



# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

**Elaborado por:**

**Pedro Enrique Rivero Gauto**

**Elvio Ramón Godoy Rodríguez**

**Tutor:**

**Ing. Juan José María Messuti Fiorio**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Coronel Oviedo - Paraguay Año 2021**

**PAGINA DE APROBACION**

**MESA EXAMINADORA DE SUSTENTACION DE TESIS DE GRADO**

**Carrera de Ingeniería Civil**

**PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY**

**Calificación obtenida:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Presidente

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Acta N°: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Dedicado a:

A Dios por haberme guiado para sobrellevar los desafíos como estudiante con mucha fe y humildad.

A nuestros padres, por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación, por apoyarnos en todo momento y por la confianza depositada en nosotros a lo largo de estos años.

A nuestros hermanos, amigos, y familia en general por habernos motivado a la realización de este trabajo y ser apoyo en cualquier situación que se presente.

A nuestro tutor, el Ing. Juan José María Messuti Fiorio por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a nuestras sugerencias e ideas, por habernos acompañado en todo momento.

A las autoridades, docentes y funcionarios de la Facultad de Ciencias y Tecnologías, por la predisposición desde el momento en que se empezó a desarrollar este trabajo.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****RESUMEN**

El presente trabajo tiene como ubicación la Compañía de Aguapety, correspondiente al distrito de coronel Oviedo en el departamento de Caaguazú, es una comunidad con urbanización avanzada y un deficiente abasteciendo de agua potable.

Como la ruta internacional numero 8 Blas Garay atraviesa por la Compañía lo pone con gran ubicación estratégica y fácil acceso, pero mencionando lo anterior también cabe destacar que existen cañerías de abastecimiento de agua que corresponden a la red de conducción de la ESSAP que abastecen al distrito de Coronel Oviedo.

Dichas cañerías atraviesan la Compañía de Aguapety pero ningún poblador de la zona acceso a utilizar el agua potable para su uso cotidiano, agua que con calidad garantizada proviene de la planta de tratamiento y pasa por estrictos controles de calidad.

En este proyecto se propone realizar una derivación de dicha cañería de conducción y dirigirlo a tanques de almacenamiento para su posterior distribución, atendiendo todas las necesidades de la población a servir y garantizando un abastecimiento continuo con la calidad que cada poblador de la república del Paraguay merece.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

**PALABRAS CLAVE:**

- Ampliación
- Red
- Agua potable
- Aguapety

**PROPOSAL TO EXPAND THE ESSAP DRINKING WATER SUPPLY NETWORK FOR THE AGUAPETY COMPANY**

**ABSTRACT:**

The present work is located at the Aguapety Company, corresponding to the district of Colonel Oviedo in the department of Caaguazú, it is a community with advanced urbanization and a deficient supply of drinking water.

As the international route number 8 Blas Garay passes through the company, it is in a great strategic location and easy access, but mentioning the above, it should also be noted that there are water supply pipes that correspond to the ESSAP conduction network that supply the district. by Colonel Oviedo.

These pipes run through the Aguapety Company, but no resident of the area has access to using drinking water for their daily use, water that with guaranteed quality comes from the treatment plant and undergoes strict quality controls.

In this project, it is proposed to make a derivation to said conduction pipe and direct it to storage tanks for its subsequent distribution, attending to all the needs of the population to be served and guaranteeing a continuous supply with the quality that each inhabitant of the Republic of Paraguay deserves.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

**KEYWORDS:**

- Extension
- Net
- Drinking water
- Aguapety

**INDICE**

**Contenido**

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPITULO I .....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>ASPECTOS GENERALES .....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>1.1 INTRODUCCION .....</b>                              | <b>10</b> |
| <b>1.2 OBJETIVOS .....</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>1.2.1 OBJETIVOS GENERALES .....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>                | <b>12</b> |
| <b>1.4 JUSTIFICACION .....</b>                             | <b>14</b> |
| <b>1.5 Beneficiarios .....</b>                             | <b>15</b> |
| <b>CAPITULO 2 .....</b>                                    | <b>16</b> |
| <b>MARCO TEORICO .....</b>                                 | <b>16</b> |
| <b>2 POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA .....</b>       | <b>16</b> |
| <b>2.1 PERIODO DE DISEÑO .....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>2.1.1 DETERMINACION DEL PERIODO DE DISEÑO .....</b>     | <b>16</b> |
| <b>2.2 METODOS DE CALCULO DE LA POBLACION FUTURA .....</b> | <b>17</b> |
| <b>2.3 DOTACION Y CONSUMO .....</b>                        | <b>19</b> |
| <b>2.3.1 DOTACION DE AGUA .....</b>                        | <b>19</b> |
| <b>2.3.2 VARIACIONES DE CONSUMO .....</b>                  | <b>20</b> |
| <b>2.3.3 Consumo promedio Anual .....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>2.3.4 CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd) .....</b>             | <b>21</b> |
| <b>2.3.5 CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh) .....</b>            | <b>21</b> |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.4 FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACION</b>                                | <b>22</b> |
| <b>2.4.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO</b>                                          | <b>22</b> |
| <b>2.4.2 TIPOS DE FUENTES DE AGUA</b>                                           | <b>22</b> |
| <b>2.5 LINEA DE CONDUCCION</b>                                                  | <b>22</b> |
| <b>2.5.1 LINEAS DE CONDUCCION</b>                                               | <b>22</b> |
| <b>2.5.2 CRITERIOS DE DISEÑO</b>                                                | <b>22</b> |
| <b>2.6 RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO</b>                                         | <b>23</b> |
| <b>2.6.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL RESERVORIO</b>                             | <b>23</b> |
| <b>2.6.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>2.7 RED DE DISTRIBUCION</b>                                                  | <b>25</b> |
| <b>2.7.1 TIPOS DE REDES</b>                                                     | <b>25</b> |
| <b>2.8 SOFTWARE PARA LA MODELACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b> | <b>25</b> |
| <b>2.8.1 WATERCAD V8I</b>                                                       | <b>26</b> |
| <b>2.9 LINEA DE ADUCCION</b>                                                    | <b>26</b> |
| <b>CAPITULO 3</b>                                                               | <b>27</b> |
| <b>INGENIERIA DEL PROYECTO</b>                                                  | <b>27</b> |
| <b>3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO</b>                                   | <b>27</b> |
| <b>3.1.1 Ubicación Política</b>                                                 | <b>27</b> |
| <b>3.1.2 Ubicación Geográfica</b>                                               | <b>27</b> |
| <b>3.2 ASPECTOS FISICOS DE LA ZONA</b>                                          | <b>31</b> |
| <b>3.2.1 Clima</b>                                                              | <b>31</b> |
| <b>3.2.2 Suelo, Geomorfología y Geología</b>                                    | <b>32</b> |
| <b>3.2.3 Orografía</b>                                                          | <b>33</b> |
| <b>3.2.4 Hidrografía</b>                                                        | <b>33</b> |
| <b>3.2.5 Medio socioeconómico – cultural</b>                                    | <b>33</b> |
| <b>3.2.6 Educación</b>                                                          | <b>34</b> |
| <b>3.2.7 Salud</b>                                                              | <b>34</b> |
| <b>3.2.8 Economía</b>                                                           | <b>35</b> |
| <b>3.3 ESTUDIOS DE INGENIERIA</b>                                               | <b>35</b> |
| <b>3.3.1 Estudio topográfico</b>                                                | <b>35</b> |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|                               |                                                                  |           |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.4</b>                    | <b>Periodo de diseño y cálculo de población .....</b>            | <b>49</b> |
| <b>3.4.1</b>                  | <b>GENERALIDADES .....</b>                                       | <b>49</b> |
| <b>3.4.2</b>                  | <b>PERIODO DE DISEÑO .....</b>                                   | <b>49</b> |
| <b>3.4.2</b>                  | <b>Fuentes de abastecimiento.....</b>                            | <b>52</b> |
| <b>3.4.4</b>                  | <b>Parámetros de diseño .....</b>                                | <b>52</b> |
| <b>3.4.5</b>                  | <b>Periodo de diseño .....</b>                                   | <b>54</b> |
| <b>3.4.6</b>                  | <b>Cálculo de población futura .....</b>                         | <b>54</b> |
| <b>3.5</b>                    | <b>Dotación .....</b>                                            | <b>61</b> |
| <b>3.5.1</b>                  | <b>Generalidades .....</b>                                       | <b>61</b> |
| <b>3.5.2</b>                  | <b>Demanda de Agua.....</b>                                      | <b>61</b> |
| <b>3.5.3</b>                  | <b>Análisis para la dotación de agua.....</b>                    | <b>62</b> |
| <b>3.5.4</b>                  | <b>Variaciones de consumo .....</b>                              | <b>62</b> |
| <b>3.4.5</b>                  | <b>DERMINACION DEL GASTO DE DISEÑO .....</b>                     | <b>63</b> |
| <b>3.5</b>                    | <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....</b>        | <b>64</b> |
| <b>3.6.1</b>                  | <b>Línea de conducción .....</b>                                 | <b>64</b> |
| <b>3.6.2</b>                  | <b>Reservorio de Almacenamiento .....</b>                        | <b>64</b> |
| <b>3.6.3</b>                  | <b>Parámetros para el diseño estructural del reservorio.....</b> | <b>67</b> |
| <b>3.6.4</b>                  | <b>Cálculo estructural del reservorio .....</b>                  | <b>69</b> |
| <b>3.7</b>                    | <b>Red de distribución.....</b>                                  | <b>71</b> |
| <b>3.7.1</b>                  | <b>Consideraciones básicas de diseño. ....</b>                   | <b>72</b> |
| <b>3.7.2</b>                  | <b>Consideraciones Básicas: .....</b>                            | <b>72</b> |
| <b>3.7.3</b>                  | <b>Tipos de redes.....</b>                                       | <b>73</b> |
| <b>3.8</b>                    | <b>Cálculo de la red de distribución .....</b>                   | <b>76</b> |
| <b>3.8.1</b>                  | <b>Calculo Mediante WaterCAD .....</b>                           | <b>76</b> |
| <b>CAPITULO 4</b>             | <b>.....</b>                                                     | <b>80</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> | <b>.....</b>                                                     | <b>80</b> |
| <b>4.1</b>                    | <b>Resultados.....</b>                                           | <b>80</b> |
| <b>4.2</b>                    | <b>Análisis de costo aproximado de obra .....</b>                | <b>81</b> |
| <b>CAPITULO 5</b>             | <b>.....</b>                                                     | <b>82</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES</b>        | <b>.....</b>                                                     | <b>82</b> |
| <b>CAPITULO 6</b>             | <b>.....</b>                                                     | <b>83</b> |



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| <b>6. RECOMENDACIONES</b>                       | 83  |
| <b>CAPITULO 7</b>                               | 84  |
| <b>7. BIBLIOGRAFIA</b>                          | 84  |
| <b>CAPITULO 8</b>                               | 87  |
| <b>8. ANEXOS</b>                                | 87  |
| <b>8.1 Resultados de Calculo con CypeCAD</b>    | 87  |
| <b>8.1.1 Listado de Obra Tanque de 91 m3</b>    | 87  |
| <b>8.1.2 Listado de Obra Tanque de 169m3</b>    | 96  |
| <b>8.2 Planos Arquitectónicos y Estructural</b> | 101 |
| <b>8.2.1 Planos Arquitectónicos</b>             | 101 |
| <b>8.2.2 Plano Estructural</b>                  | 110 |
| <b>8.3 Capacidad de Motobomba</b>               | 123 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****CAPITULO I****ASPECTOS GENERALES****1.1 INTRODUCCION**

En la presente investigación se realizará una evaluación, se propondrá y diseñará un sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía de Aguapety, sabiendo que actualmente no cuenta con un sistema de abastecimiento continuo y sustentable. Para ser eficiente en estos sistemas lo ideal sería capacitar a la comunidad acerca de los sistemas de abastecimientos.

En este sentido, la investigación trata de aportar a la comunidad y a la sociedad de Coronel Oviedo en general, brindando un servicio básico a la comunidad en estudio permitiendo de esta forma un gran avance en el desarrollo.

Como sabemos la Compañía de Aguapety está ubicada a aproximadamente 12 km de la terminal internacional y es una zona de bastante desarrollo actualmente, en miras a un avance y urbanización futuras lo ideal sería proyectar obras de gran envergadura como la de este proyecto, de tal manera a prever una decadencia de la falta de agua, la cual con el cambio climático y el actual calentamiento

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

global nos dicen indirectamente que debemos de prepararnos y prever proyectos destinados al bienestar de la población paraguaya.

Con los estudios realizados a la zona se procedió a un procesamiento de datos y varias opciones de diseño, de los cuales se seleccionó el más óptimo para la zona, con esto se realizaron varios cálculos para concluir con la opción más viable.

Con este proyecto queda abierta una gran cantidad de puertas que se podrían utilizar para contribuir al bien estar de la comunidad, como son los sistemas de alcantarillado sanitario, zonificación urbana, asfaltado, etc.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 OBJETIVOS GENERALES**

Elaborar una propuesta de diseño para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía de Aguapety.

#### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar las condiciones socio demográficas de la Compañía de Aguapety.
- Identificar las alternativas existentes en cuanto a diseños de abastecimiento de agua potable en nuestro medio.
- Realizar estudios topográficos para determinar los desniveles de la Compañía Aguapety.
- Proponer un reservorio de almacenamiento incluyendo diseño.
- Proponer una línea de conducción optima incluyendo su diseño.
- Realizar cálculos para diseñar la red de agua potable con el uso del programa Watercad.
- Proponer un proyecto adecuado para el abastecimiento de agua potable en la Compañía de Aguapety.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El desarrollo de los pueblos y el crecimiento poblacional de las ciudades del interior del país, hacen necesario replantear la capacidad de prestación de los servicios públicos a la población.

La mayoría de las capitales departamentales proyectaron sus sistemas de suministro de agua potable para un uso estimado de 20 a 25 años, tomando como base las tasas de crecimiento poblacional de la década de los ochenta, sin considerar aspectos como la migración rural, la expansión del comercio y los servicios, la contaminación del ambiente y la abundancia de agua que había anteriormente, así como el deterioro del mismo sistema de distribución ya sea por corrosión o roturas, ocasionando que nuevos barrios no reciban el caudal adecuado del vital líquido, indispensable para la vida humana.

Como zona de influencia del Proyecto, hemos escogido la Compañía Aguapety de Coronel Oviedo, la cual no dispone de acceso al sistema de distribución de agua potable, razón por la cual los habitantes de la misma deben ingeniarse para conseguir el vital líquido por sus propios medios.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Aquellos habitantes que disponen de ciertos recursos económicos cuentan con pozos y bombas de agua conectados a un tanque elevado, utilizando el agua sin ningún tratamiento previo con el consiguiente riesgo de contraer varios tipos de enfermedades de tipo intestinal.

Por otra parte, se encuentran aquellas personas que no pueden costear la instalación de una bomba de agua y por ello deben utilizar el pozo tradicional también conocido como aljibe, el cual es una excavación de tipo vertical hasta llegar a la napa freática más cercana.

La mayoría de esos pozos corren el riesgo de sufrir desmoronamientos poniendo en peligro la vida humana, debido a lo precario de sus construcciones.

Es importante destacar que no muy lejos de la Compañía Aguapety, sobre el Río Tebicuarymi, se encuentra el sistema de tratamiento y distribución de agua, perteneciente a la ESSAP, la cual es la encargada de la distribución de agua potable y alcantarillado para la zona urbana de la Ciudad de Coronel Oviedo y otras localidades Yataity, Mbokajaty y Villarrica.

Si bien las cañerías principales que se dirigen a la Zona Urbana de Coronel Oviedo, atraviesan la Compañía Aguapety, la misma no es beneficiaria de la distribución.

Lo expuesto nos conduce a la pregunta principal del proyecto, ¿Cuál es el diseño que requiere el sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía Aguapety ?

La realización del presente trabajo permitirá elaborar una propuesta de diseño para la ampliación del sistema de distribución de agua potable de la ESSAP

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

para que la Compañía Aguapety de Coronel Oviedo pueda acceder a dicho servicio.

#### **1.4 JUSTIFICACION**

El agua es un compuesto con características únicas, de gran significado para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan nuestro medio natural. Por lo que es fundamental su cuidado y buen aprovechamiento.

Con lo anteriormente descripto nos damos cuenta que la necesidad del agua es mucho más compleja de lo que imaginamos y si nos ponemos en lugar de las personas que no tienen el agua necesaria para satisfacer sus mínimas necesidades o que el agua que tengan no sea potable podemos entender lo necesario de realizar este proyecto, para buscar un desarrollo y satisfacer una necesidad de los residentes en la Compañía de Aguapety.

Prácticamente el agua ya está disponible, pero requiere de este proyecto para realizar una distribución adecuada a las condiciones de la zona y para la población de la zona.

Esta investigación es conveniente por el hecho de dar un gran avance en ámbito de infraestructura a la mencionada localidad, permitiendo un gran

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

desarrollo a la zona. Además, se logrará dar a conocer varios aspectos relacionados a la zona y la situación actual y futura de la población. Por ende, dará un gran paso hacia nuevas alternativas aportando un amplio estudio poblacional hecho por primera vez, su economía, tipos de recursos con que cuenta y debilidades que afronta.

Este proyecto además del desarrollo traerá mucha mano de obra para la gente que reside en la Compañía de Aguapety, ya sea en la ejecución del proyecto mismo y también después de la culminación, pues los sistemas de abastecimiento de agua siempre requieren de mantenimientos y se proyectan para ampliaciones futuras.

**1.5 Beneficiarios**

La Compañía de Aguapety presenta un gran desarrollo en su infraestructura y crecimiento poblacional, con lo que este proyecto beneficiara a toda esta comunidad sub-urbana de Aguapety y aportara a un gran desarrollo, de esta misma forma dejara la gran posibilidad a ampliaciones futuras para zonas aledañas.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **2 POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA**

Un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras presentando características diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón de la función que cumplen dentro de un sistema.

##### **2.1 PERIODO DE DISEÑO**

###### **2.1.1 DETERMINACION DEL PERIODO DE DISEÑO**

Considerando los factores anteriormente descritos se hará un análisis de la vida útil de las estructuras e instalaciones que se tiene previsto proyectar en los proyectos, y además viendo la realidad de las zonas de estudio se deben determinar para cada componente su periodo de diseño; esto se puede realizar en cuadros considerando el componente y su valor adoptado, para



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

luego determinar el promedio de la vida útil adoptando así un periodo de diseño para el conjunto de obras.

**2.2 METODOS DE CALCULO DE LA POBLACION FUTURA****2.2.1 METODO ARITMETICO**

Este método considera el crecimiento de la población uniforme y lineal en el tiempo, el que da resultados muy bajos y se utiliza en poblaciones antiguas y muy desarrolladas que están cerca del límite de saturación.

$$P_f = P_a + rt$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento.

t = Periodo de crecimiento en años.

**2.2.2 METODO GEOMETRICO**

El presente método considera que la población crece de acuerdo a la ley de interés compuesta, se aplica para poblaciones jóvenes en pleno desarrollo viene dado por la fórmula:

$$P_f = P_a \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

t = Periodo de crecimiento en años.

**2.2.3 METODO EXPONENCIAL**

Con la aplicación de una curva de tipo exponencial, se asume una tasa de crecimiento que se aplica a la población en cada infinitésimo de tiempo. Se utiliza para todo tipo de poblaciones. La fórmula está dada de la siguiente manera:

$$P_f = P_0 * e^{i*t}$$

Donde:

Pf = Población futura.

Po = Población inicial.

i = Tasa de crecimiento instantánea.....  $i = \log(P_f/P_0)/t \log(e)$

t = Tiempo de diseño

**2.2.3 METODO DE WAPPAUS**

La población futura está dada por la siguiente fórmula:

$$P_x = P_0 \frac{(200 + r(t_x - t_0))}{(200 - r(t_x - t_0))}$$

Donde:

Px = Población futura.

Po = Población actual.

r = Factor de crecimiento.

tx = Año futuro.

to = Año actual.

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **2.2.4 METODO DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**

La OMS (Organización Mundial de la Salud) considera una fórmula de tipo geométrico, para caso de no disponerse de información censal utilizando una razón de crecimiento categorizado en base a la magnitud de la población.

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t$$

Donde:

$P_x$  = Población futura.

$P_a$  = Población actual.

$P$  = Incremento anual en %

$t$  = Tiempo en años.

Cuadro 1: Tipo de Población

| TIPO DE POBLACION | VALOR DE P % |
|-------------------|--------------|
| Ciudades Grandes  | 2,7          |
| Ciudades Pequeñas | 3,00 - 4,00  |
| Poblados y Aldeas | 2,20 - 1,00  |

Fuente: (Vierendel, 2009)

## **2.3 DOTACION Y CONSUMO**

### **2.3.1 DOTACION DE AGUA**

La dotación media diaria por habitante es la media de los consumos registrados durante un año. Para el caso de ampliación, incorporación o cambio de los componentes de un sistema, la dotación media diaria deberá ser fijada en base al análisis y resultados de los datos de producción y consumo del sistema. Dicho análisis debe considerar los efectos de consumo

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

restringido cuando la disponibilidad de agua no llegue a cubrir las demandas de la población.

Cuadro 2. Dotación de agua

| Población          | Clima          |                |
|--------------------|----------------|----------------|
|                    | Frio           | Templado       |
| 2000 - 10000 hab.  | 120 l/hab./día | 150 l/hab./día |
| 10000 - 50000 hab. | 150 l/hab./día | 200 l/hab./día |
| > 50000 hab.       | 200 l/hab./día | 250 l/hab./día |

Fuente: (Vierendel, 2009)

Cuadro 3: Dotación de agua por número de habitantes para poblaciones rurales

| Población (habitantes) | Dotación (l/hab/día) |
|------------------------|----------------------|
| Hasta 500              | 60                   |
| 500 - 1000             | 60 - 80              |
| 1000 - 2000            | 80 - 100             |

Fuente: (Agüero Pittman, 1997)

### 2.3.2 VARIACIONES DE CONSUMO

El principal objetivo de un sistema de abastecimiento de agua es de suministrar el agua en forma y con presión suficiente para satisfacer las razones sociales, económicas, sanitarias y el confort con el fin de propiciar el desarrollo. Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias, estas variaciones se expresan como consumo promedio diario anual, consumo máximo diario y consumo máximo horario.

### **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

- Máximo anual de la demanda Diaria 1.1
- Máximo anual de la demanda horaria 1.3

#### **2.3.3 Consumo promedio Anual**

El Consumo promedio diario como el promedio de los consumos diarios durante un año de registros expresado en [l/s]. El consumo promedio diario, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para una población futura expresado en litros por segundo (Lt/seg), el cual se determina con la siguiente relación.

$$Q_p = \frac{Pf * Dot}{86400}$$

Donde:

$Q_p$  = Consumo promedio diario (lts/seg)

$Pf$  = Población futura

$Dot$  = Dotación

#### **2.3.4 CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)**

Es el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los días del año.

$$Qmd = K1 * Qp$$

#### **2.3.5 CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)**

Se define como la hora de máximo consumo las 24 horas del día.

$$Qmh = K2 * Qp$$

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****2.4 FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACION****2.4.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

Las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad. Su ubicación, tipo, caudal y calidad del agua serán determinantes para la selección y diseño del tipo de sistema de abastecimiento de agua a construirse.

**2.4.2 TIPOS DE FUENTES DE AGUA**

- a) Agua de lluvia
- b) Aguas Superficiales
- c) Aguas Subterráneas

**2.5 LINEA DE CONDUCCION****2.5.1 LINEAS DE CONDUCCION**

La conducción es el componente de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad a través del cual se transportará esta desde la captación al tanque de almacenamiento, aprovechando la carga estática existente, y está compuesto de un conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte.

**2.5.2 CRITERIOS DE DISEÑO**

La línea de conducción está preparada para aprovechar al máximo los requerimientos para conducir el caudal necesario, para ello se debe seleccionar la tubería adecuada para tener las menores pérdida posibles.

Para esto se tienen en cuenta lo siguiente:

- La diferencia de cotas entre los extremos (altura estática) o

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

- Capacidad de transporte de caudal (Qmd)
- La clase de tuberías disponibles y comerciales
- El material de las tuberías según el trazo.
- Las medidas disponibles en el mercado.

**2.6 RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO**

El reservorio de almacenamiento en un sistema de almacenamiento de agua por gravedad en el medio rural tiene las siguientes funciones:

- Atender las variaciones de consumo de agua.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

**2.6.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL RESERVORIO****2.6.1.1 Volumen de regulación**

Según el reglamento nacional de edificaciones del Perú en la norma OS. 030 indica que este dato deber ser calculado en el diagrama de masas, caso contrario se considerara como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. Teniendo en cuenta esta condición, el volumen de regulación será:

$$V_R = 0.25 * Pf * Dot$$

Donde:

$V_R$  = Volumen de regulación.

$Dot$  = Dotación.

$Pf$  = Población futura.

**2.6.1.2 Volumen contra incendios**

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

En redes de distribución se asignaron gastos de incendios de 10, 16, 32 L/seg de acuerdo a la importancia y densidad de la zona a servir.

Las normas generalmente asumen un tiempo de duración del incendio entre 2 a 4 horas, con lo cual se tiene una capacidad adicional requerida.

Si las poblaciones son menores a 2000 habitantes no se tiene en cuenta la provisión de incendios.

**2.6.1.3 Volumen de reserva**

(Arrocha Ravelo, 1979), menciona que, ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantendrían una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hacen las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad a restablecer la conducción de agua hacia el reservorio de almacenamiento. En tal caso puede estimarse un periodo de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para la determinación de esa capacidad. (Vierendel, 2009), indica que, se tomarán en cuenta como volumen de reserva al volumen obtenido por el caudal promedio ( $Q_p$ ) en una ocurrencia de entre 2 a 4 horas, entonces:

$$V_{RES} = Q_p * t$$

Donde:

$Q_p$  = Caudal promedio

$t$  = Tiempo de interrupción de los servicios (2 a 4 horas)

**2.6.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO**

Para el diseño estructural de reservorios de pequeñas y medianas capacidades se recomienda a utilizar el método de Portland Cement Association (PCA), que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría



## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

de Placas y Laminas de Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí.

### **2.7 RED DE DISTRIBUCION**

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y además accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las zonas de la población beneficiaria.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más favorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

#### **2.7.1 TIPOS DE REDES**

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema de circuito abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado conocido como malla, parrilla, etc.

### **2.8 SOFTWARE PARA LA MODELACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Existen una diversidad de softwares para la modelación de redes de distribución de agua potable, entre las principales tenemos:

- ✓ Watercad
- ✓ WatercadGemes
- ✓ Pipe2000
- ✓ Gisred
- ✓ Epanet

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

✓ Redes

**2.8.1 WATERCAD V8I**

El software Watercad es propiedad y una de las más populares de la empresa de softwares bentley System, incorporated. Este software permite el análisis y la modelación hidráulica de sistemas de redes a presión. El algoritmo de cálculo en el cual se basa el software es el método del gradiente hidráulico (conocido como el método de la red simultánea) el cual permite el análisis de redes.

**2.9 LINEA DE ADUCCION**

Son conductos que tienen por finalidad abastecer de agua desde el reservorio hasta la red de distribución (redes principales o troncales).

La línea de aducción tendrá la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **CAPITULO 3**

#### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

##### **3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO**

###### **3.1.1 Ubicación Política**

El proyecto está ubicado en:

Departamento: Caaguazú

Distrito: Coronel Oviedo

Compañía: Aguapety

###### **3.1.2 Ubicación Geográfica**

Aguapety es una Compañía rural perteneciente al distrito de Coronel Oviedo, se encuentra localizada entre las coordenadas 25°56'00" latitud Sur y 56°46'00" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich con una altitud media de 174,022 msnm y una superficie total de 235 km<sup>2</sup>. Se puede observar en la figura.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Está ubicada en el lado sur del distrito de coronel Oviedo. Por la misma atraviesa la ruta nacional numero 8 Dr. Blas Garay, principal vía de comunicación terrestre con las ciudades de Yatayty, Mocayaty y Villarica.

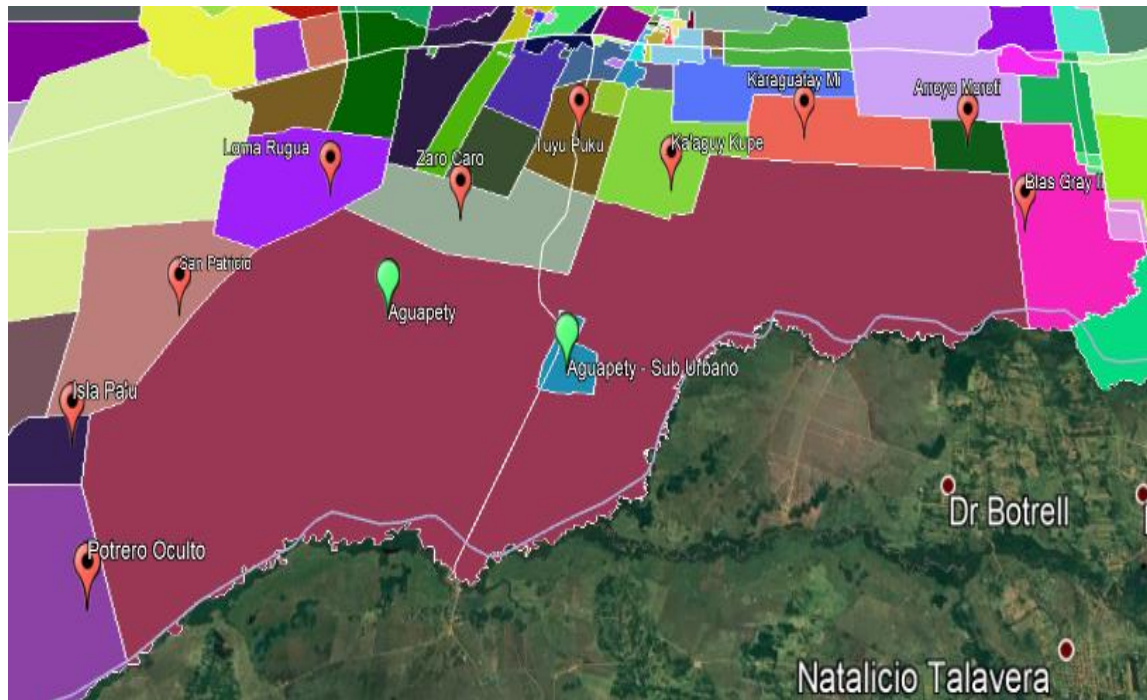


Fig. Ubicación de la Compañía Aguapety en el mapa de Coronel Oviedo

Fuente: <https://www.ine.gov.py/microdatos/cartografia-digital-2012.php>

Aguapety al norte limita con las Compañías de Loma Rugua, Zaro Caro, Tuyu Puku, Ka'aguy Kupe, Karaguatay Mi y Arroyo Moroti, al este con Blas Garay II, al sur limita con el Rio Tevikuary Mi, al oeste con Potrero Oculto, Isla Pa'u y San Patricio.

El área de estudio de este proyecto es la zona Sub – Urbana de la Compañía Aguapety que podría decirse está ubicado en el centro del mismo, esta queda ubicada a 12 km de la terminal internacional de Coronel Oviedo.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

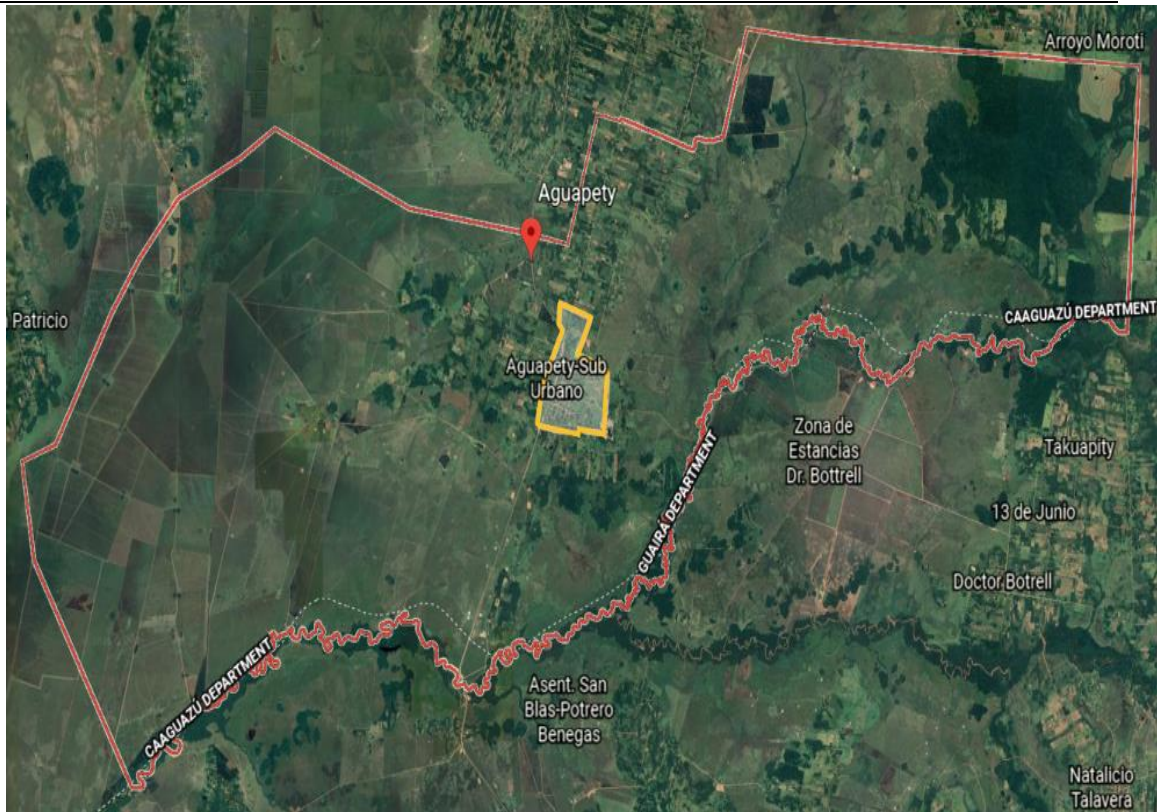


Figura. Ubicación de Aguapety – Sub Urbano en el Mapa de Aguapety

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Aguapety,+Cnel.+Oviedo/@-25.5851349,56.4534223,19023m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x945ec3f3650e8e55:0x95c1e737d1661315!8m2!3d-25.55612!4d-56.4645641>



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---



Figura. Aguapety – Sub Urbano

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Aguapety,+Cnel.+Oviedo/@-25.5773931,-56.4532464,3999m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x945ec3f3650e8e55:0x95c1e737d1661315!8m2!3d-25.55612!4d-56.4645641>

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.2 ASPECTOS FISICOS DE LA ZONA****3.2.1 Clima**

En el Distrito de Coronel Oviedo predomina el clima templado, la temperatura máxima es de 36 °C en verano y baja hasta cerca de 0 °C en invierno, por esto su clima se caracteriza como una de las zonas para la agricultura. En la Región Oriental el clima predominante es el subtropical húmedo, bordeando el tropical de sabana; mientras que según Papadakis el clima sería semitropical semiestépico (equivalente a la transición entre el subtropical húmedo y el tropical de sabana, de Köppen). Esta caracteriza por pocas lluvias en los meses de invierno, no así en los restantes meses. En los meses octubre a abril el clima se vuelve húmedo y muy caluroso debido al reinante aire tropical, pero cuando caen los promedios de precipitaciones (mayo a septiembre) se vuelve más fresco el clima, con lo que se desarrollan suaves heladas en junio, julio y agosto. Los inviernos son templados, con una media de 18 °C, mientras que los veranos son calurosos, con una media de 28 °C. Las precipitaciones son abundantes a lo largo del año (1300-1500 mm anuales), superando los 100 mm. mensuales, exceptuando los meses invernales, que no superan los 100 mm.

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **Valores climáticos medios y totales anuales**

Para la realización de los cálculos de las medias anuales se han utilizado datos de 363 días (99.45% del año).

Si para la realización de las medias o totales anuales de algún dato falta información de 10 o más días, esta no se mostrará.

En la precipitación total un valor 0 (cero) puede indicar que no se ha realizado esa medición y/o la estación meteorológica no la difundió.

| Datos                                    | Valor             | Días computados |
|------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Temperatura media anual:                 | <b>23.4°C</b>     | 363             |
| Temperatura máxima media anual:          | <b>29.9°C</b>     | 363             |
| Temperatura mínima media anual:          | <b>17.9°C</b>     | 363             |
| Humedad media anual:                     | <b>71.3%</b>      | 363             |
| Precipitación total anual:               | <b>1913.63 mm</b> | 357             |
| Visibilidad media anual:                 | <b>19.1 Km</b>    | 363             |
| Velocidad media anual del viento (Km/h): | <b>11.6 km/h</b>  | 363             |

Para calcular la temperatura media se han analizado **2538** mediciones.

Para calcular la velocidad media del viento se han analizado **2538** mediciones.

### **Total ocurrencias**

Cantidad de días en los que se produjeron fenómenos extraordinarios.

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Días con lluvia:                 | <b>52</b> |
| Días con nieve:                  | <b>0</b>  |
| Días con tormenta:               | <b>61</b> |
| Días con niebla:                 | <b>11</b> |
| Días con tornados o nube embudo: | <b>0</b>  |
| Días con granizo:                | <b>0</b>  |

### **Días con valores históricos extremos durante el año 2014**

La temperatura más alta registrada fue de **39°C** el día 9 de Febrero.

La temperatura más baja registrada fue de **4°C** el día 14 de Agosto.

La velocidad de viento máxima registrada fue de **55.4 km/h** el día 30 de Abril.

Fig. Valores Climatológicos

Fuente: <https://www.tutiempo.net/clima/2014/ws-862340.html>

### **3.2.2 Suelo, Geomorfología y Geología**

En la ciudad de Coronel Oviedo, predominan suelos correspondientes a arenas/limosas(SM), arenas/arcillosas(SC) y arcillas de baja compresibilidad(CL). La roca solida se encuentra a profundidades muy variables, algunas veces muy cerca de la superficie.

Al Sur de Cnel. Oviedo, en dirección a Villarrica, Caazapá, Yegros y Yuty, la formación es muy accidentada.



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Un 65% de las tierras son areniscas y basaltos aptas para la agricultura y lo restante son serranías y terrenos planos, con praderas

**3.2.3 Orografía**

En Caaguazú se encuentra una cordillera que va de norte a sur, esta cordillera de Caaguazú define zonas topográficamente diferentes, en el noroeste las zonas son bajas en tanto al oeste son más altos, donde podría decirse abunda la flora lo cual va en decadencia por la tala indiscriminada.

Entonces se puede decir que la altura media de la zona varía de entre 150m a 200m, pero existen zonas altas que llegan hasta los 250m.

**3.2.4 Hidrografía**

En Caaguazú las tierras se encuentran regadas por los afluentes del río Paraguay (río Tebicuarymí y los arroyos Tobatiry, Mbutuy, Hondo), y también del río Paraná (Acaray, Guyraunguá, Yguazú, Capi'ibary, Mondaymí).

El proyecto se encuentra no muy distante del río Tebicuarymí que atraviesa la ruta nacional número 8 (Dr Blas Garay) en el km 160 aproximadamente, donde se halla localizada la planta de tratamiento de la ESSAP.

**3.2.5 Medio socioeconómico – cultural**

La ciudad de Coronel Oviedo se encuentra estratégicamente ubicada en el centro del oriente del país, a través de estas rutas internacionales se conecta con la capital del país por un lado, y ciudades fronterizas como Ciudad del Este (Brasil) y Encarnación (Brasil), Encarnación Argentina), Pedro Juan Caballero (Brasil), lo que es propicio para la actividad comercial, convirtiendo a la ciudad en un importante polo de desarrollo de la región.

La ciudad cuenta con un aeropuerto que puede acoger la llegada de avionetas. Coronel Oviedo se considera capital de trabajo de sus actividades empresariales (industria, explotación forestal, agricultura, ganadería,

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

comercio). La población del Distrito de Cnel. Según la previsión de la Administración General de Estadísticas, Encuestas y Censos, la población total de Oviedo es de 89.262 habitantes, entre ellos 45.000 hombres y 44.000 mujeres.

El paulatino declive de la población rural es un fenómeno compartido por el gobierno municipal de Coronel Oviedo en Paraguay. En Coronel Oviedo, el proceso fue acompañado de muchos factores. Por un lado, pasa a un sistema de explotación agrícola a pequeña escala que no absorbe mano de obra rural en agricultura extensiva y ganadería, por el contrario, excluye la mano de obra rural.

**3.2.6 Educación**

Según datos del Ministerio de Educación y Cultura (MEC), educación escolar para niños y niñas de 6 a 17 años en el distrito de Cnel. Oviedo es del 98%. Hay 32 escuelas y colegios en el área urbana, 5 instituciones de capacitación técnica y 12 universidades (3 públicas y 9 privadas).

Debido a la gran cantidad de universidades que estudian en su territorio, Oviedo tiende a convertirse en una ciudad universitaria, actualmente cuenta con 12 universidades (unas 40 facultades), entre ellas la Universidad Nacional de Caguazú (UNCA), que tiene su sede en la ciudad.

**3.2.7 Salud**

El departamento cuenta con 84 instituciones médicas, 2 de las cuales están afiliadas al Instituto de Seguridad Social (IPS). El hospital regional de la V Región Sanitaria. Hay 49 puestos de salud registrados, 44 del Ministerio de Salud y Bienestar Social y 5 del IPS. Además, hay 12 centros de salud y 231 camas, incluidos hogares de ancianos y clínicas privadas. central. Oviedo tiene un plan de salud local.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.2.8 Economía**

En el distrito de coronel Oviedo existen diferentes tipos de comercios, desde los más pequeños y van hasta fábricas de procesamiento de materia prima. Esta ciudad tiene una ubicación ideal para acercar las ofertas y brindar los servicios con la calidad y tiempo correspondiente a las terminales y puestos de frontera de cualquier punto del país.

Con una cantidad aproximada de 4500 comercios coronel Oviedo da movimiento a su economía, generando empleos directos e indirectos a sus pobladores. Con su extensión territorial y la gran fertilidad del suelo sumándole la buena topografía y su ubicación estratégica lo hacen de vocación agropecuaria, siendo este uno de sus medios de comercio más comunes.

**3.3 ESTUDIOS DE INGENIERIA****3.3.1 Estudio topográfico****3.3.1.1 Aspectos Generales**

La Topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (grados sexagesimales).

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente "Levantamiento". La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía.

### **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

Actualmente se efectúan tres tipos de levantamientos, los cuales son:

- Topografía plana, se utilizan para abarcar superficies reducidas; se realizan despreciando la curvatura de la tierra.
- Geodesia, son levantamientos en grandes extensiones de terreno, por ejemplo, el mapa topográfico de un país, y se considera la curvatura terrestre, la cual requiere de gran precisión.
- Fotogrametría, se realizan por medio de fotografías aéreas o satelitales.

En el proyecto, para la determinación de la cuenca y sub cuencas de aporte al cruce crítico y definición de la zona a levantar se realizó un estudio topográfico macro, posteriormente de manera más detallada, levantamientos en campo. Iniciando por el trazado de la cuenca de aporte luego con el levantamiento de la red principal, sistemas existentes y levantamientos puntuales necesarios para el diseño de planos.

#### **3.3.1.2 Trazado Preliminar**

Para llevar a cabo este proyecto se utilizó como herramienta inicial el Software Google Earth que permite obtener imágenes satelitales recientes de alta resolución en cualquier punto y la visualización del relieve topográfico vista en tres dimensiones ya que presentan una alta resolución que permite operar incluso a escalas alrededor de 1/100. Con dicha herramienta se facilitó la labor de foto-interpretación, la identificación y delimitación de la cuenca y sus formas geomorfológicas. Para la Compañía de Aguapety convenientemente se delimitó un área en las imágenes satelitales abarcando la zona urbana y los puntos más bajos de la zona, la digitalización se llevó a cabo con la herramienta “polígonos” de Google Earth el cual permite editar un fichero vectorial de geometría tipo polígono.

Posteriormente el polígono se exporta al software global mapper para obtener la topografía de la zona. Producto del procesamiento y modelación con Global

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Mapper se obtuvieron las curvas de nivel con un intervalo de contorno de 10 metros como se muestra en la figura.

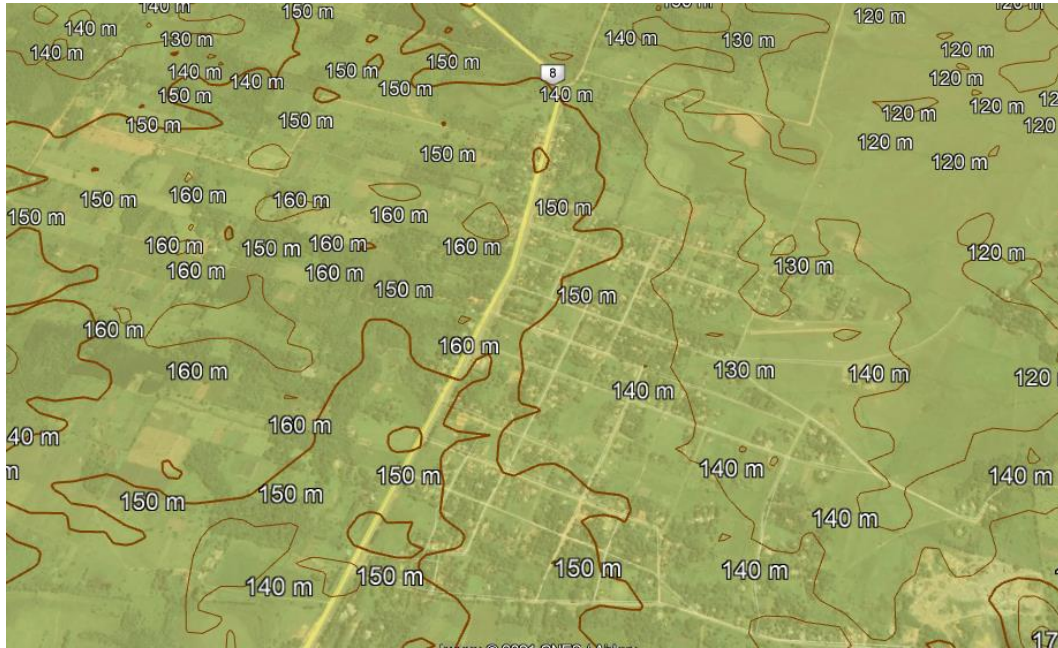


Figura. Curvas de nivel de la zona sub urbana de Aguapety

Fuente: Elaboración propia

**3.3.1.3 Levantamiento Topográfico****✓ Descripción**

Una red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable. Para este proyecto se realizó un recorrido por la zona, identificando que sectores son los mejores para realizar la red de abastecimiento de agua.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****✓ Sistema de Unidades**

El sistema de unidades que se utilizará en el proyecto es el Sistema Métrico Decimal. Las medidas angulares se expresarán en Grados, Minutos y Segundos Sexagesimales. Las medidas de longitud se expresarán en Kilómetros (Km.), Metros (m), Centímetros (cm.) o Milímetros (mm), según corresponda.

**✓ Sistema de Referencia**

El sistema de referencia será plano, triortogonal, dos de sus ejes representan un plano horizontal, (un eje en la dirección Sur-Norte y el otro en la dirección OesteEste, según la cuadrícula UTM-WGS84 de IGN para el sitio del levantamiento); sobre el cual se proyecta ortogonalmente todos los detalles del terreno, ya sea natural o artificial; el tercer eje corresponde a la elevación, cuya representación del terreno se hará tanto por curvas de nivel, como por perfiles y secciones transversales. Por lo tanto, el sistema de coordenadas del levantamiento es un sistema de coordenadas planas ligado en vértices de coordenadas UTM lo que permitirá efectuar la transformación para una adecuada geo-referenciación. Las cotas o elevaciones se referirán al nivel medio del mar.

**✓ Geo-referencia**

Establecer puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM. La georreferenciación se realizó utilizando un GPS Geodésico GNNSR8s de la marca TRIMBLE, para el trabajo se geo-referenció el Punto Base “RN 16” correspondiente a la obra vial de ruta 8. Las coordenadas se obtuvieron con equipos topográficos.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

**3.3.1.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA ZONA**

Para el levantamiento topográfico se formó un grupo de brigada equipados con materiales y equipo topográfico para realizar el trabajo de la mejor manera.

**3.3.1.5 Equipos Utilizados**

- a) GPS Geodésico GNSSR8s marca TRIMBLE
  - ✓ Trípode de madera
  - ✓ Bastón fibra de carbono negro de 2 metros
  - ✓ Bastón para antena color amarillo
  - ✓ Batería litio para los receptores R8s
  - ✓ Batería TRIMBLE de gel
  - ✓ Cargador TRIMBLE para batería de litio
  - ✓ Cargador para controladora
  - ✓ Cable Y del GPS de la radio Modem
  - ✓ Cable antena radio
  - ✓ Brackets soporte para antena negro
  - ✓ Valija receptores GNSS
  - ✓ Receptor base R8s
  - ✓ Receptor móvil R8s
  - ✓ Controladora TRIMBLE TSC3 con estuche y batería
  - ✓ Radio transmisora TDL 450H
  - ✓ Antena transmisora
  - ✓ Cable serial
  - ✓ Soporte colectora
  - ✓ Bastón de base
  - ✓ Base nivelante de pieza metálica con burbuja
- b) Cinta métrica de 8 metros
- c) Cinta métrica de 50 metros
- d) Pintura para referencia

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

e) Cámara fotográfica

**3.3.1.6 Metodología de trabajo de campo**

Primeramente, se inició con la preparación de los equipos topográficos previendo las baterías y todos los accesorios. Una vez situado en el lugar de trabajo se procedió a la ubicación estratégica para el punto base de referencia del GPS, posteriormente en el punto ubicado se monta el trípode, el receptor Base R8s y todos los accesorios del GPS Geodésico, con mucha delicadeza se ajustan la radio transmisora y la antena trasmisora. El aparato ya estático en el punto de base, se ajustó la nivelación y una vez preparado el equipo se aplica pintura al punto base.



Fig. Punto de Partida RN16 Aguapety

Fuente: Elaboración Propia



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

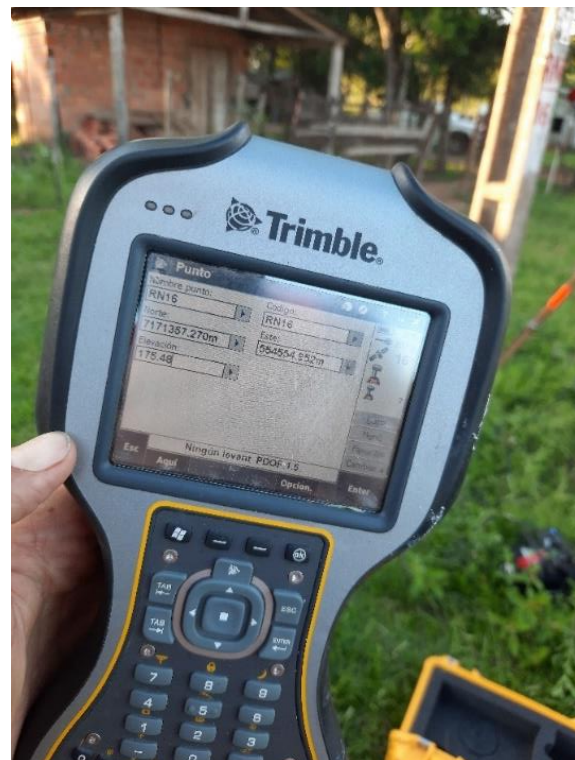
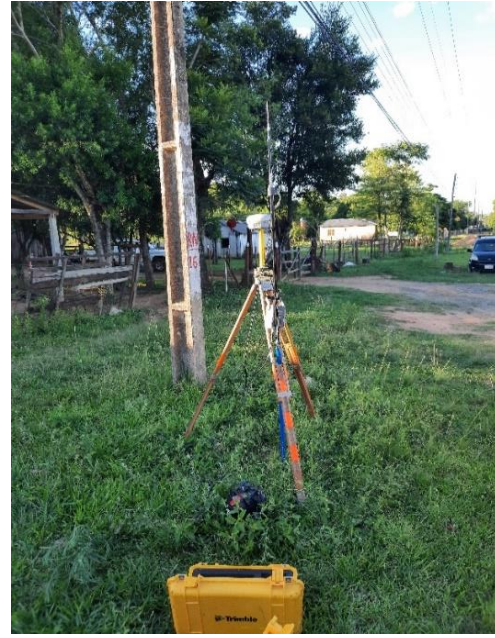
A continuación, se procede a la configuración y calibración del Receptor Base con el Receptor Móvil previo al inicio del trabajo. El GPS Geodésico tiene un alcance aproximadamente de 5km a la redonda tomando como referencia el RN16.

Para la recolección de datos se asignó el siguiente formato de archivos de puntos PNEZD que hacen referencia a Punto, Norte, Este, Cota y Descripción. Cada punto geográfico registrado tendrá el código o punto, las coordenadas XYZ y por último una descripción. Para el proyecto se adoptaron las siguientes variables; RN16 como punto base o punto de referencia con la descripción RN16, las otras descripciones importantes son la unión entre la cañería existente (Derivación), el sector donde se colocara el tanque (TANQUE), los puntos del sector las cuales vendrían a ser las cotas (C1, C2.....C90).

La metodología para el almacenamiento de datos con el receptor móvil consta de apoyar el bastón portador del aparato en el suelo verticalmente y verificar la burbuja para una breve nivelación y asegurar un ángulo recto con la horizontal. Una vez nivelado se espera unos 5 segundos hasta que el receptor móvil sincroniza la señal con el receptor base, posteriormente se cargan los datos seleccionando las variables ya citadas y enumerando se van guardando cada punto que se quiera. En caso de realizar una operación errónea se puede seleccionar el punto guardado y eliminarlo y así seguir con el almacenamiento de datos.

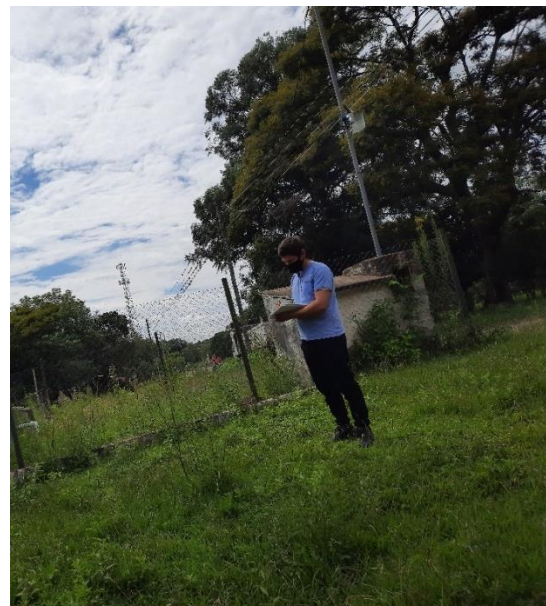
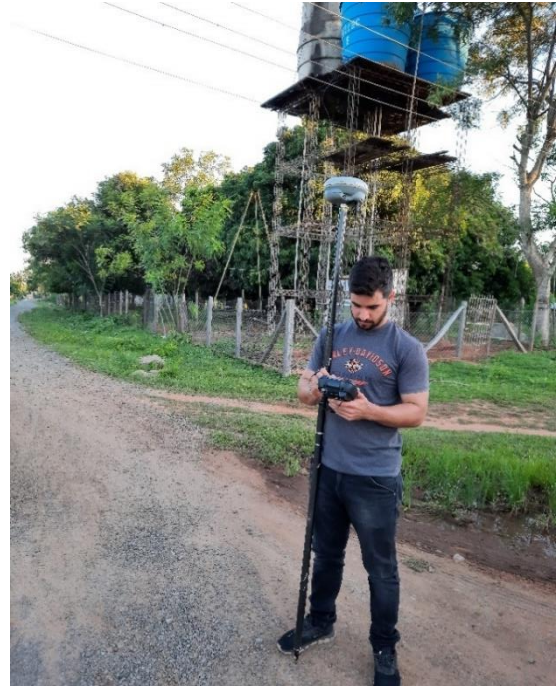
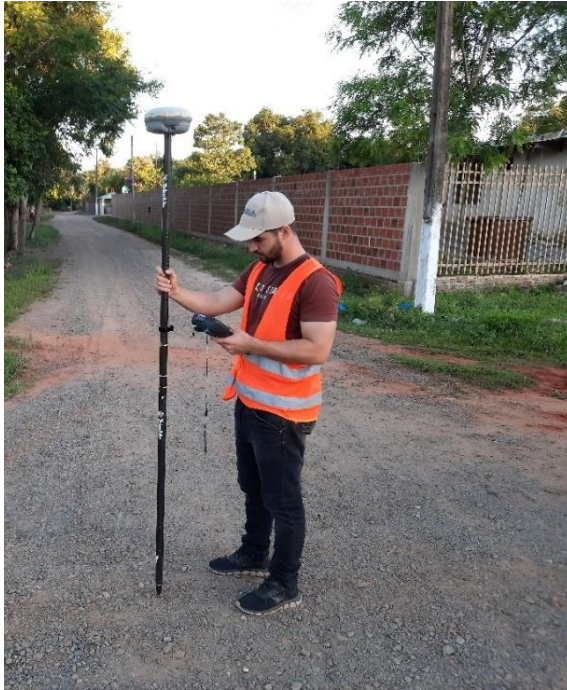
Con las referencias y asignaciones bien en claro, se procedió a realizar el almacenamiento del primer punto RN16 la cual viene a ser la referencia utilizada para replantear la obra de ruta 8, luego se realizó el recorrido empezando de la zona en donde se estaría ubicando la derivación y centro de distribución. Cada punto se guardó en el GPS con sus respectivos códigos y descripciones. Los puntos fueron tomados cada cuadra según la distribución de la Compañía de Aguapety.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**





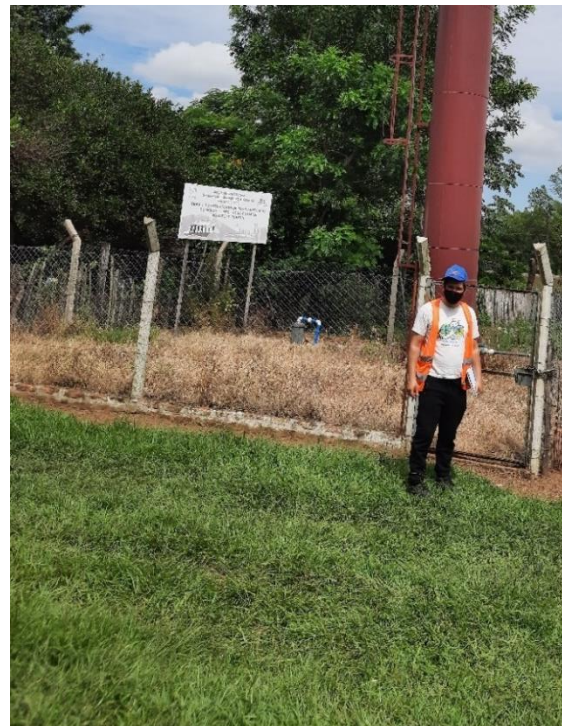
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**





**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---



### **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

#### **3.3.1.7 Digitalización de datos**

Al culminar el trabajo de campo de topografía se procedió a procesar los datos obtenidos, primeramente, la información almacenada en el GPS Geodésico por medio de un cable conectado a la computadora se descargaron los datos a la maquina utilizando un software. Los datos se guardaron en el software Office Excel con el formato CSV delimitado por comas, respetando el archivo de formato de puntos definido anteriormente con las características; Punto, Norte, Este, Altura y Descripción (PNEZD), a continuación, mostramos lo puntos ya procesados en el siguiente formato que se utilizó para llevarlo al AutoCAD.

Cuadro 7. Planilla de puntos en excel

| PUNTO | ESTE       | NORTE        | COTA    | DESCRIPCION |
|-------|------------|--------------|---------|-------------|
| 1     | 554554,952 | 7.171.357,27 | 175,48  | RN 16       |
| 2     | 554367,008 | 7.172.429,69 | 176,758 | Tanque      |
| 3     | 554303,426 | 7.172.385,87 | 176,638 | C1          |
| 4     | 554606,107 | 7.172.048,21 | 166,494 | C2          |
| 5     | 554684,458 | 7.171.910,96 | 165,592 | C3          |
| 6     | 554657,090 | 7.171.708,74 | 169,451 | C4          |
| 7     | 554386,804 | 7.171.659,94 | 170,421 | C5          |
| 8     | 554594,656 | 7.171.559,45 | 170,18  | C6          |
| 9     | 554605,315 | 7.171.429,33 | 173,758 | C7          |
| 10    | 554670,087 | 7.171.394,50 | 173,1   | C8          |
| 11    | 554773,081 | 7.171.347,80 | 172,102 | C9          |
| 12    | 554888,829 | 7.171.299,37 | 170,35  | C10         |
| 13    | 554995,707 | 7.171.254,22 | 166,096 | C11         |
| 14    | 555107,531 | 7.171.211,98 | 159,502 | C12         |
| 15    | 555217,609 | 7.171.171,44 | 155,382 | C13         |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|    |            |              |         |     |
|----|------------|--------------|---------|-----|
| 16 | 555327,687 | 7.171.130,90 | 152,923 | C14 |
| 17 | 554577,420 | 7.171.303,57 | 175,3   | C15 |
| 18 | 554621,799 | 7.171.286,13 | 175,302 | C16 |
| 19 | 554727,711 | 7.171.239,41 | 173,201 | C17 |
| 20 | 554838,740 | 7.171.192,34 | 170,675 | C18 |
| 21 | 554947,512 | 7.171.145,25 | 168,15  | C19 |
| 22 | 555056,024 | 7.171.098,37 | 161,083 | C20 |
| 23 | 555163,762 | 7.171.052,64 | 158,52  | C21 |
| 24 | 555274,057 | 7.171.005,83 | 154,017 | C22 |
| 25 | 554549,889 | 7.171.194,96 | 175,174 | C23 |
| 26 | 554677,925 | 7.171.137,95 | 169,352 | C24 |
| 27 | 554807,015 | 7.171.083,87 | 169,012 | C25 |
| 28 | 554902,349 | 7.171.039,82 | 168,022 | C26 |
| 29 | 555008,149 | 7.170.988,27 | 161,584 | C27 |
| 30 | 555111,711 | 7.170.937,81 | 158,002 | C28 |
| 31 | 555219,563 | 7.170.885,19 | 155,146 | C29 |
| 32 | 554515,256 | 7.171.073,22 | 174,566 | C30 |
| 33 | 554635,005 | 7.171.024,99 | 172,342 | C31 |
| 34 | 554746,969 | 7.170.974,77 | 169,542 | C32 |
| 35 | 554854,555 | 7.170.928,30 | 167,907 | C33 |
| 36 | 554967,147 | 7.170.878,27 | 165,152 | C34 |
| 37 | 555061,738 | 7.170.836,28 | 162,382 | C35 |
| 38 | 555183,102 | 7.170.798,11 | 156,275 | C36 |
| 39 | 554474,743 | 7.170.964,09 | 174,022 | C37 |
| 40 | 554583,775 | 7.170.908,43 | 172,264 | C38 |
| 41 | 554693,837 | 7.170.862,73 | 170,355 | C39 |
| 42 | 554809,875 | 7.170.822,25 | 168,65  | C40 |
| 43 | 554918,871 | 7.170.774,89 | 165,225 | C41 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|    |            |              |         |     |
|----|------------|--------------|---------|-----|
| 44 | 555016,169 | 7.170.727,03 | 160,692 | C42 |
| 45 | 555135,730 | 7.170.668,71 | 156,777 | C43 |
| 46 | 554407,437 | 7.170.854,50 | 173,693 | C44 |
| 47 | 554536,333 | 7.170.800,40 | 171,258 | C45 |
| 48 | 554643,317 | 7.170.753,69 | 168,002 | C46 |
| 49 | 554759,312 | 7.170.704,00 | 166,433 | C47 |
| 50 | 554867,714 | 7.170.661,96 | 162,772 | C48 |
| 51 | 554972,725 | 7.170.616,77 | 160,402 | C49 |
| 52 | 555089,851 | 7.170.555,35 | 158,457 | C50 |
| 53 | 554374,139 | 7.170.760,99 | 171,157 | C51 |
| 54 | 554602,000 | 7.170.652,50 | 168,678 | C52 |
| 55 | 554706,181 | 7.170.585,29 | 165,208 | C53 |
| 56 | 554816,500 | 7.170.538,00 | 163,278 | C54 |
| 57 | 554933,037 | 7.170.481,30 | 161,772 | C55 |
| 58 | 555042,185 | 7.170.438,73 | 160,036 | C56 |
| 59 | 554317,838 | 717.062,27   | 168,622 | C57 |
| 60 | 554449,25  | 7.170.574,50 | 165,022 | C58 |
| 61 | 554551,937 | 7.170.529,00 | 162,332 | C59 |
| 62 | 554661,187 | 7.170.478,00 | 159,255 | C60 |
| 63 | 554771,096 | 717.042,30   | 159,442 | C61 |
| 64 | 554884,144 | 7.170.378,90 | 159,956 | C62 |
| 65 | 555003,061 | 7.170.348,87 | 160,11  | C63 |
| 66 | 554271,423 | 7.170.526,14 | 166,71  | C64 |
| 67 | 554397,937 | 7.170.466,50 | 167,122 | C65 |
| 68 | 554510,437 | 7.170.415,00 | 168,588 | C66 |
| 69 | 554614,062 | 7.170.370,00 | 169,602 | C67 |
| 70 | 554723,062 | 7.170.323,50 | 167,088 | C68 |
| 71 | 554835,250 | 7.170.276,50 | 165,897 | C69 |



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|    |            |              |         |     |
|----|------------|--------------|---------|-----|
| 72 | 554950,000 | 7.170.228,50 | 164,806 | C70 |
| 73 | 554219,697 | 7.170.407,70 | 165,84  | C71 |
| 74 | 554342,562 | 7.170.357,50 | 165,345 | C72 |
| 75 | 554453,250 | 7.170.310,00 | 165,115 | C73 |
| 76 | 554569,250 | 7.170.256,00 | 164,992 | C74 |
| 77 | 554675,000 | 7.170.213,50 | 165,552 | C75 |
| 78 | 554791,750 | 7.170.163,50 | 165,356 | C76 |
| 79 | 554626,312 | 7.170.110,50 | 165,351 | C77 |
| 80 | 554409,625 | 7.170.203,00 | 167,772 | C78 |
| 81 | 554521,625 | 7.170.161,00 | 168,832 | C79 |
| 82 | 554626,312 | 7.170.110,50 | 168,045 | C80 |
| 83 | 554106,979 | 7.170.159,69 | 165,782 | C81 |
| 84 | 554286,187 | 7.170.144,00 | 166,782 | C82 |
| 85 | 554328,312 | 7.170.160,50 | 166,782 | C83 |
| 86 | 55406,455  | 7.170.123,06 | 165,201 | C84 |
| 87 | 554088,728 | 7.070.115,09 | 165,396 | C85 |
| 88 | 554306,625 | 7.170.043,00 | 169,742 | C86 |
| 89 | 554468,833 | 7.170.031,41 | 172,673 | C87 |
| 90 | 554592,062 | 7.170.021,50 | 171,002 | C88 |
| 91 | 554747,312 | 7.170.015,50 | 170,672 | C89 |
| 92 | 554926,625 | 7.170.009,50 | 168,671 | C90 |

Fuete: Elaboración Propia



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.4 Periodo de diseño y cálculo de población****3.4.1 GENERALIDADES**

Las obras de agua potable se diseñan para satisfacer una necesidad del momento actual y previendo el crecimiento de la población en un período de tiempo prudencial que puede variar entre 10 y 40 años; siendo necesario estimar cuál será la población futura al final de este período.

En el presente estudio se tiene la particularidad de trabajar con la población de la zona suburbana de Aguapety, población que relativamente viene desarrollando en forma lenta.

**3.4.2 PERIODO DE DISEÑO**

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el período de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Los factores considerados para la determinación del período del diseño son:

- Vida útil de las estructuras del concreto.
- Facilidad o dificultad para hacer ampliaciones de la infraestructura
- Crecimiento y/o decrecimiento poblacional
- Capacidad económica para la ejecución de las obras

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **a) Vida útil de las estructuras del concreto.**

La vida útil de las estructuras dependerá de la resistencia física del material que la constituye a factores adversos por desgaste u obsolescencia.

Todo material con el tiempo y con el uso que se le da a estos se desgasta disminuyendo la eficiencia del sistema dependiendo de las características del material empleado. Por consiguiente, en las tuberías de abastecimiento de agua existen diversos desgastes por corrosión, erosión y fragilidad factores que sean determinantes en su durabilidad.

La duración de las diferentes estructuras del sistema según: El compendio de Normas sobre saneamiento de la SUNASS (Volumen II Normas Técnicas), el autor Simón A. Rocha y de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones del Perú indican lo siguiente:

Cuadro 8: Periodo de diseño de estructuras de saneamiento

| TIPO DE ESTRUCTURA                       | SIMON A. ROCHA | SUNASS     |
|------------------------------------------|----------------|------------|
| Obras de Captación                       | 20-40 años     | 20-30 años |
| Pozos                                    | 20-30 años     | 20-30 años |
| Estaciones de Bombeo (Equipo de Bombeo)  | 10-15 años     | 5-10 años  |
| Línea de Aducción                        | 20-40 años     | .....      |
| Planta de tratamiento, Reservorios       | 30-40 años     | 20-30 años |
| Planta de tratamiento                    | 10-15 años     | .....      |
| Tuberías de conducción y de distribución | 30-40 años     | 20-30 años |

Fuente: Simon A. Rocha

### **b) Facilidad o dificultad para hacer ampliaciones de la infraestructura.**

La fijación de un período de diseño está íntimamente ligado a factores económicos, la asignación de un período de diseño ajustado a otros criterios estará regida por la dificultad o facilidad de su construcción. Además de ello la posibilidad de ampliación.

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **c) Crecimiento y/o decrecimiento poblacional**

El crecimiento y/o decrecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y de desarrollo.

El sistema de abastecimiento de agua propiciara y generara desarrollo. Esto nos permite señalar que, de acuerdo a las tendencias de crecimiento, es conveniente elegir períodos de diseño más largos para crecimientos lentos y períodos de diseño cortos para crecimientos rápidos.

El compendio de normas sobre saneamiento de la SUNASS indica los valores del cuadro siguiente:

Cuadro 9: Periodo de estimación de diseño

| POBLACION                 | PERIODO RECOMENDABLE |
|---------------------------|----------------------|
| 2,000 A 20,000 Habitantes | 15 años a mas        |
| 20,000 a más Habitantes   | 10 años              |

Fuente: SUNASS R.N.E

### **d) Capacidad económica para la ejecución de Obras**

Las razones de durabilidad y resistencia al desgaste físico son indudables que representa un factor importante para el mejor diseño, pero adicionalmente se harán estimaciones de interés y de costo capitalizado para aprovechar útilmente la inversión hecha.

La determinación de la capacidad del sistema de abastecimiento de agua de una localidad debe ser dependiente de su costo total capitalizado. Generalmente los sistemas de abastecimiento se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual, es decir con una población futura.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.4.2 Fuentes de abastecimiento**

La o las fuentes de abastecimiento seleccionadas deben ser capaces de proporcionar el gasto máximo diario requerido por la población, utilizando las aguas superficiales o subterráneas según sea el caso, previo análisis físico, químico y bacteriológico para asegurar su calidad y poder seleccionar adecuadamente el material de la tubería.

Con la finalidad de diseñar un buen sistema de abastecimiento de agua, es requisito indispensable determinar las características y necesidades inmediatas y futuras de la localidad, para que la o las fuentes seleccionadas proporcionen el agua necesaria para cada una de las etapas constructivas sin que pueda existir reducción del abastecimiento por sequía u otra causa, también será necesario realizar un levantamiento topográfico de detalle de la zona de la fuente de abastecimiento, para elaborar el mejor diseño.

De acuerdo a la Ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

**3.4.4 Parámetros de diseño**

Criterios para el diseño:

- La red de distribución deberá ser diseñada bajo dos condiciones de funcionamiento: Para suplir la demanda del consumo máximo horario (2,5 Qm); y para satisfacer el 180 % del consumo máximo diario más el gasto para combatir incendios en el nodo de ubicación del hidrante más desfavorable (1,8 Qm + incendio).
- Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.

- Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso.
- Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross, seccionamiento o cualquier otro método racional.
- Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen-William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación: PVC 150.
- El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. El diámetro nominal mínimo será de 3 pulgadas en redes principales.
- En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.
- En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 10 mH<sub>2</sub>O y la presión estática no será mayor de 50 mH<sub>2</sub>O.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

**3.4.5 Periodo de diseño**

Haciendo un análisis de la vida útil de las estructuras e instalaciones que se tiene previsto proyectar en el presente proyecto, y además viendo la realidad de la zona de estudio presentamos el cuadro siguiente de adopciones para cada componente del sistema:

Cuadro 10: Paridos de Diseño para el presente proyecto

| COMPONENTE            | VALOR ADOPTADO |
|-----------------------|----------------|
| Reservorio            | 20 años        |
| Redes de Distribución | 20 años        |
| Líneas de conducción  | 20 años        |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Haciendo una evaluación de la vida útil en las estructuras a considerar adoptamos que el período de diseño será de 20 años para el presente proyecto. Siendo el año inicial 2021 y teniendo como proyección al año 2041.

**3.4.6 Cálculo de población futura**

Para realizar el caculo de la cantidad de pobladores de la zona se realizó un recorrido y estimando un promedio de terrenos por manzanas de la zona, lo cual se dibujó en un plano de AutoCAD, de ahí consideramos 5 habitantes por terreno ya que en Proyecciones del Paraguay año 2021 nos indica que una madre en promedio tiene 2,5 hijos, con esto sumando los padres obtenemos un total de 5 habitantes por casa calculado por acceso respectivamente.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

Población Actual de Aguapety, según conteo de manzanas es de 2700 en plano correspondiente (Anexo).

Cuadro 11: Conteo de Casas Aguapety

| Cantidad de Manzana | Cantidad de Casas por Manzana | Cantidad de personas por Manzanas | Cantidad de Persona por Manzanas |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| M1                  | 13                            | 5                                 | 65                               |
| M2                  | 4                             | 5                                 | 20                               |
| M3                  | 20                            | 5                                 | 100                              |
| M4                  | 5                             | 5                                 | 25                               |
| M5                  | 8                             | 5                                 | 40                               |
| M6                  | 12                            | 5                                 | 60                               |
| M7                  | 14                            | 5                                 | 70                               |
| M8                  | 12                            | 5                                 | 60                               |
| M9                  | 12                            | 5                                 | 60                               |
| M10                 | 14                            | 5                                 | 70                               |
| M11                 | 12                            | 5                                 | 60                               |
| M12                 | 6                             | 5                                 | 30                               |
| M13                 | 11                            | 5                                 | 55                               |
| M14                 | 44                            | 5                                 | 220                              |
| M15                 | 11                            | 5                                 | 55                               |
| M16                 | 8                             | 5                                 | 40                               |
| M17                 | 10                            | 5                                 | 50                               |
| M18                 | 12                            | 5                                 | 60                               |
| M19                 | 9                             | 5                                 | 45                               |
| M20                 | 7                             | 5                                 | 35                               |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|     |    |   |    |
|-----|----|---|----|
| M21 | 7  | 5 | 35 |
| M22 | 2  | 5 | 10 |
| M23 | 11 | 5 | 55 |
| M24 | 6  | 5 | 30 |
| M25 | 7  | 5 | 35 |
| M26 | 9  | 5 | 45 |
| M27 | 3  | 5 | 15 |
| M28 | 4  | 5 | 20 |
| M29 | 1  | 5 | 5  |
| M30 | 7  | 5 | 35 |
| M31 | 7  | 5 | 35 |
| M32 | 6  | 5 | 30 |
| M33 | 8  | 5 | 40 |
| M34 | 8  | 5 | 40 |
| M35 | 16 | 5 | 80 |
| M36 | 6  | 5 | 30 |
| M37 | 6  | 5 | 30 |
| M38 | 7  | 5 | 35 |
| M39 | 5  | 5 | 25 |
| M40 | 6  | 5 | 30 |
| M41 | 7  | 5 | 35 |
| M42 | 5  | 5 | 25 |
| M43 | 3  | 5 | 15 |
| M44 | 1  | 5 | 5  |
| M45 | 7  | 5 | 35 |
| M46 | 7  | 5 | 35 |
| M47 | 6  | 5 | 30 |
| M48 | 6  | 5 | 30 |



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|     |     |   |             |
|-----|-----|---|-------------|
| M49 | 6   | 5 | 30          |
| M50 | 8   | 5 | 40          |
| M51 | 7   | 5 | 35          |
| M52 | 4   | 5 | 20          |
| M53 | 9   | 5 | 45          |
| M54 | 7   | 5 | 35          |
| M55 | 4   | 5 | 20          |
| M56 | 11  | 5 | 55          |
| M57 | 8   | 5 | 40          |
| M58 | 7   | 5 | 35          |
| M59 | 4   | 5 | 20          |
| M60 | 6   | 5 | 30          |
| M61 | 7   | 5 | 35          |
| M62 | 7   | 5 | 35          |
| M63 | 9   | 5 | 45          |
| M64 | 7   | 5 | 35          |
| M65 | 5   | 5 | 25          |
| M66 | 6   | 5 | 30          |
|     | 540 |   | <b>2700</b> |

Fuente: Elaboración Propia

Según proyecciones de población por edad y sexo 2021, coronel Oviedo cuenta con una población de 125893 habitantes respectivamente.

Según censo nacional 2012, coronel Oviedo tenía en ese año 107925 habitantes.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

Cuadro 12: Habitantes por censos y proyecciones

| Año  | Habitantes |
|------|------------|
| 2012 | 107.925    |
| 2020 | 125.893    |

Fuente: Elaboración Propia

**Método Aritmético**

$$r = \frac{P_{2021} - P_{2012}}{Año_{2020} - Año_{2012}}$$

$$r = \frac{125893 - 107925}{2020 - 2012}$$

$$r = 2,22$$

$$P_f = P_a + rt$$

$$P_f = 2700 + (2,22 * 20)$$

$$P_f = 2744 \text{ hab}$$

**Método Geométrico**

$$P_f = P_a \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

$$P_f = 2700 \left( 1 + \frac{2,22 * 20}{100} \right)$$

$$P_f = 3899 \text{ hab}$$

**Método Exponencial**

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

$$i = \log(P_f/P_0)/t \log(e)$$

$$i = \log\left(\frac{125893}{107925}\right)/20 * \log(e)$$

$$i = 0,0077$$

$$P_f = P_0 * e^{i*t}$$

$$P_f = 2700 * e^{0,0077*20}$$

$$P_f = 3150 \text{ hab}$$

### Método de Wappaus

$$P_x = P_0 \frac{(200 + r(t_x - t_0))}{(200 - r(t_x - t_0))}$$

$$P_x = 2700 * \frac{(200 + 2,22(20))}{(200 - 2,22(20))}$$

$$P_x = 4240 \text{ hab}$$

### Método de la organización mundial de la Salud

La población inicial para la comunidad de Aguapey es de 2700 habitantes

Fuente:

Valores de “P” según la OMS:

- Para grandes ciudades: 2.7 % > 2000 hab.
- Para pequeñas ciudades: 3.0 % 2000 hab.
- Para pueblos y aldeas: 2.2 % < 2000 hab.

Tomamos el valor para P=2.7% recomendado por la OMS para el incremento anual de población de grandes ciudades, este valor se utilizará

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

para el cálculo de la población futura de la Comunidades en estudio,

entonces la población futura proyectada para 20 años será:

$$P_f = P_0 \left( 1 + \frac{P}{100} \right)^t$$

$$P_f = 2700 \left( 1 + \frac{2.7}{100} \right)^{20}$$

$$P_f = 4600 \text{ Habitantes}$$

De acuerdo a las características de nuestra población y al no tener datos censales para el cálculo de población futura por los diversos métodos mencionados, se opta por el método de la OMS para el cálculo de la población futura, el cual es recomendada para poblaciones en pleno desarrollo por la Organización Panamericana de la Salud, por Agüero Pittman en su libro de Agua Potable para Poblaciones Rurales, por lo tanto, la población futura es de para Aguapety 4600 habitantes.

Cuadro 13: Resumen de Población por Métodos

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| Método               | <b>5</b>    |
| Población            | <b>4600</b> |
|                      |             |
| 1.Metodo Aritmético  |             |
| Población: 2744 hab  |             |
|                      |             |
| 2.Metodo Geométrico  |             |
| Población: 3899 hab  |             |
|                      |             |
| 3.Metodo Exponencial |             |
| Población: 3150 hab  |             |
|                      |             |

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

|                     |
|---------------------|
| 4.Metodo de Wappaus |
| Población: 4240 hab |
|                     |
| 5.Metodo de la OMS  |
| Población: 4600 hab |

Fuente: Elaboración Propia

### **3.5 Dotación**

#### **3.5.1 Generalidades**

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en L/hab/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario.

#### **3.5.2 Demanda de Agua**

Factores que afectan el consumo:

Los principales factores que afectan el consumo son:

- El tipo de comunidad
- Factores económicos sociales.
- Factores Climáticos
- Tamaño de la comunidad

Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas. Estos consumos serán estudiados con el objeto de obtener la dotación necesaria para la población calculada y se puede reunir en cuatro grupos básicos:

### **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

- Consumo doméstico
- Consumo comercial o industrial
- Consumo Público
- Consumo por perdidas y desperdicios

#### **3.5.3 Análisis para la dotación de agua**

Para los cálculos de la dotación se utilizará el cuadro del “Reglamento de calidad de permisionarios” que tenemos a continuación.

Cuadro 14: Dotación por cantidad de habitantes

| Población<br>(habitantes) | Dotación<br>(L/hab/día) |
|---------------------------|-------------------------|
| 1000 - 2000               | 100                     |
| >2000                     | 122                     |

Fuente: reglamento de calidad para permisionarios

Luego la dotación de diseño es: **122 L/hab/día**

#### **3.5.4 Variaciones de consumo**

Para suministrar eficientemente el agua, es necesario que cada uno de las partes que constituyen el sistema satisfaga, las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: Tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc.

Por lo tanto, el consumo varía de año a año, los meses del año, los días de la semana, y durante las horas, Siendo los principales los diarios y los horarios del promedio anual de la demanda.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.4.5 DETERMINACIÓN DEL GASTO DE DISEÑO**

Para determinar los gastos de diseño utilizaremos los siguientes datos que se han obtenido anteriormente:

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| ✓ Población de estudio | 4600 hab       |
| ✓ Dotación             | 122 L/hab/días |
| ✓ K1                   | 1.1            |
| ✓ K2                   | 1.3            |

**a) CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL**

$$Q_p = \frac{Pf * Dot}{86400}$$

$$Q_p = \frac{4600 * 122}{86400}$$

$$Q_p = 6.50 \text{ Lt/seg}$$

**b) VARIACIÓN DIARIA**

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

$$Q_{md} = 1.1 * 6.50$$

$$Q_{md} = 7.15 \text{ Lt/seg}$$

**c) VARIACIÓN HORARIA**

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

$$Q_{mh} = 1.3 * 6.50$$

$$Q_{mh} = 8.45 \text{ Lt/seg}$$

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA****3.6.1 Línea de conducción**

Para el proyecto la línea de conducción se denomina cañerías esto es porque fue derivada de la cañería de aducción dirigida a la ciudad de coronel Oviedo.

Esta cañería de derivación tiene una dimensión de 150mm y un caudal de 50L/seg respectivamente.

**3.6.2 Reservoirio de Almacenamiento****3.6.2.1 Consideraciones básicas.**

Los tanques de almacenamiento o reservoirios juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente. Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- ✓ Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- ✓ Mantener las presiones adecuadas en la red de distribución.
- ✓ Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daños en las tuberías de aducción o en las estaciones de bombeo.

Dependiendo de la topografía se hace indispensable separar la zona (alta, media, baja) para mantener las presiones en cada zona dentro de límites admisibles. Esta separación o sectorización de las redes puede hacerse mediante tanques o mediante válvulas reguladoras de presión.

Los tanques de almacenamiento o reservoirios, en los sistemas de distribución y sobre todo, en las grandes ciudades, suelen tener funcionar un período superior a su vida útil con lo cual, no es difícil encontrar tanques, en grandes



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

ciudades, con fisuras o rebosamientos. Las primeras se deben a la antigüedad de los mismos, mientras los segundos se deben a un erróneo dimensionamiento en origen. La capacidad del reservorio, o del conjunto de reservorios o tanques, para el caso de grandes sistemas, será igual al volumen que resulte de las siguientes consideraciones:

- ✓ Volumen de regulación.
- ✓ Volumen de lucha contra incendios
- ✓ Volumen de reserva

**3.6.2.2 Calculo de capacidad de reservorio.**

El volumen de almacenamiento para el proyecto se ha calculado para cubrir las fluctuaciones en el consumo y para cubrir las interrupciones en el sistema, asegurando, de esta manera, el suministro adecuado de la zona en estudio. Se toma como referencia el consumo o caudal medio diario ( $Q_m$ ):

$$Q_m = Pf * Dot$$

$$Q_m = 4600 * 122$$

$$Q_m = 561200 \text{ Lt/dia}$$

El volumen de almacenamiento de agua potable ( $V$ ), según la norma OS.030 (Almacenamiento de Agua para Consumo Humano) del reglamento nacional de edificaciones del Perú, está conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva. Según la norma OS.030, el volumen de regulación deberá adoptarse como mínimo el 25% del consumo medio diario.

$$V = V_{reg} = 0.25 * Q_m$$

$$V_{reg} = 0.25 * 561200$$

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

$$V_{reg} = 140.3 \text{ m}^3.$$

Para zonas urbanas con poblaciones menores de 2000 habitantes no se considera obligatoria demanda contra incendio.

$$V_{inc} = 10 * 2 * 3.6 = 72 \text{ m}^3$$

Calculo de volumen de reserva:

$$V_{reserva} = Q_p * t$$

$$V_{reserva} = 6.50 * 2 * 3.6 = 46.8 \text{ m}^3$$

Volumen del reservorio: 140.03 m<sup>3</sup>

Volumen contra incendios: 72.00 m<sup>3</sup>

Volumen de reserva: 46.80 m<sup>3</sup>

Volumen asumido: 258.83 m<sup>3</sup>

Por lo tanto, el reservorio se proyectará para 260.00 m<sup>3</sup>.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****3.6.3 Parámetros para el diseño estructural del reservorio****3.6.3.1 Introducción**

Se ha realizado el cálculo estructural del reservorio de agua potable que se construirá para abastecer a la población mencionada en estudio. Se incluye este cálculo basados en el cálculo del volumen requerido para el sistema de abastecimiento de agua considerado en este proyecto. Se construirán dos tipos de reservorios, uno del tipo enterrado y otro del tipo elevado con capacidades de 169m<sup>3</sup> y 91m<sup>3</sup> respectivamente, suficientes para albergar el total del consumo medio diario de toda la población. Se ha diseñado en concreto armado.

**3.6.3.2 Ubicación del Tanque elevado**

Para este proyecto el reservorio fue ubicado en la zona más alta encontrada a inmediaciones de la cañería de aducción proveniente de la planta de tratamiento, exactamente en la coordenada 554367.008 Este, 7172429.694 Norte, con una cota de 176.758 msnm cota correspondiente al nivel del terreno ya que la altura del tanque se estará detallando en la geometría del mismo.

**3.6.3.3 Consideraciones Generales**

El concreto armado constituye un material idóneo para la construcción de muchos tipos de reservorios, reservorios y tanques por su facilidad de moldeado, bajo costo, gran durabilidad y mantenimiento económico. A parte de la capacidad resistente de la estructura, el principal problema que hay que abordar en el proyecto de reservorios es su estanqueidad, por lo que será preciso emplear revestimiento impermeable y controlar la fisuración mediante un diseño y refuerzo convenientes.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

Para el cálculo del reservorio, se ha considerado el uso de programas de cálculo estructural CypeCAD. Las normas que sirvieron de referencia son:

Normas:

- GUÍAS PARA EL DISEÑO DE RESERVORIOS ELEVADOS DE AGUA POTABLE
- Norma Paraguaya de viento (NP N 196)
- EHE-08 Instrucción de hormigón estructural (Norma española)

**3.6.3.4 Factores a considerar en el diseño del tanque elevado**

Para el diseño del tanque es necesario tener en cuenta varios factores, unos relacionados con la naturaleza del líquido que se almacena, otros con el tipo de terreno de cimentación, tamaño del reservorio y materiales disponibles y otro, en fin, con las condiciones de exposición.

1. El líquido que se contiene en el depósito es agua potable, por lo que no afecta a la durabilidad del concreto y no tendremos que poner revestimientos especiales, excepto el revestimiento impermeabilizado. En cualquier caso, la mejor garantía de durabilidad radica en el vaciado de concretos muy compactos, para lo cual deben emplearse dosificaciones ricas en cemento, con baja relación agua/cemento y un buen vibrado del concreto vaciado.
2. El terreno de cimentación debe tener características uniformes, con el objeto de evitar posibles asentamientos diferenciales. En su defecto, debe diseñarse una cimentación que contrarreste los asentamientos diferenciales que se pudieran general en el terreno.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

3. Los materiales empleados en la construcción de reservorios de concreto armado deben tener características adecuadas para conseguir la estanqueidad y durabilidad necesarias en este tipo de obras. Como ya se ha indicado, los concretos deben ser compactos y de buena calidad, con una resistencia a compresión mínima de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 Kg/cm<sup>2</sup>. Para los refuerzos deben emplearse barras de acero corrugadas de grado 60 ( $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>). Los materiales empleados en las juntas deben ser de calidad garantizada.

**3.6.4 Cálculo estructural del reservorio****3.6.4.1 Descripción de la estructura.**

El sistema estructural planteado para el reservorio elevado es de una estructura formada por pilares y vigas en secciones rectangulares, la parte del reservorio está proyectada a ser de muros de hormigón con una losa de fondo y losa de tapa del tipo macizo.

En cuanto al reservorio semienterrado se consideraron muros de hormigón y una losa apoyada sobre el terreno, la losa de tapa seria de tipo macizo.

**3.6.4.2 Datos del Proyecto:**

a) Para el reservorio elevado se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

Cargas:

- Carga Permanente: 100 kg/cm<sup>2</sup> sobre la losa de tapa.
- Carga debido al peso propio del agua.
- Carga de 100 kg/m sobre las vigas.

Secciones:

- Vigas 20cm x 40 cm.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

- Columnas 25 cm x 25 cm.
- Espesor de losa de la tapa 15 cm losa maciza.
- Espesor de muros 20 cm.
- Espesor de losa de fondo 20 cm losa maciza

Materiales:

- Resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la tensión del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

FUNDACION

- Carga Admisible del suelo  $2 \text{ kg/cm}^2$
- Cota de fundación -1,8 m.

GEOMETRIA

- Altura por pórtico 3m.
- Altura de nivel de agua 2.6m.
- Altura total 15m.
- Ancho 5 m.
- Largo 7m.

b) Para el reservorio semienterrado se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

Cargas:

- Carga Permanente:  $100 \text{ kg/cm}^2$  sobre la losa de tapa.
- Carga debido al peso propio del agua.

Secciones:

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

- Espesor de losa de la tapa 15 cm losa maciza.
- Espesor de muros 30 cm.
- Espesor de losa de fondo 40 cm losa maciza

Materiales:

- Resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la tensión del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

FUNDACION

- Carga Admisible del suelo  $2 \text{ kg/cm}^2$
- Cota de fundación -3,6m.

GEOMETRIA

- Altura de nivel de agua 3.6m.
- Ancho 6.71m.
- Largo 7m.

Calculo de los Reservorios:

Los cálculos se adjuntan en el Anexo (ver detalle en hoja de cálculo estructural y planos).

### **3.7 Red de distribución**

Son aquellas que permiten la conducción de agua a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la localidad abastecida, lugares de consumo como casas, industrias, edificios, etc. Con respecto a la representación de una red de distribución, ésta misma se constituye por nudos y líneas. En los nudos se aplica la ecuación de continuidad Son aquellas que permiten la conducción de agua a fin de garantizar el abastecimiento de las

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

unidades componentes de la localidad abastecida, lugares de consumo como casas, industrias, edificios, etc. Con respecto a la representación de una red de distribución, ésta misma se constituye por nudos y líneas. En los nudos se aplica la ecuación de continuidad

**3.7.1 Consideraciones básicas de diseño.**

Para lograr el movimiento de agua en sentido ascendente o descendente es necesario disponer de energía, para el presente manual nos limitamos al diseño de sistemas de agua potable por acción de la gravedad.

**3.7.2 Consideraciones Básicas:**

- Cuando el agua fluye por una tubería se genera una caída o pérdida de carga por fricción en función del diámetro del conducto, longitud y material del conducto.
- Cuando el agua no fluye por una tubería se dice que el agua está en equilibrio estático.
- Línea de gradiente hidráulica representa nuevos niveles de energía en cada punto de la tubería, se puede decir esta línea describe la presión existente.

Se debe considerar los siguientes pasos de diseño:

1. Trazado gráfico del levantamiento topográfico a partir del estudio de campo conteniendo los detalles topográficos mediante las curvas a nivel.
2. Ubicación de conductos con tuberías principales y secundarias, en el plano topográfico esta ubicación debe realizarse tratando de dar abastecimiento a la mayoría de viviendas, optando diámetros tentativos para cada tramo.



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

3. Verificación de diámetros adoptados con las fórmulas de cálculo de Pérdidas de Carga por Fricción para líneas de conducción y distribución.

**3.7.3 Tipos de redes**

- Redes Abiertas o Ramificadas.
- Redes Cerradas o Malladas
- Redes Mixtas
  - Para realizar el cálculo hidráulico se podrá hacerlo con el método de las presiones en redes abiertas.
  - Para redes malladas o mixtas el cálculo hidráulico se puede hacerlo por el método de seccionamiento, Hardy Cross.
  - Para este caso por motivos topográficos mayormente se tiene redes mixtas y el cálculo se hará utilizando software

**3.7.3.1 Presiones en las redes.**

Se permitirá presiones dentro del rango siguiente:

Presión mínima = 10 m.c.a

Presión máxima = 50 m.c.a

m.c.a : metros de columna de agua que también se puede expresar por mH<sub>2</sub>O

**3.7.3.2 Materiales.**

Se utilizarán tuberías de PVC

**3.7.3.3 Conexiones Domiciliarias**

Son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, para que las familias puedan utilizarla en la preparación de sus alimentos e higiene.

La conexión consta de las siguientes partes:

- Elemento de toma. Que puede constar de una te o una abrazadera.
- Elemento de conducción. Que va desde la toma hasta la vivienda.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

- Elemento de control. Constituido por una válvula de compuerta o de paso a la entrada de la vivienda.
- Conexión al interior. Es la distribución interna de la vivienda.

**2.7.3.4 Diámetros de Tuberías.**

Se utilizarán tuberías de 150mm para redes principales y de 50mm para redes secundarias.

**3.7.3.4 Puntos de Control**

Las válvulas representan un elemento fundamental para el control, regulación, protección y operación de una red de distribución de agua potable. Según la norma constituyen “el componente de las tuberías que permite actuar sobre el fluido por apertura, cierre u obstrucción parcial de la zona de paso del mismo o por desvío o mezcla del fluido”.

En cuanto a su funcionalidad se pueden clasificar en:

Válvulas de control (también automáticas o hidráulicas):

- Autónomas (mantenimiento de consignas)
- Incluidas las de control de depósitos y de bombas

Válvulas de regulación:

- Regulan cualquier variable fluida
- Suelen estar tele-controladas
- No autónomas, accionadas manualmente o por otros dispositivos (motor eléctrico, válvulas hidráulicas, etc.)

Válvulas de protección (frente a roturas, imprevistos,)

- Alivio de presión, anticipadoras de onda, válvulas de retención, ventosas, anti- inundaciones, etc.

Válvulas de operación

- Para mantenimiento diario de la red; ejm. válvulas de corte, llaves de purga, hidrantes etc.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

Los tipos de válvulas más conocidas son las siguientes:

- Válvulas de compuerta:
- Tiene la característica del todo/nada.
- Buena estanqueidad.
- No se recomienda como válvula de regulación.
- Puede reducir mucho el caudal de paso generando pérdidas excesivas.

Válvula de mariposa:

- Válvula de regulación o seccionamiento.
- Se suelen instalar con menor diámetro que la tubería.
- Mayor sensibilidad al paso del flujo que las de compuerta (entre 15° y 70°).
- Accionadas manualmente o con motor eléctrico.
- Par de maniobra menor debido al equilibrio de presiones entre las caras.

Válvula de bola:

- Excelente estanqueidad.
- Totalmente abiertas, no ofrecen resistencia al paso del fluido (no provocan reducción en la sección de paso).
- Pueden utilizarse como válvulas todo/nada hasta 2" (50,8 mm.).
- Mejor comportamiento frente al fenómeno de la cavitación.
- Puede ser utilizada para grandes diámetros y notables presiones.
- Resultan caras y presentan riesgo de maniobras rápidas.

Válvula de Asiento Plano

- Gran versatilidad de uso.
- Grandes pérdidas de carga cuando están completamente abiertas (no se suelen utilizar como válvulas de aislamiento todo-nada).
- Válvulas reguladoras o de control.
- Accionamiento manual o hidráulico.

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

- Tamaños inferiores a 16” (400 mm.), de lo contrario se disponen varias en paralelo. –

Otros tipos de válvulas: diafragma, multichorro, cierre cónico, válvula tapón, etc.

### **3.8 Cálculo de la red de distribución**

#### **3.8.1 Calculo Mediante WaterCAD**

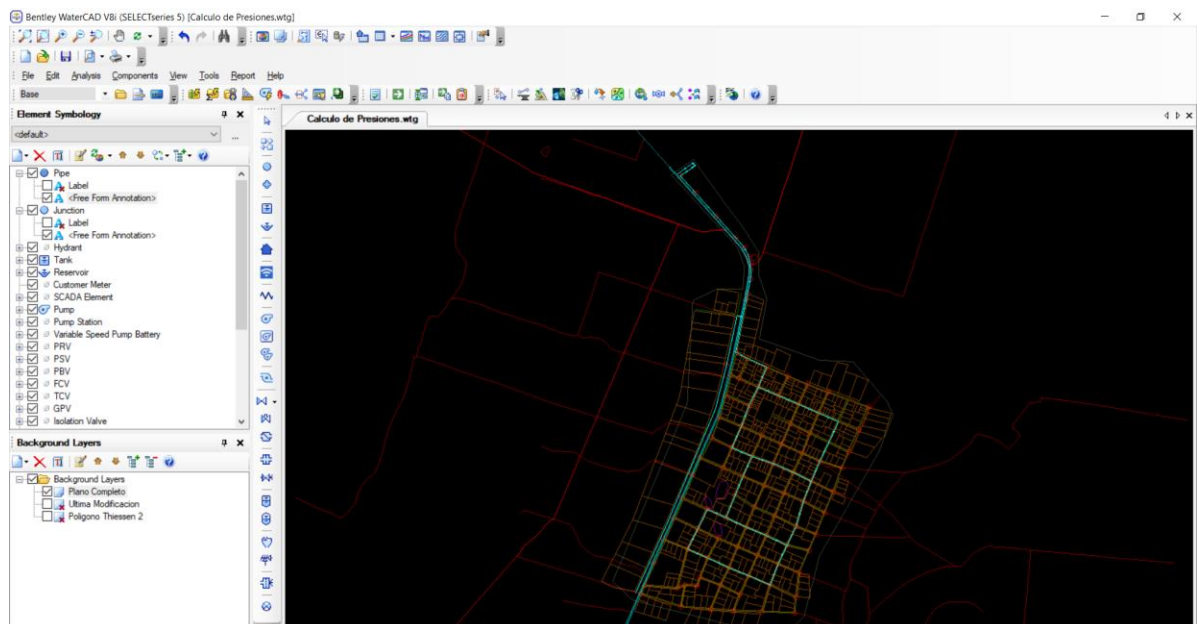


Figura: Modelamiento de la red en WaterCAD

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14: RESULTADOS TUBERÍAS ANÁLISIS

| Label | Length<br>(Scaled)<br>(m) | Start<br>Node | Stop<br>Node | Diameter<br>(mm) | Material | Hazen-<br>Williams<br>C | Velocity<br>(m/s) |
|-------|---------------------------|---------------|--------------|------------------|----------|-------------------------|-------------------|
| P-1   | 96                        | J-42          | R-1          | 150              | PVC      | 150                     | 2,83              |
| P-2   | 21                        | PMP-1         | T-1          | 150              | PVC      | 150                     | 4,38              |
| P-3   | 11                        | R-1           | PMP-1        | 150              | PVC      | 150                     | 4,38              |
| P-4   | 1332                      | J-35          | J-32         | 150              | PVC      | 150                     | 0,02              |
| P-5   | 453                       | J-1           | J-12         | 150              | PVC      | 150                     | 0,47              |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|      |     |      |      |     |     |     |      |
|------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|
| P-6  | 275 | J-34 | J-32 | 150 | PVC | 150 | 0,04 |
| P-7  | 205 | J-23 | J-36 | 150 | PVC | 150 | 0,46 |
| P-8  | 195 | J-33 | J-37 | 150 | PVC | 150 | 0,38 |
| P-9  | 161 | J-12 | J-23 | 150 | PVC | 150 | 0,46 |
| P-10 | 141 | J-28 | J-15 | 150 | PVC | 150 | 0,09 |
| P-11 | 133 | J-29 | J-17 | 150 | PVC | 150 | 0,09 |
| P-12 | 128 | J-25 | J-24 | 150 | PVC | 150 | 0    |
| P-13 | 127 | J-9  | J-7  | 150 | PVC | 150 | 0,17 |
| P-14 | 127 | J-27 | J-26 | 150 | PVC | 150 | 0,03 |
| P-15 | 126 | J-31 | J-30 | 150 | PVC | 150 | 0,11 |
| P-16 | 125 | J-18 | J-19 | 150 | PVC | 150 | 0,01 |
| P-17 | 123 | J-39 | J-10 | 150 | PVC | 150 | 0,04 |
| P-18 | 122 | J-22 | J-20 | 150 | PVC | 150 | 0,03 |
| P-19 | 121 | J-21 | J-27 | 150 | PVC | 150 | 0,05 |
| P-20 | 121 | J-7  | J-6  | 150 | PVC | 150 | 0,18 |
| P-21 | 121 | J-3  | J-4  | 150 | PVC | 150 | 0,16 |
| P-22 | 121 | J-17 | J-40 | 150 | PVC | 150 | 0,01 |
| P-23 | 120 | J-24 | J-22 | 150 | PVC | 150 | 0,01 |
| P-24 | 120 | J-10 | J-14 | 150 | PVC | 150 | 0,1  |
| P-25 | 120 | J-20 | J-16 | 150 | PVC | 150 | 0,05 |
| P-26 | 119 | J-10 | J-9  | 150 | PVC | 150 | 0,14 |
| P-27 | 119 | J-40 | J-18 | 150 | PVC | 150 | 0    |
| P-28 | 119 | J-11 | J-39 | 150 | PVC | 150 | 0,03 |
| P-29 | 119 | J-4  | J-38 | 150 | PVC | 150 | 0,16 |
| P-30 | 119 | J-15 | J-13 | 150 | PVC | 150 | 0,1  |
| P-31 | 118 | J-8  | J-13 | 150 | PVC | 150 | 0,09 |
| P-32 | 118 | J-38 | J-5  | 150 | PVC | 150 | 0,14 |
| P-33 | 118 | J-2  | J-3  | 150 | PVC | 150 | 0,36 |
| P-34 | 117 | J-5  | J-31 | 150 | PVC | 150 | 0,13 |
| P-35 | 114 | J-26 | J-25 | 150 | PVC | 150 | 0,02 |
| P-36 | 113 | J-19 | J-21 | 150 | PVC | 150 | 0,06 |
| P-37 | 113 | J-19 | J-28 | 150 | PVC | 150 | 0,08 |
| P-38 | 113 | J-30 | J-8  | 150 | PVC | 150 | 0,1  |
| P-39 | 113 | J-41 | J-2  | 150 | PVC | 150 | 0,37 |
| P-40 | 113 | J-6  | J-3  | 150 | PVC | 150 | 0,19 |
| P-41 | 112 | J-16 | J-17 | 150 | PVC | 150 | 0,07 |
| P-42 | 109 | J-14 | J-29 | 150 | PVC | 150 | 0,1  |
| P-43 | 108 | J-13 | J-11 | 150 | PVC | 150 | 0,02 |
| P-44 | 89  | J-36 | J-33 | 150 | PVC | 150 | 0,45 |
| P-45 | 77  | T-1  | J-1  | 150 | PVC | 150 | 0,48 |
| P-46 | 74  | J-37 | J-41 | 150 | PVC | 150 | 0,38 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|      |    |      |      |     |     |     |      |
|------|----|------|------|-----|-----|-----|------|
| P-47 | 32 | J-33 | J-34 | 150 | PVC | 150 | 0,06 |
|------|----|------|------|-----|-----|-----|------|

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 15: CÁLCULO DE PRESIONES EN NUDOS

| ID | Label | Elevation (m) | Demand (L/s) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) |
|----|-------|---------------|--------------|---------------------|------------------|
| 31 | J-1   | 176,638       | 0,170        | 190,143             | 13,480           |
| 32 | J-2   | 172,102       | 0,200        | 188,507             | 16,370           |
| 33 | J-3   | 173,201       | 0,090        | 188,403             | 15,170           |
| 34 | J-4   | 170,675       | 0,150        | 188,379             | 17,670           |
| 35 | J-5   | 161,083       | 0,210        | 188,338             | 27,200           |
| 36 | J-6   | 169,352       | 0,160        | 188,372             | 18,980           |
| 37 | J-7   | 172,342       | 0,250        | 188,342             | 15,970           |
| 38 | J-8   | 162,382       | 0,180        | 188,301             | 25,870           |
| 39 | J-9   | 172,264       | 0,430        | 188,315             | 16,020           |
| 40 | J-10  | 170,355       | 0,100        | 188,295             | 17,900           |
| 41 | J-11  | 165,225       | 0,130        | 188,293             | 23,020           |
| 42 | J-12  | 166,494       | 0,150        | 189,494             | 22,950           |
| 43 | J-13  | 160,692       | 0,150        | 188,293             | 27,550           |
| 44 | J-14  | 168,022       | 0,140        | 188,285             | 20,220           |
| 45 | J-15  | 160,402       | 0,210        | 188,283             | 27,820           |
| 46 | J-16  | 165,022       | 0,400        | 188,264             | 23,190           |
| 47 | J-17  | 162,332       | 0,100        | 188,268             | 25,880           |
| 48 | J-18  | 159,442       | 0,140        | 188,268             | 28,770           |
| 49 | J-19  | 159,956       | 0,140        | 188,268             | 28,260           |
| 50 | J-20  | 167,122       | 0,240        | 188,261             | 21,100           |
| 51 | J-21  | 165,897       | 0,170        | 188,264             | 22,320           |
| 52 | J-22  | 165,345       | 0,390        | 188,260             | 22,870           |
| 53 | J-23  | 165,592       | 0,080        | 189,272             | 23,630           |
| 54 | J-24  | 165,115       | 0,240        | 188,260             | 23,100           |
| 55 | J-25  | 164,992       | 0,270        | 188,260             | 23,220           |
| 56 | J-26  | 165,552       | 0,230        | 188,260             | 22,660           |
| 57 | J-27  | 165,356       | 0,430        | 188,261             | 22,860           |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|     |      |         |         |         |        |
|-----|------|---------|---------|---------|--------|
| 59  | J-28 | 161,772 | 0,200   | 188,274 | 26,450 |
| 60  | J-29 | 168,678 | 0,150   | 188,277 | 19,560 |
| 61  | J-30 | 158,002 | 0,200   | 188,310 | 30,250 |
| 62  | J-31 | 158,52  | 0,310   | 188,323 | 29,740 |
| 63  | J-32 | 175,48  | 0,380   | 188,870 | 13,360 |
| 64  | J-33 | 170,001 | 0,090   | 188,876 | 18,840 |
| 65  | J-34 | 170,18  | 0,250   | 188,875 | 18,660 |
| 66  | J-35 | 165,201 | 0,410   | 188,863 | 23,610 |
| 67  | J-36 | 169,451 | 0,140   | 188,994 | 19,500 |
| 68  | J-37 | 173,758 | 0,120   | 188,683 | 14,890 |
| 69  | J-38 | 168,15  | 0,250   | 188,357 | 20,170 |
| 70  | J-39 | 168,65  | 0,180   | 188,294 | 19,600 |
| 71  | J-40 | 159,255 | 0,150   | 188,268 | 28,950 |
| 72  | J-41 | 173,1   | 0,090   | 188,612 | 15,480 |
| 119 | J-42 | 176,12  | -50,000 | 179,855 | 3,730  |

Fuente: Elaboración Propia

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****CAPITULO 4****RESULTADOS Y DISCUSION****4.1 Resultados**

Con los cálculos realizados se procedió a los distintos dimensionamientos de los elementos en el sistema de abastecimiento de agua para la Compañía de Aguapety. Los diseños arquitectónicos y los cálculos estructurales se agregan en los anexos, teniendo en cuenta todos los aspectos para el diseño, calculo y dimensionamiento.

Para las capacidades de los elementos en cuestión se proyectaron utilizar materiales disponibles en el medio de tal manera a ser factible.

Como la aductora dirigida a coronel Oviedo tiene una dimensión de 300mm respectivamente con un caudal de 325 m<sup>3</sup>/h se realizó una derivación a la misma, esta cañería de derivación tiene una dimensión de 150mm necesaria para proveer de agua al tanque semienterrado.

A continuación, el agua es bombeada a un tanque elevado para su posterior distribución por gravedad, de tal forma a diseñar un sistema de abastecimiento continuo.



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

**4.2 Análisis de costo aproximado de obra**

El computo métrico se realizó de manera general para las distintas estructuras del proyecto para obtener un costo aproximado de la obra teniendo en cuenta los costos actuales de los materiales y equipos en la república del Paraguay.

| CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO                                                                                                           |                                 |                  |                           |                               |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| OBRA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE AGUAPETY COMO PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ESSAP |                                 |                  |                           |                               |                            |
| Item N°                                                                                                                                 | Descripción                     | Unidad de Medida | Cantidad                  | Costo Unitario (IVA incluido) | Costo Total (IVA incluido) |
| <b>1</b>                                                                                                                                | <b>Tanque</b>                   |                  |                           |                               |                            |
| 1.1                                                                                                                                     | Tanque Semienterrado            | m3               | 65,00                     | ₡ 2.300.000                   | ₡ 149.500.000              |
| 1.2                                                                                                                                     | Tanque Elevado                  | m3               | 60,00                     | ₡ 2.300.000                   | ₡ 138.000.000              |
| 1.3                                                                                                                                     | Excavación                      | m3               | 167,35                    | ₡ 50.000                      | ₡ 8.367.700                |
| <b>2</b>                                                                                                                                | <b>Cañerías</b>                 |                  |                           |                               |                            |
| 2.1                                                                                                                                     | Cañería de Derivacion           | ml               | 96,00                     | ₡ 47.300                      | ₡ 4.540.800                |
| 2.2                                                                                                                                     | Cañería Principal               | ml               | 6962,00                   | ₡ 47.300                      | ₡ 329.302.600              |
| 2.3                                                                                                                                     | Cañería Secundaria              | ml               | 13085,00                  | ₡ 16.500                      | ₡ 215.902.500              |
| 2.4                                                                                                                                     | Excavacion para las Cañería     | m3               | 6445,76                   | ₡ 32.000                      | ₡ 206.264.320              |
| <b>3</b>                                                                                                                                | <b>Equipos Electromecánicos</b> |                  |                           |                               |                            |
| 3.1                                                                                                                                     | Tablero de control              | gl               | 1,00                      | ₡ 17.000.000                  | ₡ 17.000.000               |
| 3.2                                                                                                                                     | Moto bomba                      | gl               | 2,00                      | ₡ 28.000.000                  | ₡ 56.000.000               |
| <b>4</b>                                                                                                                                | <b>Sala de Equipos</b>          |                  |                           |                               |                            |
| 4.1                                                                                                                                     | Sala de Equipos                 | gl               | 1,00                      | ₡ 20.000.000                  | ₡ 20.000.000               |
| <b>Plazo de ejecución estimado: 8 Meses</b>                                                                                             |                                 |                  | <b>Total en Gs</b>        |                               | ₡ 1.136.510.220            |
|                                                                                                                                         |                                 |                  | <b>Dolar Actual en Gs</b> |                               | ₡ 6.901                    |
|                                                                                                                                         |                                 |                  | <b>Total en Dólares</b>   |                               | \$ 164.688                 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”****CAPITULO 5****5. CONCLUSIONES**

Con la elaboración del presente proyecto para la Compañía de Aguapety se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El presente proyecto permitirá el acceso al agua potable de la Compañía de Aguapety, para satisfacer sus necesidades, además de mejorar la calidad de vida de los pobladores.
- La derivación de la cañería se realizó con una unión tipo “T” y una cañería de 150 mm metálico el cual conecta directamente con un tanque semienterrado.
- Con el volumen de dotación se optó por la alternativa de dos tanques (Elevado y Semienterrado) teniendo en cuenta las elevaciones topográficas.
- Se previó la colocación de 2 motobombas (una principal y otra secundaria) para elevar el agua al tanque y poder de ahí abastecer a la comunidad por medio de un sistema de gravedad.
- A partir del tanque elevado se realizaron los cálculos para tuberías principales en forma de anillos con diámetros de 150mm y tuberías secundarias interiores a los anillos de 50mm.
- De los cálculos realizados en el programa WaterCAD se obtuvieron presiones correspondientes a brindar la mejor calidad y uso continuo de sistemas de abastecimiento de agua potable.
- De acuerdo al diseño de la red de distribución se aseguró una cobertura en la zona de estudio y proyectado a ampliaciones futuras.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

**CAPITULO 6**

**6. RECOMENDACIONES**

Para el presente proyecto se tienen las siguientes recomendaciones:

- Para la proyección de las redes de agua potable se debe de tener en cuenta las futuras ampliaciones.
- Para una correcta ubicación de las estructuras de almacenamiento de agua se debe de verificar las presiones máximas en los puntos más bajos de la red y/o críticos.
- Para el correcto funcionamiento del sistema de agua potable posterior a la construcción se deberá proceder a la calibración del sistema de distribución según las normativas vigentes.
- Se recomienda el uso de software con entorno CAD para diseño de redes mixtas de gran envergadura, porque facilita el trabajo de diseño y verificación.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

**CAPITULO 7**

**7. BIBLIOGRAFIA**

- FELICES, A. R. (000). Hidráulica De Tuberías Y Canales.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5ta. Edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- R., S. A. (000). Abastecimiento de agua. Teoría y Diseño
- REGAL, A. (2008). Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Lima: CIENCIAS s.r.l. .
- Ruiz, P. R. (2001). Abastecimiento de Agua. Mexico.
- Sila, N. G. (000). Abastecimiento de agua. Puno.
- SILA, N. G. (2010). Abastecimiento de agua. Puno.
- Valdez, E. C. (1990). Abastecimiento de Agua. México.
- Servicio Nacional de Catastro. [www.catastro.gov.py](http://www.catastro.gov.py)
- La Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC) <http://www.dgeec.gov.py/>
- Aguero Pittman, R. (1997). Agua Potable para Poblaciones Rurales.
- Arrocha Ravelo, S. (1979). Abastecimientos de Agua Teoría y Diseño. Caracas
- Giles, R. V., Evett, J. B., & Liu, C. (1996). Mecánica de los Fluídos e Hidráulica. McGraw-Hill.
- Jorvex. (2006). Tuberías de PVC.
- Mott, R. L. (2006). Mecánica de Fluidos.
- Organización Panamericana de la Salud. (1997). Guía Latinoamericana de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento.

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

- REGAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERU. (2012). OS. 010 Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano.
- MODELO HIDRÁULICO PARA REDES DE AGUA POTABLE - Revista Ingeniería Hidráulica en México, vol. XVII, núm. 1, pp. 31-48 - Guerrero, O.
- 2002, México. - COMPUTER SOLUTION OF LARGE SPARSE POSITIVE DEFINITE SYSTEMS - George, A., Liu, J. – 1981, Englewood Cliffs, New Jersey, Estados Unidos
- MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO - Tzatchkov, V. G., Izurieta D. – 1994, México.
- ANALYSIS OF FLOW IN NETWORKS OF CONDUITS OR CONDUCTORS, UNIVERSITY OF ILLINOIS – Hardy Cross – 1936, Illinois, Estados Unidos.
- MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE REDES HIDRÁULICAS A PRESIÓN MEDIANTE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS - María del Mar García Alcaraz – 2006, Cartagena, Colombia.
- DISEÑO Y MODELACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CON WATERCAD – Carlos Vidal Valenzuela – 2008, Lima, Perú.
- THE HISTORY OF WATER DISTRIBUTION NETWORK ANALYSIS: THE COMPUTER AGE. Lindell E. Ormsbee. Director Kentucky Water Resources Research Institute, U. KY. Artículo publicado por ASCE. 2006.
- ADVANCED WATER DISTRIBUTION MODELING AND MANAGEMENT. Haestad Methods. First Edition. 2004. Waterbury, Estados Unidos
- INGENIERÍA HIDRÁULICA: Aplicada a los Sistemas de Distribución de Agua. Autores Varios - Universidad Politécnica de Valencia. Segunda Edición., 1996. Valencia, España.
- WATER DISTRIBUTION SYSTEM HANDBOOK – INTRODUCTION. Mays L. W. Ed. McGraw Hill. 2000. New York, Estados Unidos.
- WATER DISTRIBUTION SYSTEM ANALYSIS: Field Studies, Modeling and Management. Reference Guide for Utilities. U.S. Environmental Protection

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

---

Agency. Office of Research and Development. Water Supply and Water Resources Division. 2005. Estados Unidos.

- BENTLEY WATERGEMS V8i EDITION. Users Guide. Haestad Methods Solution Center – Bentley Systems, Inc. 2006. Estados Unidos.
- ELVIS YURY PAUCAR CARRASCO (2016), SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS URBANIZACIONES NUEVO PROGRESO Y UNIÓN MILLUNI DEL DISTRITO DE MACARI, PROVINCIA DE MELGAR – REGIÓN PUNO. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
- RONY IVAN SURCO SANCA (2014), PROPUESTA DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y LETRINAS DE ARRASTRE HIDRÁULICO PARA LAS COMUNIDADES DE PILCO, CATARANI, HUAÑARAYA Y PURUMPATA DEL DISTRITO DE YANAHUAYA-SANDIA-PUNO. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
- [http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/11/3652\\_TRM.pdf](http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/11/3652_TRM.pdf)

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **CAPITULO 8**

## **8. ANEXOS**

### **8.1 Resultados de Calculo con CypeCAD**

#### **8.1.1 Listado de Obra Tanque de 91 m<sup>3</sup>**

##### **1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA**

Versión: 2018

Número de licencia: 20172

##### **2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA**

Proyecto: Tanque 91 m<sup>3</sup>Archivo: Tanque 91 m<sup>3</sup>

##### **3.- NORMAS CONSIDERADAS**

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

**Categoría de uso:** A. Zonas residenciales

##### **4.- ACCIONES CONSIDERADAS**

###### **4.1.- Gravitatorias**

| Planta    | S.C.U<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Cargas permanentes<br>(t/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------------------------|-------------------------------------------|
| +15.00    | 0.20                         | 0.25                                      |
| +12.00    | 0.20                         | 0.25                                      |
| +9.00     | 0.20                         | 0.25                                      |
| +6.00     | 0.20                         | 0.25                                      |
| +3.00     | 0.20                         | 0.25                                      |
| +0.00     | 0.20                         | 0.25                                      |
| Fundación | 0.00                         | 0.00                                      |

###### **4.2.- Viento**

Norma paraguaya: acción del viento en las construcciones

Velocidad Básica: 55.00

Rugosidad: Categoría: II Clase: A

Factor Probabilístico: 0.88

Factor Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

| <b>Anchos de banda</b> |                         |                         |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Plantas                | Ancho de banda Y<br>(m) | Ancho de banda X<br>(m) |
| En todas las plantas   | 7.00                    | 5.00                    |

Se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Valor para multiplicar los desplazamientos 1.00

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00      -X:1.00

+Y: 1.00      -Y:1.00

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Cargas de viento |              |              |
|------------------|--------------|--------------|
| Planta           | Viento X (t) | Viento Y (t) |
| +15.00           | 1.617        | 1.155        |
| +12.00           | 3.113        | 2.224        |
| +9.00            | 2.964        | 2.117        |
| +6.00            | 2.767        | 1.976        |
| +3.00            | 2.459        | 1.757        |
| +0.00            | 0.000        | 0.000        |

#### 4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

#### 4.4.- Hipótesis de carga

|             |                                                                                                            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Automáticas | Peso propio<br>Cargas permanentes<br>Sobrecarga de uso<br>Viento +X<br>Viento -X<br>Viento +Y<br>Viento -Y |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.5.- Leyes de presiones sobre muros

| Empujes del terreno |                    |                                  |                |
|---------------------|--------------------|----------------------------------|----------------|
| Referencia          | Hipótesis          | Descripción                      | Muro           |
| Empuje del agua     | Cargas permanentes | Con nivel freático: Cota 14.60 m | M1, M2, M3, M4 |

#### 4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

| Grupo | Hipótesis          | Tipo   | Valor | Coordenadas             |
|-------|--------------------|--------|-------|-------------------------|
| +3.00 | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.25,7.40) (2.62,7.40) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.89,7.41) (5.24,7.42) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.07,7.22) (0.08,3.89) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.76,7.24) (2.76,3.88) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (5.40,7.24) (5.41,3.90) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.09,3.61) (0.11,0.27) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.75,3.61) (2.76,0.29) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (5.41,3.61) (5.44,0.27) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.31,0.08) (2.59,0.09) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.91,0.11) (5.19,0.12) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.28,3.74) (2.59,3.74) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.91,3.75) (5.24,3.74) |
| +6.00 | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (0.29,0.10) (2.56,0.10) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (2.92,0.11) (5.22,0.11) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (5.42,0.26) (5.41,3.54) |
|       | Cargas permanentes | Lineal | 0.10  | (5.22,3.75) (2.93,3.75) |



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Grupo  | Hipótesis          | Tipo        | Valor | Coordenadas                                     |
|--------|--------------------|-------------|-------|-------------------------------------------------|
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.76,3.59) (2.75,0.27)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.35,3.77) (2.58,3.76)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.09,3.61) (0.11,0.27)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.27,7.41) (2.59,7.38)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.89,7.40) (5.21,7.41)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (5.40,7.22) (5.42,3.92)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.75,7.22) (2.76,3.91)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.09,7.22) (0.12,3.89)                         |
| +9.00  | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.28,7.41) (2.56,7.41)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.89,7.41) (5.21,7.40)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (5.42,7.21) (5.42,3.90)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.75,7.21) (2.76,3.91)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.10,7.22) (0.10,3.90)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.26,0.10) (2.60,0.10)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.89,0.09) (5.21,0.11)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.76,3.57) (2.76,0.26)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.09,3.59) (0.10,0.27)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (5.41,3.59) (5.40,0.28)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (0.25,3.74) (2.57,3.73)                         |
|        | Cargas permanentes | Lineal      | 0.10  | (2.89,3.73) (5.25,3.74)                         |
| +12.00 | Sobrecarga de uso  | Superficial | 2.63  | (0.25,7.25) (5.25,7.24) (5.24,0.25) (0.25,0.26) |
| +15.00 | Sobrecarga de uso  | Superficial | 0.15  | (0.06,7.43) (5.41,7.44) (5.43,0.07) (0.11,0.07) |

## 5.- ESTADOS LÍMITE

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón                  | CTE                                              |
| E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones | Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Tensiones sobre el terreno                  | Acciones características                         |
| Desplazamientos                             |                                                  |

## 6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

- $G_k$  Acción permanente
- $P_k$  Acción de pretensado
- $Q_k$  Acción variable
- $\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{s,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### **6.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )**

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G)             | 1.000                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento (Q)                       | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.600                       |

#### **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G)             | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento (Q)                       | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.600                       |

#### **Tensiones sobre el terreno**

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_s$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |
| Viento (Q)            | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

### **6.2.- Combinaciones**

#### **• Nombres de las hipótesis**

PP    Peso propio  
 CM    Cargas permanentes  
 Qa    Sobrecarga de uso  
 V(+X) Viento +X  
 V(-X) Viento -X  
 V(+Y) Viento +Y  
 V(-Y) Viento -Y

#### **• E.L.U. de rotura. Hormigón**

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Comb. | PP    | CM    | Qa    | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |
| 2     | 1.350 | 1.350 |       |       |       |       |       |
| 3     | 1.000 | 1.000 | 1.500 |       |       |       |       |
| 4     | 1.350 | 1.350 | 1.500 |       |       |       |       |
| 5     | 1.000 | 1.000 |       | 1.500 |       |       |       |
| 6     | 1.350 | 1.350 |       | 1.500 |       |       |       |
| 7     | 1.000 | 1.000 | 1.050 | 1.500 |       |       |       |
| 8     | 1.350 | 1.350 | 1.050 | 1.500 |       |       |       |
| 9     | 1.000 | 1.000 | 1.500 | 0.900 |       |       |       |
| 10    | 1.350 | 1.350 | 1.500 | 0.900 |       |       |       |
| 11    | 1.000 | 1.000 |       |       | 1.500 |       |       |
| 12    | 1.350 | 1.350 |       |       | 1.500 |       |       |
| 13    | 1.000 | 1.000 | 1.050 |       | 1.500 |       |       |
| 14    | 1.350 | 1.350 | 1.050 |       | 1.500 |       |       |
| 15    | 1.000 | 1.000 | 1.500 |       | 0.900 |       |       |
| 16    | 1.350 | 1.350 | 1.500 |       | 0.900 |       |       |
| 17    | 1.000 | 1.000 |       |       |       | 1.500 |       |
| 18    | 1.350 | 1.350 |       |       |       | 1.500 |       |
| 19    | 1.000 | 1.000 | 1.050 |       |       | 1.500 |       |
| 20    | 1.350 | 1.350 | 1.050 |       |       | 1.500 |       |
| 21    | 1.000 | 1.000 | 1.500 |       |       | 0.900 |       |
| 22    | 1.350 | 1.350 | 1.500 |       |       | 0.900 |       |
| 23    | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       | 1.500 |
| 24    | 1.350 | 1.350 |       |       |       |       | 1.500 |
| 25    | 1.000 | 1.000 | 1.050 |       |       |       | 1.500 |
| 26    | 1.350 | 1.350 | 1.050 |       |       |       | 1.500 |
| 27    | 1.000 | 1.000 | 1.500 |       |       |       | 0.900 |
| 28    | 1.350 | 1.350 | 1.500 |       |       |       | 0.900 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

• **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

| Comb. | PP    | CM    | Qa    | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |
| 2     | 1.600 | 1.600 |       |       |       |       |       |
| 3     | 1.000 | 1.000 | 1.600 |       |       |       |       |
| 4     | 1.600 | 1.600 | 1.600 |       |       |       |       |
| 5     | 1.000 | 1.000 |       | 1.600 |       |       |       |
| 6     | 1.600 | 1.600 |       | 1.600 |       |       |       |
| 7     | 1.000 | 1.000 | 1.120 | 1.600 |       |       |       |
| 8     | 1.600 | 1.600 | 1.120 | 1.600 |       |       |       |
| 9     | 1.000 | 1.000 | 1.600 | 0.960 |       |       |       |
| 10    | 1.600 | 1.600 | 1.600 | 0.960 |       |       |       |
| 11    | 1.000 | 1.000 |       |       | 1.600 |       |       |
| 12    | 1.600 | 1.600 |       |       | 1.600 |       |       |
| 13    | 1.000 | 1.000 | 1.120 |       | 1.600 |       |       |
| 14    | 1.600 | 1.600 | 1.120 |       | 1.600 |       |       |
| 15    | 1.000 | 1.000 | 1.600 |       | 0.960 |       |       |
| 16    | 1.600 | 1.600 | 1.600 |       | 0.960 |       |       |
| 17    | 1.000 | 1.000 |       |       |       | 1.600 |       |
| 18    | 1.600 | 1.600 |       |       |       | 1.600 |       |
| 19    | 1.000 | 1.000 | 1.120 |       |       | 1.600 |       |
| 20    | 1.600 | 1.600 | 1.120 |       |       | 1.600 |       |
| 21    | 1.000 | 1.000 | 1.600 |       |       | 0.960 |       |
| 22    | 1.600 | 1.600 | 1.600 |       |       | 0.960 |       |
| 23    | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       | 1.600 |
| 24    | 1.600 | 1.600 |       |       |       |       | 1.600 |
| 25    | 1.000 | 1.000 | 1.120 |       |       |       | 1.600 |
| 26    | 1.600 | 1.600 | 1.120 |       |       |       | 1.600 |
| 27    | 1.000 | 1.000 | 1.600 |       |       |       | 0.960 |
| 28    | 1.600 | 1.600 | 1.600 |       |       |       | 0.960 |

• **Tensiones sobre el terreno**

• **Desplazamientos**

| Comb. | PP    | CM    | Qa    | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |
| 2     | 1.000 | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       |
| 3     | 1.000 | 1.000 |       | 1.000 |       |       |       |
| 4     | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |       |       |       |
| 5     | 1.000 | 1.000 |       |       | 1.000 |       |       |
| 6     | 1.000 | 1.000 | 1.000 |       | 1.000 |       |       |
| 7     | 1.000 | 1.000 |       |       |       | 1.000 |       |
| 8     | 1.000 | 1.000 | 1.000 |       |       | 1.000 |       |
| 9     | 1.000 | 1.000 |       |       |       |       | 1.000 |
| 10    | 1.000 | 1.000 | 1.000 |       |       |       | 1.000 |

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Grupo | Nombre del grupo | Planta | Nombre planta | Altura | Cota  |
|-------|------------------|--------|---------------|--------|-------|
| 6     | +15.00           | 6      | +15.00        | 3.00   | 15.00 |
| 5     | +12.00           | 5      | +12.00        | 3.00   | 12.00 |
| 4     | +9.00            | 4      | +9.00         | 3.00   | 9.00  |
| 3     | +6.00            | 3      | +6.00         | 3.00   | 6.00  |
| 2     | +3.00            | 2      | +3.00         | 3.00   | 3.00  |
| 1     | +0.00            | 1      | +0.00         | 1.80   | 0.00  |
| 0     | Fundación        |        |               |        | -1.80 |

## **8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS**

### **8.1.- Columnas**

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo de la columna en grados sexagesimales

| Datos de las columnas |               |        |                          |      |            |                 |
|-----------------------|---------------|--------|--------------------------|------|------------|-----------------|
| Referencia            | Coord(P.Fijo) | GI- GF | Vinculación exterior     | Ang. | Punto fijo | Altura de apoyo |
| P1                    | ( 0.13, 7.38) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |
| P2                    | ( 2.75, 7.38) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |
| P3                    | ( 5.38, 7.38) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |
| P4                    | ( 0.13, 3.75) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.60            |
| P5                    | ( 2.75, 3.75) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.60            |
| P6                    | ( 5.38, 3.75) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.60            |
| P7                    | ( 0.13, 0.13) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |
| P8                    | ( 2.75, 0.13) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |
| P9                    | ( 5.38, 0.13) | 0-5    | Con vinculación exterior | 0.0  | Centro     | 0.55            |

### **8.2.- Muros**

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

- Las dimensiones están expresadas en metros.

| Datos geométricos del muro |                         |        |               |               |        |                                        |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------------|---------------|--------|----------------------------------------|
| Referencia                 | Tipo muro               | GI- GF | Vértices      |               | Planta | Dimensiones<br>Izquierda+Derecha=Total |
|                            |                         |        | Inicial       | Final         |        |                                        |
| M1                         | Muro de hormigón armado | 5-6    | ( 0.13, 7.38) | ( 5.38, 7.38) | 6      | 0.1+0.1=0.2                            |
| M2                         | Muro de hormigón armado | 5-6    | ( 5.38, 0.13) | ( 5.38, 7.38) | 6      | 0.1+0.1=0.2                            |
| M3                         | Muro de hormigón armado | 5-6    | ( 0.13, 0.13) | ( 5.38, 0.13) | 6      | 0.1+0.1=0.2                            |
| M4                         | Muro de hormigón armado | 5-6    | ( 0.13, 0.13) | ( 0.13, 7.38) | 6      | 0.1+0.1=0.2                            |

| Zapata del muro |                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
| Referencia      | Zapata del muro                                                     |
| M1              | Sin vinculación exterior<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.20 |
| M2              | Sin vinculación exterior<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.20 |
| M3              | Sin vinculación exterior<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.20 |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

|            |                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| Referencia | Zapata del muro                                                     |
| M4         | Sin vinculación exterior<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.20 |

**9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA**

| Para todos las columnas |                  |                              |      |                       |      |                             |
|-------------------------|------------------|------------------------------|------|-----------------------|------|-----------------------------|
| Planta                  | Dimensiones (cm) | Coeficiente de empotramiento |      | Coeficiente de pandeo |      | Coeficiente de rigidez axil |
|                         |                  | Cabeza                       | Pie  | X                     | Y    |                             |
| 5                       | 25x25            | 0.30                         | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 2.00                        |
| 4                       | 25x25            | 1.00                         | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 2.00                        |
| 3                       | 25x25            | 1.00                         | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 2.00                        |
| 2                       | 25x25            | 1.00                         | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 2.00                        |
| 1                       | 25x25            | 1.00                         | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 2.00                        |

**10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN**

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm<sup>2</sup>
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm<sup>2</sup>

**11.- MATERIALES UTILIZADOS**

**11.1.- Hormigones**

| Elemento | Hormigón | $f_{ck}$<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | $\gamma_c$ | Árido      |                    | $E_c$<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------|-----------------------------------|------------|------------|--------------------|--------------------------------|
|          |          |                                   |            | Naturaleza | Tamaño máximo (mm) |                                |
| Todos    | HA-25    | 255                               | 1.50       | Cuarcita   | 19                 | 277920                         |

**11.2.- Aceros por elemento y posición**

**11.2.1.- Aceros en barras**

| Elemento | Acero   | $f_{yk}$<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | $\gamma_s$ |
|----------|---------|-----------------------------------|------------|
| Todos    | B 500 S | 5097                              | 1.15       |

**11.2.2.- Aceros en perfiles**

| Tipo de acero para perfiles | Acero            | Límite elástico<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de elasticidad<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Acero conformado            | ASTM A 36 36 ksi | 2548                                     | 2069317                                        |
| Acero laminado              | ASTM A 36 36 ksi | 2548                                     | 2038736                                        |



## “PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”

### 8.1.2 Listado de Obra Tanque de 169m<sup>3</sup>

#### 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2018

Número de licencia: 20172

#### 2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Tanque 169 m<sup>3</sup>

Archivo: Tanque 169 m<sup>3</sup>

#### 3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

**Categoría de uso:** A. Zonas residenciales

#### 4.- ACCIONES CONSIDERADAS

##### 4.1.- Gravitatorias

| Planta    | S.C.U<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Cargas permanentes<br>(t/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------------------------|-------------------------------------------|
| Tapa      | 0.25                         | 0.20                                      |
| Fundación | 0.25                         | 0.20                                      |

##### 4.2.- Viento

Sin acción de viento

##### 4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

##### 4.4.- Hipótesis de carga

|             |                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------|
| Automáticas | Peso propio<br>Cargas permanentes<br>Sobrecarga de uso |
|-------------|--------------------------------------------------------|

##### 4.5.- Leyes de presiones sobre muros

| Empujes del terreno |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |
|---------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Referencia          | Hipótesis          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               | Muro           |
| Empuje de Terreno   | Cargas permanentes | Con relleno: Cota 0.00 m<br>Ángulo de talud 0.00 Grados<br>Densidad aparente 1.80 t/m <sup>3</sup><br>Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup><br>Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados<br>Evacuación por drenaje 100.00 %<br>Carga 1:<br>Tipo: Uniforme<br>Valor: 1.00 t/m <sup>2</sup> | M1, M2, M3, M4 |
| Empuje de Agua      | Sobrecarga de uso  | Con nivel freático: Cota 0.00 m                                                                                                                                                                                                                                                           | M1, M2, M3, M4 |



## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **4.6.- Listado de cargas**

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m<sup>2</sup>)

| Grupo     | Hipótesis         | Tipo        | Valor | Coordenadas                                     |
|-----------|-------------------|-------------|-------|-------------------------------------------------|
| Fundación | Sobrecarga de uso | Superficial | 3.60  | (0.34,7.25) (6.97,7.25) (6.98,0.33) (0.33,0.33) |
| Tapa      | Sobrecarga de uso | Superficial | 0.15  | (0.15,7.45) (7.16,7.45) (7.16,0.15) (0.15,0.15) |

### **5.- ESTADOS LÍMITE**

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón                  | CTE                                              |
| E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones | Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Tensiones sobre el terreno                  | Acciones características                         |
| Desplazamientos                             |                                                  |

### **6.- SITUACIONES DE PROYECTO**

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

#### **6.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\Psi$ )**

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)             | 1.000                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

| <b>Persistente o transitoria</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                                  | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                                  | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)             | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)                   | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.700                       |

**Tensiones sobre el terreno**

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

**Desplazamientos**

| <b>Característica</b> |                                                  |              |                                        |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                       | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                       | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)  | 1.000                                            | 1.000        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)        | 0.000                                            | 1.000        | 1.000                                  | 1.000                       |

**6.2.- Combinaciones**

▪ **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

CM Cargas permanentes

Qa Sobrecarga de uso

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón**

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Comb. | PP    | CM    | Qa    |
|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |
| 2     | 1.350 | 1.350 |       |
| 3     | 1.000 | 1.000 | 1.500 |
| 4     | 1.350 | 1.350 | 1.500 |

### • E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

| Comb. | PP    | CM    | Qa    |
|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |
| 2     | 1.600 | 1.600 |       |
| 3     | 1.000 | 1.000 | 1.600 |
| 4     | 1.600 | 1.600 | 1.600 |

### • Tensiones sobre el terreno

### • Desplazamientos

| Comb. | PP    | CM    | Qa    |
|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |       |
| 2     | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

## **7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS**

| Grupo | Nombre del grupo | Planta | Nombre planta | Altura | Cota  |
|-------|------------------|--------|---------------|--------|-------|
| 1     | Tapa             | 1      | Tapa          | 4.00   | 0.40  |
| 0     | Fundación        |        |               |        | -3.60 |

## **8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS**

### **8.1.- Muros**

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

| Referencia | Tipo muro               | GI- GF | Vértices      |               | Planta | Dimensiones<br>Izquierda+Derecha=Total |
|------------|-------------------------|--------|---------------|---------------|--------|----------------------------------------|
|            |                         |        | Inicial       | Final         |        |                                        |
| M1         | Muro de hormigón armado | 0-1    | ( 0.15, 7.45) | ( 7.16, 7.45) | 1      | 0.15+0.15=0.3                          |
| M2         | Muro de hormigón armado | 0-1    | ( 7.16, 0.15) | ( 7.16, 7.45) | 1      | 0.15+0.15=0.3                          |
| M3         | Muro de hormigón armado | 0-1    | ( 0.15, 0.15) | ( 7.16, 0.15) | 1      | 0.15+0.15=0.3                          |
| M4         | Muro de hormigón armado | 0-1    | ( 0.15, 0.15) | ( 0.15, 7.45) | 1      | 0.15+0.15=0.3                          |

Zapata del muro

| Referencia | Zapata del muro                                                                                                                                                                                                                             |                      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| M1         | Viga de fundación: 0.300 x 0.400<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40<br><br>-Situaciones persistentes: 2.00 kp/cm <sup>2</sup><br>-Situaciones accidentales: 3.00 kp/cm <sup>2</sup><br>Módulo de balasto: 10000.00 t/m <sup>3</sup> | Tensiones admisibles |

**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

| Referencia | Zapata del muro                                                                                                                                                                                                                             |                      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| M2         | Viga de fundación: 0.300 x 0.400<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40<br><br>-Situaciones persistentes: 2.00 kp/cm <sup>2</sup><br>-Situaciones accidentales: 3.00 kp/cm <sup>2</sup><br>Módulo de balasto: 10000.00 t/m <sup>3</sup> | Tensiones admisibles |
| M3         | Viga de fundación: 0.300 x 0.400<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40<br><br>-Situaciones persistentes: 2.00 kp/cm <sup>2</sup><br>-Situaciones accidentales: 3.00 kp/cm <sup>2</sup><br>Módulo de balasto: 10000.00 t/m <sup>3</sup> | Tensiones admisibles |
| M4         | Viga de fundación: 0.300 x 0.400<br>Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40<br><br>-Situaciones persistentes: 2.00 kp/cm <sup>2</sup><br>-Situaciones accidentales: 3.00 kp/cm <sup>2</sup><br>Módulo de balasto: 10000.00 t/m <sup>3</sup> | Tensiones admisibles |

**9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN**

| Plateas fundación | Altura (cm) | Módulo balasto (t/m <sup>3</sup> ) | Tensión admisible en situaciones persistentes (kp/cm <sup>2</sup> ) | Tensión admisible en situaciones accidentales (kp/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Todas             | 40          | 10000.00                           | 2.00                                                                | 3.00                                                                |

**10.- MATERIALES UTILIZADOS**

**10.1.- Hormigones**

| Elemento | Hormigón | f <sub>ck</sub><br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | γ <sub>c</sub> | Árido      |                    | E <sub>c</sub><br>(kp/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------|------------------------------------------|----------------|------------|--------------------|-----------------------------------------|
|          |          |                                          |                | Naturaleza | Tamaño máximo (mm) |                                         |
| Todos    | HA-25    | 255                                      | 1.50           | Cuarcita   | 19                 | 277920                                  |

**10.2.- Aceros por elemento y posición**

**10.2.1.- Aceros en barras**

| Elemento | Acero   | f <sub>yk</sub><br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | γ <sub>s</sub> |
|----------|---------|------------------------------------------|----------------|
| Todos    | B 500 S | 5097                                     | 1.15           |

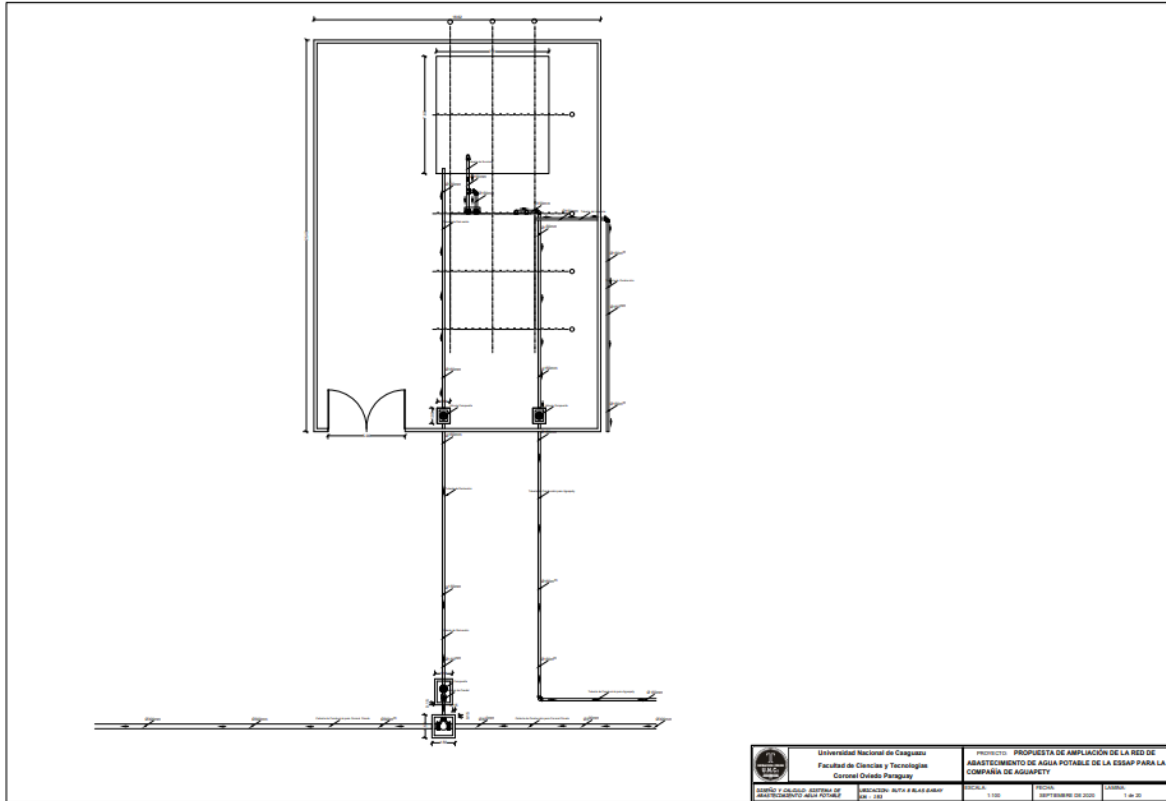
**10.2.2.- Aceros en perfiles**

| Tipo de acero para perfiles | Acero            | Límite elástico<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de elasticidad<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Acero conformado            | ASTM A 36 36 ksi | 2548                                     | 2069317                                        |
| Acero laminado              | ASTM A 36 36 ksi | 2548                                     | 2038736                                        |

## **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

### **8.2 Planos Arquitectónicos y Estructural**

#### **8.2.1 Planos Arquitectónicos**

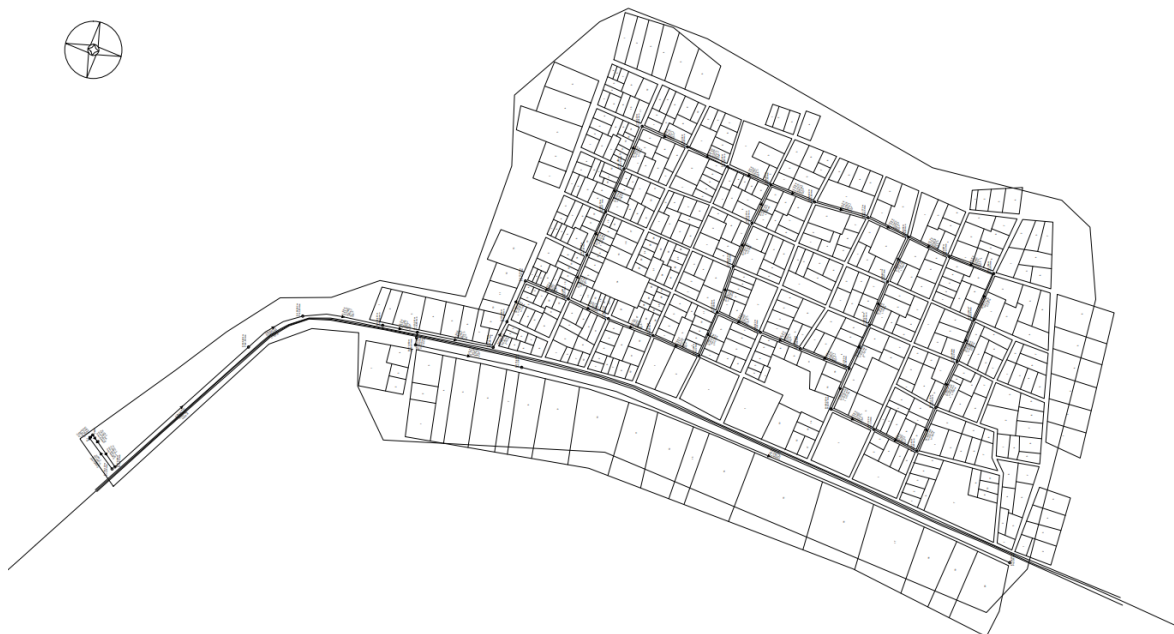


**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



Universidad Nacional de Caaguazú  
Facultad de Ciencias y Tecnologías  
Proyecto Final de Grado

PROYECTO: PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY

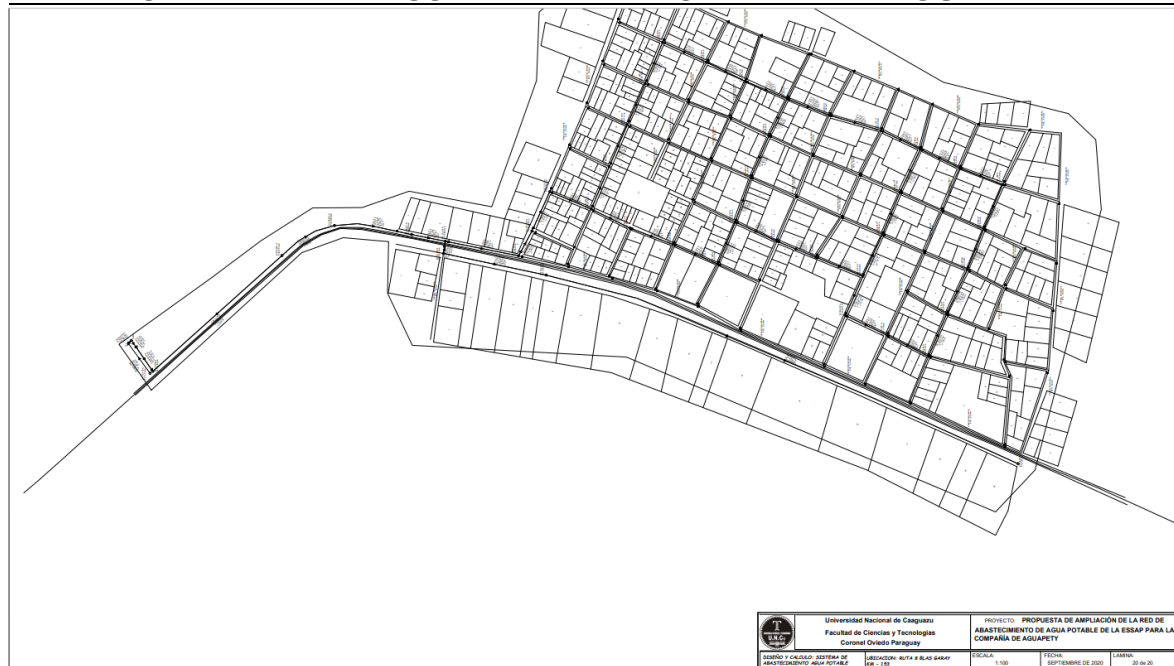


Universidad Nacional de Caaguazú  
Facultad de Ciencias y Tecnologías  
Proyecto Final de Grado

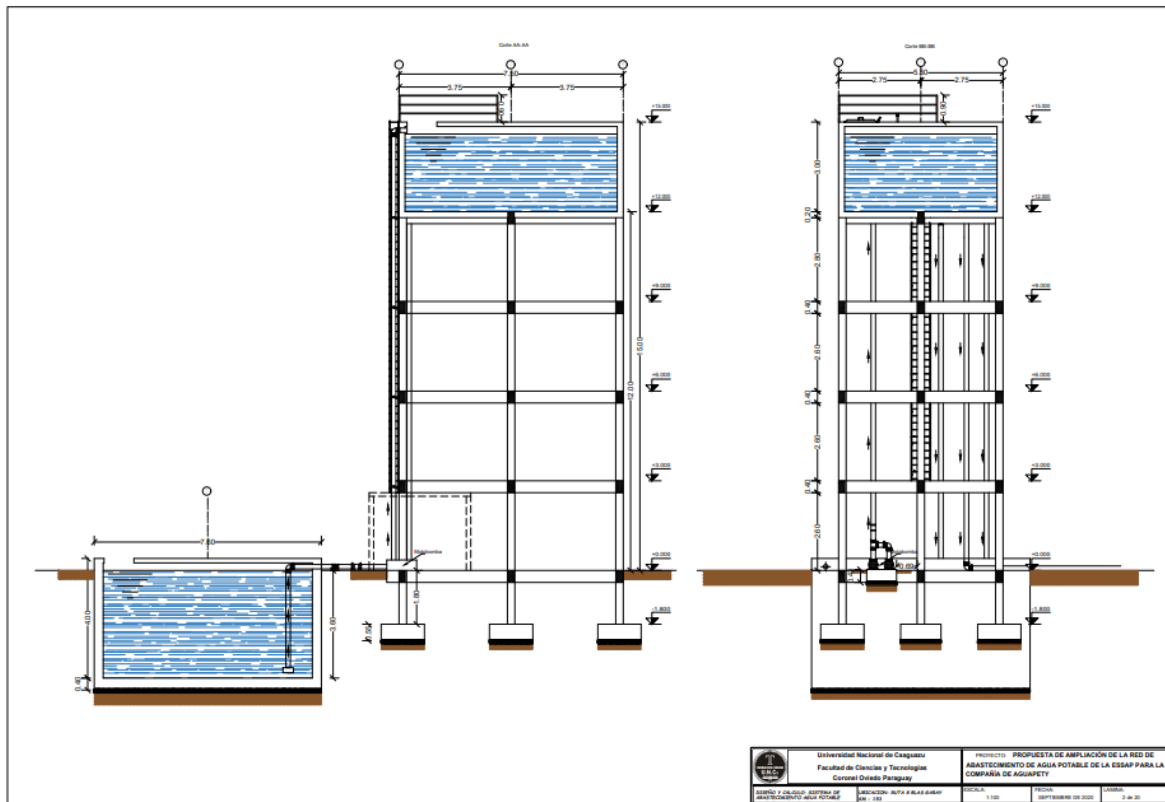
PROYECTO: PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

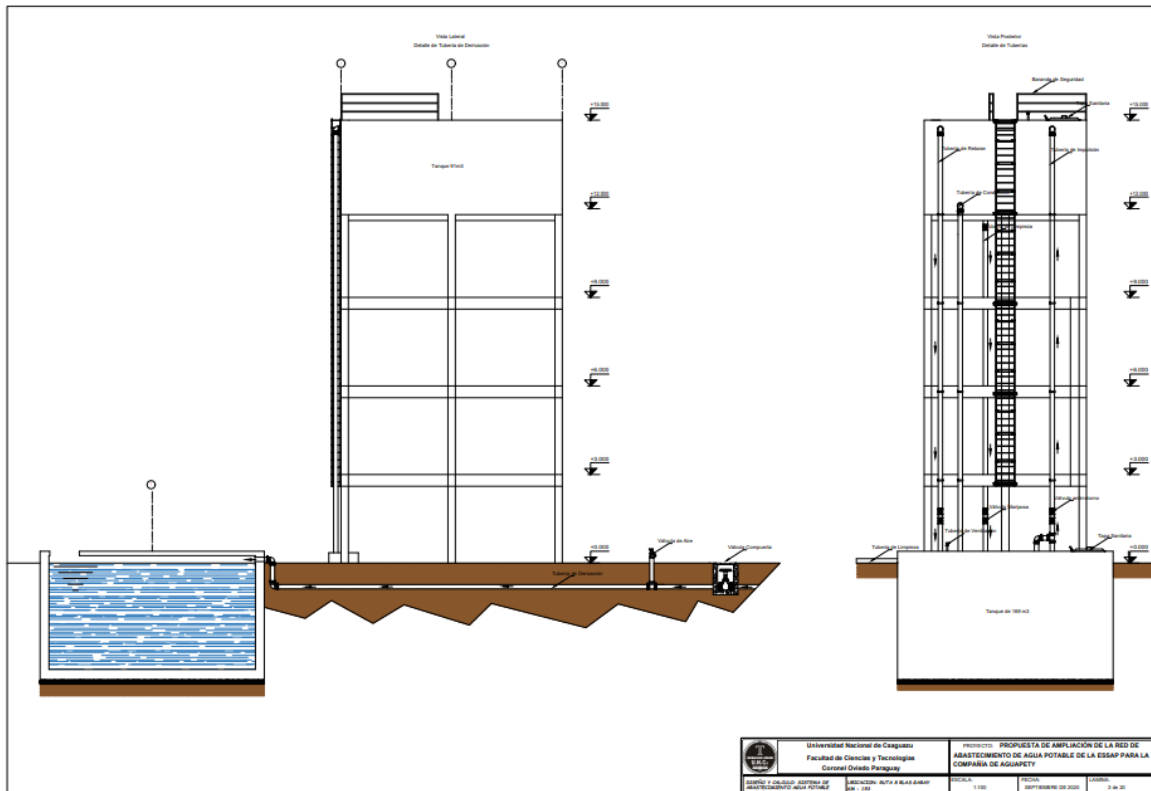


**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

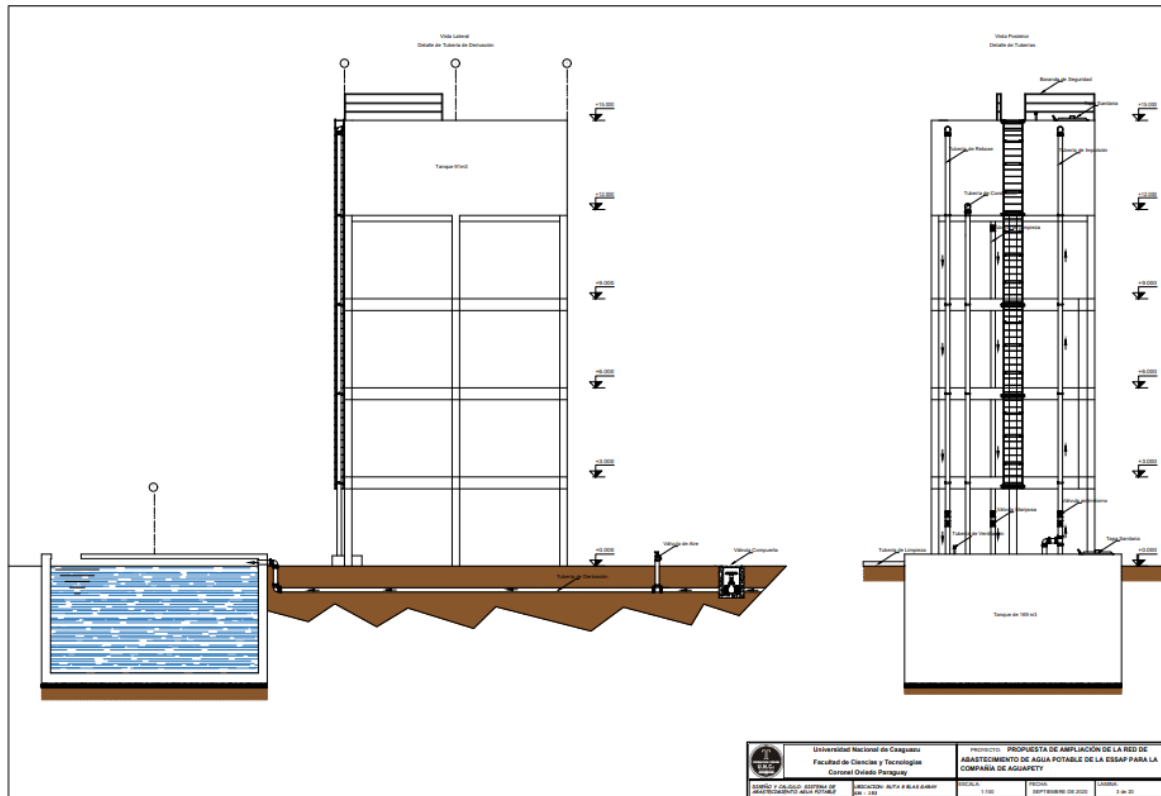




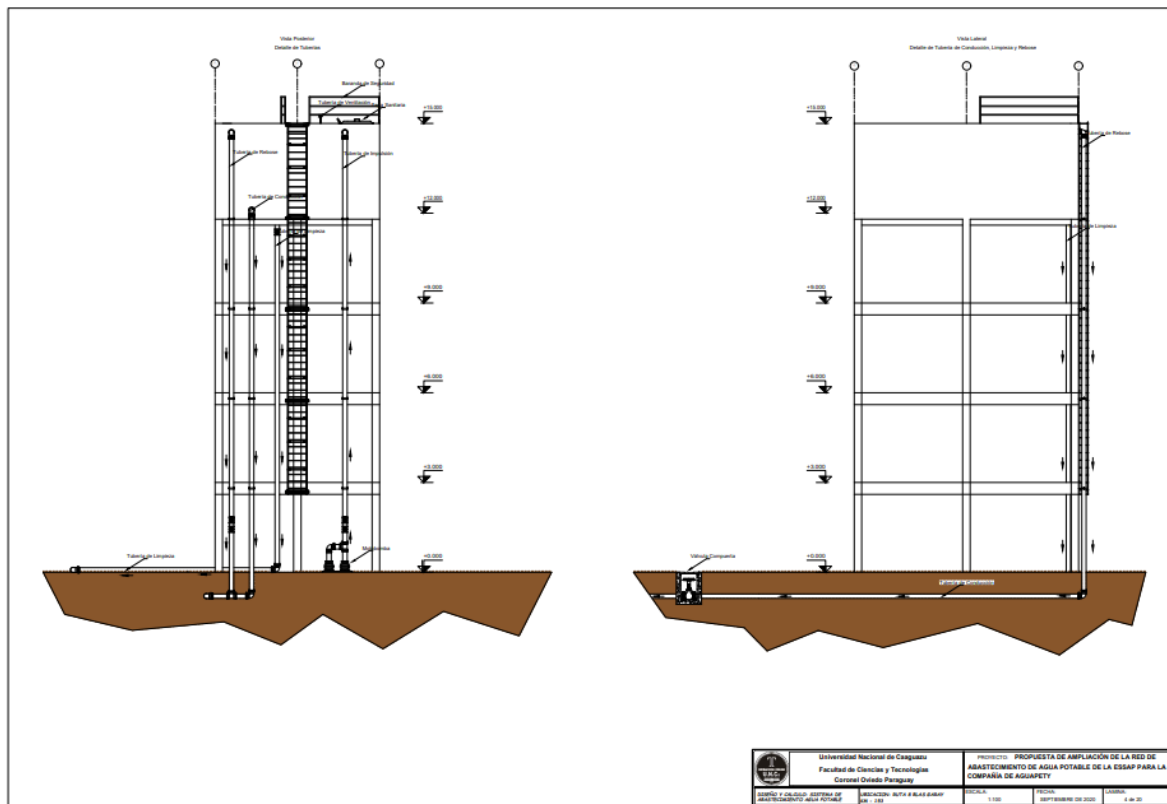
# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



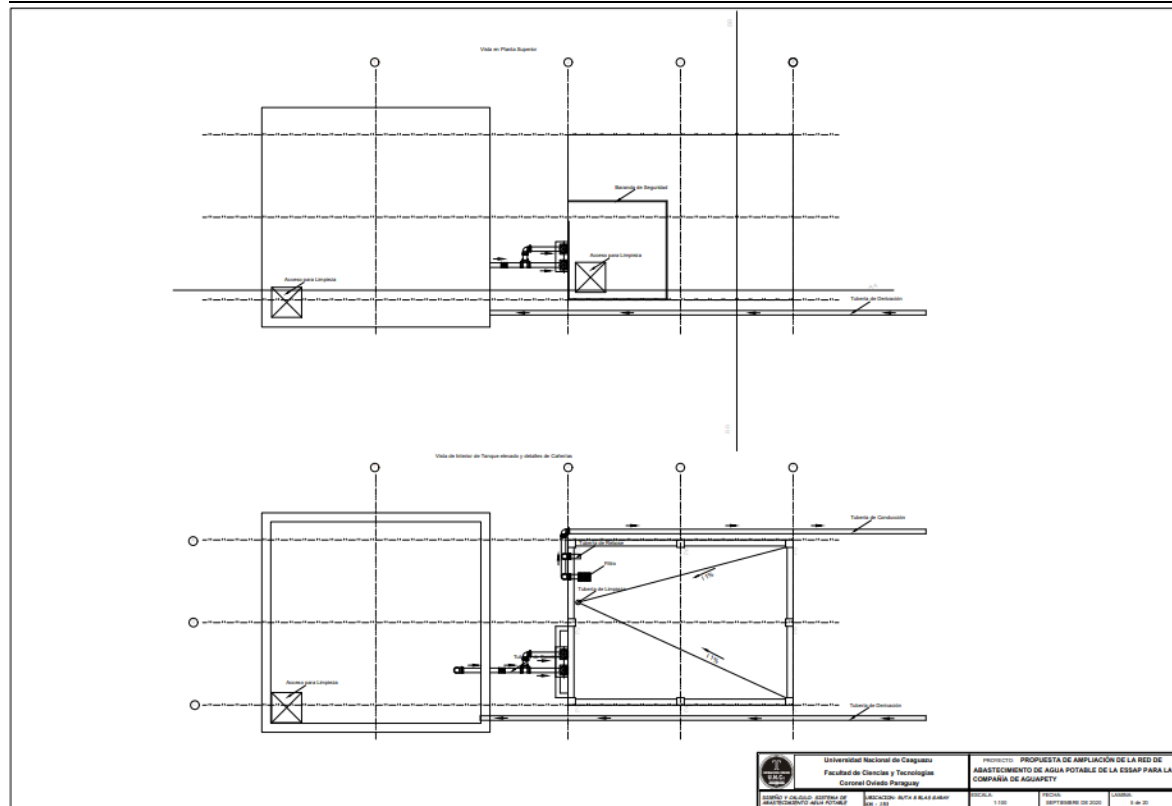
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



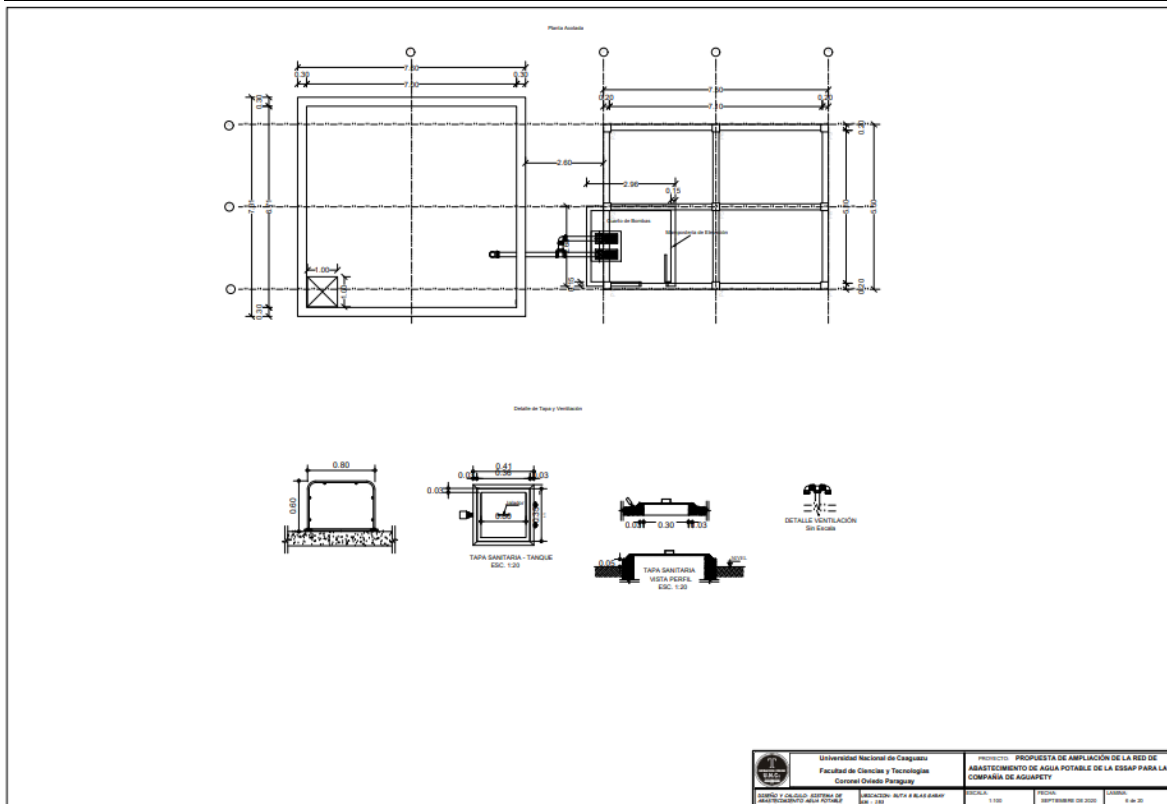
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

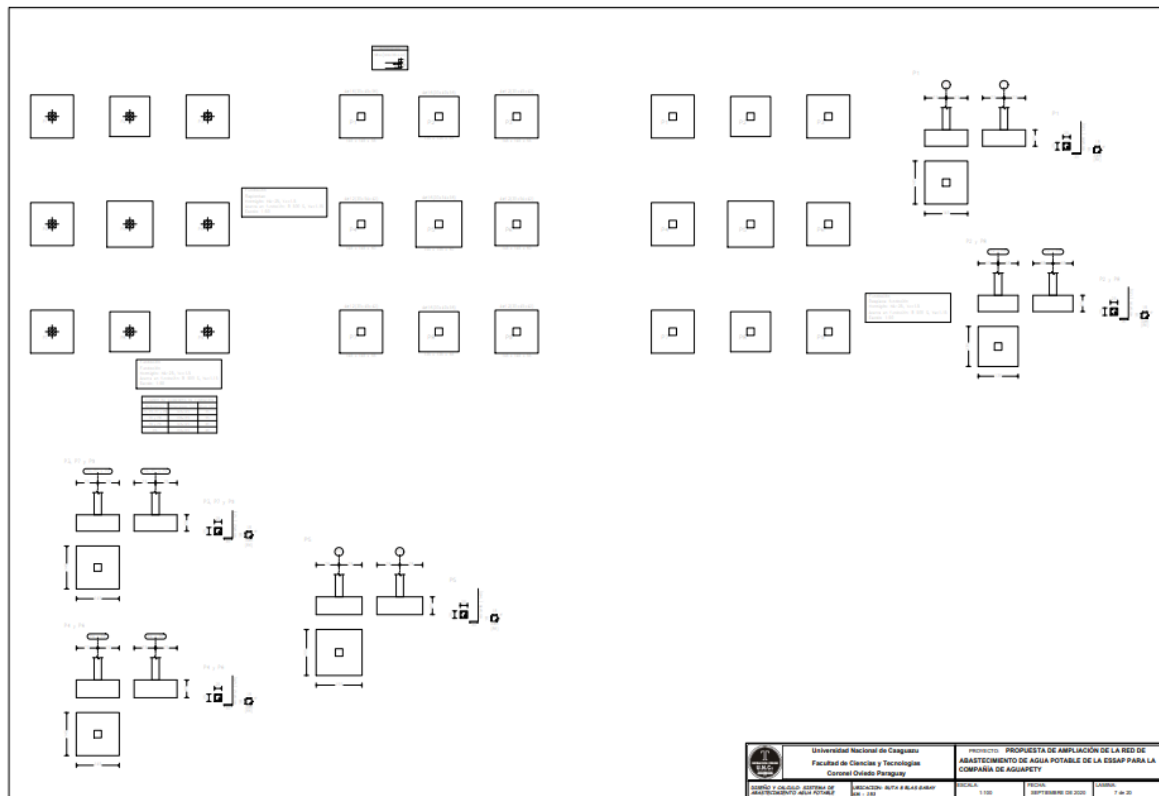


**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

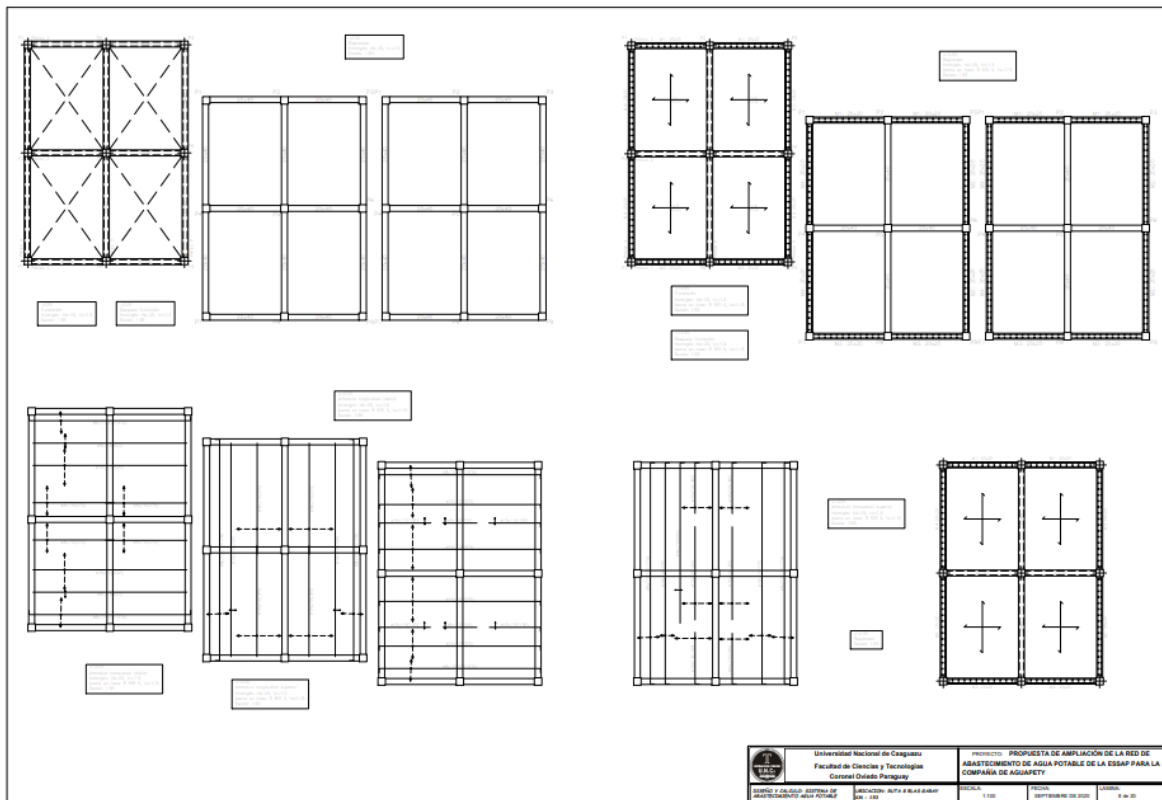


# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

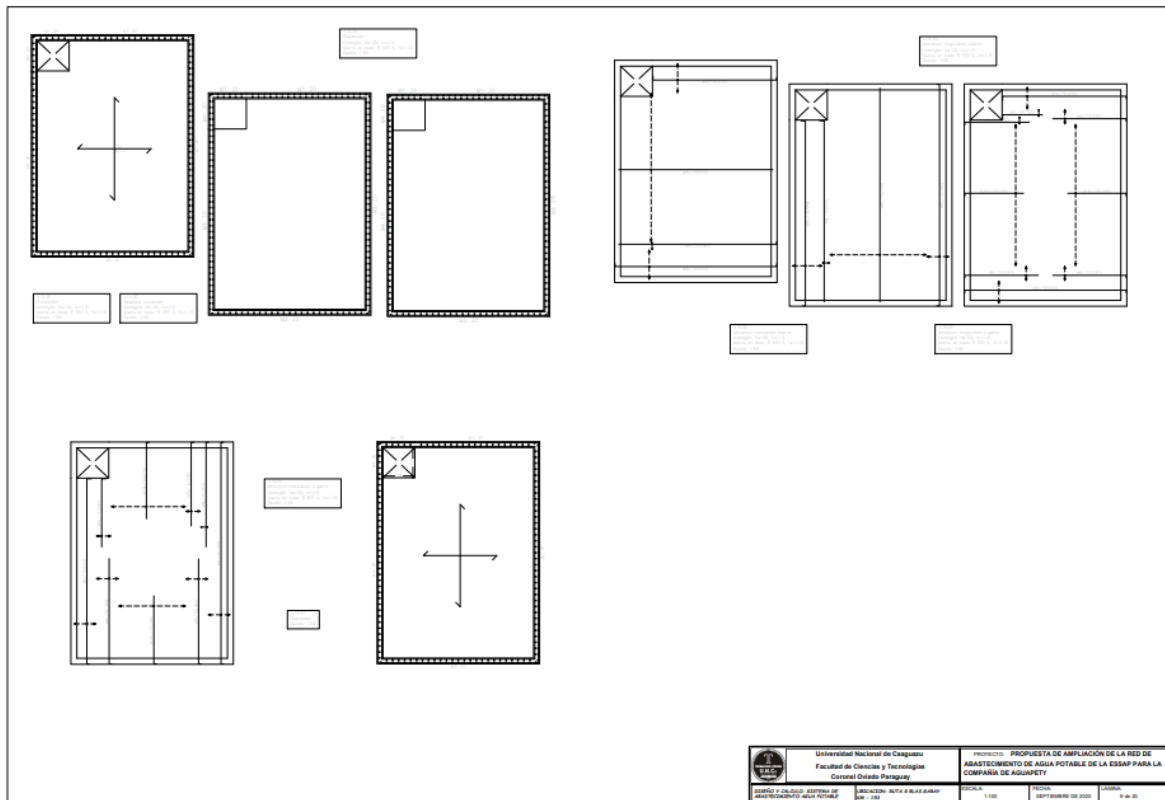
## **8.2.2 Plano Estructural**



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



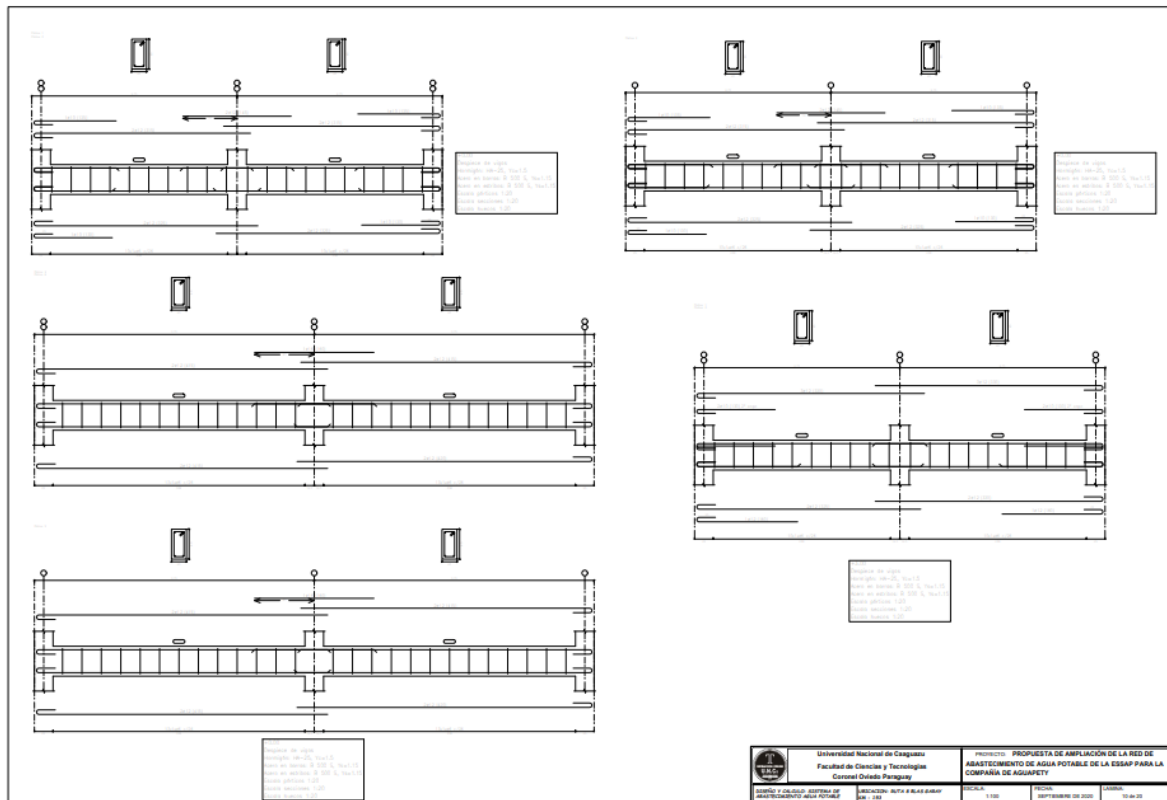
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



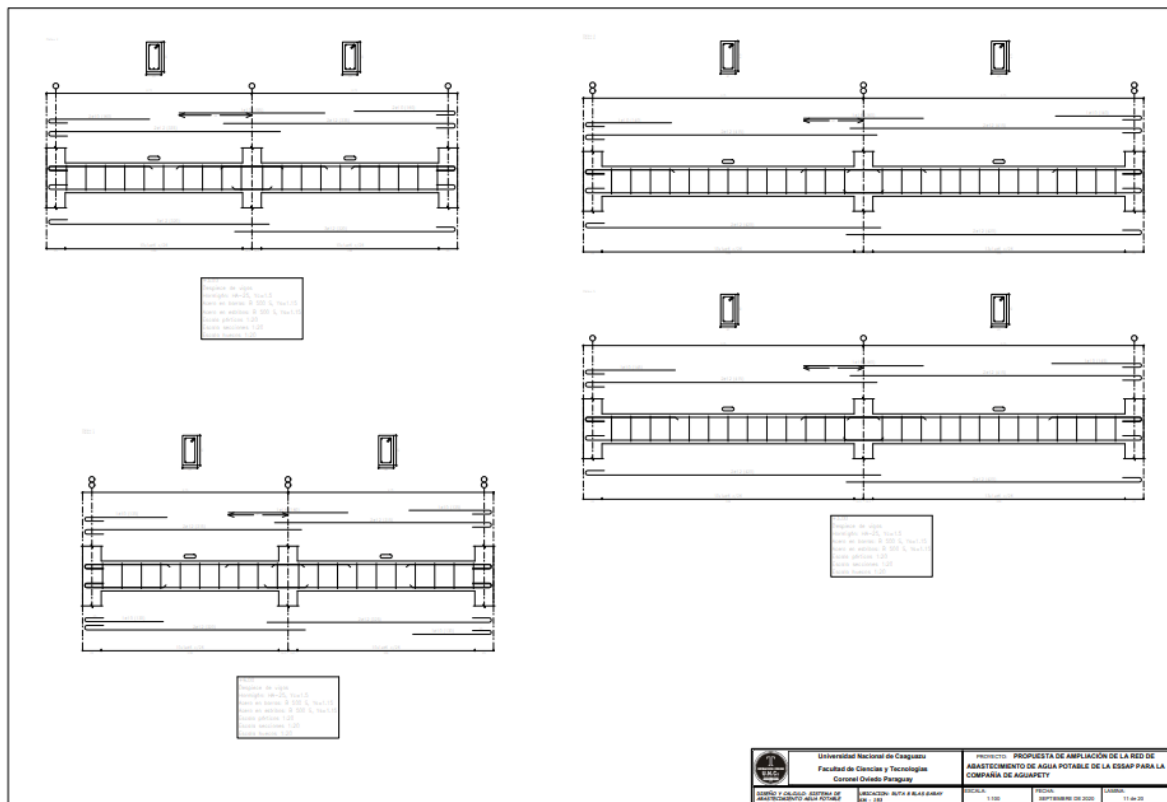
|  |                                                                                                 |                                                                                                                                                                          |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Universidad Nacional de Caaguazú<br>Facultad de Ciencias y Tecnologías<br>Correo: Olatu Panguay | PROYECTO: PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY<br>ESCALA: 1:100<br>FECHA: 08/08/2022<br>AUTORES: |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



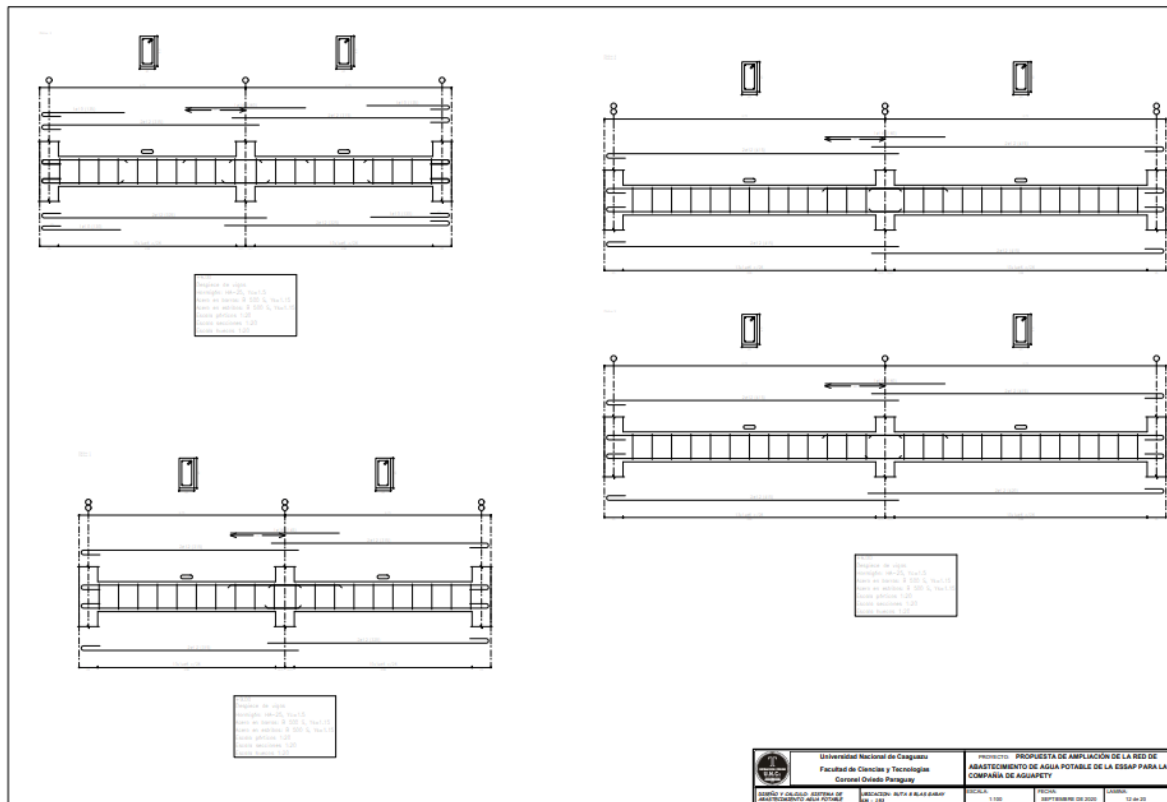
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



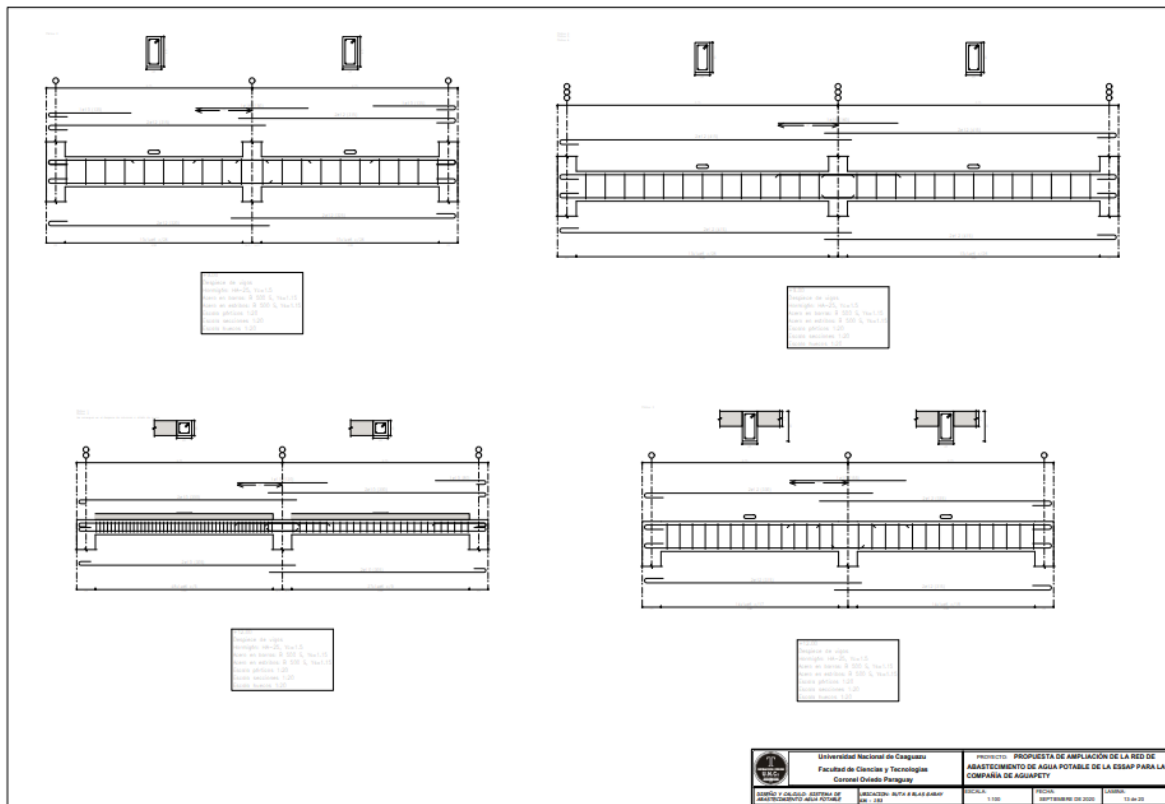
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



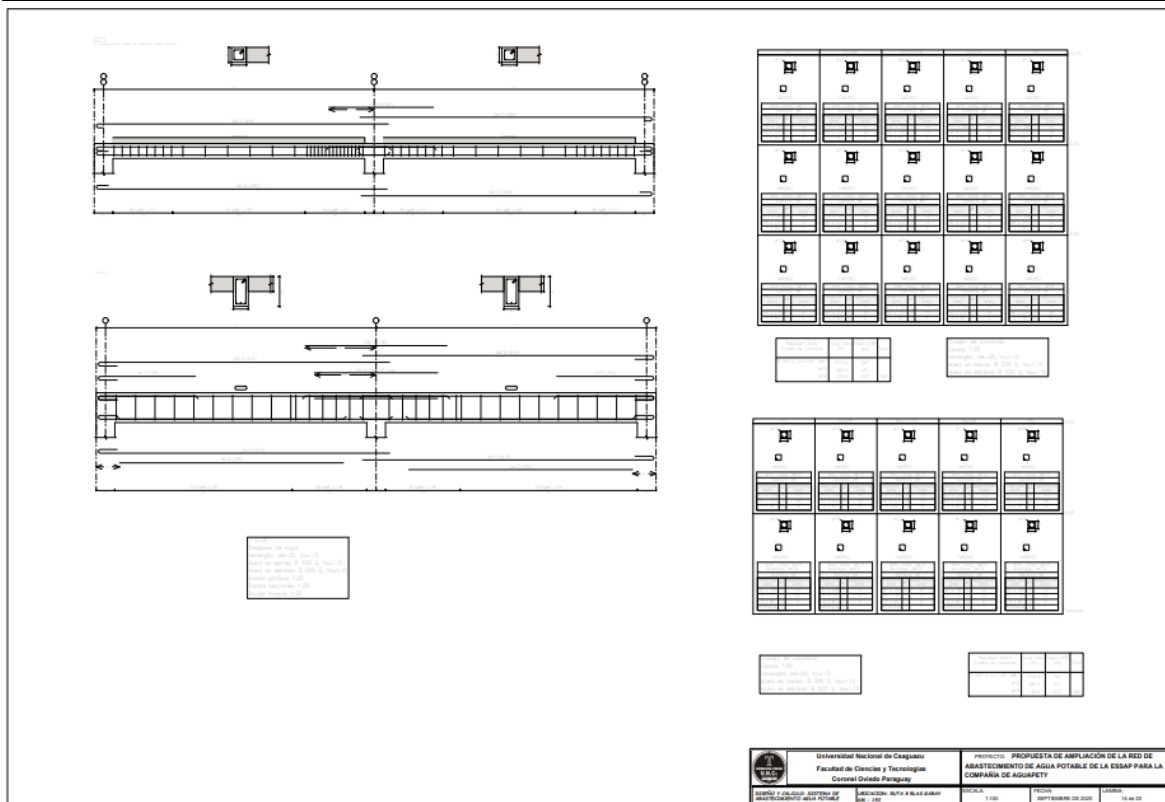
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



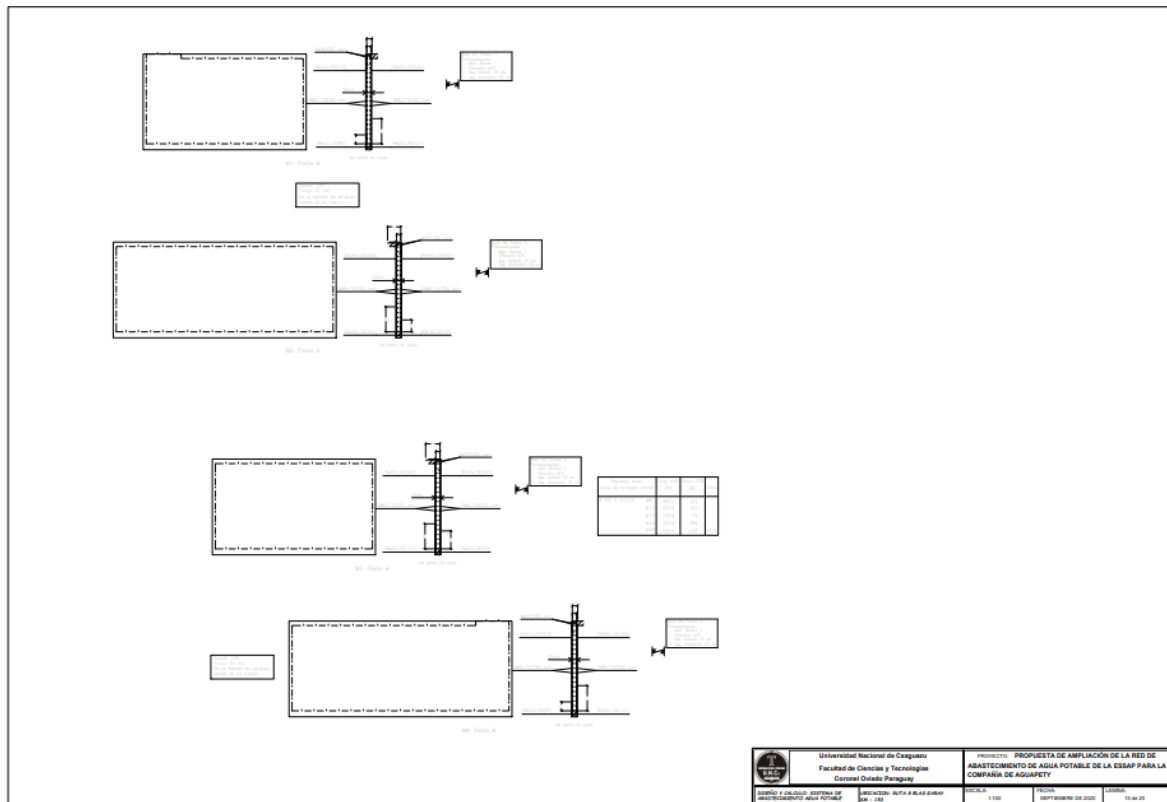
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



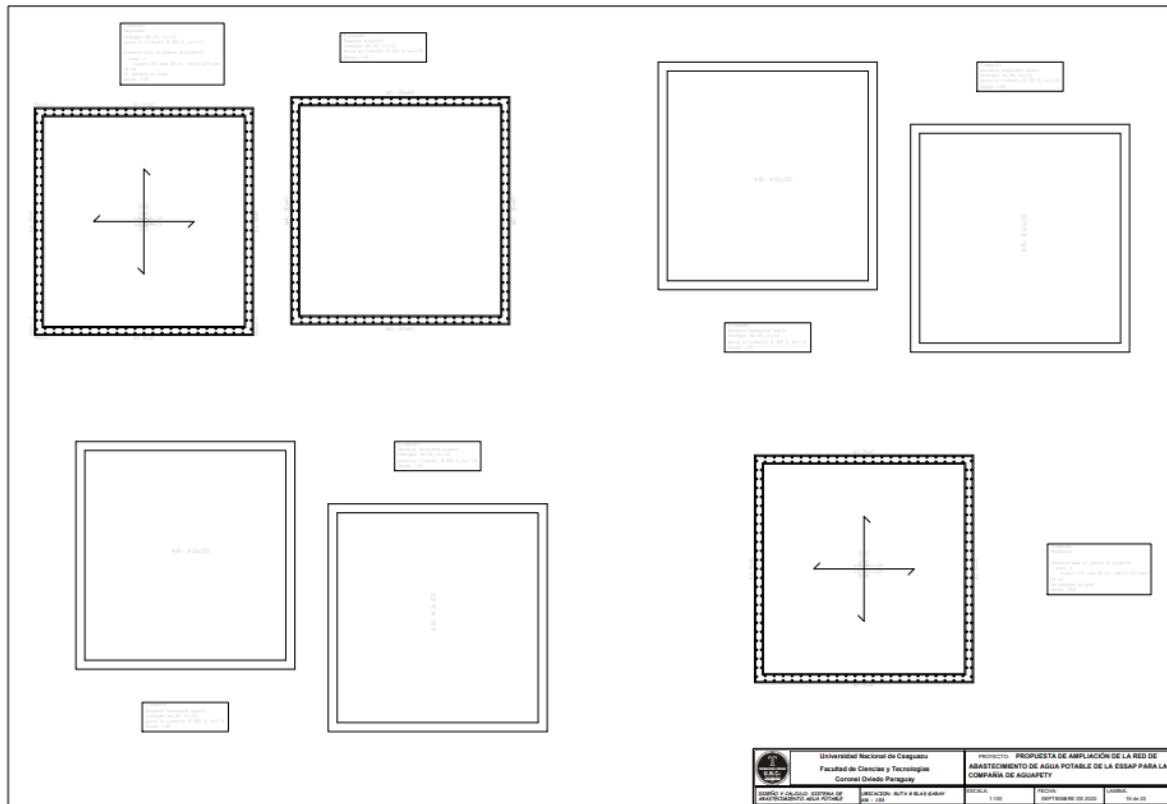
**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



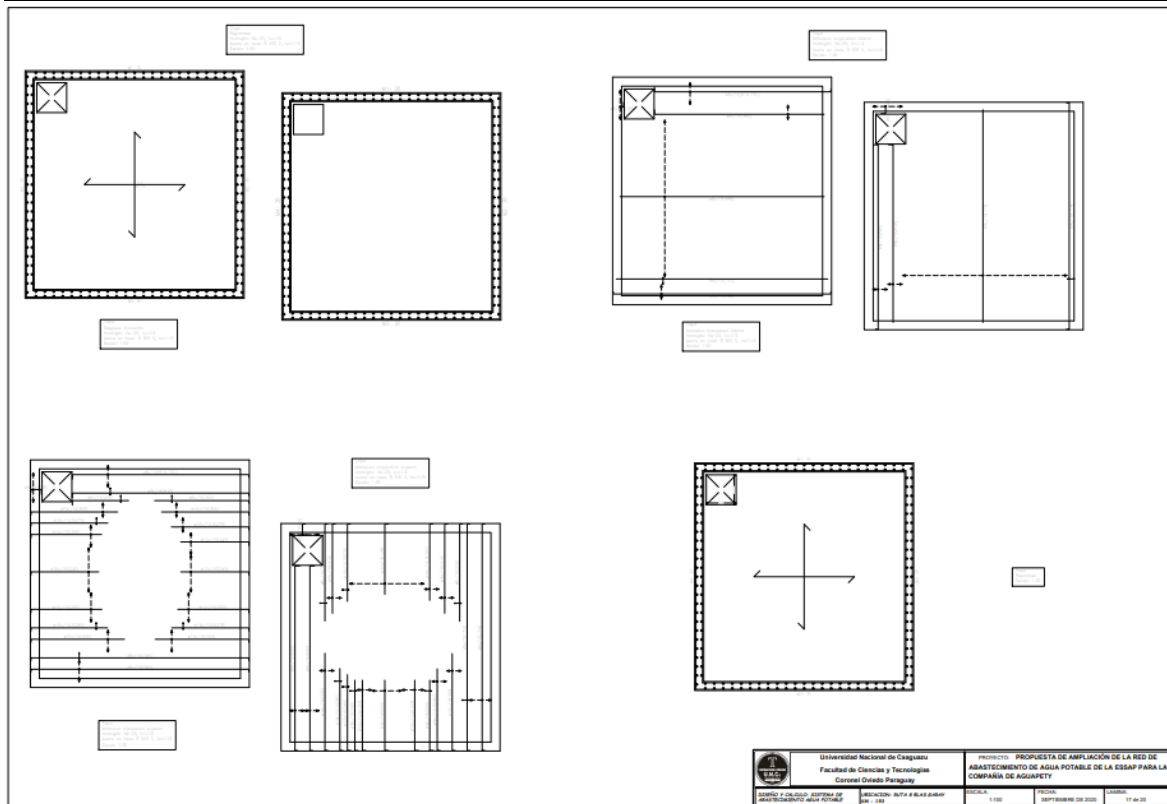
# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



# **“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

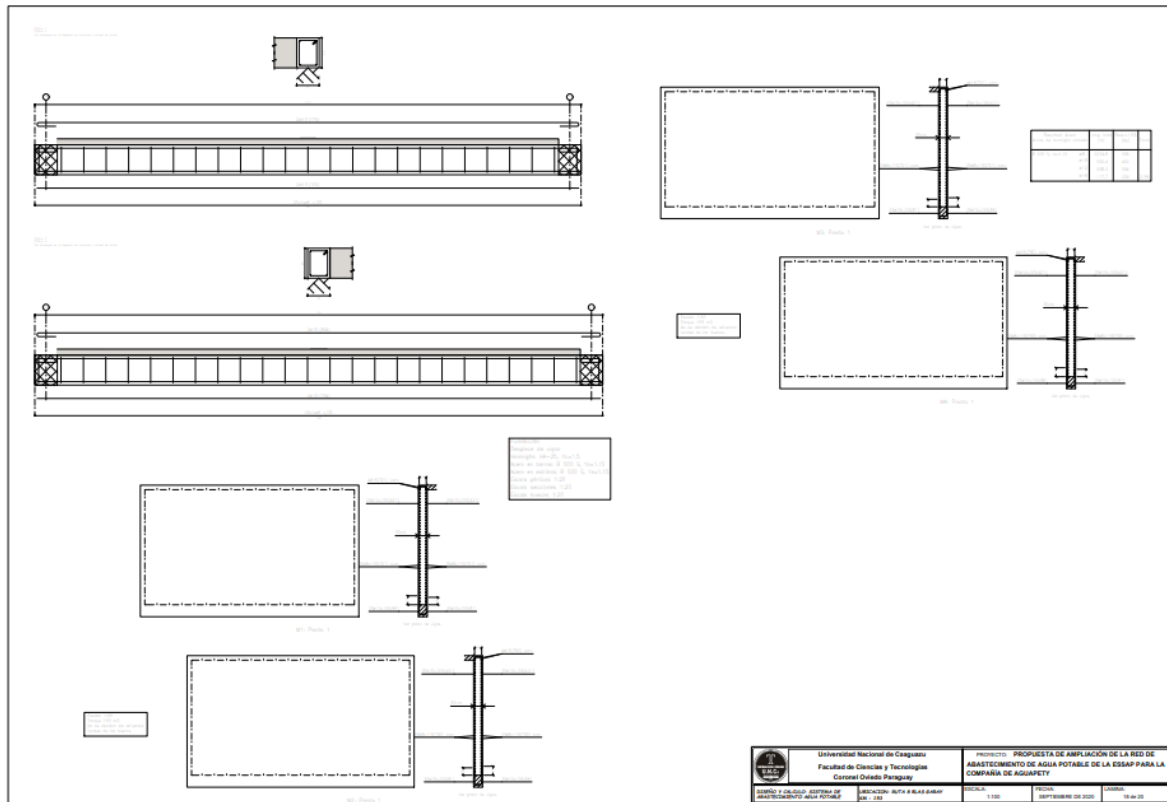


**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

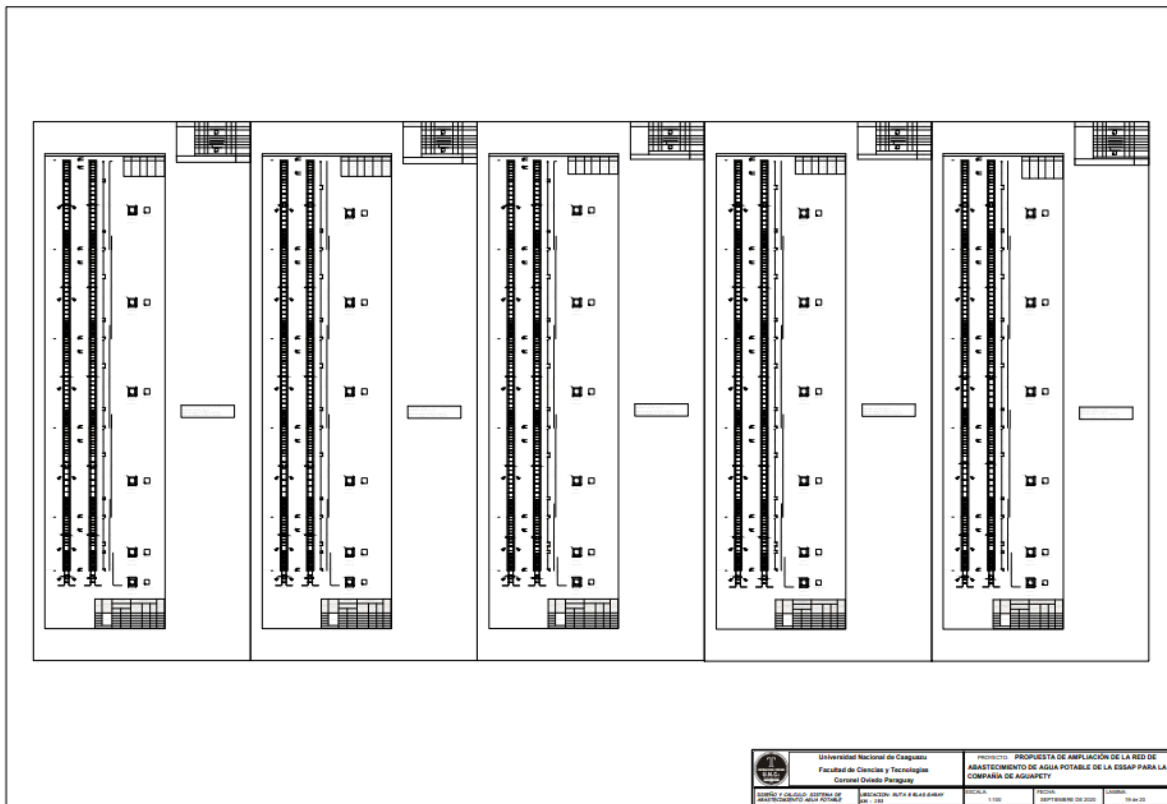




**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

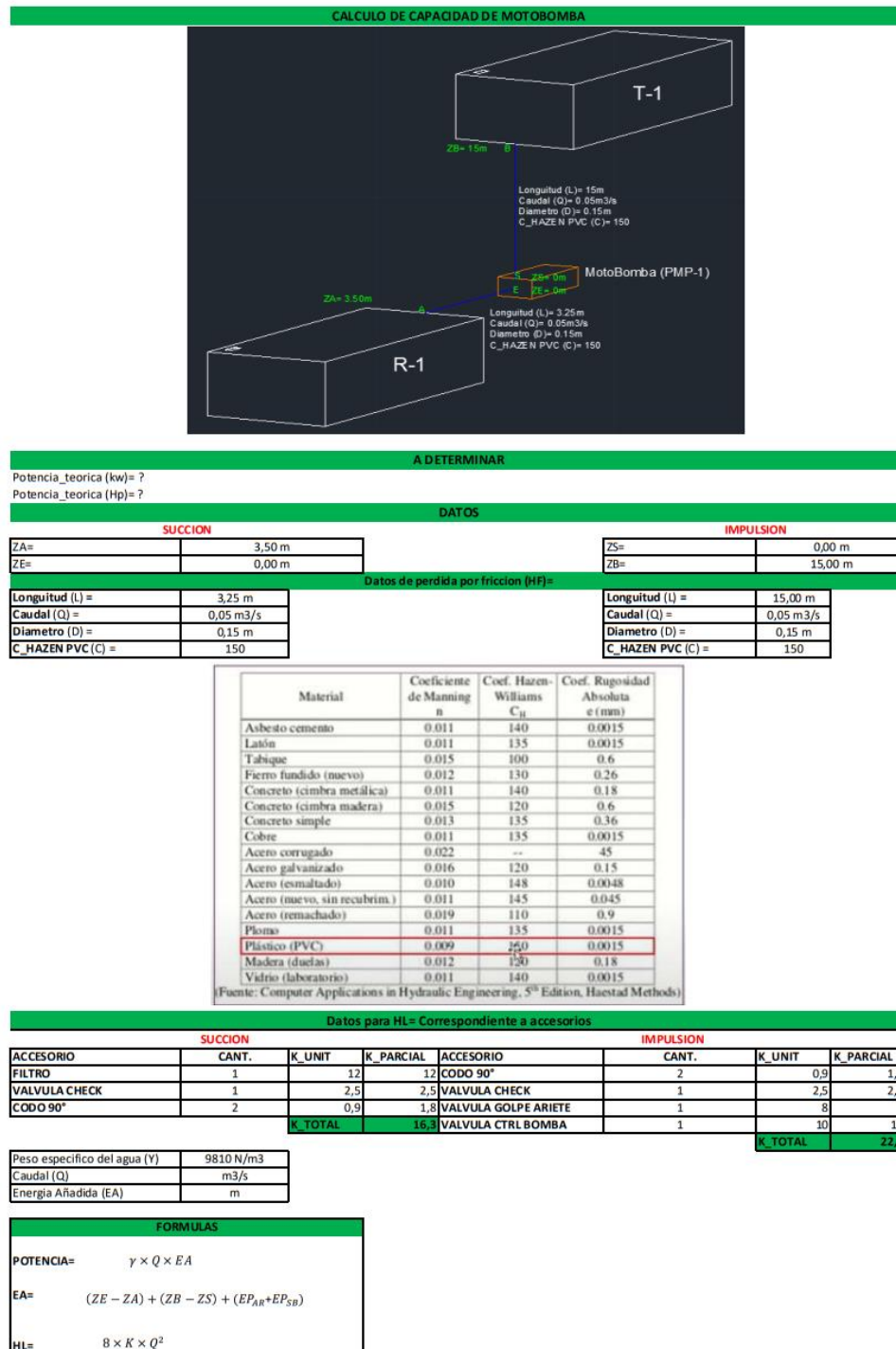


**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**



# “PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”

## 8.3 Capacidad de Motobomba



**“PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ESSAP PARA LA COMPAÑÍA DE AGUAPETY”**

$$HF = \frac{g \times \pi^2 \times D^4}{C \times D^{2,63}} \left( \frac{3,5908 \times Q \times L^{0,54}}{C \times D^{2,63}} \right)^{1,85}$$

**SOLUCION**

Calculo auxiliar 1

| SUCCION          |             |
|------------------|-------------|
| HL               | 6,657700592 |
| HF               | 0,13017539  |
| EP <sub>SG</sub> | 6,787875982 |

| IMPULSION         |            |
|-------------------|------------|
| HL                | 9,10838793 |
| HF                | 0,59989132 |
| EP <sub>SGI</sub> | 9,70827924 |

Calculo auxiliar 2

|    |             |
|----|-------------|
| EA | 27,99615523 |
|----|-------------|

**RESULTADOS**

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Potencia_teorica | 13,732 Watts |
| Potencia_teorica | 13,73 kW     |
| Potencia_teorica | 18,40 HP     |