la calidad del agua al nivel necesario para su tratamiento definitivo.

## IX. INFORME DEL DISEÑO

El oferente al que se adjudique el contrato de obra, deberá presentar su oferta a la AMDC del diseño propuesto para que posteriormente la supervisión contratada para el proyecto revise la información proporcionada, y así, **la AMDC pueda dar la orden de inicio al proyecto y llevar a cabo la ejecución las actividades consideradas.**

Su oferta deberá incluir lo siguiente:

Descripción	Productos a Presentar
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REPRESA EN LA CUENCA DEL RIO DEL HOMBRE, INCLUYE:</b>  <b>LINEA DE CONDUCCION</b>  <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>Diseño incluyendo:</b> presupuesto, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución de actividades, planos y demás necesarios para que la supervisión contratada para el Proyecto pueda revisar y validar la información proporcionada.

**Una vez que la supervisión dé el visto bueno al diseño propuesto por el contratista ganador de la licitación con la oferta más baja (habiendo realizado el contratista todos los ajustes solicitados por la supervisión), el presupuesto ofertado no podrá variar en más o menos del 10%.**

Dicho informe deberá contener memorias de cálculo, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución de actividades en project, presupuesto, fichas de costo, planos (dwg y pdf) en original, tres (3) copias y en digital (CD), el informe deberá incluir como mínimo, pero sin limitarse a lo solicitado, lo siguiente:

### **Contenido del informe de Diseño**

#### **Evaluación socio-económica**

Para la evaluación socioeconómica del proyecto el contratista podrá utilizar herramientas de evaluación reconocidas en el sector.

Presentar los resultados del análisis de la evaluación socio económica del proyecto, consistente en la comparación de los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución y el aporte al bienestar neto de la sociedad.

La evaluación socio-económica del proyecto permitirá determinar la conveniencia de su ejecución incorporando los costos ambientales generados por las externalidades consistentes con la ficha ambiental.

Para tomar la decisión de ejecutar o no un proyecto de inversión pública, se deben tomar en cuenta los indicadores de rentabilidad socioeconómicos:

- El Valor Actual Neto Socioeconómico (VANS).
- Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE).
- Análisis Beneficio-Costo.

### **Análisis de sensibilidad**

Se debe realizar el análisis de sensibilidad y/o riesgo, de las variables más representativas y sensible a ser modificadas, que inciden directamente en la rentabilidad de la alternativa seleccionada más conveniente, con escenarios que muestren variaciones en:

- Costos de inversión del proyecto.
- Costos de operación y mantenimiento del proyecto.
- Valor de la tasa de descuento.
- Productos esperados del proyecto.

**Además, deberá contener al menos los siguientes apartados:**

- b.1 Memoria Descriptiva
  - Antecedentes, hallazgos de la situación existente
  - Ubicación
  - Descripción del proyecto (incluir: Plazo de ejecución, monto total del proyecto, etc.)
  - Objetivos
  - Incluir renders del proyecto
- b.2 Memoria de cálculo de áreas de afectaciones, si aplica
- b.3 diseños de las diferentes obras

- b.4 Estimaciones de Costos (Construcción), con las cantidades de obra, incluyendo cálculo y fórmula de escalamiento de costos, fichas de precios unitarios y memoria de cálculo

Se debe presentar el presupuesto por componentes y actividades, en relación directa con los cómputos métricos. Se incluirán listados de insumos de materiales importados y nacionales (si aplican), presupuesto de mano de obra calificada y no calificada, de los equipos requeridos, etc.

Se deberá tomar en cuenta los costos adicionales debido a las medidas ambientales (medidas de mitigación).

Se presentará el presupuesto consolidado de todas las obras a ser construidas, en un cuadro conteniendo la siguiente información:

**Tabla 6. Modelo presupuesto**

Nº de componente	Descripción	Unidad de medida	Cantidad de obra	Precio unitario	total
1					
1.1					
1.1.1					
...					
...					
...					
TOTAL					

- b.5 Programa de obras en Gantt en Project con holguras, hitos, ruta crítica, etc.
- b.6 Especificaciones Técnicas que contengan todas las actividades incluidas en el presupuesto y que los nombres establecidos en el presupuesto sean los mismos en las especificaciones. Se debe tomar en cuenta las Instalaciones Provisionales (Oficina y Bodega) tanto el contratista como la supervisión. También se debe incluir las medidas Ambientales, un plan de medidas de mitigación, Seguridad e Higiene. No incluir el reconocimiento de pago de materiales almacenados, solo en casos excepcionales discutidos con los representantes del Contratante. Se debe incluir la especificación por obras no previstas (administración delegada)
- b.7 Conclusiones y recomendaciones
- b.8 Fotos del área donde se desarrollará el proyecto
- b.9 Anexos (Pruebas de suelo, sondeos, etc.)

- b.10 Planos completos, un juego en tamaño 60x90 cm y en tamaño tabloide (11" x 17") un original y tres copias, más la copia digital de los mismos en AutoCAD y en PDF, que contenga al menos lo siguiente:
- Índice
  - Plano de Ubicación
  - Levantamiento topográfico geo referenciados y con amarres que se ubiquen fácilmente en el sitio
  - Plano Planta General de lo existente
  - Plano en planta de uso de suelos.
  - Plano que contenga cantidades de obra del proyecto
  - Planta General del proyecto
  - Plano de áreas de afectaciones si las hay
  - Planos constructivos
  - Planta y perfil o según aplique a cada diseño
  - Secciones transversales, que indique terreno natural y a construir
  - Cortes, secciones típicas y detalles donde aplique
  - Plano de los sistemas requeridos
  - Plano de reubicaciones (si las hubiere)
  - Planos de iluminación y diseño eléctrico del proyecto con sus detalles.
  - Planos en planta-perfil de sistemas sanitarios y pluviales existentes (si los hubiere)
  - Planos de detalles sanitarios y otros detalles si aplica
  - Planos de paisajismo.
  - Planos arquitectónicos.
  - Plano de medidas seguridad para efectos constructivos
  - Y cualquier plano que fuere necesario para la correcta ejecución de las actividades.

## **X. CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS**

Consistirá en la ejecución de las obras producto del diseño final revisado por la supervisión contratada para el proyecto. Dichas obras deberán ejecutarse siguiendo la normativa establecida por la AMDC y demás aplicables nacionales e internacionales.

**Una vez que la supervisión revise el diseño y se realicen los ajustes al mismo por parte del oferente a quien se le adjudique el contrato, el mismo seguirá siendo responsabilidad del contratista que ejecutará las obras.**

**El proyecto deberá construirse siguiendo los lineamientos definidos en el diseño final aprobado en cuanto a las dimensiones y características de las estructuras propuestas, la concepción general del proyecto, el desvío de las aguas durante la construcción, las obras de alivio y mitigación propuesta, las obras de toma, las**

obras de descarga, los equipamientos y sistemas mecánicos, las obras accesorias, las obras de infraestructura y demás suministros, las obras para el tratamiento de las aguas, el cronograma de construcción, la planificación constructiva, el presupuesto de ejecución revisado y aprobado, las especificaciones técnicas, etc., y toda la documentación necesaria.

## XI. PLAZO

**El plazo de la ejecución del proyecto será de doscientos cuarenta (240) días calendario, previo a la orden de inicio del oferente a quien se adjudique el proyecto, la supervisión contratada por la AMDC tendrá hasta sesenta (60) días calendario para revisión del diseño con el que se ejecutara finalmente la obra.**

**El oferente tendrá ciento ochenta (180) días calendario para la elaboración del diseño que presentará al momento de su oferta.**



## XII. FORMA DE PAGO

La AMDC pagará de la siguiente manera:

Monto total del proyecto:

**TABLA 1**

OFERTA	
ACTIVIDAD	MONTO OFERTADO
DISEÑO	HASTA UN 5% DEL PRESUPUESTO OFERTADO
CONSTRUCCIÓN	PRESUPUESTO REVISADO Y APROBADO, SIN UNA VARIACION MAYOR AL 10% DEL PRESUPUESTO OFERTADO (PRESUPUESTO AL MOMENTO DE PRESENTAR SU OFERTA)
MONTO TOTAL	DISEÑO + CONSTRUCCIÓN

Una vez realizada la contratación del oferente ganador con la oferta más baja se pagará el diseño y construcción de la siguiente manera:

**Etapa Diseño: esta etapa será financiada por el Contratista**

**Etapa Construcción: Financiada por el Contratista**

- **la AMDC pagará el valor de la construcción una vez que el proyecto esté en funcionamiento y contra entrega del servicio de agua al Distrito Central en base al caudal requerido. *Este valor del Diseño y Construcción será financiado por el Contratista.***

**Para el cobro por parte del Contratista, deberá realizar y presentar con su oferta un análisis financiero que incluya el costo del proyecto y el valor de la potabilización del metro cubico de agua cruda, entre otros deberá considerar lo siguiente:**

PARAMETRO	UNIDAD
Monto de la inversión	LPS
Caudal medio anual, m3/seg	m3/seg
Volumen diario agua potable, m3	m3
Volumen mensual agua potable, m3	m3
Costo de venta agua potable	LPS
Facturación mensual	LPS
Horizonte de planeación	años
Inflación anual	De acuerdo a análisis financiero
% Crecimiento de ingresos	Igual inflación
Monto del financiamiento bancario (si los hubiere)	LPS
Monto del financiamiento propio	LPS
Tasa de interés anual	%
Cuotas al Año	años
Periodo de gracia	años
Plazo	años
Costo del capital propio	LPS
Costo de producción	LPS

**De la misma manera, deberá presentar una proyección futura de la corrida financiera para el proyecto que incluya los ingresos y egresos del mismo y que incluya como mínimo, pero sin limitarse a ella lo contenido en el siguiente ejemplo:**

AÑO	INGRESOS			EGRESOS			ESTADO DE RESULTADOS
	DESEMBOLSOS BANCO	DESEMBOLSOS PROPIOS	MERCADO	FINANCIAMIENTO BANCARIO	FINANCIAMIENTO PROPIO	COSTO DE PRODUCCIÓN	
1							
2							
3							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

### XIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. El oferente deberá incluir al momento de su oferta el diseño solicitado de acuerdo a los parámetros incluidos en este documento.
2. **Una vez que la supervisión revise el diseño propuesto por el contratista ganador de la licitación con el precio más bajo (habiendo realizado el contratista todos los ajustes solicitados por la supervisión), el presupuesto ofertado no podrá variar en más o menos del 10%.**

Al evaluar una Oferta, el Contratante deberá considerar, además del precio ofertado, los métodos y criterios indicados a continuación.

1.1 El contrato resultante de ésta Licitación será financiado por el contratista ganador con el precio más bajo.

1.2 Para efectuar la determinación sobre la nacionalidad de las firmas e individuos elegibles para participar en contratos financiados exclusiva y totalmente con recursos nacionales, se utilizarán los siguientes criterios:

- (a) Un individuo tiene la nacionalidad hondureña si él o ella es ciudadano hondureño.
- (b) Una firma tiene la nacionalidad hondureña si está legalmente constituida y registrada como persona jurídica en Honduras conforme a las leyes hondureñas.
- (c) En un Consorcio, todos los integrantes deben cumplir con los requisitos arriba establecidos.

1.3 El Contratante realizará el Examen Preliminar de las Ofertas para verificar el cumplimiento de las formalidades y requisitos estipulados en los Documentos de Licitación:

Ítem	Criterios de evaluación	Es Subsanable		Cumple/ No cumple
		Sí	No	
1	El oferente se encuentra inscrito en el Registro de		X	Si / No

	participantes.			
2	Número de copias de la oferta: 1 copia en físico y en CD	X		Si / No
3	Idioma de la oferta solicitado: español	X		Si / No
4	Formulario de la Oferta, firmado y sellado por representante legal de la empresa, conforme a la Sección IV. "Formularios de la Oferta".		X	Si / No
5	Formulario de información sobre la calificación, conforme a la Sección IV. "Formularios de la Oferta".	X		Si / No
6	Garantía de Mantenimiento de Oferta en la forma, plazo de validez y valor correcto, conforme el formulario de Sección IV. "Formularios de la Oferta".		X	Si / No
	6.1 Emitida por un banco o una aseguradora que opere en Honduras, autorizada por la Comisión Nacional de Bancos y Seguros.		X	Si / No
	6.2 Beneficiario: Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC).		X	Si / No
	6.3 Plazo de validez correcto (válida por un período que expire treinta (30) días después de la fecha límite de la validez de las ofertas)		X	Si / No
	6.4 Valor correcto (equivalente al menos al 2% de monto de la oferta)		X	Si / No
7	<b>Documentos conforme a la IAO 13.1 (f) de las DDL:</b>			
	7.1 Documentos Personales del Representante Legal (Tarjeta de Identidad y RTN numérico).	X		Si / No

	7.2 Poder del Representante Legal inscrito en el Registro Mercantil	X		Si / No
	7.3 Declaración Jurada sobre Prohibiciones e Inhabilidades artículo 15 y 16 de la LCE, conforme a la Sección IV. "Formularios de la oferta".	X		Si / No
	7.4 Cronograma de Trabajo. (Cronograma de Trabajo en Project con indicación de la duración, fecha de inicio y fin de cada actividad, predecesoras, recursos y diagrama de Gantt y ruta crítica. Para tal efecto se deberá asumir una fecha de inicio del proyecto)	X		Si / No
	7.5 Listado de maquinaria que será asignada al proyecto.	X		Si / No
	7.6 Documentación que acredite la propiedad o arrendamiento de todo equipo ofertado, de acuerdo a lo indicado en IAO 30.1. "Criterios de Evaluación", numeral 2. Subcriterios de Evaluación, inciso 2.3	X		Si / No
	7.7 Listado de personal clave a ser asignado para cubrir cada una de las partes del trabajo (indicando nombre y cargo).	X		Si / No
	7.8 Currículo Vitae del Ingeniero Residente, acompañado de copia del Título universitario.	X		Si / No
	7.9 Currículo Vitae del Ingeniero para Seguridad ocupacional, acompañado de copia del título universitario.	X		Si / No
	7.10 Listado de proyectos que ejecuta actualmente el Oferente con nombre del proyecto, contratante, porcentaje de avance físico y financiero, monto y fecha probable de	X		Si / No

finalización.			
7.11 Formulario de Lista de Cantidades completo, firmado y sellado por el representante legal de la empresa, de acuerdo a las instrucciones y formulario indicado en la Sección X. "Lista de Cantidades". La omisión de una o varias actividades e inclusive su plazo de ejecución será motivo de inadmisibilidad de la oferta.		X	Si / No
7.12 Fichas de Precios Unitarios completas, firmadas y selladas por el representante legal de la empresa.	X		Si / No
7.13 El oferente deberá demostrar y certificar que dispone de un capital para el proyecto o líneas de crédito, por un valor no menor a L. 120,000,000.00 El financiamiento deberá estar disponible para la ejecución del proyecto objeto de la presente licitación.	X		Si / No
<b>7.14 obras de almacenamiento de agua y obras de represamientos para energía eléctrica con un monto igual o mayor a Ips. 100,000, 000.00. que pueden incluir tuberías de líneas de conducción, redes de distribución y sistemas de bombeo.</b>		X	Si / No
Pasa a la siguiente etapa de evaluación (Subcriterios de evaluación):			

#### Evaluación financiera del oferente

Al evaluar el costo de una oferta, el Contratante deberá considerar, además del precio cotizado, de conformidad con la Cláusula 14.6 de las IAO, uno o más de los siguientes factores estipulados en la Subcláusula 36.3(d) de las IAO y en los **DDL**, aplicando los métodos y criterios indicados a continuación.

Tema	Criterio	Cumple
<p>Capacidad financiera: se evaluará la capacidad financiera de las empresas ofertantes, mismas que deberán de cumplir con los requisitos aquí mencionados, para garantizar la disponibilidad del equipo durante la vigencia del contrato</p>	<p><b>Razón circulante:</b> activo circulante / pasivo circulante <math>\geq</math> promedio de 1.2 veces</p> <p>Calculada de la siguiente forma: <math>\sum</math> (activo circulante año 2018 + activo circulante año 2019 + activo circulante año 2020) / <math>\sum</math> (pasivo circulante año 2018 + pasivo circulante año 2019 + activo circulante año 2020) <math>\geq</math> 1.2</p> <p>La información para el cálculo de esta razón financiera se tomará del balance general de los años 2018, 2019 y 2020 presentados por el oferente.</p>	Si/No
	<p>Razón de endeudamiento: total pasivo / total activo <math>\leq</math> 85% en promedio de los últimos tres años.</p> <p>Calculado:</p> <p><math>\sum</math> (total pasivo año 2018 + total pasivo año 2019 + total pasivo año 2020) / <math>\sum</math> (total activo año 2018 + total activo año 2019 + total activo año 2020) <math>\leq</math> <u>85%</u>.</p> <p>La información para el cálculo de esta razón financiera se tomará del estado de resultado de los años 2018, 2019 y 2020 presentados por el oferente.</p>	Si/No
	<p>Posee línea(s) de crédito bancarias iguales o mayores a lps. 120,000,000.00. Esta se verificará con la(s) constancia(s) vigentes(s) de línea(s) de</p>	Si/No

Tema	Criterio	Cumple
	crédito bancarias presentadas por el oferente.	
	<p>Promedio en cuenta de bancos en los últimos seis meses. Se verificará en la(s) Constancia(s) bancaria(s) que presente el oferente, donde demuestre un promedio en cuenta bancaria igual o mayor a 10,000,000.00 lempiras.</p>	Si/No
<p>Disponibilidad de Recursos: la empresa proponente deberá presentar un listado con los recursos que utilizará para llevar a cabo el suministro de alquiler de equipo.</p>	<p>Recursos que debe poner a disposición el oferente según especificaciones técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuatro (4) Excavadoras de 120 HP <b>(Propias o Alquiladas)</b></li> <li>2. Seis (6) volquetas de 12 m3 <b>(Propias o Alquiladas)</b></li> <li>3. Dos (2) Compactadoras de Rodillo de 12 toneladas <b>(Propias o Alquiladas)</b></li> <li>4. Dos (2) Motoniveladoras <b>(Propias o Alquiladas)</b></li> <li>5. Dos (2) Cisterna de 3000 galones <b>(Propias ó Alquiladas)</b></li> <li>6. Dos (2) Retroexcavadoras de llanta <b>(Propias ó Alquiladas)</b></li> <li>7. Siete (7) Cargadoras de llanta</li> </ol> <p>Estas se verificarán en campo por la dirección de control y seguimiento.</p> <p>Al momento de presentar la oferta, el licitante deberá presentar la constancia de propiedad o alquiler del equipo presentado, certificando la disponibilidad del mismo para la presente contratación.</p>	Si/No
<b>Cumple con esta etapa para pasar a la siguiente:</b>		<b>Si / no</b>

**Nota: Todas las copias deberán ser autenticadas ante notario.**



#### XIV. SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Criterios de evaluación para el Diseño a presentar por el contratista:

##### Productos a entregar

El oferente deberá presentar los siguientes productos, con los siguientes contenidos mínimos:

##### Productos Esperados

Descripción	Productos a Presentar
<p>DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REPRESA EN LA CUENCA DEL RIO DEL HOMBRE, INCLUYE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LINEA DE CONDUCCION</li> <li>- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</li> </ul>	<p><b>Diseño incluyendo:</b> presupuesto, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución de actividades, planos y demás necesarios para que la supervisión contratada para el Proyecto pueda revisar y validar la información proporcionada.</p>

- Criterios de Evaluación para la Empresa Contratista encargada de la Ejecución del Proyecto:

2.1 El Oferente, además de estar precalificado, deberá cumplir con todos los siguientes Subcriterios de capacidad:

Ítem	Criterio de calificación	Requerimiento Mínimo	Cumple	No Cumple
A.	<b>Superintendente</b>			
	Educación: Ingeniero Civil	Obligatorio		

Ítem	Criterio de calificación	Requerimiento Mínimo	Cumple	No Cumple
	Experiencia profesional del Ingeniero Superintendente, a partir de la obtención del título universitario como Ingeniero Civil.	20 años		
	Experiencia como Ingeniero Superintendente en <b>proyectos similares de acuerdo a la tabla 2.</b>	4 proyectos		
	<b>Ingeniero Residente</b>			
	Educación: Ingeniero Civil	Obligatorio		
B.	Experiencia profesional del Ingeniero Residente, a partir de la obtención del título universitario como Ingeniero Civil.	10 años		
	Experiencia como Ingeniero Residente en <b>proyectos similares de acuerdo a la tabla 2</b>	3 proyectos		
	<b>Ingeniero de Seguridad Ocupacional / Bioseguridad</b>			
C.	Educación: Ingeniero Civil, Ingeniero en Carreteras, Ingeniero Civil con especialidad en seguridad ocupacional	Obligatorio		

Ítem	Criterio de calificación	Requerimiento Mínimo	Cumple	No Cumple
	Experiencia profesional del Ingeniero de Seguridad Ocupacional a partir de la obtención del título universitario.	5 años		
	Experiencia del Ingeniero de Seguridad ocupacional en <b>proyectos similares de acuerdo a la tabla 2</b>	2 proyectos		
D.	Presenta todo el equipo mínimo disponible para la ejecución del Proyecto (acreditando documentación de la propiedad o arrendamiento del equipo)	Según detalle de la "Tabla de equipo mínimo"		
E.	Cronograma de Trabajo en Project con indicación de la duración, fecha de inicio y fin de cada actividad, predecesoras, recursos y diagrama de Gantt y ruta crítica. Para tal efecto se deberá asumir una fecha de inicio del proyecto.	En formato Gantt		
<b>Pasa a la Evaluación Económica:</b>				

**Tabla 2**

<b>Proyectos similares</b>	<b>obras de almacenamiento de agua y obras de represamientos para energía eléctrica con un monto igual o mayor a lps. 100,000,000.00. que pueden incluir tuberías de líneas de conducción, redes de distribución y sistemas de bombeo.</b>
----------------------------	--

**Nota: para cada obra de almacenamiento se deberá presentar la tecnología utilizada**

**Tabla de equipo mínimo**

La Lista de Equipo Mínimo disponible para la ejecución del proyecto deberá incluir el siguiente equipamiento:

No.	Descripción del equipo	Cantidad Mínima	Cumple	
			Si	No
1	Excavadoras de 120 HP	4		
2	volquetas de 12 m3	6		
3	Compactadora de Rodillo de 12 toneladas	2		
4	Motoniveladora	2		
5	Cisterna de 3000 galones	2		
6	Retroexcavadora de llanta	2		
7	Cargadora de llanta	2		

2.2 El Oferente deberá cumplir con la totalidad del listado del equipo mínimo, la omisión o no presentación de algún equipo será motivo de inadmisibilidad de su oferta, sin embargo, podrá subsanar la no presentación de documentación que acrediten la propiedad o arrendamiento de algún equipo ofertado, de acuerdo a la modalidad de subsanación establecida en los Documentos de Licitación.

2.3 El Oferente deberá acreditar la propiedad del equipo a utilizar en el proyecto o contar con constancias (originales) de empresas que arrendan equipos de construcción, donde se comprometan en alquilar el equipo para la ejecución de la obra durante el tiempo necesario hasta la finalización del mismo. Las copias de los documentos deberán estar debidamente autenticadas por notario.

2.4 El oferente deberá cumplir con los criterios y Subcriterios establecidos en este documento y de conformidad en lo establecido en el Art. No. 131 RLCE. Caso contrario su oferta será inadmisibile y no se tendrá en cuenta en la evaluación final.

### **3. CRITERIOS ADICIONALES DE EVALUACIÓN DE LA OFERTA ECONÓMICA**

3.1 La Comisión Evaluadora realizará las evaluaciones de todas las Ofertas que se reciban, verificando que hayan cumplido con todos los requisitos establecidos en los Documentos de Licitación.

3.2 Es claramente entendido y aceptado que los oferentes, al participar en el presente proceso de licitación, aceptan sin protesta alguna las disposiciones antes señaladas en cuanto a la forma de adjudicación de los contratos, así a lo que establece el artículo 147 de la Ley de Contratación del Estado sin que ello constituya ninguna base de reclamo o protesta, presente o futura, para este proceso o en la posterior ejecución de las obras. La AMDC se reserva el derecho de rechazar una, varias o todas las ofertas presentadas, si a su juicio las mismas resultan desbalanceadas, desmesuradas o fuera del monto razonable conforme lo presupuestado o lo disponible.