



## PROYECTO FINAL DE GRADO

### TÍTULO

“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL  
OVIEDO AÑO 2023”

### AUTOR

ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA

**TUTOR:** PROF ING. JUAN JOSÉ MARÍA MESSUTI FIORIO

CORONEL OVIEDO, SEPTIEMBRE DE 2023



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil  
 aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la  
 Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los  
 siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Calificación final: \_\_\_\_ (Números)

\_\_\_\_\_ (Letras)

-----

Prof. Ing.

-----

Prof. Ing.

-----

Prof. Ing.

-----

Prof. Ing.

Acta N°:

Fecha:



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a:

### **A mi mamá Yenny Alonso:**

Fué la persona quién me guió, acompañó, y apoyó en el proceso de mi formación personal y profesional, por ello este y cada logro siempre será tuyo. Por ser mi modelo de superación y fortaleza.

### **A mi papá Marcos Rivas:**

Por apoyarme en todo momento, por sus consejos y por la confianza depositada en mí a lo largo de estos años.

### **A mis abuelos:**

Por ser los pilares fundamentales en mi vida, por creer en mí, por ser mi sostén, por haberme motivado a la realización de este trabajo y ser apoyo en cualquier situación que se presente. Por recomendarme con sus oraciones y sin su bendición nada de esto sería posible.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios y a la Virgen María**

Por darme salud para lograr mis objetivos y la fuerza para poder continuar día a día, para terminar mi carrera a pesar de los obstáculos que se presentaron en mi camino.

### **A mi tutor, el Ing. Juan José María Messuti Fiorio**

Por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a cada idea y por haberme 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.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **RESUMEN**

El presente proyecto tiene como ubicación la Compañía de Carandayty, correspondiente al distrito de Coronel Oviedo en el departamento de Caaguazú, es una comunidad con urbanización avanzada y un sistema deficiente de abastecimiento de agua potable.

El trabajo de investigación consideró los siguientes pasos: elección del tema; estudio de la población; cálculo del caudal necesario para abastecer a la comunidad; estudio topográfico de la zona para obtener las curvas de nivel del terreno; diseño en AutoCAD de la planta urbana; diseño y cálculo estructural del tanque elevado con el software CypeCAD; diseño y cálculo de presiones con el software WaterCAD; diseño de todos los planos arquitectónicos; recomendaciones y conclusión del proyecto.

En este trabajo se propone realizar un sistema de abastecimiento de agua potable, captando el agua desde la fuente de abastecimiento y dirigirlo al tanque de almacenamiento para su posterior distribución por gravedad, 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.

### **PALABRAS CLAVE:**

- Agua potable
- Red
- Tanques
- Carandayty
- Fuente de agua
- Calidad



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **ABSTRACT**

The present project is located at the Carandayty Company, corresponding to the district of Coronel Oviedo in the department of Caaguazú, it is a community with advanced urbanization and a deficient supply of potable water.

The research considered the following steps: choice of topic; population study; calculation of the necessary flow to supply the community; topographic study of the area to obtain the level curves of the terrain; design in AutoCAD of the urban plant; design and structural calculation of the overhead tank with CypeCAD software; design and calculation of pressures with WaterCAD software; design of all architectural plans; recommendations and conclusion of the project.

In this work is proposed to develop a potable water supply system, capturing the water from the supply source and direct it to the storage tank for its subsequent distribution by gravity, considering to all the needs of the population to serve and ensuring a continuous supply with the quality that each inhabitant of the Republic of Paraguay deserves.

### Key Words:

- Potable water
- Network
- Tanks
- Carandayty
- Water source
- Quality



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE

CAPITULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	5
CAPITULO II .....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Antecedentes .....	6
2.2 Teorías básicas .....	6
2.3 Métodos de cálculo de la Población Futura .....	9
2.4 Dotación y consumo.....	11
2.4.1 Dotación de agua.....	11
2.4.2 Variaciones de consumo.....	12
2.4.3 Consumo Promedio Diario Anual (Qp) .....	13
2.4.4 Consumo Máximo Diario (Qmd) .....	13
2.4.5 Consumo Máximo Horario (Qmh).....	13
2.5 Fuentes de Abastecimiento.....	14
2.5.1 Tipos de fuentes de agua .....	14
2.6 Línea de Conducción.....	14
2.7 Reservorio de almacenamiento .....	15
2.7.1 Cálculo de la Capacidad del Reservorio .....	16
2.7.1.1 Volumen de regulación .....	16
2.7.1.2 Volumen contra incendios.....	16
2.7.1.3 Volumen de reserva.....	17



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

2.7.2	Diseño estructural del Reservoirio .....	17
2.7.3	Red de distribución.....	17
2.7.3.1	Tipos de redes.....	18
2.8	Software para la modelación de redes de distribución de agua potable.....	18
2.8.1	WATERCAD V8I.....	18
2.9	Marco legal.....	19
2.10	Definición de Términos. Marco conceptual .....	19
2.11	Metodología .....	21
2.12	Beneficiarios.....	21
<b>CAPITULO III .....</b>		<b>22</b>
<b>INGENIERIA DEL PROYECTO .....</b>		<b>22</b>
3.1	Descripción de la zona de proyecto.....	22
3.1.1	Ubicación Política .....	22
3.2.2	Ubicación Geográfica.....	22
3.2	Contextual .....	23
3.2.1	Datos principales de la Ciudad.....	23
3.2.2	Límites Geográficos y Relaciones.....	25
3.2.3	Demografía.....	25
3.2.4	Análisis Climatológico de la Ciudad.....	26
3.2.5	Análisis de Servicios Básicos.....	31
3.2.6	Análisis de equipamiento comunitario .....	31
3.2.7	Transporte Público .....	35
3.2.8	Suelo, Geomorfología y Geología.....	35
3.2.9	Orografía .....	36
3.2.10	Hidrografía .....	36
3.3	Estudios de Ingeniería .....	36
3.3.1	Estudio Topográfico .....	36
3.3.1.1	Aspectos Generales .....	36
3.3.1.2	Levantamiento Topográfico .....	37
3.3.1.3	Sistema de unidades .....	38
3.3.1.4	Sistema de Referencia .....	38



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

3.3.1.5 Geo-referencia .....	38
3.3.2 Levantamiento topográfico de la zona .....	38
3.3.2.1 Equipos utilizados .....	38
3.3.2.2 Metodología de trabajo de campo .....	39
3.3.2.3 Digitalización de datos .....	43
3.4 Periodo de diseño y cálculo de la población .....	44
3.4.1 Periodo de diseño .....	44
3.4.2 Fuentes de abastecimiento.....	45
3.4.3 Parámetros de diseño.....	46
3.4.4 Cálculo de Población Futura .....	48
3.4.5 Dotación .....	51
3.4.5.1 Variaciones de consumo.....	53
3.4.5.2 Determinación del Gasto de Diseño.....	53
3.5 Diseño del abastecimiento de agua .....	54
3.5.1 Reservoirio de almacenamiento .....	54
3.5.2 Cálculo de la Capacidad del Reservoirio .....	54
3.5.3 Parámetros para el diseño estructural del reservoirio.....	56
3.5.4 Cálculo estructural del reservoirio .....	57
3.6 Red de distribución.....	60
3.6.1 Consideraciones básicas de diseño.....	60
3.6.2 Tipos de Redes .....	61
3.7 Cálculo de la red de distribución.....	64
3.7.1 Calculo Mediante WATERCAD V8i.....	64
CAPITULO IV .....	68
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
4.1 Análisis Económico.....	68
4.2 Análisis e Interpretación De Resultados .....	70
CAPITULO V .....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
5.1 Conclusiones .....	71
5.2 Recomendaciones.....	72



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

CAPITULO VI.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	73
6.1 Bibliografía.....	73
CAPITULO VII.....	75
ANEXOS.....	75
7.1 Resultados de Cálculo con CypeCAD – Tanque Elevado de 65 m3.....	75
7.1.1 Listado de datos de la obra.....	76
7.1.2 Cuantías de obra.....	84
7.2 Planos Arquitectónicos y Estructurales.....	86
7.2.1 Planos Arquitectónicos.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Compañía Carandayty.....	23
Figura 2. Mapa de Caaguazú.....	24
Figura 3. Mapa de Carandayty.....	24
Figura 4. Horas de luz natural y crepúsculo en Coronel Oviedo.....	26
Figura 5. Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo y horario de verano en C.O.....	27
Figura 6. Niveles de comodidad de la humedad de Coronel Oviedo.....	28
Figura 7. Velocidad promedio del viento en Coronel Oviedo.....	29
Figura 8. Dirección del viento en Coronel Oviedo.....	29
Figura 9. Temperatura máxima y mínima en Coronel Oviedo.....	30
Figura 10. Probabilidad diaria de precipitación en Coronel Oviedo.....	31
Figura 11. USF Carandayty.....	32
Figura 12. Colegio Nacional Genaro Romero y el Centro Educativo Carandayty.....	33
Figura 13. Comisaría de Carandayty.....	34
Figura 14. Vías de Comunicación de Carandayty.....	35
Figura 15. Curvas de nivel de la zona urbana de Carandayty en software.....	37
Figura 16. Punto de Partida RN1 Carandayty.....	40
Figura 17. Configuración y Calibración del Receptor Base.....	41
Figura 18. Almacenamiento de datos con el Receptor Móvil.....	42



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Figura 19.	Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua .....	47
Figura 20.	Cálculo Estructural del Tanque Elevado .....	59
Figura 21.	Esquema de línea de conducción por gravedad.....	60
Figura 22.	Modelamiento de la red en WaterCAD .....	64
Figura 23.	Cómputo y presupuesto de obra .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tablas 1.	Periodo de diseño para poblaciones rurales .....	9
Tablas 2.	Incremento anual según población .....	10
Tablas 3.	Dotación por número de habitantes.....	11
Tablas 4.	Dotación por región.....	11
Tablas 5.	Dotación por clima .....	11
Tablas 6.	Coeficiente de máxima demanda diaria K1 .....	12
Tablas 7.	Coeficiente Máximo De La Demanda Horaria K2.....	12
Tablas 8.	Planilla de puntos en Excel .....	43
Tablas 9.	Valores adoptados para el proyecto .....	45
Tablas 10.	Cálculo de población actual .....	48
Tablas 11.	Habitantes por proyecciones y censos.....	49
Tablas 12.	Cuadro de resumen – Población futura .....	51
Tablas 13.	Resumen de volúmenes .....	55
Tablas 14.	Resultados del Cálculo de Nudos .....	65
Tablas 15.	Resultados del Cálculo de Tuberías .....	66

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En la presente investigación se propuso y diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía de Carandayty, sabiendo que en la actualidad no cuenta con distribución de agua potable por parte de la ESSAP ni otro abastecimiento continuo y sustentable.

En ese sentido, la investigación trata de brindar a la comunidad un servicio básico permitiendo de esta manera un gran avance al desarrollo de la zona.

La Compañía de Carandayty está aproximadamente a 15 km de la zona céntrica de Coronel Oviedo con dirección al Norte. Es una zona en desarrollo que avanza de manera rápida, en miras al progreso y urbanización futuras lo ideal sería proyectar obras de gran envergadura como la de este proyecto, de tal manera que se anticipe el declive por falta de agua, que con el cambio climático y el actual calentamiento global indirectamente advierte que debemos preparar y anticipar proyectos para el bienestar de la sociedad. Con los estudios que se realizaron en la zona se procedió a un procesamiento de datos, cálculos de ingeniería y varias opciones de diseño, de las cuales se eligió la opción más óptima para la zona.

Con este proyecto se pretende crear oportunidades de mejora del servicio, brindando al mismo tiempo herramientas que se podrían utilizar para contribuir el bienestar de la comunidad, como son los sistemas de alcantarillado sanitario, zonificación urbana, planificación urbana, etc.

## **1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Desde el inicio de los tiempos, el agua ha sido una de las principales fuentes de vida en la tierra, compuesta por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, determinada como el líquido de vital para los seres vivos, en la tierra.

Aunque el ser humano pueda subsistir varios días sin ingerir alimentos, este no puede permanecer más de 4 días sin ingerir este vital líquido. No importa quién o la actividad que realice el individuo, los seres humanos dependen del agua todos los días para gozar de salud y bienestar social.

Al respecto, un aspecto de relevancia considerado en esta propuesta es el crecimiento de la población en zonas rurales, lo que hace necesario replantear la capacidad de abastecimiento de agua. La zona de proyecto elegida, es la Compañía de Carandayty de Coronel Oviedo con una población aproximada de 550 habitantes. Existen escuelas, estación policial, hospital, iglesia y construcciones que están en etapa de final, así como una cantidad considerable de población que está en constante crecimiento.

La zona no dispone de agua potable suministrada por la ESSAP por lo que la población debe ingeniarse para conseguir el agua. El abastecimiento del agua de la zona es escaso y no cumple con los requerimientos mínimos de caudal óptimo y servicio constante para abastecer de manera adecuada a la población. Algunas familias en sus viviendas poseen pozos comunes tradicionales cuya construcción es a través de excavación vertical hasta captar el nivel freático. Otra parte de la población está conectada a la red municipal que no abastece con el caudal adecuado, tampoco posee un servicio constante, sin embargo, aquellas familias de nivel económico superior cuentan con pozo artesiano desde donde captan el agua subterránea de la zona y desplazan el agua mediante bombas y cañerías.

Ninguna de las conexiones antes citadas, tienen un tratamiento adecuado del agua para hacerla potable, lo que puede ocasionar enfermedades considerables al cuerpo humano.

Lo expuesto anteriormente nos conduce a la pregunta principal de la investigación, **¿Cuál es el diseño óptimo para el abastecimiento de agua potable de la Compañía de Carandayty año 2023?**

La realización del presente trabajo permitió el diseño del sistema para el abastecimiento de agua potable que beneficiará la compañía de Carandayty – Coronel Oviedo.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La calidad de vida de una población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia. La gestión adecuada del agua potable es fundamental para prevenir y contener la propagación de enfermedades asociadas con un saneamiento deficiente, de ahí la importancia social del proyecto **“Propuesta De Abastecimiento De Agua Potable”** presentado para la compañía de Carandayty.

La importancia de esta investigación radica en la falta de un sistema de abastecimiento de agua adecuado para la zona debido a que, la población no posee agua potable constante ni con la presión necesaria para sus actividades cotidianas lo que genera inconvenientes en cuanto a la correcta higienización de los alimentos y en la salud de las personas con las implicancias económicas que dichos inconvenientes acarrearán.

Igualmente, este proyecto es académicamente relevante, porque servirá como antecedentes para otros trabajos, además de ser viable considerando que se cuenta con todos los recursos económicos y materiales para su realización.

## **1.4 OBJETIVOS**

### 1.4.1 Objetivo General

Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía de Carandayty distrito de Coronel Oviedo año 2023.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Describir las condiciones actuales del Sistema de abastecimiento de agua potable en la compañía de Carandayty.
- Identificar los desniveles del terreno de la zona.
- Conocer el caudal necesario para abastecer a la comunidad.
- Establecer el cálculo de las tuberías para un funcionamiento eficiente.
- Establecer los costos de ejecución del Proyecto propuesto.

## **1.5 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **Pregunta General**

¿Cuál es el diseño más apropiado para el abastecimiento de agua potable en la Compañía de Carandayty en el año 2023?

### **Preguntas Específicas**

- ¿Cuáles son las condiciones actuales del Sistema de abastecimiento de agua potable en la compañía de Carandayty?
- ¿Cuáles son los desniveles del terreno determinados por los estudios topográficos?
- ¿Cuál es el caudal necesario para abastecer a toda la comunidad?
- ¿Qué tipos de tuberías se requieren para un funcionamiento eficiente de la red de abastecimiento?
- ¿Qué costo tiene la obra para su ejecución?

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1 Antecedentes

Como antecedente de investigación se hace referencia al trabajo titulado **“Propuesta de Ampliación de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de la ESSAP para la Compañía de Aguapety”** realizado por Elvio Ramon Godoy Rodríguez y Pedro Enrique Rivero Gauto en el año 2021 cuyo objetivo principal fue “Elaborar una propuesta de diseño para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la Compañía de Aguapety.” La metodología utilizada en este proyecto fue mixto cualitativo y cuantitativo dado que se recolectaron datos para establecer patrones de comportamiento y a su vez se recolectaron datos de medición numérica para descubrir o afinar algunas de las preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Las actividades y tareas realizadas fueron el relevamiento socio demográfico de la localidad y sus habitantes, el levantamiento topográfico del relieve del terreno para la elaboración de diseño de ampliación de la red de agua potable de la ESSAP.

Conclusiones importantes:

- El caudal de agua enviada a Cnel. Oviedo es de 535 m<sup>3</sup>/hs aproximadamente.
- El horario de mayor consumo es de 6 hs a 12 hs y luego de 17 hs a 21 hs.
- Dimensión de la cañería de conducción a Cnel. Oviedo 350 m y 300 mm van en forma paralela.
- El caudal que puede resistir esa cañería es de 600 a 700 m<sup>3</sup>/hs.
- La capacidad máxima de producción de la planta es de 13.500 m<sup>3</sup>/día.

#### 2.2 Teorías básicas

Un sistema de abastecimiento de agua es un sistema capaz de captar, conducir, almacenar y distribuir agua a una localidad con ciertas características especiales, cumpliendo condiciones de cantidad y calidad del agua. Para realizar un proyecto de abastecimiento de agua se deben realizar estudios previos en la localidad a la cual se pretende ofrecer el servicio, para determinar básicamente su capacidad de consumo y su crecimiento poblacional. [1]

Partes de un sistema de abastecimiento

- Fuente de abastecimiento (río, laguna, manantial, pozos, agua de lluvia, etc)
- Obra de captación: presa, bocatomas, captaciones, etc.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- Línea de conducción
- Planta de tratamiento
- Líneas de impulsión
- Reservorio
- Línea de aducción
- Red de distribución (red matriz y secundaria).

Estudios y proyectos

- Localización de las fuentes de abastecimiento
- Estudio de población y densidades
- Planos topográficos y sus escalas:
  - Plano Básico General: 1/10000
  - Plano Básico Parcial: 1/2000
  - Plano de Redes: 1/2000
  - Para ciudades pequeñas Plano Básico: 1/5000
- Asignación de la demanda de agua por habitante por día (l/h)
- Datos de la variación de consumo diario y horario
- Gasto de diseño, considerando pérdidas (Qd)
- Demanda contra incendio
- Vida útil del proyecto
- Almacenamiento con fines de regulación y reserva para combatir incendios
- Ubicación de reservorio
- Memoria descriptiva, metrados y presupuestos

Periodo de Diseño

A los efectos de estas teorías, será utilizada lo señalado. Aranda, Sistema de Abastecimiento de Agua. [1]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Antes de formular un proyecto de suministro de agua, es necesario determinar el caudal requerido, lo cual exige tener información sobre el número de habitantes que serán servidos y su consumo de agua per cápita, junto con el análisis de los factores que pueden afectar el consumo.

Es común expresar el consumo del agua en litros por habitante por día (l/hab/d), cifra que se obtiene dividiendo el número total de habitantes de una ciudad entre el consumo diario promedio en un año. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que, utilizando la población total, puede, en algunos casos, producirse una seria inexactitud, si una parte de la población está servida de manantiales propios. Una cifra más exacta sería el consumo diario por persona servida.

En el mismo texto se conceptualiza, que debe decidirse el tiempo que la infraestructura servirá a la comunidad, antes de que deba abandonarse o ampliarse.

#### Tiempo – población

Consiste en fijar un periodo y luego estimar una población futura al finalizar dicho periodo. Se considera un muestreo -medio, ya que poblaciones jóvenes en vías de desarrollo no tienen bien definida la población futura, por lo que se fija en forma arbitraria el tiempo para el cual la población se estima.

#### Población – Tiempo

Consiste en fijar primero la población actual existente y luego se determina el tiempo en el cual se alcanzará dicha población. La aplicación de este criterio tiene predominancia en ciudades grandes, de gran desarrollo y con poblaciones tendientes a la saturación.

Factores que afectan:

- Factor económico:

La magnitud de cualquier proyecto está dada por el factor económico, siendo necesario escoger un periodo de promedio para prever una segunda etapa del proyecto, cuando las condiciones reales lo exijan, dentro de un tiempo determinado. Así mismo este periodo de diseño no puede ser de tiempo corto, sino a largo plazo para facilitar el aporte monetario de los futuros beneficiarios del proyecto.

Es decir, si elegimos un periodo muy corto, el proyecto no será muy costoso, pero quedará obsoleto en un corto plazo, por lo que pasado un tiempo será necesario efectuar nuevos estudios y ampliaciones que exigen un mayor costo, debido a la devaluación monetaria, trayendo como consecuencia el poco poder adquisitivo; si elegimos un periodo de diseño muy largo, el proyecto será demasiado grande y exigirá una gran inversión de capital, dinero que en los primeros años es improductivo, porque el sistema no trabaja a capacidad máxima, teniendo una inversión social inerte.

- Factor Material y Técnico:

Las consideraciones de estos factores para el periodo de diseño, implican la vida útil de las estructuras y equipos a usarse en el sistema que se pretende proyectar.

Según R. Agüero Pittman [2] estos son los valores asignados de periodo de diseño para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales:

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

**Tablas 1. Periodo de diseño para poblaciones rurales**

Componentes	Años
Obras de captación	20 años
Conducción	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Redes	10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años)

**Fuente:** R. Aguero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales, Lima, Perú. [2]

Generalmente para proyectos de abastecimiento de agua potable en la zona rural se recomienda un periodo de diseño de 20 años.

### 2.3 Métodos de cálculo de la Población Futura

- Método aritmético:

Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación. Se emplea cuando la población se encuentra en franco crecimiento.

$$P_f = P_o + rt$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Coeficiente de crecimiento.

$t$  = Periodo de crecimiento en años.

- Método Exponencial:

Con este método, la curva exponencial muestra un patrón de crecimiento constante y rápido de la población. Es una línea curva hacia arriba, que no tiene límite superior.

Se asume que la población crece a velocidad geométrica; es decir con cada unidad de tiempo, la suma absoluta de la población se hace más grande en forma continua.

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

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

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

$t$  = Tiempo de diseño

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- Método geométrico:

Este método consiste en considerar que a iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incremento de la población, es decir, un crecimiento de la población de tipo exponencial. Para el cálculo de este incremento se utiliza la formula del interés compuesto.

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

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Coeficiente de crecimiento.

$t$  = Periodo de crecimiento en años.

- Método de la Organización Mundial de la Salud

Este método 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.

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

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Incremento anual en %

$t$  = Tiempo en años.

**Tablas 2. Incremento anual según población**

Población	Incremento anual en %
Mayor a 2000 habitantes (Ciudades grandes)	2.7%
Igual a 2000 habitantes (Ciudades pequeñas)	3.0%
Menor a 2000 habitantes (Comunidades y aldeas)	2.2%

**Fuente:** Vierendel, 2009. [3]

- Método de Wappaus

Este método se basa en función de la tasa de decrecimiento anual y el periodo de diseño. Se emplea para poblaciones pequeñas de hasta 5000 habitantes.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

$$P_f = P_o \frac{(200 + r(t_f - t_o))}{(200 - r(t_f - t_o))}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Factor de crecimiento.

$t_f$  = Año futuro.

$t_o$  = Año inicial.

## 2.4 Dotación y consumo

### 2.4.1 Dotación de agua

Es la cantidad promedio de agua que consume cada habitante de la zona para satisfacer sus necesidades básicas.

**Tablas 3. Dotación por número de habitantes**

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

**Fuente:** Roger Agüero Pittman [2]

**Tablas 4. Dotación por región**

Región	Dotación (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

**Fuente:** Roger Agüero Pittman [2]

**Tablas 5. Dotación por clima**

Población	Frío	Templado
De 2000 a 10000 Hab.	120 Lts./Hab./Día	150 Lts./Hab./Día
De 10000 a 50000 Hab.	150 Lts./Hab./Día	200 Lts./Hab./Día
Más de 50000 Hab.	200 Lts./Hab./Día	250 Lts./Hab./Día

**Fuente:** Vierendel, 2009. [3]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

#### 2.4.2 Variaciones de consumo

##### Variaciones diarias (K1)

Estas variaciones son analizadas diariamente, las cuales son ocasionadas por los cambios climatológicos, concurrencias a centros de trabajo, costumbres, etc. Lo principal es determinar el porcentaje máximo que alcanza la variación diaria en el día de máximo demanda, en relación con el consumo anual medio diario y para establecer este porcentaje es necesario determinar el Coeficiente Máximo Anual De La Demanda Diaria, llamado también coeficiente de máxima variación diaria o coeficiente del día de mayor consumo representado por K1 [2]

$$K1 = Vmd / V \text{ diario anual}$$

Donde:

Vmd = volumen máximo diario (día de máximo Consumo o máximo diario)

V diario anual = Volumen promedio diario (consumo diario)

**Tablas 6. Coeficiente de máxima demanda diaria K1**

Zona	K1
Rural	1.2
Urbana	1.2 a 1.5

**Fuente:** R. Aguero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales, Lima, Perú. [2]

Por lo general se recomienda un valor del 130 %  $K1 = 1.30$

El valor de K1, en caso de tener información respecto a la temperatura media de los años en estudio se puede utilizar la siguiente expresión:

$$K1 = 1 + 0.028 * 35 (Te - 18.8^\circ C)$$

Donde: Te = temperatura del año en estudio

##### Variaciones horarias (K2)

Durante un día cualquiera, los consumos de agua de una comunidad presentan variaciones hora a hora, dependiendo de los hábitos y actividades domésticas de la población. Estas variaciones dan origen al Coeficiente Máximo Anual De La Demanda Horaria, representada por “K2”, que varía según la población y corresponde a la hora de mayor demanda.

**Tablas 7. Coeficiente Máximo De La Demanda Horaria K2**

Población	K2
2000 a 10000 hab.	2.5
Mayores a 10000 hab.	1.8

**Fuente:** R. Aguero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales, Lima, Perú. [2]

Se recomienda por lo general un valor del 150%.  $K2 = 1.5$

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- Gastos de diseño

Los gastos de diseño que se consideran están en función a un porcentaje (coeficientes de variación) correspondiente al consumo promedio diario anual. Con estos gastos se podrá realizar el diseño de las líneas de conducción y de aducción.

#### 2.4.3 Consumo Promedio Diario Anual ( $Q_p$ )

El consumo promedio diario anual, es el resultado de la estimación del consumo per cápita para una población futura considerando un periodo de diseño. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_p = \frac{P_f * D}{86400}$$

Donde:

$Q_p$  = Consumo promedio diario (l/s)

$P_f$  = Población futura (hab.)

$D$  = Dotación (l/hab./día)

#### 2.4.4 Consumo Máximo Diario ( $Q_{md}$ )

El consumo máximo diario, se define como el día de máximo consumo de una serie de registros históricos observados durante los 365 días del año. Considerando las variaciones de consumo se puede determinar el caudal máximo diario.

$$Q_{md} = K_1 * Q_p$$

#### 2.4.5 Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )

El consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Considerando las variaciones de consumo se puede determinar consumo máximo horario.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{md}$$

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

## 2.5 Fuentes de Abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. 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.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. [2]

### 2.5.1 Tipos de fuentes de agua

- Agua de lluvia

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos donde no se puede obtener aguas superficiales y aguas subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvia sea de una cantidad considerable. La manera de captación se realiza mediante los techos de las viviendas o algunas superficies impermeables que se conducen a un tanque de almacenamiento.

- Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por agua de lluvia arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de Agua.

- Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares).

## 2.6 Línea de Conducción

Son las estructuras que transportan el agua desde la captación hasta el reservorio de regulación. El diseño de la capacidad de conducción debe ser de tal forma que permita conducir el Consumo Máximo Diario.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Las tuberías generalmente siguen el perfil del terreno.

#### 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)
- Capacidad de transporte de caudal ( $Q_{md}$ )
- La clase de tuberías disponibles y comerciales
- El material de las tuberías según el trazo.
- Los diámetros de tuberías disponibles en el mercado.
- Estructuras complementarias.

#### 2.7 Reservorio de almacenamiento

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento requerirá de reservorio en dos casos:

- Cuando el rendimiento admisible de la fuente es menor que el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Cuando el rendimiento admisible de la fuente es mayor que el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ), pero resulta más económico usar tuberías de menor diámetro en la línea de conducción por lo que se opta construir un reservorio.

Según Vierendel [3] las funciones del reservorio son:

- Compensar las variaciones durante el día
- Mantener las presiones de servicio de la red
- Mantener almacenado cierta cantidad de agua para emergencias.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 2.7.1 Cálculo de la Capacidad del Reservorio

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrado en las 24 horas del día. Ante la eventualidad que en la línea de conducción pueda ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua, mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional para dar oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

La capacidad del reservorio es función de varios factores, que son:

- Volumen de regulación
- Volumen contra incendios
- Volumen de reserva

#### 2.7.1.1 Volumen de regulación

El volumen de Regulación se obtiene del diagrama de masa en forma analítica, en caso contrario se considera como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación.

$$V_R = 0.25 * Pf * D$$

Donde:

$V_R$  = Volumen de regulación.

$D$  = Dotación.

$Pf$  = Población futura.

#### 2.7.1.2 Volumen contra incendios

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.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 2.7.1.3 Volumen de reserva

Según menciona Arrocha [4] 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. Según Vierendel [3], 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:

$$V_r = Q_p * t$$

Donde:

$V_r$  = Volumen de reserva

$Q_p$  = Caudal promedio

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

### 2.7.2 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 [5] (PCA), que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría de Placas y Laminas de Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí.

Los distintos diseños estructurales del reservorio son:

- a) Reservorio de concreto armado de sección circular.
- b) Reservorio de concreto armado de sección cuadrada.
- c) Reservorio de ferrocemento de sección circular.

### 2.7.3 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la zona sirven para llevar el agua potable al consumidor. Forman parte de la red de distribución accesorios como: válvulas, hidrantes, reservorios reguladores ubicados en diversas zonas.

Tiene como principal objetivo el de proveer agua de uso doméstico, industrial, incendio, limpieza de calles, riego de jardines y lavado de albañales. [3]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 2.7.3.1 Tipos de redes

a) Sistema abierto o ramificado

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino.

b) Sistema cerrado o mallado

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente.

## 2.8 Software para la modelación de redes de distribución de agua potable

Existen varios softwares para la modelación de redes, algunos son:

- Watercad
- Aqueductos
- WatercadGemes
- Pipe2000
- Gisred
- SkelEpanet
- Epanet

El software utilizado en este proyecto es el **WATERCAD**.

### 2.8.1 WATERCAD V8I

Es uno de los softwares por excelencia para el cálculo de redes hidráulicas, es propiedad de la Empresa de **Software Bentley Systems, Incorporated**.

Es un software de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo) que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos.

El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el método del Gradiente Hidráulico, permite el análisis hidráulico de redes de agua (aunque puede usarse para cualquier fluido newtoniano)

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica.

## 2.9 Marco legal

En el presente apartado se exponen las instancias formales de regulación del agua potable creadas por Ley.

- ERSSAN – (Ente regulador de Servicios Sanitarios) Ley 1614/00 General Del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio Público de Provisión De Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la República del Paraguay: Tiene como finalidad regular la prestación del servicio, supervisar el nivel de calidad y de eficiencia del servicio, proteger los intereses de la comunidad y de los usuarios, controlar y verificar la correcta aplicación de las disposiciones vigentes en lo que corresponda a su competencia.
- SENASA – (Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental) Ley 369/72: SENASA depende del Ministerio de Salud, Previsión y Bienestar Social por ley 369/72. Su ámbito de operación son los asentamientos poblacionales de menos de 4000 habitantes y tiene amplias atribuciones de planificación, administración, regulación y supervisión de programas de saneamiento ambiental. En este sentido SENASA es una entidad de carácter múltiple que cubre las áreas de planificación, operación y control.
- ESSAP - Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (Ex – CORPOSANA): creada dentro del proceso general de reorganización y transformación de Entidades Públicas Descentralizadas, dispuesta por Ley N°1615/00. Su función es suministrar agua potable y alcantarillado sanitario de manera continua y eficiente, ofreciendo el servicio con calidad, transparencia y honestidad, comprometidos con mejorar la calidad de vida de la población y la preservación del medio ambiente.
- De Los Recursos Hídricos Del Paraguay – Ley 3239: tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay.

## 2.10 Definición de Términos. Marco conceptual

Fuentes de abastecimiento: El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el Ciclo Hidrológico, o sea, los pasos del agua circulando durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios. [6]

Estanque de almacenamiento: Generalmente es intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad. [4]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

**Línea de conducción:** es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. [2]

**Pozos superficiales:** consisten simplemente en la excavación de un agujero en el terreno hasta sobrepasar el nivel del agua. [7]

**Nivel freático:** es la superficie superior de la zona de saturación. A menos que el acuífero este cubierto por un estrato impermeable, dicho nivel libre suele fluctuar considerablemente. [1]

**Tratamiento:** El tratamiento, se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica. [8]

**Dotación:** 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. [9]

**Capa permeable:** Porción del acuífero que contiene material rocoso poroso que permite que el agua penetre libremente. [10]

**Mesa de agua:** Nivel superficial de agua subterránea el cual no permanece constante. Tiene cierta inclinación. [1]

**Arroyos:** Son fuentes de agua no tan deseables, especialmente cuando corriente arriba existen poblaciones humanas o zonas de pastoreo de ganado. De todas maneras, en ocasiones las necesidades de la aldea no se pueden satisfacer por otros medios y no queda más remedio que emplearlo. También es una fuente de agua que cambia notablemente con la época del año en la que nos encontremos. Es muy útil preguntar a los aldeanos a cerca de los niveles que llega a alcanzar el riachuelo o arroyo en temporada de lluvias o en temporada seca. [11]

**Napa de Agua:** Masa de agua que circula en el acuífero. [1]

**Napa artesiana:** Presión de la napa mayor que la atmosférica en todos sus puntos. [1]

**Infiltración:** Movimiento de agua a través de la superficie: del suelo hacia el interior de la tierra. [1]

**Calidad:** El agua no debe estar afectada por elementos polucionantes (impurezas de origen fisicoquímico), ni contaminantes (impurezas de origen biológico). [1]

**Cantidad:** La fuente tendrá la cantidad suficiente de agua para abastecer a la población en forma satisfactoria, el caudal máximo horario debe ser menor o igual al caudal del mínimo rendimiento. [1]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 2.11 Metodología

La población a estudiar es la residente en la Compañía Carandayty. Se estudió las variables, en función a las categorías y dimensiones de la investigación, buscando dar respuesta a las preguntas de este proyecto.

Considerando el objetivo del proyecto, el estudio realizado tuvo un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo dado que se recolectaron datos para establecer patrones de comportamiento y a su vez se recolectaron datos de medición numérica para descubrir o afinar algunas de las preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

### 2.12 Beneficiarios

Este proyecto beneficiará a toda población de la Compañía de Carandayty que posee 550 habitantes aproximadamente. Se encuentra en pleno desarrollo y crecimiento poblacional donde se pretende que el usuario final goce de agua potable, de calidad y de cantidad. El proyecto busca traer a la zona avances y desarrollos en la construcción misma de esta red de abastecimiento de agua, así como también en el futuro por el mantenimiento constante que requiere el servicio.

## **CAPITULO III**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

#### 3.1 Descripción de la zona de proyecto

##### 3.1.1 Ubicación Política

El proyecto está ubicado en:

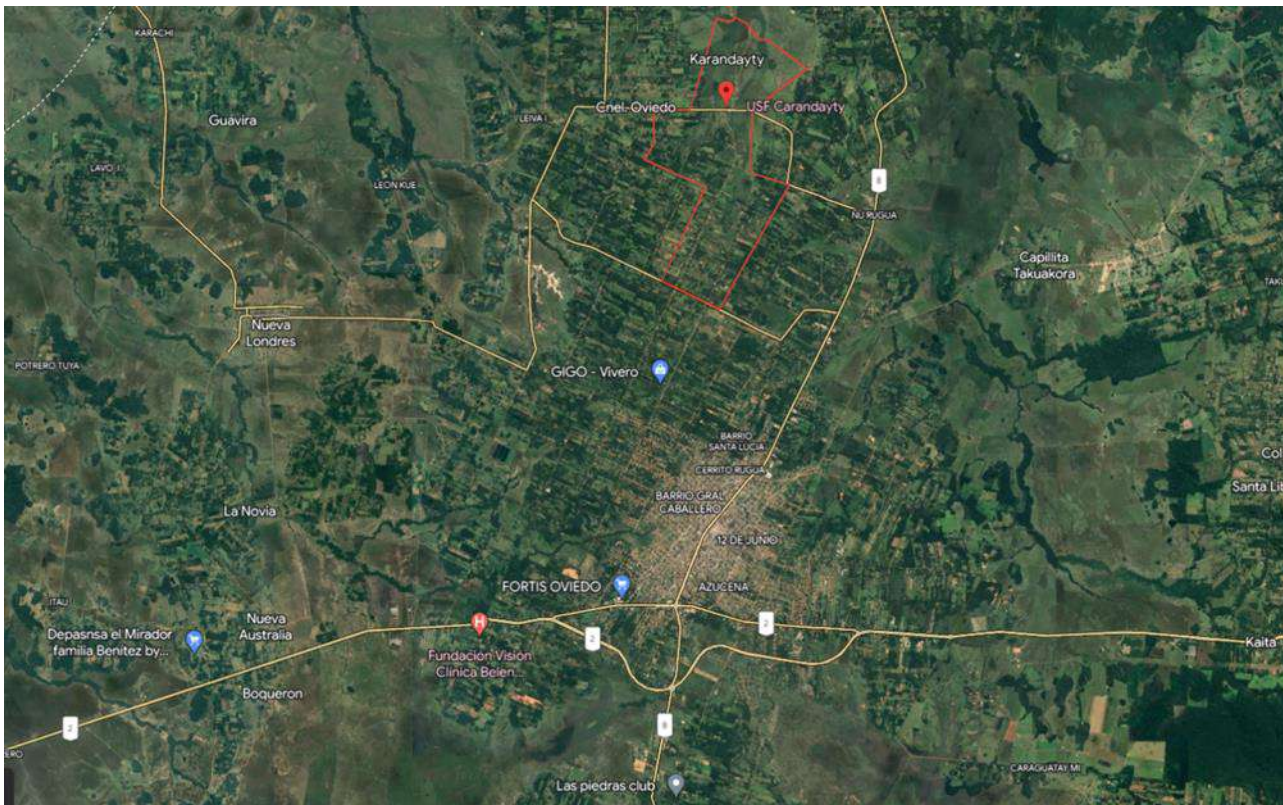
Departamento:	Caaguazú
Distrito:	Coronel Oviedo
Compañía:	Carandayty

##### 3.2.2 Ubicación Geográfica

Carandayty es una Compañía rural que pertenece al distrito de Coronel Oviedo, está localizada entre las coordenadas 25°22'29.6" latitud Sur y 56°26'15.7" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich con una altitud media de 150 msnm y una superficie total de 13 km<sup>2</sup> aproximadamente.

Está ubicada en el lado norte del distrito de Coronel Oviedo. A 5 kilómetros atraviesa la ruta nacional Nro. 8 Dr. Blas Garay, principal vía de comunicación terrestre con las ciudades de Carayao, Simón Bolívar y Santa Rosa del Mbutuy.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 1. Ubicación de la Compañía Carandayty.**

**Fuente:** Google Maps

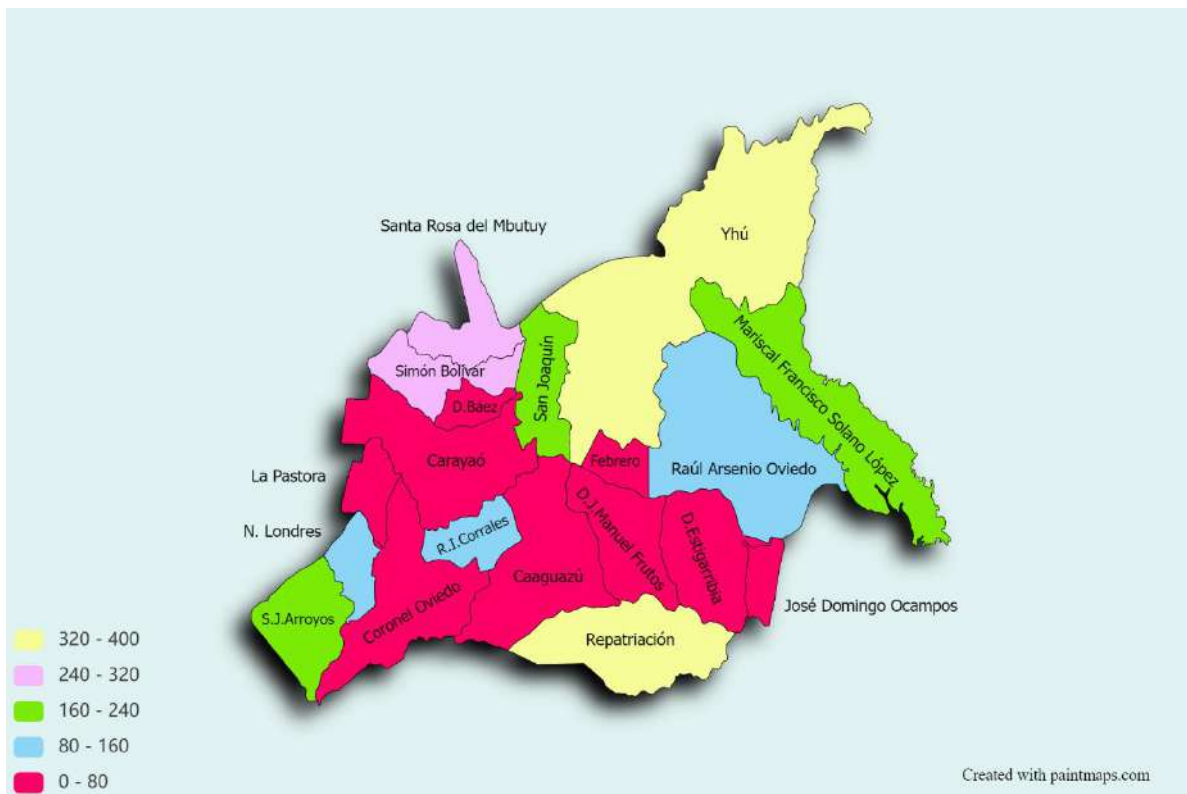
### 3.2 Contextual

#### 3.2.1 Datos principales de la Ciudad

La Ciudad de Coronel Oviedo es la capital del V Departamento de Caaguazú, es una de las ciudades más importantes del país, con una superficie de 878,8 km<sup>2</sup>. Su densidad poblacional es de 308 hab/km<sup>2</sup> y según estimación de la DGEEC para el 2023, la ciudad cuenta con una población de 130.325 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional del 6.8%.

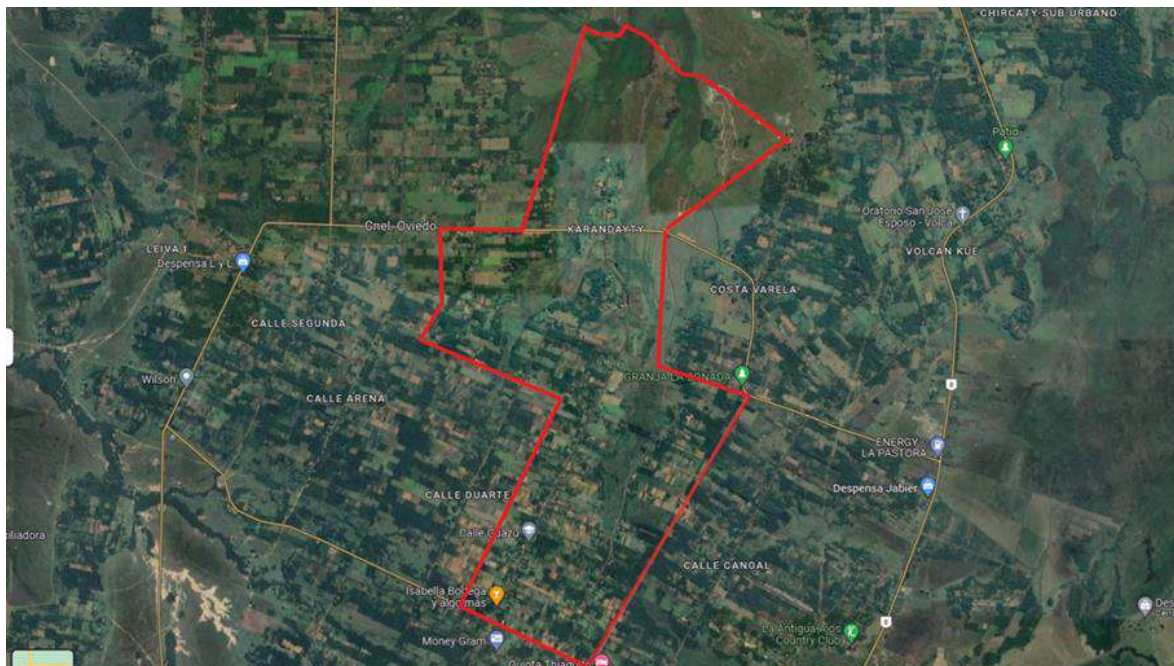
El proyecto se llevará a cabo en dicha ciudad, localmente conocida como “Oviedo”. Está ubicada estratégicamente en el centro de la región oriental. Por la misma circulan importantes carreteras del país, el cruce de la ciudad conecta con la ciudad de Asunción o a importantes ciudades como Ciudad del Este, Encarnación, Villarrica, Concepción, Pedro Juan Caballero, entre otras. Coronel Oviedo queda a 132 km de la capital del país.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 2. Mapa de Caaguazú**

**Fuente:** paintmaps.com



**Figura 3. Mapa de Carandayty**

**Fuente:** Google Maps

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.2.2 Límites Geográficos y Relaciones

- Al norte limita con los Distritos de La Pastora, Carayaó y R.I. 3 Corrales.
- Al este con el distrito de Caaguazú.
- Al sur con los distritos de Troche, Dr. Bottrel, Yataity, Félix Pérez Cardozo y Cnel. Martínez.
- Al oeste limita con los distritos de San José de los Arroyos y Nueva Londres.

Es el nudo de las comunicaciones terrestres en la región Oriental. Las rutas que unen las dos principales zonas productivas del país – Asunción y Ciudad del Este – y la que viene del extremo norte, Concepción y San Pedro, se cruzan a la altura de esta ciudad. La capital ovetense representa uno de los vértices del llamado “triángulo de la producción”, que combina la pujante actividad agrícola del sur, el creciente y próspero comercio del este, la explotación forestal del centro de la región y el mercado más importante de la República del Paraguay: Asunción y su área metropolitana.

La Ruta Nacional N° 2 "Mariscal José Félix Estigarribia" la une con la capital del país Asunción.

La Ruta Nacional N° 7 "José Gaspar Rodríguez de Francia", la comunica con Ciudad del Este.

La Ruta Nacional N° 8 "Dr. Blas Garay" empalma al norte con la Ruta Nacional N° 3 "Gral. Elizardo Aquino" en San Estanislao (Santaní), y a través de la cual se puede llegar a Concepción o Pedro Juan Caballero, y al sur la comunica con los departamentos Guairá y Caazapá.

### 3.2.3 Demografía

Según estimaciones de la dirección general de estadísticas, encuestas y censos [12] la ciudad de Coronel Oviedo posee un total de 130.325 habitantes.

Población:

- ✓ Total, de Personas: 130.325 hab.
- ✓ Total, de Varones: 64.945
- ✓ Total, de Mujeres: 65.380

Tasa de crecimiento

- ✓ Tasa de Crecimiento Poblacional Urbana: 2,3%
- ✓ Tasa de Crecimiento Poblacional Rural: 3,5%

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Densidad

✓ 133,7 hab./km<sup>2</sup>

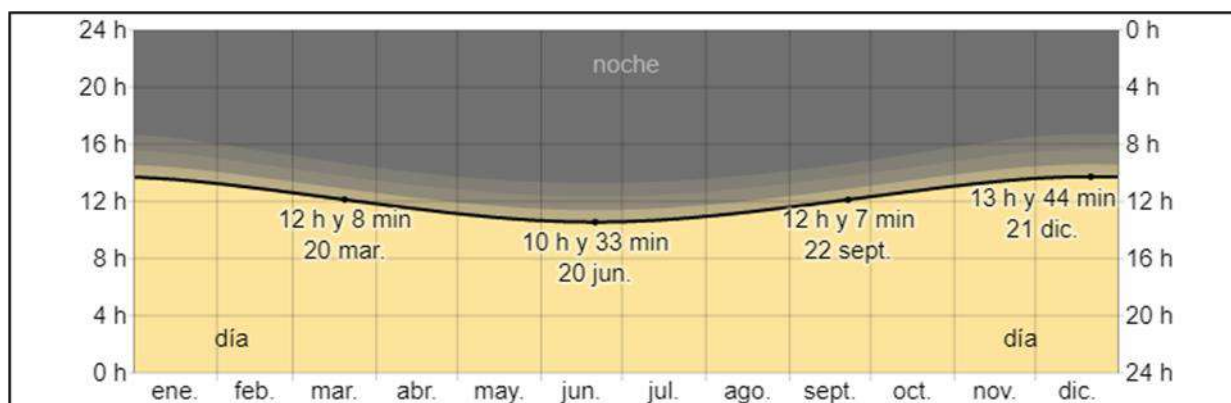
### 3.2.4 Análisis Climatológico de la Ciudad

Asoleamiento [13]

La duración del día en Coronel Oviedo varía durante el año. En 2021, el día más corto fue el 20 de junio, con 10 horas y 33 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 13 horas y 44 minutos de luz natural.

La salida del sol más temprana fue a las 05:24 el 2 de octubre, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 28 minutos más tarde a las 06:52 el 27 de marzo. La puesta del sol más temprana es a las 17:02 el 8 de junio, y la puesta del sol más tardía es 2 horas y 39 minutos más tarde a las 19:41 el 11 de enero.

Se observó el horario de verano (HDV) en Coronel Oviedo durante el 2021; comenzó en la primavera el 3 de octubre y se terminó en el otoño el 27 de marzo.

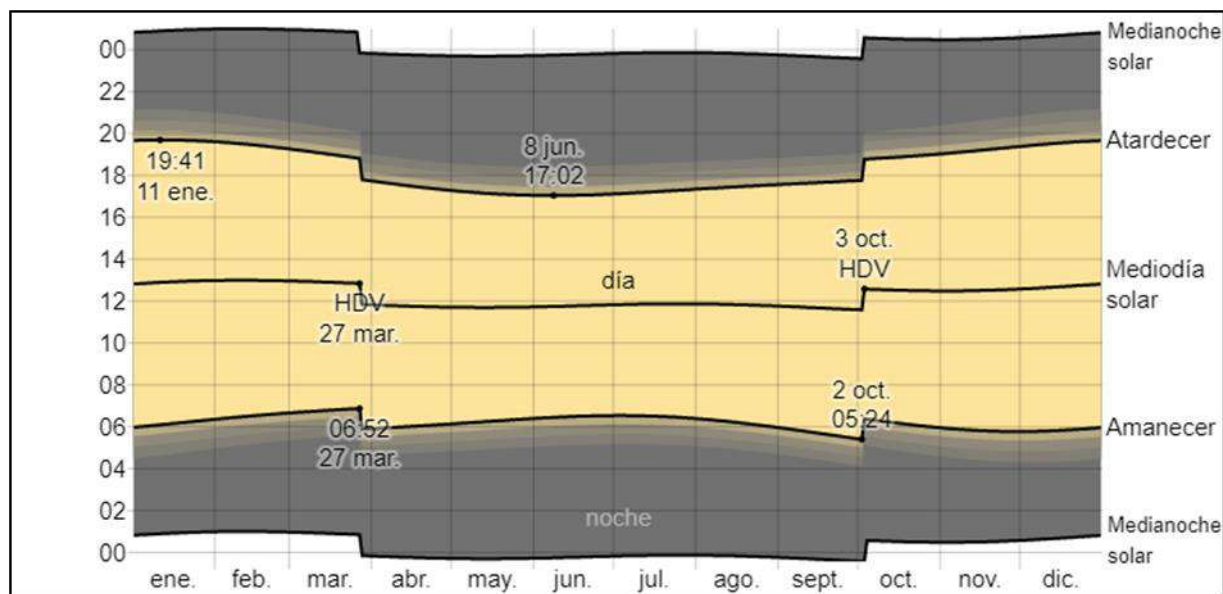


**Figura 4. Horas de luz natural y crepúsculo en Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 5. Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo y horario de verano en C.O.**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

El día solar durante el año 2021. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris. Las transiciones hacia y del horario de verano se indican con la sigla HDV.

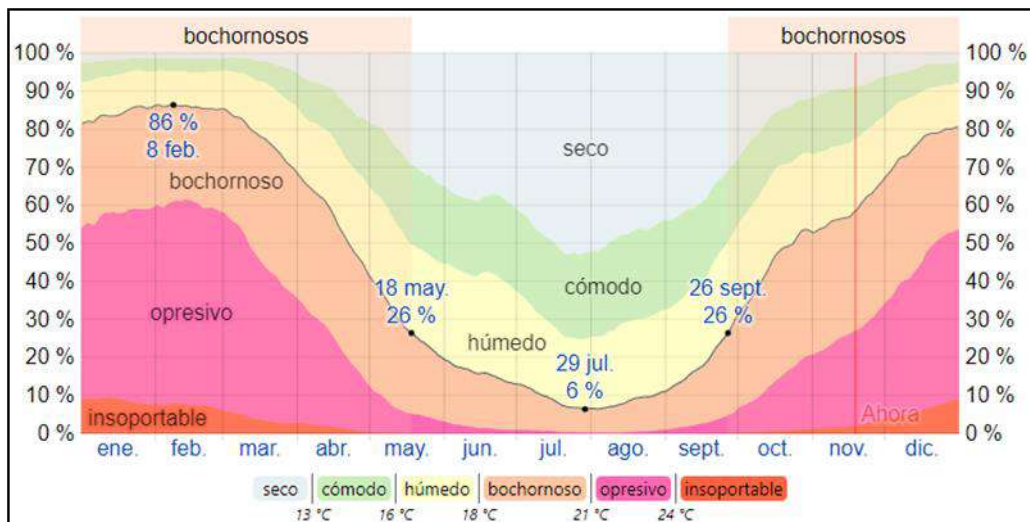
### Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En Coronel Oviedo la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 7,7 meses, del 26 de septiembre al 18 de mayo, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 26 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Coronel Oviedo es enero, con 26,1 días bochornosos o peor. El mes con menos días bochornosos en Coronel Oviedo es agosto, con 2,6 días bochornosos o peor.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 6. Niveles de comodidad de la humedad de Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

**Viento**

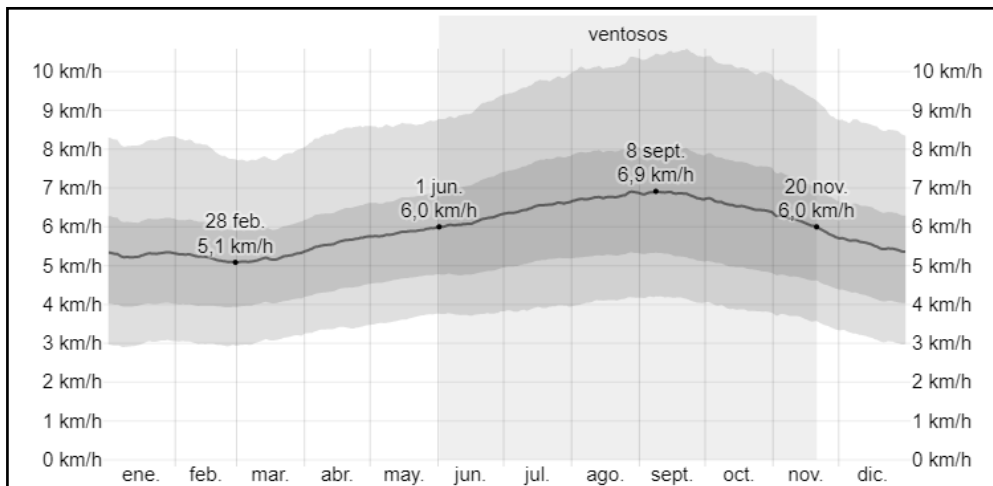
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Coronel Oviedo tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 5,6 meses, del 1 de junio al 20 de noviembre, con velocidades promedio del viento de más de 6,0 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Coronel Oviedo es septiembre, con vientos a una velocidad promedio de 6,8 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 6,4 meses, del 20 de noviembre al 1 de junio. El mes más calmado del año en Coronel Oviedo es febrero, con vientos a una velocidad promedio de 5,2 kilómetros por hora.

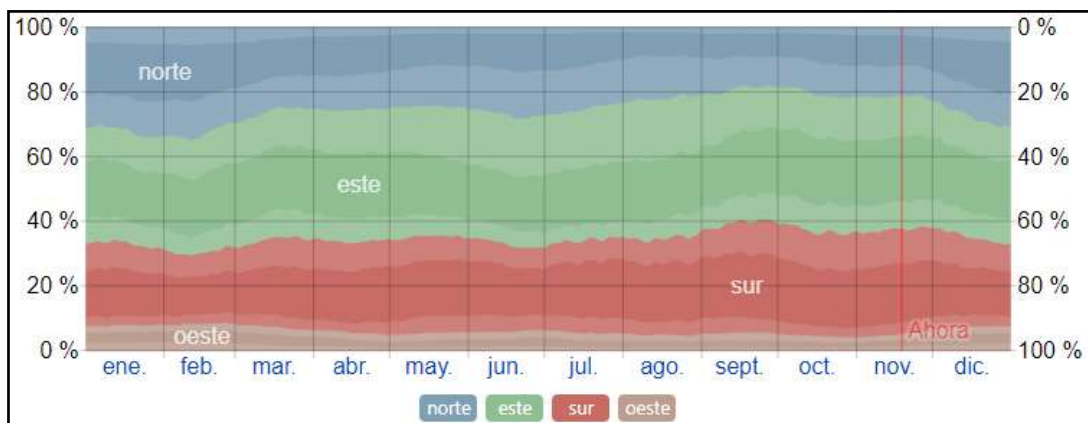
**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 7. Velocidad promedio del viento en Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.



**Figura 8. Dirección del viento en Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

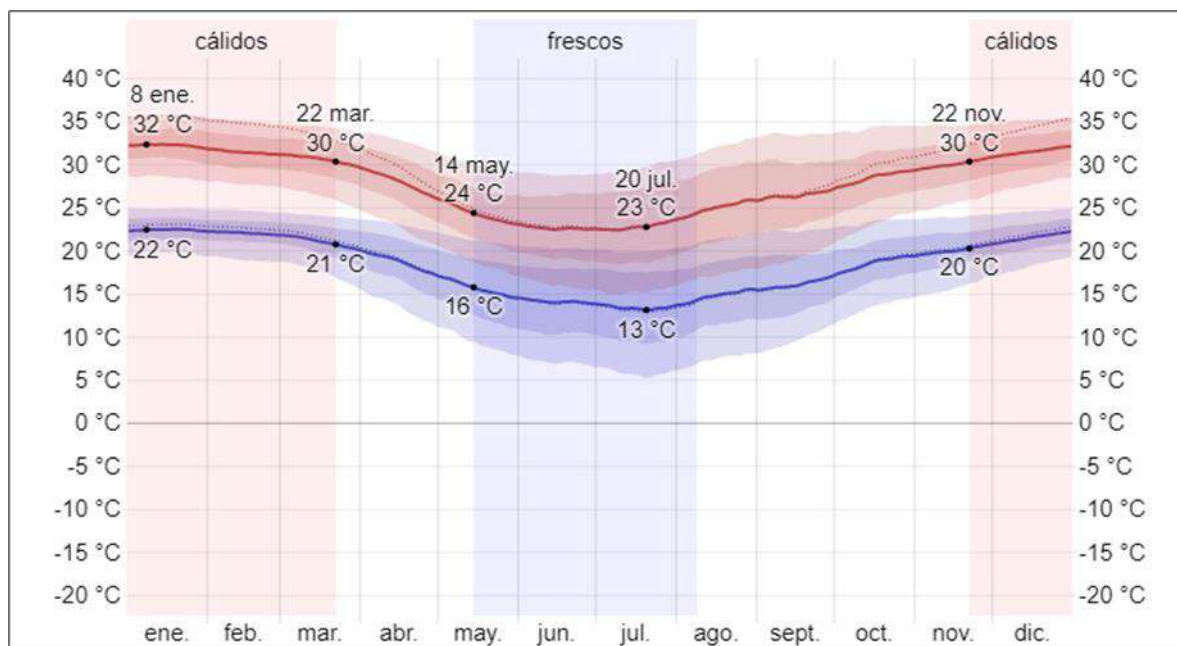
El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

Temperatura promedio en Coronel Oviedo

La temporada calurosa dura 4,0 meses, del 22 de noviembre al 22 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 30 °C. El mes más cálido del año en Coronel Oviedo es enero, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y mínima de 22 °C.

La temporada fresca dura 2,8 meses, del 14 de mayo al 8 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El mes más frío del año en Coronel Oviedo es julio, con una temperatura mínima promedio de 13 °C y máxima de 23 °C.



**Figura 9. Temperatura máxima y mínima en Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

Precipitación

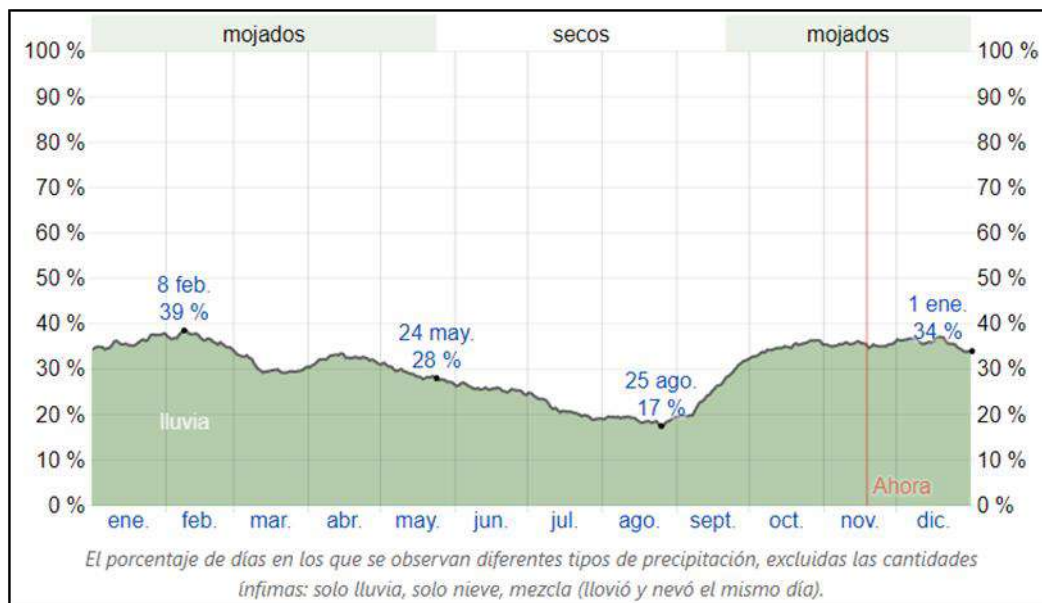
Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Coronel Oviedo varía durante el año.

La temporada más mojada dura 8,1 meses, de 21 de septiembre a 24 de mayo, con una probabilidad de más del 28 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Coronel Oviedo es febrero, con un promedio de 10,2 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 3,9 meses, del 24 de mayo al 21 de septiembre. El mes con menos días mojados en Coronel Oviedo es agosto, con un promedio de 5,8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Coronel Oviedo es febrero, con un promedio de 10,2 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 39 % el 8 de febrero. [13]



**Figura 10. Probabilidad diaria de precipitación en Coronel Oviedo**

**Fuente:** James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc.

### 3.2.5 Análisis de Servicios Básicos

#### Agua potable

La ESSAP S.A. es la responsable de proveer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario a la ciudad. El tipo de actividad objeto es la provisión del servicio de colecta, tratamiento y disposición final de las aguas residuales urbanas con características de calidad de efluentes de tipo doméstico y/o características asimilables al tipo doméstico.

En la compañía de Carandayty la institución encargada de provisión de agua potable es el SENASA S.A., el cual abastece a poblaciones menores a 10.000 habitantes.

### 3.2.6 Análisis de equipamiento comunitario

#### Salud

El departamento de Caaguazú 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.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Además, hay 12 centros de salud y 231 camas, incluidos hogares de ancianos y clínicas privadas. Coronel Oviedo tiene un plan de salud local.

En la compañía de Carandayty están culminando la construcción de una Unidad de Salud de la Familia USF - Carandayty, construcción financiada por la ITAIPU Binacional.



**Figura 11. USF Carandayty**

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 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 Caaguazú (UNCA), que tiene su sede en la ciudad.

En la compañía de Carandayty se encuentra el Colegio Nacional Genaro Romero y el Centro Educativo ubicada en la zona urbana.



**Figura 12. Colegio Nacional Genaro Romero y el Centro Educativo Carandayty**

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

## Seguridad

La comisaria se encuentra en la zona urbana de Carandayty. “Comisaría de Carandayty” – Distrito de Cnel. Oviedo. Está ubicada en la calle asfaltada que va en dirección a la Pastora.



**Figura 13. Comisaría de Carandayty**

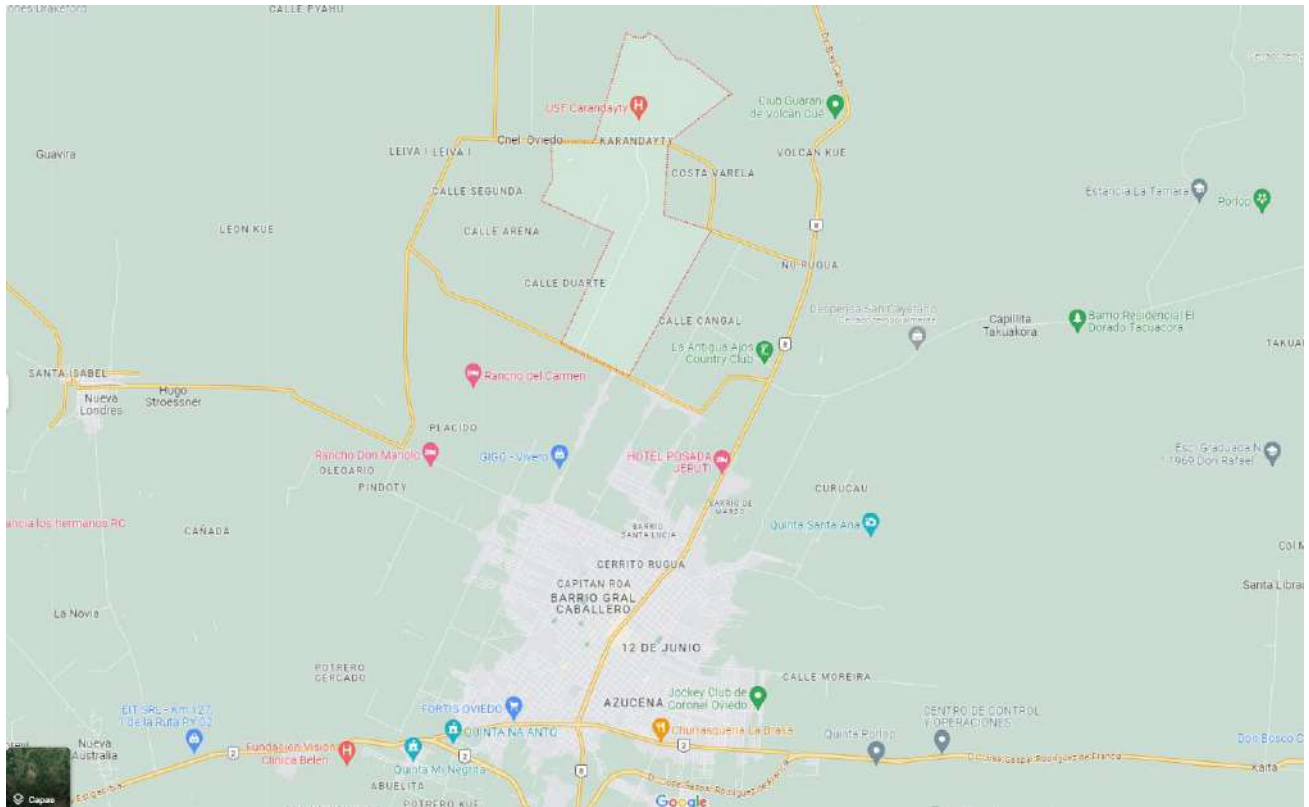
**Fuente:** Elaboración propia

## Vías

Dentro del sector delimitado se encuentran las siguientes calles.

- Ruta Nro. 8 “Dr. Blas Garay”: Calle Principal
- Calles Secundarias.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



**Figura 14. Vías de Comunicación de Carandayty**

**Fuente: Google Maps**

### 3.2.7 Transporte Público

No cuenta con transportes públicos de corta distancia en la zona, pero sobre la Ruta N° 8 “Dr. Blas Garay” circulan los transportes de largas distancias, con destino a otras ciudades del país.

### 3.2.8 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.

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

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.2.9 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 altas, 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 varia de entre 150m a 200m, pero existen zonas altas que llegan hasta los 250m.

### 3.2.10 Hidrografía

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

El proyecto se encuentra distante de los afluentes citados por ese motivo se dificulta utilizar como fuente de abastecimiento. [14]

## 3.3 Estudios de Ingeniería

### 3.3.1 Estudio Topográfico

#### 3.3.1.1 Aspectos Generales

La topografía es la ciencia que estudia la secuencia de pasos que determinan la ubicación de los puntos en la superficie de la Tierra midiéndolos según los tres elementos del espacio. Estos elementos tienen dos distancias y una altura, o una distancia, una dirección y una altura. Las distancias y las alturas usan unidades lineales (métrica decimal), las direcciones usan unidades de arco. (hexadecimal).

La secuencia de operaciones requerida para determinar las ubicaciones de los puntos y luego representarlos en un plano se denomina comúnmente "levantamiento". El objeto de la mayoría de los levantamientos es el cálculo de áreas y volúmenes, y la representación de las mediciones realizadas en el campo a través de perfiles y planos, y estos trabajos también se tienen en cuenta dentro del terreno.

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

- Topografía plana: Se utiliza para cubrir áreas pequeñas. Se hacen sin considerar la curvatura de la tierra.
- Geodesia: es el levantamiento topográfico de grandes áreas de terreno, como los mapas topográficos nacionales, teniendo en cuenta la curvatura de la tierra, lo que requiere una alta precisión.
- Fotogrametría: se realiza mediante fotografía aérea o satelital.

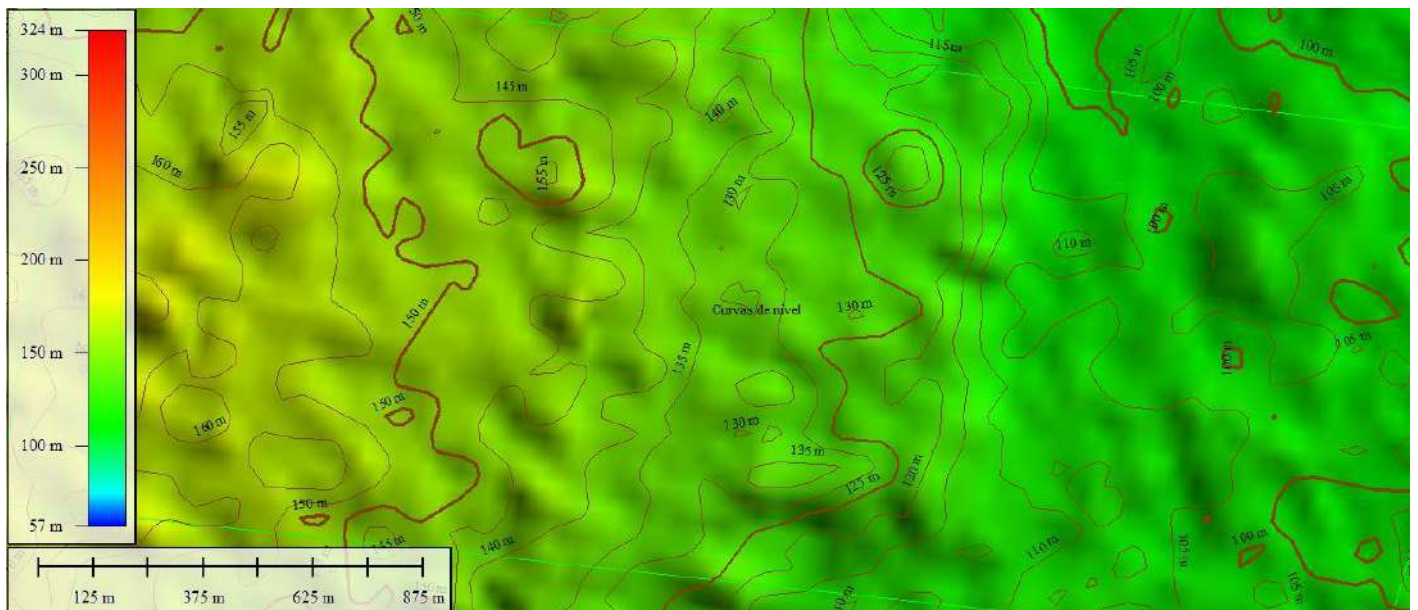
Para el proyecto, se realizó un estudio topográfico macro con herramientas digitales satelitales, posteriormente de manera más detallada, levantamientos en campo.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Trazado preliminar

En la implementación de este proyecto, la primera herramienta utilizada fue el software Google Earth, que permite obtener imágenes satelitales frescas de alta resolución en cualquier lugar y visualizar relieves topográficos en tres dimensiones, debido a que ofrecen una alta resolución que permite incluso escalas de alrededor de 1/100. Para la Compañía de Carandayty se delimitó convenientemente el área con imágenes satelitales cubriendo el casco urbano y los puntos más bajos del área, la digitalización se realizó con la herramienta “polígonos” de Google Earth, que permite editar un archivo vectorial geométrico poligonal. Luego, el polígono se exportó a un software de mapeo global para obtener la topografía del área utilizando el software Global Mapper.



**Figura 15. Curvas de nivel de la zona urbana de Carandayty en software**

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.1.2 Levantamiento Topográfico

#### Descripción

Una red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería civil interconectadas que permite que el agua potable llegue a los hogares de los residentes en ciudades y zonas rurales relativamente densamente pobladas.

Para este proyecto, se realizaron estudios de campo para investigar qué áreas serían las más adecuadas para construir una red de agua.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.3.1.3 Sistema de unidades

El sistema de unidades que se utilizará en el proyecto es el Sistema Métrico Decimal. Las medidas angulares se expresan en grados, minutos y segundos sexagesimales. Las medidas de longitud se expresan en kilómetros (Km), metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm), según corresponda.

### 3.3.1.4 Sistema de Referencia

El marco de referencia es un sistema de coordenadas triortogonal plano con dos ejes que representan el plano horizontal (uno norte-sur y otro este-oeste, según la grilla IGN UTM-WGS84 del área de estudio). Todos los detalles del terreno, ya sean naturales o artificiales, se proyectan ortogonalmente. El tercer eje corresponde a la elevación, representando el terreno a través de curvas de nivel, contornos y secciones transversales. El sistema de coordenadas topográficas es por tanto un sistema de coordenadas planas asociado a vértices de coordenadas UTM y susceptible de transformación para una correcta geo-referenciación.

### 3.3.1.5 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 1”. Las coordenadas se determinaron utilizando un dispositivo de medición topográfica.

## 3.3.2 Levantamiento topográfico de la zona

### 3.3.2.1 Equipos utilizados

- a) GPS Geodésico GNNSR8s 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

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- 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 colector
  - Bastón de base
  - Base nivelante de pieza metálica con burbuja
- b) Cinta métrica de 5 metros
- c) Cinta métrica de 50 metros
- d) Pintura para referencia
- e) Cámara fotográfica

### 3.3.2.2 Metodología de trabajo de campo

En primer lugar, se procedió a preparar los equipos topográficos, incluida la batería 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 dispositivo ya estaba estacionario en el punto base, y después de ajustar la nivelación y preparar el dispositivo, se aplicó pintura al punto base a modo de referencia.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---



**Figura 16. Punto de Partida RN1 Carandayty**

**Fuente:** Elaboración Propia

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 RN1.

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; RN1 como punto base o punto de referencia con la descripción RN1, las otras descripciones son los puntos del sector las cuales vendrían a ser las cotas o nudos (N-1, N-2.....N-29), el pozo y el sector donde se colocará el tanque.

La metodología para el almacenamiento de datos con el receptor móvil consta de apoyar el bastón portador del aparato en el suelo verticalmente, 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.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

Con las referencias y asignaciones bien en claro, se procedió a realizar el almacenamiento del primer punto RN1 la cual viene a ser la referencia utilizada para replantear la obra, luego se realizó el recorrido empezando de la zona donde estaría ubicada el tanque, próximo al pozo existente. 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 Carandayty.



**Figura 17. Configuración y Calibración del Receptor Base**  
**Fuente: Elaboración Propia**

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---



**Figura 18. Almacenamiento de datos con el Receptor Móvil**

**Fuente:** Elaboración Propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

3.3.2.3 Digitalización de datos

Al finalizar el levantamiento topográfico, los datos obtenidos fueron procesados. Primero, se procesó la información almacenada en el GPS geodésico a través de un cable conectado a una computadora, y se utilizó un software para descargar los datos a la máquina. Los datos se guardaron en el software Office Excel en formato CSV delimitado por comas de acuerdo con el archivo de formato de puntos característicos definido previamente: Norte, Este, Altura y Descripción (PNEZD). Se indican los puntos ya procesados en los siguientes formatos utilizados para importar a AutoCAD:

**Tablas 8. Planilla de puntos en Excel**

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	556.525,77	7.195.219,79	132,333	Rn1
2	554.214,10	7.195.391,11	180,74	Pozo
3	554.340,60	7.195.263,25	180,74	Tanque
4	556.328,33	7.195.213,75	132,642	N-1
5	556.328,33	7.195.104,58	131,516	N-2
6	556.328,33	7.194.993,56	132,268	N-3
7	556.437,70	7.195.213,75	132,567	N-4
8	556.437,70	7.195.104,58	131,749	N-5
9	556.437,70	7.194.993,56	131,954	N-6
10	556.437,70	7.194.934,31	132,216	N-7
11	556.437,70	7.195.220,06	132,356	N-8
12	556.547,38	7.195.213,75	132,38	N-9
13	556.547,38	7.195.104,58	132,525	N-10
14	556.547,38	7.194.934,31	133,4	N-11
15	556.547,38	7.194.884,85	133,68	N-12
16	556.657,99	7.195.213,75	132,429	N-13
17	556.328,33	7.195.324,10	130,663	N-14
18	556.328,33	7.195.434,42	129,7	N-15
19	556.437,70	7.195.324,10	130,82	N-16
20	556.437,70	7.195.434,43	129,519	N-17
21	556.437,70	7.195.543,85	131,49	N-18
22	556.437,70	7.195.654,72	132,675	N-19
23	556.547,38	7.195.324,14	131,067	N-20
24	556.547,38	7.195.434,44	129,418	N-21
25	556.547,38	7.195.543,82	131,138	N-22
26	556.547,38	7.195.654,72	132,858	N-23
27	556.547,38	7.195.763,77	132,268	N-24
28	556.657,99	7.195.324,15	130,693	N-25
29	556.657,99	7.195.434,45	129,325	N-26
30	556.657,99	7.195.543,79	131,04	N-27
31	556.657,99	7.195.654,72	132,705	N-28
32	556.657,99	7.195.763,77	132,174	N-29

**Fuente:** Elaboración Propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.4 Periodo de diseño y cálculo de la población

Las instalaciones de agua potable están diseñadas para satisfacer las necesidades actuales y el crecimiento demográfico proyectado durante el período de amortización, que puede variar de 10 a 40 años, es necesario estimar la población futura al final de este período.

Una característica de este proyecto es el trabajo con la población suburbana de la Compañía de Carandayty en Coronel Oviedo.

#### 3.4.1 Periodo de diseño

Determinar el tiempo de operación del sistema involucra varias variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el período de planificación puede definirse como el tiempo en que el sistema será 100% efectivo ya sea por la realización de los gastos deseados o por la existencia física de las instalaciones.

Factores determinantes del periodo de diseño:

- Vida útil de las estructuras de hormigón.
  - Facilidad o complejidad de la expansión de la infraestructura
  - Crecimiento y/o disminución de la población
  - Capacidad financiera para ejecutar las obras
- a) Servicio o vida útil de estructuras de hormigón para obras de saneamiento

La vida útil de las estructuras depende de la resistencia física del material que las forma frente a factores nocivos provocados por el desgaste o el envejecimiento.

Todos los materiales se desgastan con el tiempo y el uso, lo que reduce la eficiencia del sistema dependiendo de las propiedades del material utilizado. Por lo tanto, las tuberías de agua se desgastan de manera diferente a la corrosión, la erosión y la fragilización, que determinan su durabilidad.

- b) Crecimiento y/o decrecimiento poblacional

El crecimiento y/o disminución de la población es una función de factores económicos, sociales y de desarrollo.

El abastecimiento de agua promueve y crea desarrollo. Por lo tanto, se puede argumentar que, de acuerdo con las tendencias de crecimiento, es conveniente elegir períodos de planificación más largos para un crecimiento lento y períodos de planificación cortos para un crecimiento rápido.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

c) Capacidad financiera para la Ejecución de Obras

En el caso del mejor diseño, las razones de durabilidad y desgaste físico son sin duda factores importantes, pero además se realizan proyecciones de intereses y costos capitalizados para aprovechar la inversión realizada.

La determinación de la capacidad del servicio de agua de un municipio depende de sus costos totales capitalizados. En general, los sistemas de abastecimientos de agua están diseñados y construidos para servir a una población mayor que la actual, es decir, la población futura.

Analizando la vida útil de las estructuras e instalaciones diseñadas en este proyecto y viendo también la realidad del campo de investigación, presento la siguiente tabla de resultados aplicados a cada componente del sistema:

**Tablas 9. Valores adoptados para el proyecto**

Componentes	Valor Adoptado
Obras de Captación	20 años
Líneas de Conducción	20 años
Reservorio de Almacenamiento	20 años
Redes de Distribución	20 años

**Fuente:** Elaboración propia

Estimando la vida útil de las estructuras consideradas, asumo que el tiempo de diseño de este proyecto es de 20 años. El año de inicio es 2023 y la previsión es 2043.

### 3.4.2 Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento elegida debe ser capaz de cubrir el máximo consumo diario de la población, utilizando aguas superficiales o subterráneas según sea necesario, debiendo realizarse previamente análisis físicos, químicos y bacteriológicos para asegurar y posibilitar esta calidad correcta selección de tuberías.

Al planificar un buen sistema de abastecimiento de agua, un requisito importante es determinar las características del lugar y las necesidades inmediatas y futuras de tal forma que la fuente seleccionada proporcione el agua necesaria para cada etapa de la construcción, sin que ello sea posible el suministro se reduce debido a la sequía u otras razones, también es necesario un levantamiento topográfico detallado del área de la fuente de suministro para el mejor diseño del proyecto.

Dependiendo de la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento y la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: sistemas de gravedad y de bombeo.

La fuente de abastecimiento de este proyecto es la fuente subterránea, captando el agua mediante pozo artesiano y el sistema de abastecimiento de agua es por gravedad que mediante las redes irá distribuyendo las diferentes viviendas de la zona.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.4.3 Parámetros de diseño

- Las redes de distribución de energía deben diseñarse bajo dos condiciones de operación: 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 áreas de servicio y crecimiento de la población.
- Realización de levantamientos topográficos, incluyendo información sobre la ubicación de edificios residenciales, públicos, comerciales e industriales. Anchos de vía, áreas de equipos y áreas geológicamente inestables y otros peligros potenciales.
- Considerar los tipos de terreno y las características de la superficie de los caminos y vías de acceso.
- El método de Hardy Cross, el método de seccionamiento o cualquier otro método racional se puede utilizar para el análisis hidráulico del sistema de distribución.
- Las fórmulas racionales se utilizan para los cálculos hidráulicos de tuberías. Utilizando la fórmula de Hazen-William, se utiliza el coeficiente de fricción especificado a continuación. PVC 150.
- El diámetro utilizado debe asegurar un caudal y una presión adecuada en cualquier punto de la red.
- En todos los casos, las líneas de agua potable deben tenderse a 1,00 m en horizontal y 0,30 m en vertical desde el sistema de alcantarillado. No se permite en ningún caso el contacto de las líneas de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables o cualquier otra cosa.
- La presión del agua debe ser suficiente para llegar a todas las instalaciones de la casa más alejada del sistema. La presión máxima es la presión que no provoca un consumo excesivo por parte del usuario ni daña los componentes del sistema. Así, en cualquier punto de la red, la presión dinámica será inferior a 10 mH<sub>2</sub>O y la presión estática no superará los 50 mH<sub>2</sub>O.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

Informe técnico del pozo tubular profundo  
 Localización Global : 25°21'25.88"S 56°27'40.26"O  
 Método De Perforación : Roto Percusión  
 Equipo De Perforación : MM  
 Profundidad De Perforación : 120 Metros.  
 Diámetro De Perforación Inicial : 9.0”  
 Diámetro De Perforación Posterior : 6.5”  
 Profundidad De Encamisado :  
 Diámetro De Encamisado : 174 Mm X 6.5 Mm.  
 Encamisado Ciego (Ademe) : 38 Mts  
 Encamisado Filtrante (Filtro) : ---  
 Material Empleado : Pvc.  
 Resultados Obtenidos:  
 Nivel De Agua Estático. Mts (N.E) : 20 Metros.  
 Nivel De Agua Dinámico Mts (N.D) : 45 Metros.  
 Caudal De Prueba 1/H (Bombeo) : 12.000 Lts/H.  
 Abatimiento Mts (Depresión) : 25 Mts  
 Temperatura Del Agua Al Momento : 22 Grados

**Fuente:** MACOSEM POZOS ARTESIANOS

**El pozo utilizado posee una profundidad de 120 metros con un caudal de 12.000 Lts/h.**


Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	---	Límpido
Color	SM 2120 B	10	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	---	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H <sup>+</sup> B	6.56	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	157.4	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0.27	UTN	5
Materia Orgánica (como O <sub>2</sub> )	Reducción del Permanganato - NN	0.15	mg/L	3
Sólidos Totales a 103-105 °C	SM 2540 B	91.0	mg/L	1 000
Nitrato (como NO <sub>3</sub> )	Reducción con Cinc - NN	8.76	mg/L	45,00
Nitrato (como NO <sub>2</sub> )	SM 4500-NO <sub>2</sub> - B	<0.005	mg/L	0,1
N-Amónico (N-NH <sub>4</sub> )	Azul de Indofenol - NN	0.030	mg/L	0,05
Cloruro como Cl <sup>-</sup> (*)	PRO.ME 001-Rev.06/SM 4500 B	25,2	mg/L	250
Sulfato como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SM Edición 11, pag. 250	5.74	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO <sub>3</sub>	SM Edición 11, pag. 45	30.60	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO <sub>3</sub>	SM Edición 11, pag. 45	0.0	mg/L	120
Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>	SM 2340 C	33,00	mg/L	400
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	SM 3500-Ca D	10,40	mg/L	200
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	SM 3500-Mg E	1,70	mg/L	50
Hierro Total (Fe <sup>2+</sup> )	SM 3500-Fe D	0,021	mg/L	0,3
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

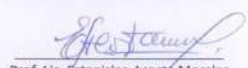
**Abreviaturas:** °C = grados Celsius, Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, N = nitrógeno, O<sub>2</sub> = oxígeno, F = fenoltaleína, CaCO<sub>3</sub> = carbonato de calcio, mL = mililitros, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, < = menor que, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición Nº 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = Norma Paraguaya para agua potable.

**Ítem:** muestra ensayada  
 (\*) Ensayo acreditado

**Notas:**  
 - Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.  
 - El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



Fin del informe  
Pag. 1/1



Prof. Lic. Estanislao Acosta Morales  
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

REG 063.04

**Figura 19. Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua**

**Fuente:** Laboratorio de la Calidad del Agua – FACEN UNA

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

3.4.4 Cálculo de Población Futura

Para calcular la población de la zona, se realizó un recorrido y se creó el número promedio de parcelas por manzana para esa área diseñados en el plano de AutoCAD. A partir de ahí, se consideró 5 habitantes por cada familia ya que Proyecciones del Paraguay en el año 2023 muestra que una madre en promedio tiene 2,5 hijos, y junto con los padres, habrá un total de 5 habitantes por familia.

**Tablas 10. Cálculo de población actual**

Cantidad de Manzanas	Cantidad de Viviendas por Manzana	Cantidad de personas por Vivienda	Cantidad de Persona por Manzanas
M1	9	5	45
M2	2	5	10
M3	4	5	20
M4	5	5	25
M5	6	5	30
M6	7	5	35
M7	8	5	40
M8	9	5	45
M9	6	5	30
M10	9	5	45
M11	5	5	25
M12	8	5	40
M13	9	5	45
M14	10	5	50
M15	5	5	25
M16	8	5	40
	<b>110</b>		<b>550</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Asumiendo una Población Actual de la Compañía de Carandayty, según conteo de 5 personas por cada familia, un total de 550 habitantes. Según proyecciones de población por edad y sexo 2023, Coronel Oviedo cuenta con una población de 130.325 habitantes respectivamente. Según censo nacional 2012, Coronel Oviedo tenía en ese año 107.925 habitantes.

**Tablas 11. Habitantes por proyecciones y censos**

Año	Habitantes
2012	107.925
2023	130.325

**Fuente:** Proyecciones y censos por edad y sexo en Coronel Oviedo

Método Aritmético

$$r = \frac{P_{2023} - P_{2012}}{(Año_{2023} - Año_{2012}) * 1000}$$

$$r = \frac{130.325 - 107.925}{(2023 - 2012) * 1000}$$

$$r = 2,04$$

$$P_f = P_o + rt$$

$$P_f = 550 + (2,04 * 20)$$

$$P_f = 591 \text{ hab}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Coeficiente de crecimiento.

$t$  = Periodo de crecimiento en años.

Método Exponencial

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

$$i = \log\left(\frac{130.325}{107.925}\right)/20 * \log(e)$$

$$i = 0,0094$$

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

$$P_f = 550 * e^{0,0094*20}$$

$$P_f = 664 \text{ hab}$$

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$i$  = Tasa de crecimiento instantánea

$t$  = Tiempo de diseño

Método Geométrico

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

$$P_f = 550 \left( 1 + \frac{2,04 * 20}{100} \right)$$

$$P_f = 774 \text{ hab}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Coeficiente de crecimiento.

$t$  = Periodo de crecimiento en años.

Método de la Organización Mundial de la Salud

Población	Incremento anual en %
Mayor a 2000 habitantes (Ciudades grandes)	2.7%
Igual a 2000 habitantes (Ciudades pequeñas)	3.0%
Menor a 2000 habitantes (Comunidades y aldeas)	2.2%

**Fuente:** Vierendel, 2009. [3]

El valor adoptado para  $r=3\%$  recomendado por la OMS para el incremento anual de población de pequeñas ciudades, este valor se utilizará para el cálculo de la población futura de la Compañía en estudio, entonces la población futura proyectada para 20 años será:

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

$$P_f = 550 \left( 1 + \frac{3}{100} \right)^{20}$$

$$P_f = 993 \text{ Hab}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Incremento anual en %

$t$  = Tiempo en años.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Método de Wappaus

$$P_f = P_o \frac{(200 + r(t_f - t_o))}{(200 - r(t_f - t_o))}$$

$$P_f = P_o \frac{(200 + r(t_x - t_o))}{(200 - r(t_x - t_o))}$$

$$P_f = 550 * \frac{(200 + 2,04(20))}{(200 - 2,04(20))}$$

$$P_f = 832 \text{ hab}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura.

$P_o$  = Población inicial.

$r$  = Factor de crecimiento.

$t_f$  = Año futuro.

$t_o$  = Año inicial.

**Tablas 12. Cuadro de resumen – Población futura**

Método	Población
Método Aritmético	591 hab.
Método Exponencial	664 hab.
Método Geométrico	774 hab.
Método de la Organización Mundial de la Salud	993 hab.
Método de Wappaus	832 hab.

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las características de la población y al constante crecimiento de la zona se opta por el método de la OMS para el cálculo de la población futura, teniendo como resultado **993 habitantes**.

### 3.4.5 Dotación

Generalidades

Es la cantidad de agua que necesita cada persona de la población, expresada en litros per cápita al día. Teniendo la dotación, es necesario estimar el consumo medio diario, el consumo máximo diario y el consumo horario máximo.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### Demanda de agua

Los principales factores que afectan el consumo son:

- El tipo de comunidad
- Factores socioeconómicos
- 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 fueron estudiados con el objeto de obtener la dotación necesaria para la población calculada y se puede reunir en cuatro grupos básicos:

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

### Análisis para la dotación de agua

#### Dotación por número de habitantes

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

**Fuente:** Roger Agüero Pittman [2]

#### Dotación por región

Región	Dotación (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

**Fuente:** Roger Agüero Pittman [2]

Población	Frío	Templado
De 2000 a 10000 Hab.	120 Lts./Hab./Día	150 Lts./Hab./Día
De 10000 a 50000 Hab.	150 Lts./Hab./Día	200 Lts./Hab./Día
Más de 50000 Hab.	200 Lts./Hab./Día	250 Lts./Hab./Día

**Fuente:** Vierendel, 2009. [3]

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Para los cálculos de la dotación se utilizó el cuadro de Vierendel, considerando que la región tiene un clima templado y, además de la población de la comunidad, es una zona de desarrollo donde predomina la agricultura y la ganadería.

La dotación de diseño adoptado es: **150 Lts/hab./día**

#### 3.4.5.1 Variaciones de consumo

La finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, propiciando así su desarrollo. Para lograr tales objetivos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema, estén satisfactoriamente diseñadas y funcionalmente adaptadas al conjunto; esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acuerdo a las variaciones en los consumos del agua, que ocurrirán para diferentes momentos durante el período de diseño previsto.

El consumo de agua de una población varía con las estaciones del año, de día a día, y de hora en hora, dependiendo esta variación del clima, de las costumbres y magnitud de la población, sin dejar de mencionar que también varían por causas eventuales. En los meses de más calor se producirá mayor consumo de agua, habiendo días dentro de un mismo mes en que la demanda es mayor que los demás meses. Las variaciones que experimentan los consumos de agua tienen mucha importancia en diseño de las diferentes estructuras y componentes del sistema de abastecimiento. Para los efectos de las variaciones de consumo se considerará las siguientes relaciones con respecto al consumo promedio diario anual ( $Q_p$ ).

#### 3.4.5.2 Determinación del Gasto de Diseño

Según Agüero [2] los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y del 150%, para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) =  $1.3 Q_p$  (Lts/sg).

Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ) =  $1.5 Q_p$  (Lts/sg).

Por lo tanto, los datos para el diseño son:

- Población final de estudio                      993 habitantes
- Dotación    150 Lts/hab./día
- K1    1.3
- K2    1.5
- Consumo Promedio Diario Anual

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

$$Q_p = \frac{P_f * D}{86400}$$

$$Q_p = \frac{993 * 150}{86400}$$

$$Q_p = 1.72 \text{ Lts/sg}$$

Donde:

$Q_p$  = Consumo promedio diario (Lts/sg)

$P_f$  = Población futura (hab.)

$D$  = Dotación (l/hab./día)

- Consumo Máximo Diario

$$Q_{md} = K_1 * Q_p$$

$$Q_{md} = 1.3 * 1.72$$

$$Q_{md} = 2.24 \text{ Lts/sg}$$

- Consumo Máximo Horario

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{md}$$

$$Q_{mh} = 1.5 * 2.24$$

$$Q_{mh} = 3.36 \text{ Lts/sg}$$

### 3.5 Diseño del abastecimiento de agua

#### 3.5.1 Reservorio de almacenamiento

Los tanques o depósitos de almacenamiento juegan un papel fundamental en el diseño de un sistema de distribución de agua, tanto económicamente como por su importancia en la operación hidráulica del sistema.

#### 3.5.2 Cálculo de la Capacidad del Reservorio

La capacidad del reservorio es función de varios factores, que son:

- Volumen de regulación
- Volumen contra incendios
- Volumen de reserva

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Volumen de regulación

$$V_R = 0.25 * Pf * D$$

$$V_R = 0.25 * 993 * 150$$

$$V_R = 37 \text{ m}^3$$

Donde:

$V_R$  = Volumen de regulación.

$D$  = Dotación.

$Pf$  = Población futura.

Volumen contra incendios

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. La planificación del proyecto de 20 años aumentaría la población de Carandayty a 993 habitantes, por lo que no hay necesidad de calcular el volumen contra incendios.

Volumen de reserva

$$Vr = Qp * T$$

$$Vr = 1.72 * 4 * 3.6$$

$$Vr = 25 \text{ m}^3$$

Donde:

$Vr$  = Volumen de reserva

$Qp$  = Caudal promedio

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

**Tablas 13. Resumen de volúmenes**

Resumen de volúmenes	
Volumen del reservorio	37 m <sup>3</sup>
Volumen contra incendios	-
Volumen de reserva	25 m <sup>3</sup>
Volumen total asumido	62 m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**Por lo tanto, el reservorio se proyectará para 65 m<sup>3</sup>.**

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.5.3 Parámetros para el diseño estructural del reservorio

#### Introducción

Se ha realizado el cálculo estructural del reservorio de agua potable que se construirá para abastecer a la población mencionada en estudio. Este cálculo se basa en el cálculo de los requisitos del sistema de agua considerado en este proyecto. El tanque elevado de hormigón armado se construirá con una capacidad de 65 m<sup>3</sup>, suficiente para atender el consumo medio diario de toda la población.

#### Ubicación del Tanque elevado

En este proyecto, el tanque se ubicó en el punto más alto cerca de la fuente de abastecimiento, exactamente 25°21'28.73" S, 56°27'35.99" W, con una cota de 180,740 msnm correspondiente al nivel del terreno.

#### Consideraciones Generales

Por su fácil formación, bajo costo, alta durabilidad y económico mantenimiento, el hormigón armado es un material ideal para la construcción de diversos tipos de tanques y reservorios. Además de la durabilidad estructural, el mayor problema que debe abordarse en el diseño es su estanqueidad, lo que requiere el uso de un revestimiento impermeable y el control del agrietamiento mediante una construcción y un refuerzo adecuados.

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

- Guías Para El Diseño De Reservorios Elevados De Agua Potable [15]
- Norma Paraguaya de viento (NP N 196)
- Eurocódigo 2 Diseño de Estructuras de Hormigón (Norma Europea)

#### Factores a considerar en el diseño del tanque elevado

Al diseñar un tanque se deben considerar una serie de factores, algunos relacionados con la naturaleza del líquido almacenado, otros con el tipo de terreno, el tamaño del tanque y los materiales disponibles, y otros con las condiciones de exposición.

#### Algunos factores a considerar:

- El líquido dentro del tanque es agua potable, por lo que no afecta la durabilidad del concreto, y no necesitamos hacer recubrimientos especiales, excepto impermeabilización. En cualquier caso, la mejor garantía de durabilidad es el vertido de hormigones muy densos, que deben emplear mucho cemento, baja relación agua/cemento y buenas vibraciones del hormigón vertido.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- 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.
- Los materiales utilizados en la construcción de tanques de hormigón armado deben tener propiedades suficientes para lograr la densidad y durabilidad suficientes para este tipo de trabajo. Como ya se ha dicho, el hormigón debe ser denso y de alta calidad, y su resistencia a la compresión debe ser de al menos 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Para el refuerzo se utilizarán barras de acero corrugado ( $f_y=5000$  kg/cm<sup>2</sup>).

### 3.5.4 Cálculo estructural del reservorio

#### Descripción de la estructura

El sistema estructural planteado para el tanque elevado es de una estructura formada por pilares y vigas en secciones rectangulares, con muros de hormigón con una losa de fondo y losa de tapa del tipo macizo.

#### Datos del Proyecto

Se consideraron las siguientes condiciones para el tanque:

#### Geometría

- Altura del tanque 3 m.
- Altura de nivel de agua 2.60 m.
- Altura total 15 m.
- Ancho 5 m.
- Largo 5 m.

#### Secciones:

- Vigas 20cm x 40 cm.
- Columnas 30 cm x 30 cm.
- Espesor de losa de techo del tanque 15 cm losa maciza.
- Espesor del muro del tanque 20 cm.
- Espesor de losa de fondo del tanque 20 cm losa maciza.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

Materiales:

- Resistencia a la compresión del hormigón  $f_c$ : 250 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la tensión del acero  $f_y$ : 5000 kg/cm<sup>2</sup>

Cargas:

- Carga viva: 100 kg/m<sup>2</sup> sobre la losa de techo del tanque.
- Carga debido al peso propio del agua.
- Carga sobre las vigas: 100 kg/m.
- Se consideró las combinaciones con el viento (Norma Paraguaya) con una velocidad básica de 50 m/sg.

Fundación:

- Cota de fundación: -1,8 m.
- Carga Admisible del suelo:
  - Situaciones persistentes: 0.147 MPa
  - Situaciones sísmicas y accidentales: 0.221 MPa

Estos valores fueron adoptados según una estimación del tipo de suelo que deben ser verificados en el momento de la construcción.



**Figura 20. Cálculo Estructural del Tanque Elevado**

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

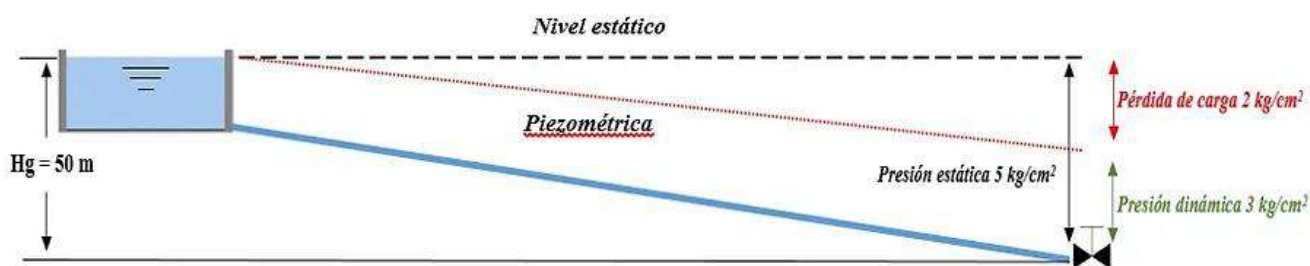
---

### 3.6 Red de distribución

Son las que permiten canalizar el agua para asegurar el abastecimiento de los componentes de la zona abastecida, lugares de consumo como viviendas, industrias, edificaciones, etc. En cuanto a la representación de la red de distribución, esta consta de nodos y líneas. La ecuación de continuidad se aplica a los nodos.

#### 3.6.1 Consideraciones básicas de diseño

- Cuando el agua fluye a través de una tubería, se puede producir fricción y pérdida de presión según el diámetro, la longitud y el material de la tubería.
- Cuando el agua no fluye a través de la tubería, está en equilibrio estático.
- La línea de gradiente hidráulico representa el nuevo nivel de energía en cada punto de la tubería y la línea representa la presión existente.



**Figura 21. Esquema de línea de conducción por gravedad**

**Fuente:** Abastecimiento de Agua para comunidades rurales [16]

Se deben seguir los siguientes pasos de diseño:

- Estructura gráfica de registros topográficos de levantamientos de campo, incluidos detalles de contorno.
- Posición de las tuberías, incluidas las principales y secundarias. La planificación del terreno debe seleccionar un diámetro provisional para cada sección para establecer esta ubicación para servir a la mayoría de los hogares.
- Valide el diámetro asumido utilizando la fórmula para calcular la pérdida de presión por fricción en tuberías y tuberías de agua.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.6.2 Tipos de Redes

El método de las presiones en redes abiertas se puede utilizar para realizar cálculos hidráulicos. Para redes malladas o mixtas, se puede utilizar el método de seccionamiento de Hardy Cross para realizar cálculos hidráulicos.

En este caso suele haber unas redes mixtas por motivos topográficos y el cálculo se realiza por software.

Los tipos de redes son:

- Redes Cerradas o Malladas
- Redes Abiertas o Ramificadas
- Redes Mixtas

Materiales y presiones en las tuberías

Para el proyecto se utilizarán tuberías de PVC

Se permitirá presiones dentro del siguiente rango:

- 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

Conexiones domiciliarias

Se trata de tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hasta cada hogar, que la familia puede utilizar para la preparación de alimentos y la higiene.

Una conexión consta de las siguientes partes:

- Elementos de toma. Esto se puede configurar con una pieza en T o una abrazadera.
- Elementos de conducción. Este es el flujo desde la toma hasta la vivienda
- Elementos de control. Consiste en una compuerta o válvula de compuerta en la entrada de la casa.
- Conexiones al interior. Distribución interna de la vivienda

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

#### Diámetros de tuberías

Se utilizarán tuberías de 100 mm para las redes principales y de 50 mm para redes secundarias.

#### Puntos de Control

Las válvulas son los elementos básicos de control, regulación, protección y operación de las redes 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, pueden clasificarse como sigue:

#### 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.

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.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

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.

Válvula de Asiento Plano

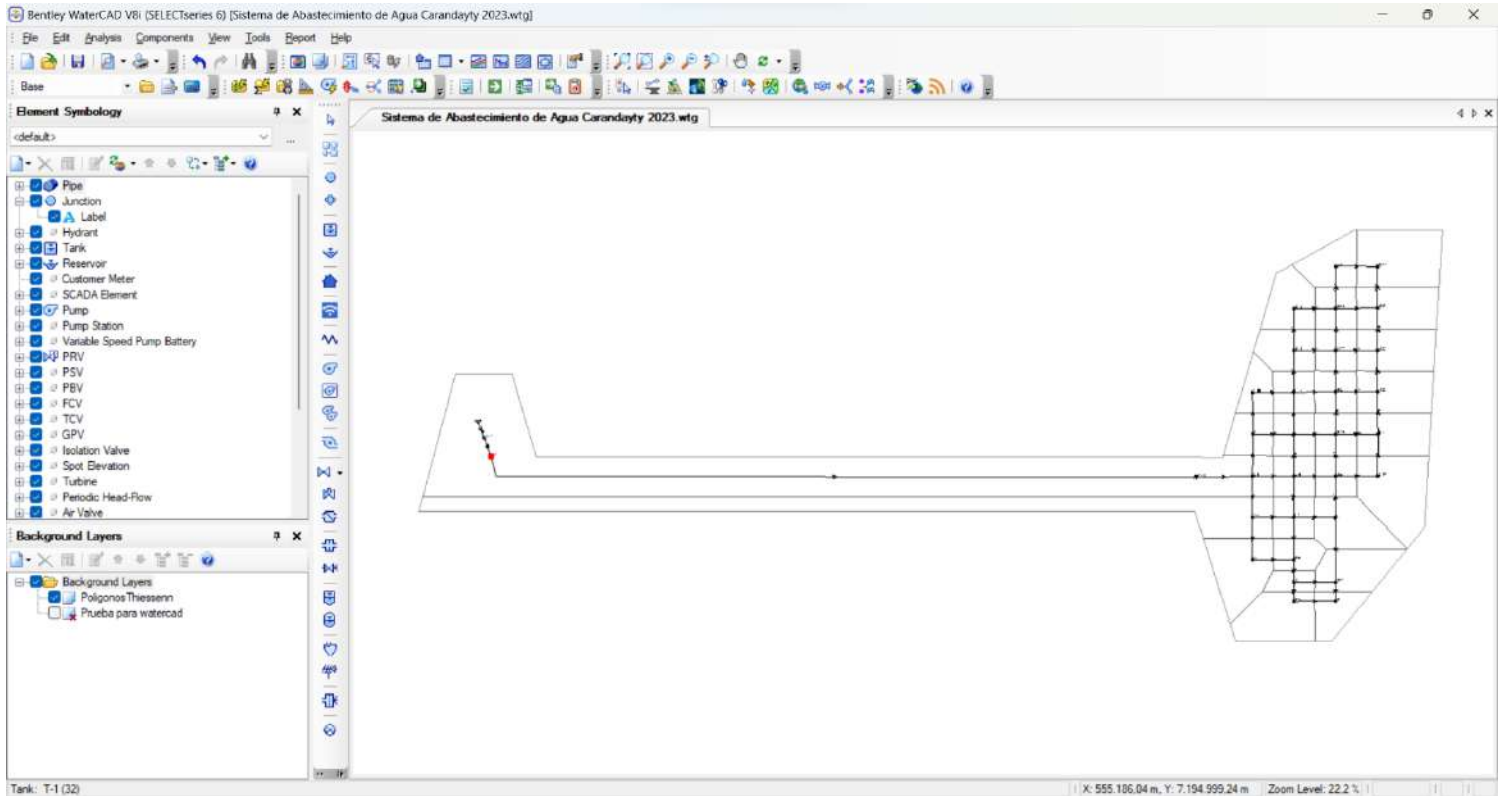
- Gran versatilidad de uso.
- Grandes pérdidas de carga cuando están completamente abiertas (no se suelen utilizar como válvulas de aislamiento todo-nada).
- Válvulas reguladoras o de control.
- Accionamiento manual o hidráulico.
- Tamaños inferiores a 16” (400 mm.), de lo contrario se disponen varias en paralelo.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

### 3.7 Cálculo de la red de distribución

#### 3.7.1 Calculo Mediante WATERCAD V8i



**Figura 22. Modelamiento de la red en WaterCAD**

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

**Tablas 14. Resultados del Cálculo de Nudos**

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
45	N-1	132,642	0	147,951	15,278
47	N-2	131,516	0,591	147,094	15,546
49	N-3	132,268	0,157	147,018	14,72
51	N-6	131,954	0,062	146,998	15,014
53	N-7	132,216	0,04	146,961	14,715
55	N-8	132,356	0,147	146,95	14,565
57	N-12	133,68	0,074	146,95	13,243
59	N-11	133,4	0,123	146,952	13,524
62	N-10	132,525	0,143	146,963	14,409
64	N-5	131,749	0,07	147,036	15,256
68	N-4	132,567	0,07	147,112	14,515
70	N-9	132,38	0,071	146,957	14,548
74	N-14	130,663	0,075	147,223	16,527
76	N-15	129,7	0,064	147,065	17,33
78	N-17	129,519	0,071	146,946	17,392
80	N-16	130,82	0,071	147,042	16,19
83	N-20	131,067	0,073	146,931	15,832
86	N-13	132,429	0,204	146,892	14,434
88	N-25	130,693	0,127	146,886	16,16
92	N-21	129,418	0,072	146,881	17,428
95	N-26	129,325	0,129	146,855	17,495
98	N-18	131,49	0,094	146,828	15,307
100	N-22	131,138	0,071	146,819	15,649
103	N-27	131,04	0,134	146,81	15,738
106	N-19	132,675	0,108	146,792	14,088
108	N-23	132,858	0,072	146,783	13,897
111	N-28	132,705	0,138	146,776	14,043
114	N-24	132,268	0,098	146,762	14,465
116	N-29	132,174	0,198	146,759	14,555

**Fuente:** Elaboración propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

**Tablas 15. Resultados del Cálculo de Tuberías**

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen- Williams C	Velocity (m/s)
P:1	107	N-1	N-2	50	PVC	150	0,6
P:2	112	N-2	N-3	50	PVC	150	0,16
P:3	109	N-3	N-6	50	PVC	150	0,08
P:4	59	N-6	N-7	50	PVC	150	0,15
P:5	51	N-7	N-8	50	PVC	150	0,08
P:6	110	N-8	N-12	50	PVC	150	0,01
P:7	50	N-12	N-11	50	PVC	150	0,03
P:8	110	N-11	N-7	50	PVC	150	0,05
P:9	170	N-11	N-10	50	PVC	150	0,04
P:10	110	N-10	N-5	50	PVC	150	0,15
P:11	108	N-5	N-2	50	PVC	150	0,14
P:12	111	N-5	N-6	50	PVC	150	0,11
P:13	108	N-5	N-4	50	PVC	150	0,16
P:14	110	N-4	N-9	50	PVC	150	0,23
P:15	108	N-9	N-10	50	PVC	150	0,04
P:16	110	N-4	N-1	50	PVC	150	0,58
P:17	112	N-1	N-14	50	PVC	150	0,53
P:18	108	N-14	N-15	50	PVC	150	0,24
P:19	108	N-15	N-17	50	PVC	150	0,2
P:20	112	N-17	N-16	50	PVC	150	0,18
P:21	109	N-16	N-4	50	PVC	150	0,15
P:22	111	N-16	N-20	50	PVC	150	0,19
P:23	111	N-20	N-9	50	PVC	150	0,09
P:24	111	N-9	N-13	50	PVC	150	0,15
P:25	110	N-13	N-25	50	PVC	150	0,04
P:26	111	N-25	N-20	50	PVC	150	0,12
P:27	107	N-14	N-16	50	PVC	150	0,26
P:28	111	N-20	N-21	50	PVC	150	0,13
P:29	111	N-21	N-17	50	PVC	150	0,14
P:30	110	N-21	N-26	50	PVC	150	0,09
P:31	112	N-26	N-25	50	PVC	150	0,1
P:32	109	N-17	N-18	50	PVC	150	0,2
P:33	111	N-18	N-22	50	PVC	150	0,05
P:34	108	N-22	N-21	50	PVC	150	0,14
P:35	108	N-26	N-27	50	PVC	150	0,12
P:36	109	N-27	N-22	50	PVC	150	0,05

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

P:37	110	N-18	N-19	50	PVC	150	0,11
P:38	110	N-19	N-23	50	PVC	150	0,05
P:39	110	N-23	N-22	50	PVC	150	0,11
P:40	112	N-27	N-28	50	PVC	150	0,1
P:41	109	N-28	N-23	50	PVC	150	0,04
P:42	111	N-23	N-24	50	PVC	150	0,08
P:43	109	N-24	N-29	50	PVC	150	0,03
P:44	109	N-29	N-28	50	PVC	150	0,07
P:45	44	R-1	PMP-1	100	PVC	150	0,43
P:46	52	PMP-1	T-1	100	PVC	150	0,43
P:47	1.892	T-1	PRV-1	100	PVC	150	0,43
P:47	152	PRV-1	N-1	100	PVC	150	0,43

**Fuente:** Elaboración Propia

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis Económico

En general, se realizó el computo métrico para las diversas estructuras del proyecto para obtener costos de mano de obra aproximados dados los costos actuales de materiales y equipos en la República del Paraguay.

<b>PRESUPUESTO DE OBRA - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN DE RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal	TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.1	Limpieza del área de trabajo	m2	35,00	₡ 6.500	₡ 227.500	
1.2	Vallado Perimetral	ml	25,00	₡ 143.000	₡ 3.575.000	
1.3	Cartel de Obra	unidad	1,00	₡ 1.950.000	₡ 1.950.000	
1.4	Obrador	unidad	1,00	₡ 8.450.000	₡ 8.450.000	
1.5	Marcacion y replanteo	m2	35,00	₡ 6.500	₡ 227.500	<b>₡ 14.430.000</b>
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>					
2.1	Excavación para zapatas	m3	10,50	₡ 58.500	₡ 614.250	
2.2	Excavación para vigas de encadenado	m3	3,12	₡ 58.500	₡ 182.520	
2.3	Excavación para cañerías	m3	2195,84	₡ 58.500	₡ 104.478.067	<b>₡ 105.274.837</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO</b>					
3.1	Zapatas de H°A°	m3	10,50	₡ 2.600.000	₡ 27.300.000	
3.2	Vigas	m3	10,32	₡ 2.990.000	₡ 30.856.800	
3.3	Pilares de H°A°	m3	5,20	₡ 2.990.000	₡ 15.548.000	
3.4	Losa	m3	11,58	₡ 2.990.000	₡ 34.624.200	
3.5	Muros de H°A°	m3	13,52	₡ 2.990.000	₡ 40.424.800	<b>₡ 148.753.800</b>
<b>4</b>	<b>AISLACIÓN</b>					
4.1	Horizontal a 3 caras	ml	15,20	₡ 45.500	₡ 691.600	<b>₡ 691.600</b>
<b>5</b>	<b>MAMPOSTERÍAS</b>					
5.1	De nivelacion de ladrillo comun	m2	15,20	₡ 234.000	₡ 3.556.800	
5.2	De elevacion a 0.15 de ladrillo común visto	m2	45,60	₡ 156.000	₡ 7.113.600	<b>₡ 10.670.400</b>
<b>6</b>	<b>REVOQUES</b>					
6.1	Revoque a dos capas interior sin hidrofugo	m2	45,6	₡ 45.500	₡ 2.074.800	<b>₡ 2.074.800</b>
<b>7</b>	<b>CONTRAPISO</b>					
7.1	De hormigon de cascotes espesor 10cm	m2	35,00	₡ 58.500	₡ 2.047.500	<b>₡ 2.047.500</b>

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

<b>8</b>	<b>PISOS</b>					
8.1	Piso de H°A°	m2	35,00	₺ 260.000	₺ 9.100.000	<b>₺ 9.100.000</b>
<b>9</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					
9.1	Provisión e instalación de conductores dimensionados para la carga del sitio	gl	1,00	₺ 2.600.000	₺ 2.600.000	
9.2	Provisión e instalación de artefactos de iluminación, para toda el área de la vivienda interior y exterior	gl	1,00	₺ 3.250.000	₺ 3.250.000	<b>₺ 5.850.000</b>
<b>10</b>	<b>PINTURAS</b>					
10.1	Interior sobre paredes con enduido	m2	45,6	₺ 39.000	₺ 1.778.400	
10.2	Sobre carpeta de regularización de H°A°	m2	35	₺ 39.000	₺ 1.365.000	<b>₺ 3.143.400</b>
<b>11</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>					
11.1	Provisión y colocación de puertas metálicas	unidad	1,00	₺ 1.560.000	₺ 1.560.000	
11.2	Provisión y colocación de ventanas metálicas	unidad	1,00	₺ 1.560.000	₺ 1.560.000	<b>₺ 3.120.000</b>
<b>12</b>	<b>CAÑERÍAS</b>					
12.1	Cañería principal	ml	2140,00	₺ 39.000	₺ 65.270.000	
12.2	Cañería secundaria	ml	4722,00	₺ 26.000	₺ 86.412.600	<b>₺ 151.682.600</b>
<b>13</b>	<b>ESCALERA</b>					
13.1	Escalera metálica	gl	1,00	₺ 9.100.000	₺ 9.100.000	<b>₺ 9.100.000</b>
<b>14</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS</b>					
14.1	Tablero de Control	gl	1,00	₺ 26.000.000	₺ 26.000.000	
14.2	Moto bomba	gl	1,00	₺ 33.800.000	₺ 33.800.000	
14.3	Válvula reguladora de presión	gl	1,00	₺ 23.400.000	₺ 23.400.000	<b>₺ 83.200.000</b>
<b>TOTAL GENERAL MATERIAL + MANO DE OBRA ESPECIALIZADA</b>						<b>₺ 549.138.937</b>
<i>Plazo de ejecución estimado: 8 meses</i>						<b>₺ 7.271,92</b>
						<b>₺ 75.514,99</b>

**Figura 23. Cómputo y presupuesto de obra**

**Fuente: Elaboración propia**

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

#### 4.2 Análisis e Interpretación De Resultados

Luego de realizar los cálculos, se procedió a determinar las diversas dimensiones de los elementos del sistema de agua de la Compañía de Carandayty. El anexo contiene diseños arquitectónicos y cálculos estructurales que consideran todos los aspectos de diseño, cálculos y dimensiones.

Las capacidades de los elementos en cuestión están diseñadas para utilizar los materiales disponibles en el entorno tanto como sea posible.

La fuente de abastecimiento del proyecto es el pozo artesiano que posee un caudal de 12000 l/h.

Las tuberías tienen dimensiones de 100 mm para la red principal y 50 mm para la red secundaria.

El agua se bombea a un tanque elevado y se distribuye por gravedad, formando un sistema de suministro continuo.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 5.1 Conclusiones

Al redactar este proyecto para la Compañía de Carandayty se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El proyecto brindará a la Compañía Carandayty acceso a agua potable que satisfaga sus necesidades y mejore la calidad de vida de sus habitantes.
- La fuente de abastecimiento es un pozo artesiano con una capacidad de 12.000 l/h, suficiente para abastecer a toda la comunidad.
- Dado el volumen aportado, se ha optado por un tanque elevado que distribuye el agua por gravedad dada la altitud del terreno.
- Se planeó colocar una motobomba para llevar el agua al tanque elevado y de ahí abastecer a la comunidad por un sistema de gravedad.
- Partiendo del tanque elevado, la tubería principal se calcula en forma de anillo de 100 mm de diámetro y la tubería secundaria en anillo de 50 mm.
- A partir de cálculos realizados en el programa WaterCAD, se determinaron las presiones correspondientes para asegurar la máxima calidad y uso continuo del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Se aseguró la cobertura del área de estudio y se anticipó la futura expansión de acuerdo al diseño de la red de distribución.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

## 5.2 Recomendaciones

Para este proyecto se hacen las siguientes recomendaciones:

- Para que el sistema de agua potable funcione correctamente después de la construcción, el sistema de distribución de agua debe calibrarse de acuerdo con las normas aplicables.
- Se debe considerar la expansión futura al planificar las redes de agua potable.
- Al diseñar grandes redes mixtas, se recomienda utilizar el software en un entorno CAD, ya que simplifica el diseño y la verificación.
- Se debe verificar la presión máxima en los puntos más profundos y/o críticos de la red para la correcta colocación de la estructura del reservorio.
- Para que el sistema de suministro funcione, las secciones de tuberías deben tener el tamaño adecuado para distribuir el caudal y la presión necesaria en el proyecto.
- En el momento de la construcción del Tanque Elevado el contratista deberá verificar las consideraciones de cálculo del terreno debido a que esos valores adoptados fueron estimados según el tipo de suelo.

## **CAPITULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### 6.1 Bibliografía

- [1] R. Narváez Aranda, Sistema de Abastecimiento de Agua, Perú: pp 9, 2017.
- [2] R. Aguero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales, Lima, Perú: pp 53, 1997.
- [3] Vierendel, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Perú, 2009.
- [4] S. Arrocha Ravelo, Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño, Venezuela: Fac. Ingeniería Universidad Central de Venezuela pp 23, 1979.
- [5] P. C. A. (PCA), Circular Concrete Tanks Without, USA, 1993.
- [6] E. C. Valdez, Abastecimiento de Agua Potable, México: Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería pp 9, 1990.
- [7] A. Pérez-Foguet, Abastecimiento de Agua y Saneamiento, Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras pp 66, 2004.
- [8] J. M. Jiménez Terán, Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, Facultad de Ingeniería Civil Campus Xalapa Universidad Veracruzana pp 20.
- [9] Pedro Enrique Rivero Gauto, Elvio Ramón Godoy Rodríguez, Propuesta de Ampliación de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Essap para la Compañía de Aguapety, Coronel Oviedo, Paraguay: Facultad de Ciencias y Tecnologías Carrera de Ingeniería Civil pp 60, 2021.
- [10] P. Rodríguez Ruíz, Abastecimiento de Agua, Instituto Tecnológico de Oaxaca pp 75, 2001.
- [11] J. Serrano Alonso, Proyecto de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Togo, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid pp 19.
- [12] S. Paraguay., Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025. Revisión 2015.
- [13] James Diebel, Jacob Norda, Orna Kretchmer y Jonathan Kretchmer, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc. , [En línea]. Available: <https://es.weatherspark.com/y/29284/Clima-promedio-en-Coronel-Oviedo-Paraguay-durante-todo-el-a%C3%B1o>.
- [14] C. R. 2. y. 7, Estudio de Impacto Ambiental Preliminar - Campamento de Obra, Planta Asfáltica y Planta de Hormigón, Coronel Oviedo, Caaguazú.
- [15] Guías para el Diseño de Reservorios Elevados, Lima: OPS/CEPIS/05.160 UNATSABAR, 2005.
- [16] F. A. Morales, Abastecimiento de Agua para comunidades rurales, Ecuador: Universidad Técnica de Machala, 2015.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

---

- [17] E. d. S. S. d. P. S.A, Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Coronel Oviedo - ESSAP S.A., Coronel Oviedo, 2018.
- [18] Jorvex, Tuberías de PVC, 2006.
- [19] C. V. Valenzuela, Diseño y Modelación de Sistemas de distribución de agua con WaterCAD, Lima, Perú, 2008.
- [20] Autores varios, Ingeniería Hidráulica: Aplicada a los Sistemas de Distribución de Agua, Valencia, España: Universidad Politecnica de Valencia. Segunda Edición, 1996.
- [21] I. Bentley Systems, BENTLEY WATERGEMS V8i EDITION. Users Guide. Haestad Methods Solution Center, Estados Unidos, 2006.
- [22] M. d. M. G. Alcaraz, Modelación y simulación de redes hidráulicas a presión mediante herramientas informáticas, Cartagena, Colombia., 2006.
- [23] R. Agüero, Guía para el Diseño y Construcción de Reservorios Apoyados, Lima, 2004.
- [24] Luis Fernando López Llave, Reuter Arturo Aliaga Díaz, Diseño de Abastecimiento de Agua del Poblado Rural “12 de junio” Villa María del Triunfo - Lima, Lima, Perú: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, 2008.
- [25] Chávez Armas Jhon Larry, López Arias Héctor Alfredo, Estudio de la Fuente de Abastecimiento de Agua Potable del C.P.M Campo Nuevo, Distrito de Guadalupito., Guadalupito, Perú: Universidad Nacional del Santa, Enero, 2015.
- [26] S. A. Castañeda, Abastecimiento de Agua por Gravedad, Enero 2008.
- [27] Tzatchkov V. G., Izurieta D., Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento., Mexico, 1994.

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

## CAPITULO VII

### ANEXOS

#### 7.1 Resultados de Cálculo con CypeCAD – Tanque Elevado de 65 m<sup>3</sup>

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Nivel +15	12.090	12.090
Nivel +12	23.279	23.279
Nivel +9	0.000	0.000
Nivel +6	0.000	0.000
Nivel +3	0.000	0.000
Nivel 0	0.000	0.000

#### 4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

#### 4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso Viento +X Viento -X Viento +Y Viento -Y	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	Agua	Empujes del terreno

#### 4.5.- Empujes en muros

Agua

Una situación de relleno

Carga: Agua

Con nivel freático: Cota 14.60 m

#### 4.6.- Listado de cargas

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

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( -0.05, 0.00 ) ( -0.05, 5.00 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, 5.05 ) ( 5.00, 5.05 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 5.05, 0.00 ) ( 5.05, 5.00 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, -0.05 ) ( 5.00, -0.05 )
2	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( -0.05, 0.00 ) ( -0.05, 5.00 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, 5.05 ) ( 5.00, 5.05 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 5.05, 0.00 ) ( 5.05, 5.00 )
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, -0.05 ) ( 5.00, -0.05 )
3	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( -0.05, 0.00 ) ( -0.05, 5.00 )

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

7.1.1 Listado de datos de la obra



## Listado de datos de la obra

Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m3

Fecha: 21/06/23

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

Versión: 2016

Número de licencia: 20161

### 2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m3

Archivo: Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m3

### 3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Eurocódigo 2

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-05 (LRFD)

Categoría de uso: A. Domésticos y residenciales

### 4.- ACCIONES CONSIDERADAS

#### 4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas permanentes (kN/m <sup>2</sup> )
Nivel +15	0.5	1.0
Nivel +12	0.5	1.0
Nivel +9	0.5	1.0
Nivel +6	0.5	1.0
Nivel +3	0.5	1.0
Nivel 0	0.5	1.0
Fundación	0.0	0.0

#### 4.2.- Viento

Norma paraguaya: acción del viento en las construcciones

Velocidad Básica: 50.00

Rugosidad: Categoría: II Clase: A

Factor Probabilístico: 1.00

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

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
Nivel +12 y Nivel +15	5.00	5.00
Nivel 0, Nivel +3, Nivel +6 y Nivel +9	0.00	0.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00      -X:1.00

+Y: 1.00      -Y:1.00

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
4	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, 5.05) ( 5.00, 5.05)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 5.05, 0.00) ( 5.05, 5.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, -0.05) ( 5.00, -0.05)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( -0.05, 0.00) ( -0.05, 5.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, 5.05) ( 5.00, 5.05)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 5.05, 0.00) ( 5.05, 5.00)
	Sobrecarga de uso	Lineal	1.00	( 0.00, -0.05) ( 5.00, -0.05)
5	Sobrecarga de uso	Superficial	25.51	( 4.95, 0.05) ( 4.95, 4.85)
				( 4.95, 4.95) ( 0.15, 4.95)
				( 0.05, 4.95) ( 0.05, 0.15)
				( 0.05, 0.05) ( 4.85, 0.05)
6	Sobrecarga de uso	Superficial	1.00	( -0.05, 5.05) ( -0.05, -0.05)
				( 5.05, -0.05) ( 5.05, 5.05)

### 5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	EC
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	
Desplazamientos	Acciones características

### 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<sub>k</sub> Acción permanente
- P<sub>k</sub> Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub> Acción variable
- γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- Ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- Ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

**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: Eurocódigo 2**

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Eurocódigo 2**

<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
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

**Tensiones sobre el terreno**

<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	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.300	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.300	1.000	0.600
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

**Desplazamientos**

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



## Listado de datos de la obra

Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m3

Fecha: 21/06/23

### 6.2.- Combinaciones

▪ **Nombres de las hipótesis**

- PP    Peso propio
- CM    Cargas permanentes
- Agua    Agua
- 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**

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

Comb.	PP	CM	Agua	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000	1.000					
2	1.350	1.350	1.000					
3	1.000	1.000	1.000	1.500				
4	1.350	1.350	1.000	1.500				
5	1.000	1.000	1.000		1.500			
6	1.350	1.350	1.000		1.500			
7	1.000	1.000	1.000	1.050	1.500			
8	1.350	1.350	1.000	1.050	1.500			
9	1.000	1.000	1.000	1.500	0.900			
10	1.350	1.350	1.000	1.500	0.900			
11	1.000	1.000	1.000			1.500		
12	1.350	1.350	1.000			1.500		
13	1.000	1.000	1.000	1.050		1.500		
14	1.350	1.350	1.000	1.050		1.500		
15	1.000	1.000	1.000	1.500		0.900		
16	1.350	1.350	1.000	1.500		0.900		
17	1.000	1.000	1.000				1.500	
18	1.350	1.350	1.000				1.500	
19	1.000	1.000	1.000	1.050			1.500	
20	1.350	1.350	1.000	1.050			1.500	
21	1.000	1.000	1.000	1.500			0.900	
22	1.350	1.350	1.000	1.500			0.900	
23	1.000	1.000	1.000					1.500
24	1.350	1.350	1.000					1.500
25	1.000	1.000	1.000	1.050				1.500
26	1.350	1.350	1.000	1.050				1.500
27	1.000	1.000	1.000	1.500				0.900
28	1.350	1.350	1.000	1.500				0.900
29	1.000	1.000	1.350					
30	1.350	1.350	1.350					
31	1.000	1.000	1.350	1.500				
32	1.350	1.350	1.350	1.500				
33	1.000	1.000	1.350		1.500			
34	1.350	1.350	1.350		1.500			
35	1.000	1.000	1.350	1.050	1.500			
36	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500			
37	1.000	1.000	1.350	1.500	0.900			
38	1.350	1.350	1.350	1.500	0.900			
39	1.000	1.000	1.350			1.500		
40	1.350	1.350	1.350			1.500		
41	1.000	1.000	1.350	1.050		1.500		
42	1.350	1.350	1.350	1.050		1.500		
43	1.000	1.000	1.350	1.500		0.900		

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

Comb.	PP	CM	Agua	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
44	1.350	1.350	1.350	1.500		0.900		
45	1.000	1.000	1.350				1.500	
46	1.350	1.350	1.350				1.500	
47	1.000	1.000	1.350	1.050			1.500	
48	1.350	1.350	1.350	1.050			1.500	
49	1.000	1.000	1.350	1.500			0.900	
50	1.350	1.350	1.350	1.500			0.900	
51	1.000	1.000	1.350					1.500
52	1.350	1.350	1.350					1.500
53	1.000	1.000	1.350	1.050				1.500
54	1.350	1.350	1.350	1.050				1.500
55	1.000	1.000	1.350	1.500				0.900
56	1.350	1.350	1.350	1.500				0.900

▪ **Tensiones sobre el terreno**

Comb.	PP	CM	Agua	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000	1.300				
3	1.000	1.000	1.000		1.300			
4	1.000	1.000	1.000	0.910	1.300			
5	1.000	1.000	1.000	1.300	0.780			
6	1.000	1.000	1.000			1.300		
7	1.000	1.000	1.000	0.910		1.300		
8	1.000	1.000	1.000	1.300		0.780		
9	1.000	1.000	1.000				1.300	
10	1.000	1.000	1.000	0.910			1.300	
11	1.000	1.000	1.000	1.300			0.780	
12	1.000	1.000	1.000					1.300
13	1.000	1.000	1.000	0.910				1.300
14	1.000	1.000	1.000	1.300				0.780

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

▪ **Desplazamientos**

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

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

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
6	Nivel +15	6	Nivel +15	3.00	15.00
5	Nivel +12	5	Nivel +12	3.00	12.00
4	Nivel +9	4	Nivel +9	3.00	9.00
3	Nivel +6	3	Nivel +6	3.00	6.00
2	Nivel +3	2	Nivel +3	3.00	3.00
1	Nivel 0	1	Nivel 0	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	( 0.00, 5.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P2	( 5.00, 5.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P3	( 0.00, 0.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35
P4	( 5.00, 0.00)	0-5	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.35

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA

**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 Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	5-6	( 0.00, 5.05)	( 5.00, 5.05)	6	0.1+0.1=0.2
M2	Muro de hormigón armado	5-6	( 5.05, 0.00)	( 5.05, 5.00)	6	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	5-6	( 0.00, -0.05)	( 5.00, -0.05)	6	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	5-6	( -0.05, 0.00)	( -0.05, 5.00)	6	0.1+0.1=0.2

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Agua	Sin vinculación exterior Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40
M2	Empuje izquierdo: Agua Empuje derecho: Sin empujes	Sin vinculación exterior Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40
M3	Empuje izquierdo: Agua Empuje derecho: Sin empujes	Sin vinculación exterior Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Agua	Sin vinculación exterior Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.40

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

Columna	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
			Cabeza	Pie	X	Y	
Para todas las columnas	5	30x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	4	30x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
	3	30x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
	2	30x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	30x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

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

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.147 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.221 MPa

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

**11.- MATERIALES UTILIZADOS**

**11.1.- Hormigones**

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$\gamma_c$	Árido		$E_c$ (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	C25/30	25	1.50	Basalto	15	37771

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

**11.2.1.- Aceros en barras**

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$\gamma_s$
Todos	S-500	500	1.15

**11.2.2.- Aceros en perfiles**

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	250	203
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	250	200

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

7.1.2 Cuantías de obra



### Cuantías de obra

Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m<sup>3</sup>

Nivel 0 - Superficie total: 4.12 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Vigas	3.76	1.70	125
Encofrado lateral	15.04		
Columnas (Sup. Encofrado)	6.72	0.52	52
Total	25.52	2.22	177
Índices (por m <sup>2</sup> )	6.194	0.539	42.96

Nivel +3 - Superficie total: 4.12 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Vigas	3.76	1.70	150
Encofrado lateral	15.04		
Columnas (Sup. Encofrado)	12.48	0.92	79
Total	31.28	2.62	229
Índices (por m <sup>2</sup> )	7.592	0.636	55.58

Nivel +6 - Superficie total: 4.12 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Vigas	3.76	1.70	147
Encofrado lateral	15.04		
Columnas (Sup. Encofrado)	12.48	0.92	79
Total	31.28	2.62	226
Índices (por m <sup>2</sup> )	7.592	0.636	54.85

Nivel +9 - Superficie total: 4.12 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Vigas	3.76	1.70	164
Encofrado lateral	15.04		
Columnas (Sup. Encofrado)	12.48	0.92	79
Total	31.28	2.62	243
Índices (por m <sup>2</sup> )	7.592	0.636	58.98

Nivel +12 - Superficie total: 28.09 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Losas	23.97	4.79	563
Vigas	3.76	1.70	120
Encofrado lateral	11.28		
Columnas (Sup. Encofrado)	12.48	0.92	67
Total	51.49	7.41	750
Índices (por m <sup>2</sup> )	1.833	0.264	26.70

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA  
DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”  
ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**



## Cuantías de obra

Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m<sup>3</sup>

Nivel +15 - Superficie total: 27.19 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Losas	23.11	3.47	246
Vigas	4.08		
Encofrado lateral	3.12		
Muros	127.20	12.72	979
Columnas (Sup. Encofrado)	0.00		
Total	157.51	16.19	1225
Índices (por m <sup>2</sup> )	5.793	0.595	45.05

Total obra - Superficie total: 71.76 m<sup>2</sup>

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (kg)
Losas	47.08	8.26	809
Vigas	22.88	8.50	706
Encofrado lateral	74.56		
Muros	127.20	12.72	979
Columnas (Sup. Encofrado)	56.64	4.20	356
Total	328.36	33.68	2850
Índices (por m <sup>2</sup> )	4.576	0.469	39.72



## Cargas horizontales de viento

Cálculo Estructural - Tanque elevado 65 m<sup>3</sup>

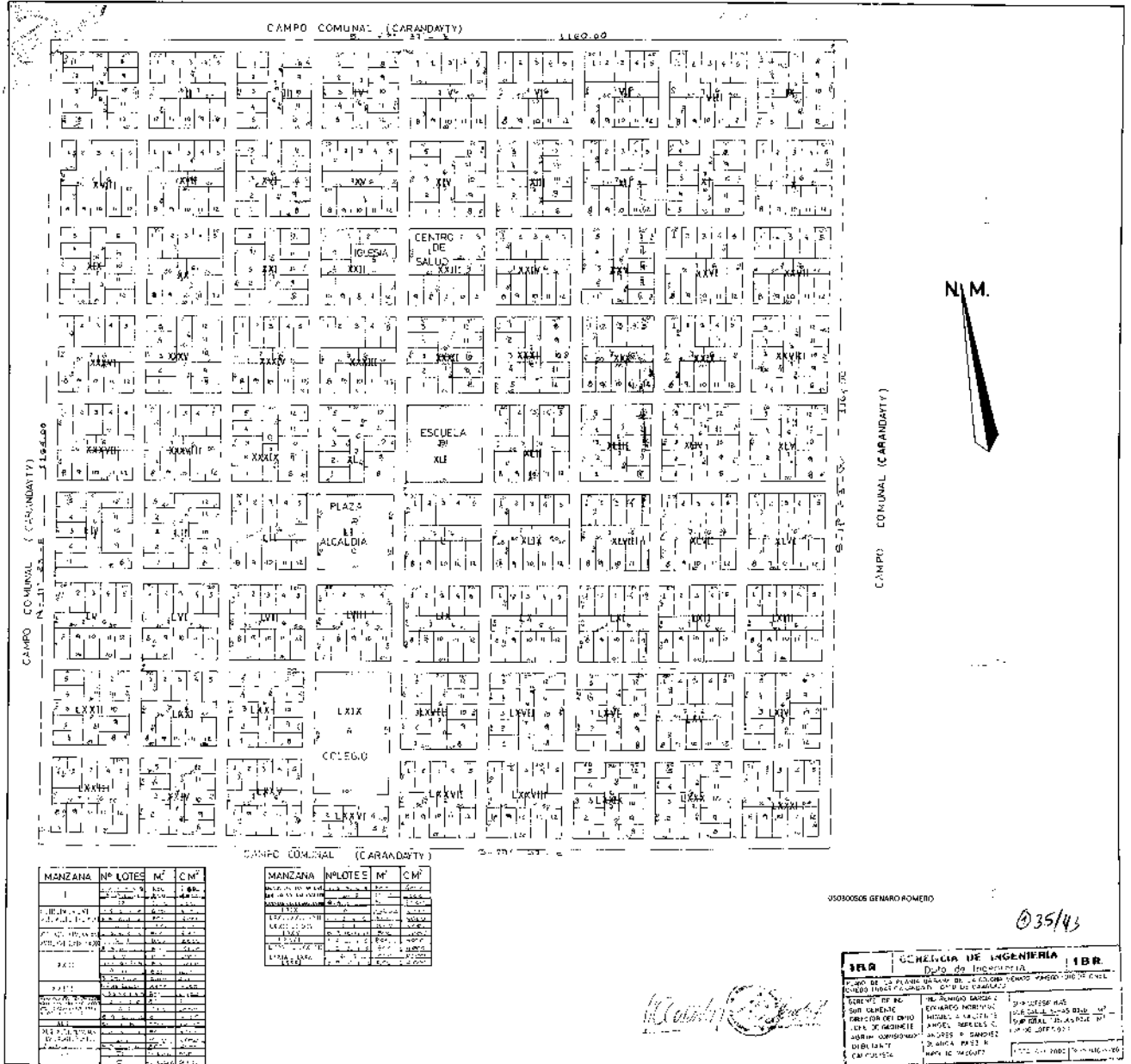
Fecha: 22/08/23

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Nivel +15	12.090	12.090
Nivel +12	23.279	23.279
Nivel +9	0.000	0.000
Nivel +6	0.000	0.000
Nivel +3	0.000	0.000
Nivel 0	0.000	0.000

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY DISTRITO DE CORONEL OVIEDO AÑO 2023”**  
**ALEXIS IVÁN ALONSO ALDAMA**

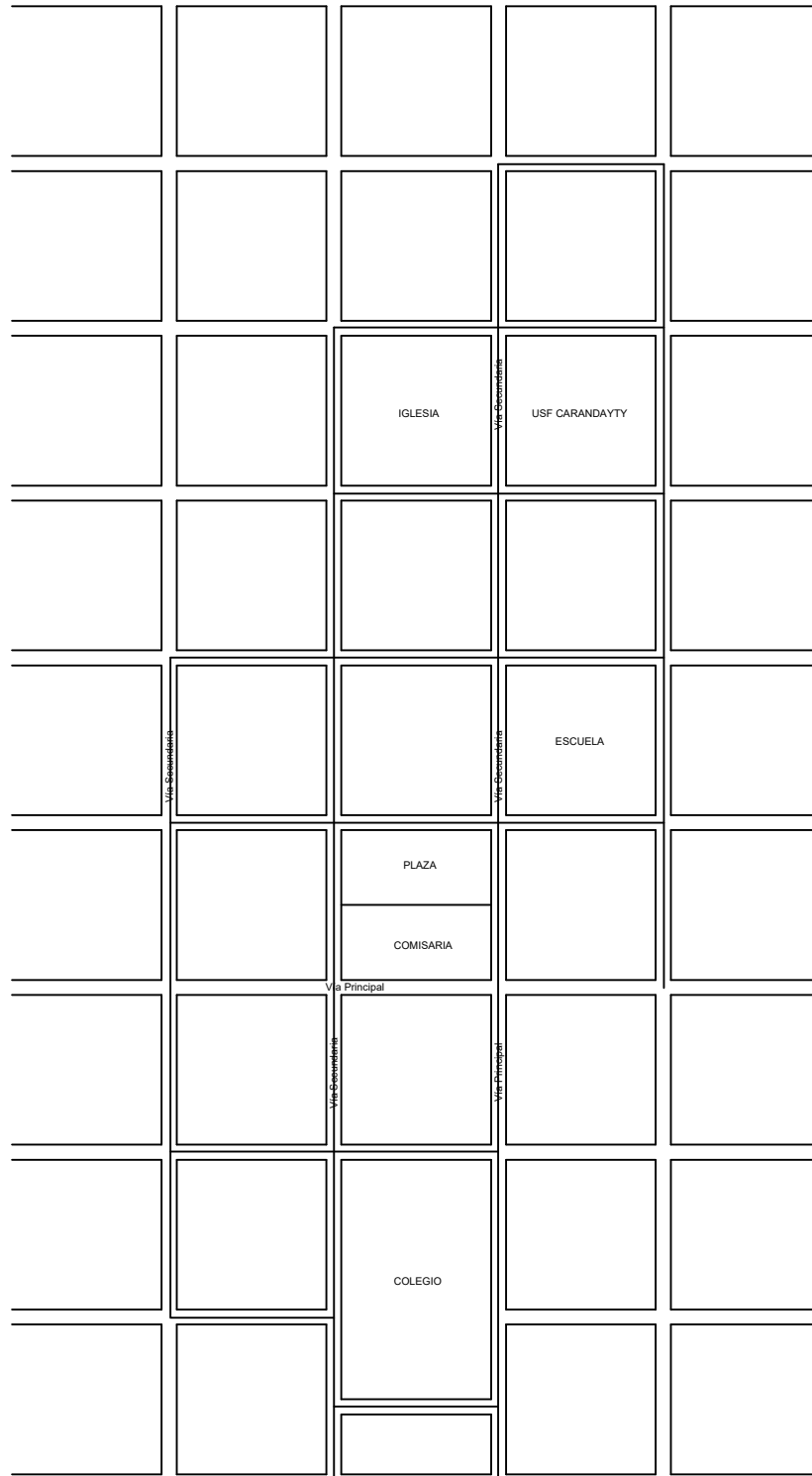
7.2 Planos Arquitectónicos y Estructurales

7.2.1 Planos Arquitectónicos



# PLANTA DE UBICACIÓN

ESC: 1/5000



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

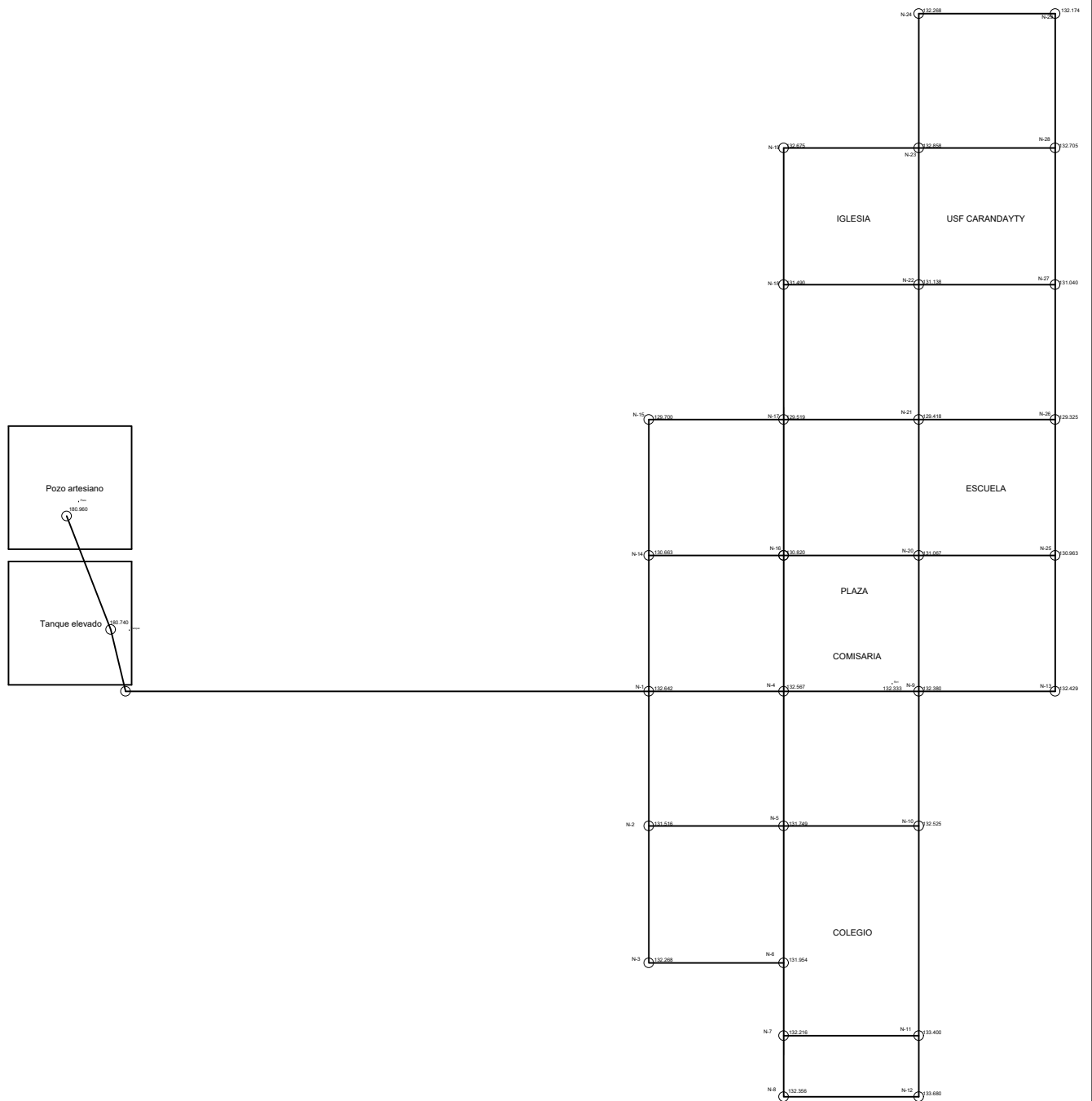
ESCALA: 1/5000

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 1/7

# PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESC: 1/5000



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

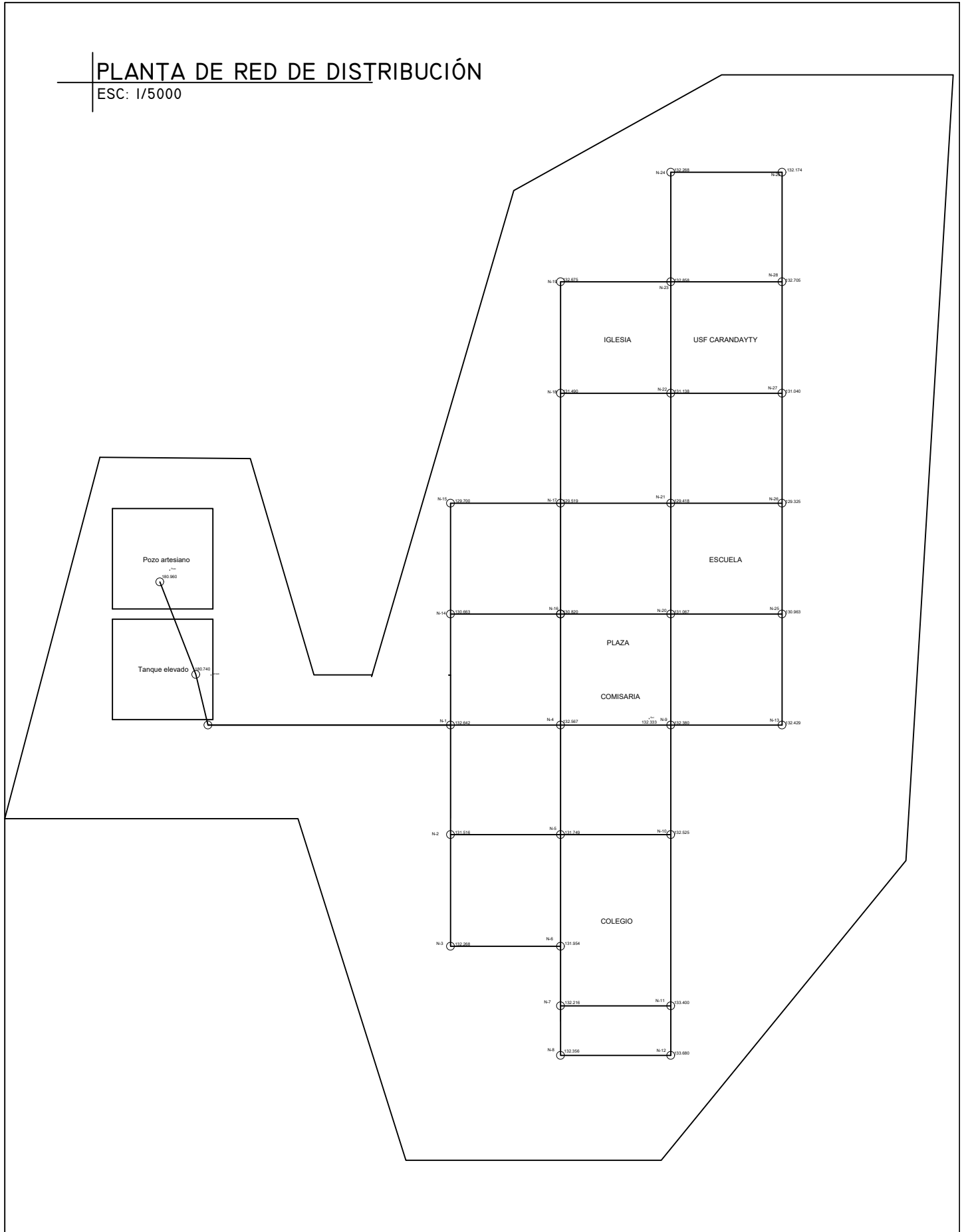
ESCALA: 1/5000

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 2/7

# PLANTA DE RED DE DISTRIBUCIÓN

ESC: 1/5000



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

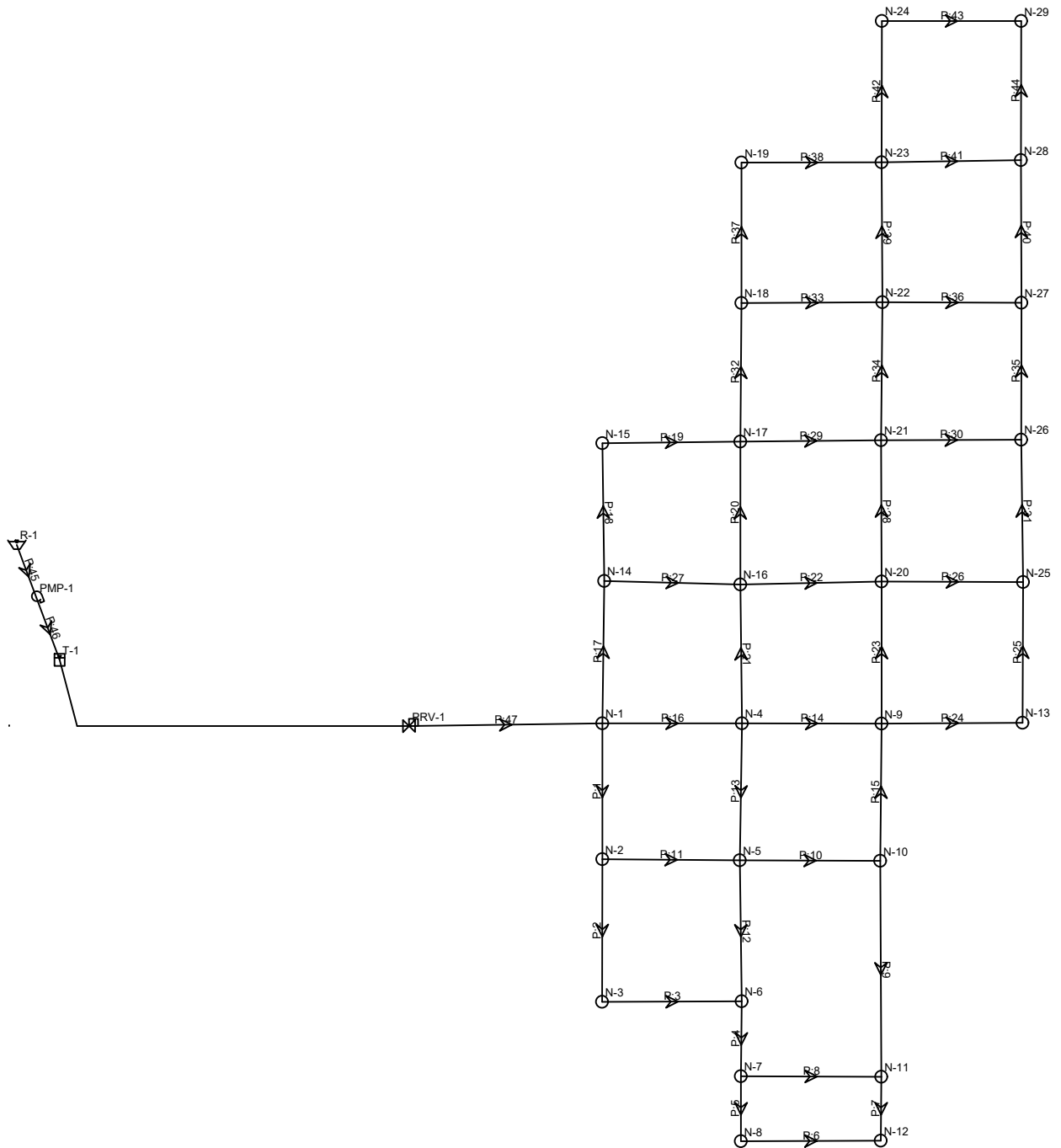
ESCALA: 1/5000

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 3/7

# PLANTA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

ESC: 1/5000



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/5000

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

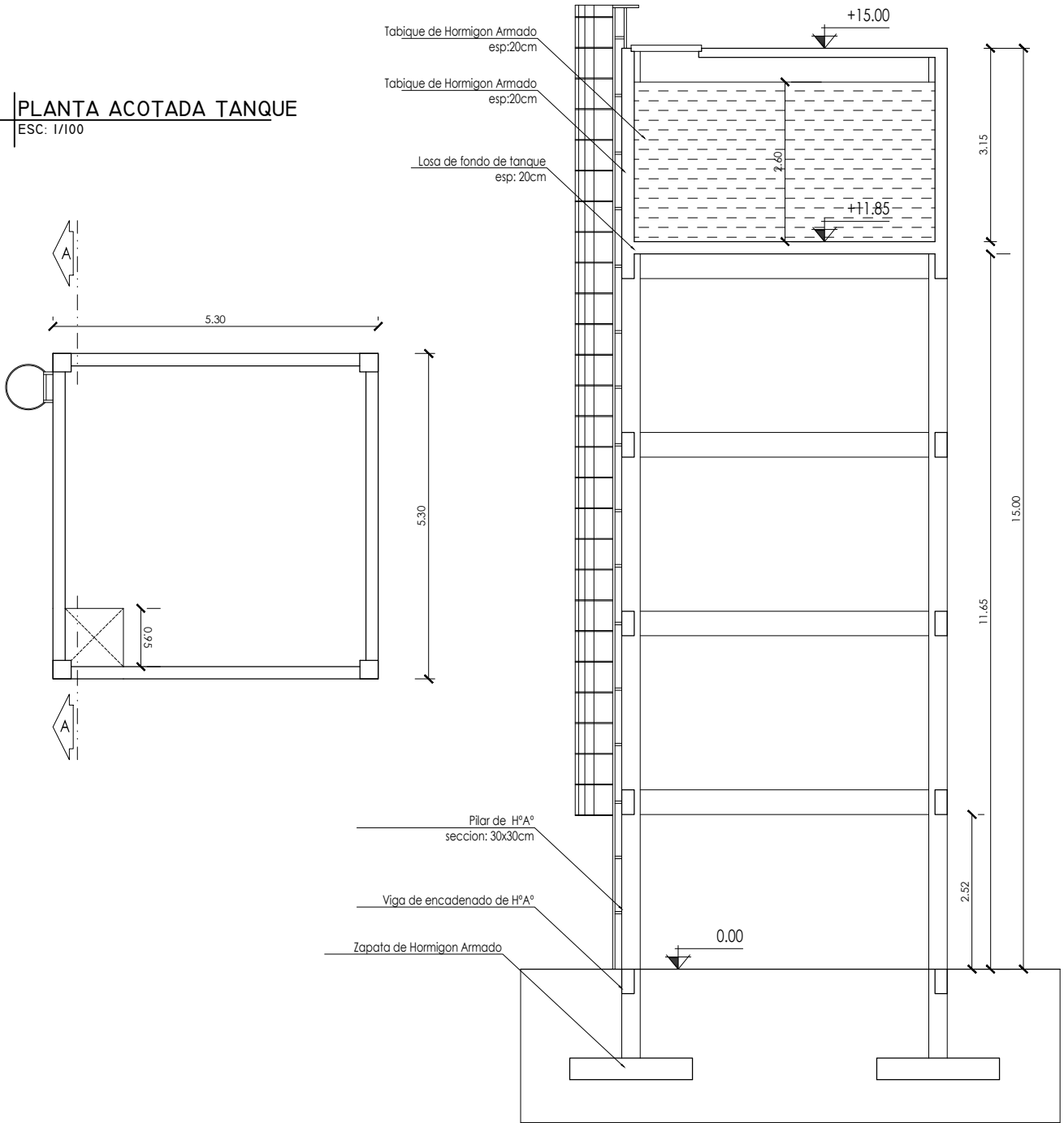
LÁMINA: 4/7

# SECCIÓN A-A TANQUE

ESC: 1/100

# PLANTA ACOTADA TANQUE

ESC: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

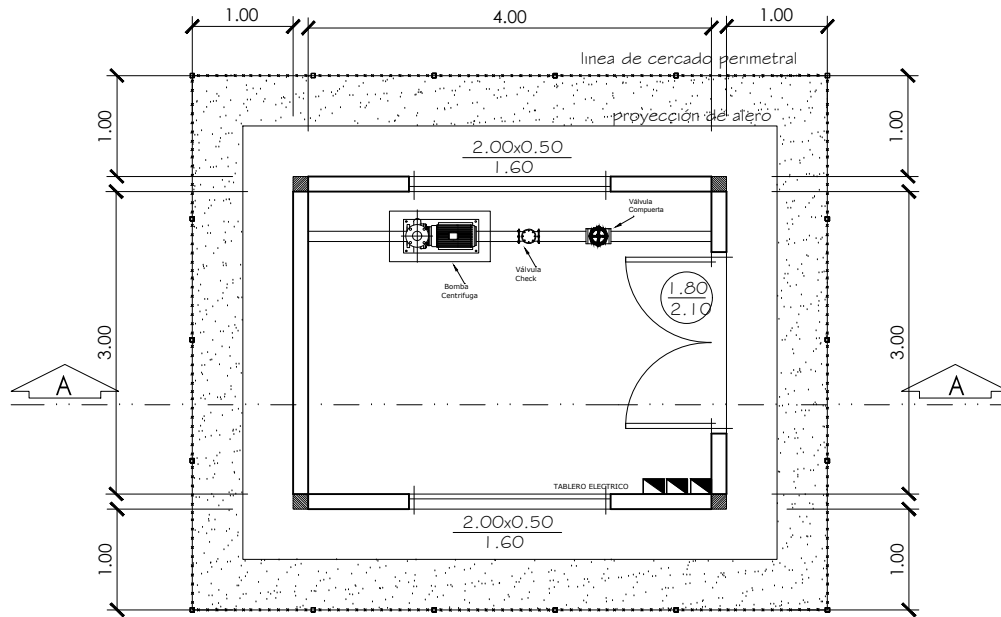
ESCALA: 1/100

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 5/7

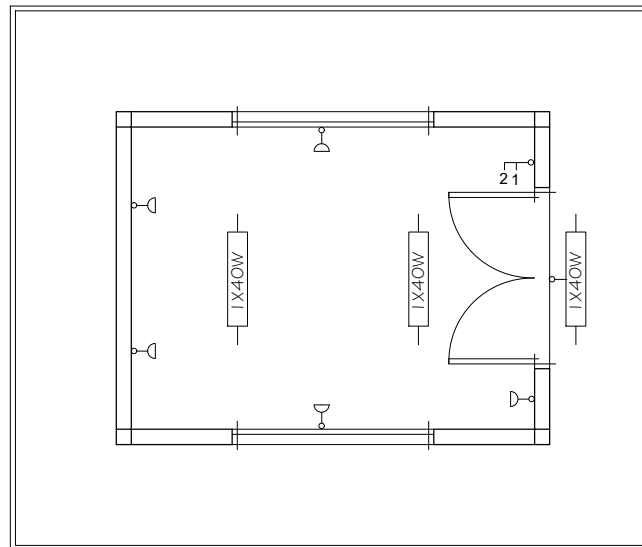
# PLANTA ACOTADA CASETA

ESC: 1/75



# ESQUEMA ELÉCTRICO

ESC: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

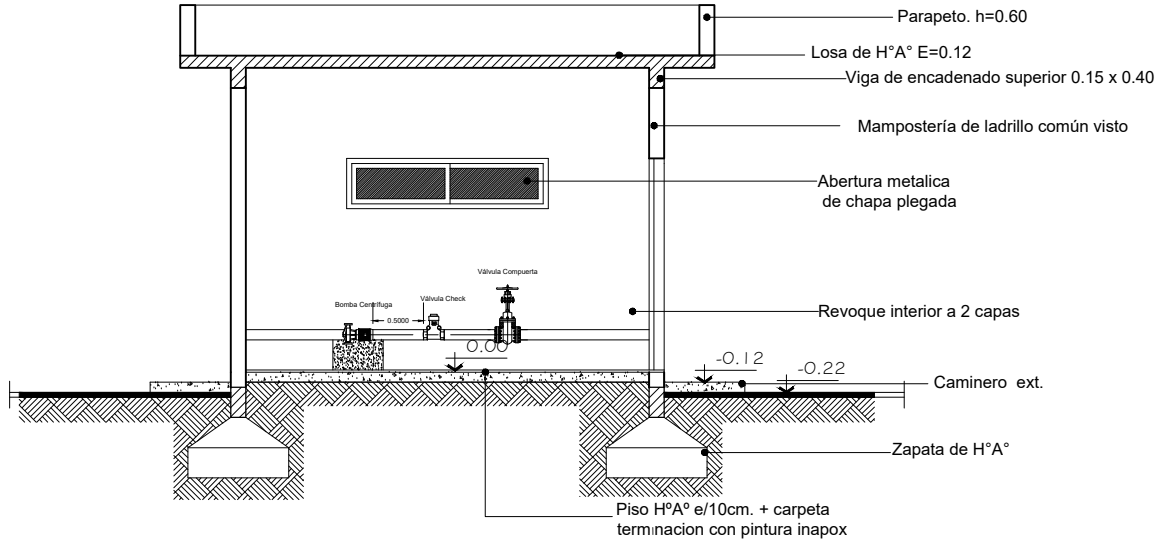
ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 6/7

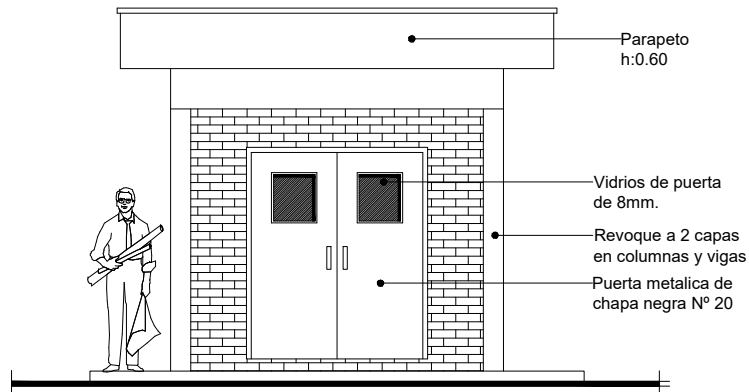
# SECCIÓN A-A

ESC: 1/75



# FACHADA FRONTAL

ESC: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

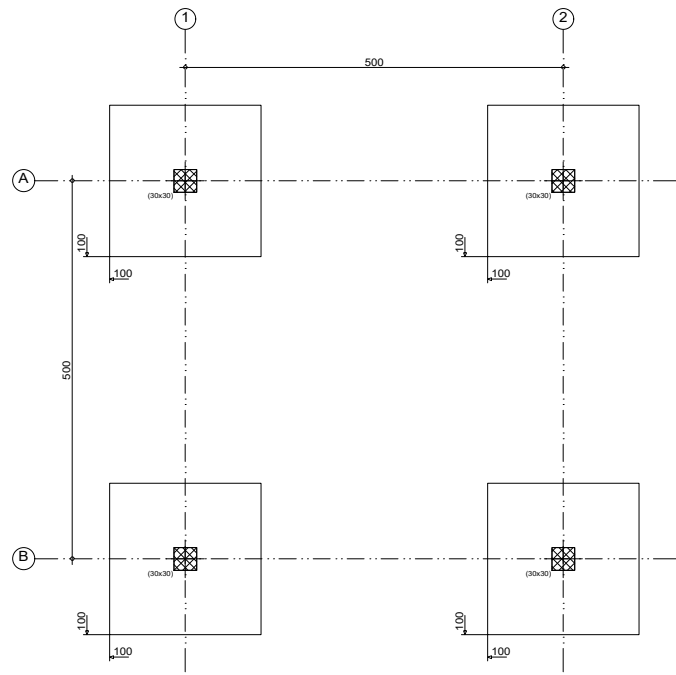
UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/75

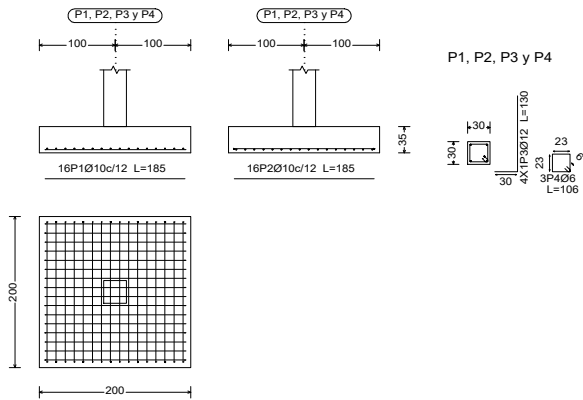
FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA: 7/7

Fundación  
 Replanteo  
 Hormigón: C25/30  
 Escala: 1:100



P1, P2, P3 y P4



Resumen Acero Fundación Despiece fundación	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500	Ø6	12.7	3
	Ø10	236.8	161
	Ø12	20.8	20
			184

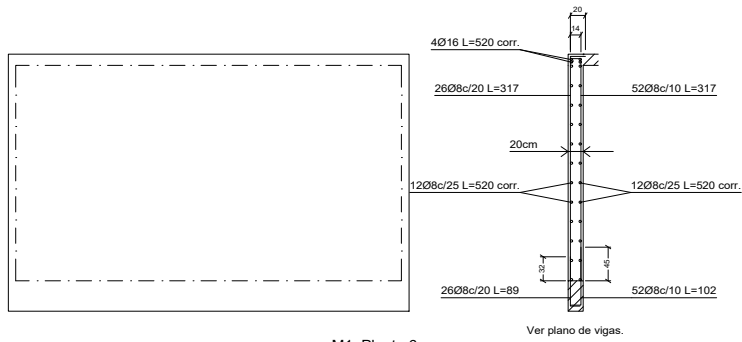
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
P1+P2+P3+P4	1	Ø10	16	185	2960	18.2
	2	Ø10	16	185	2960	18.2
	3	Ø12	4	130	520	4.6
	4	Ø6	3	106	318	0.7
Total+10%:					45.9	
(kg):					183.6	
Ø6:					3.2	
Ø10:					180.0	
Ø12:					20.4	
Total:					183.6	

CONSIDERACIONES DE CÁLCULO  
 RESISTENCIA DEL TERRENO 1,50 kg/cm<sup>2</sup> (SE DEBERÁ  
 VERIFICAR EN OBRA)

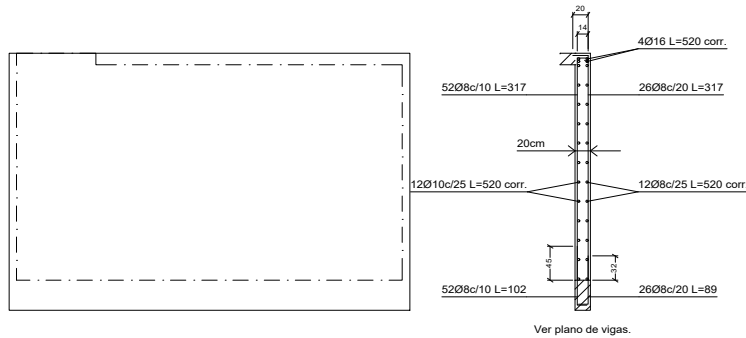


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

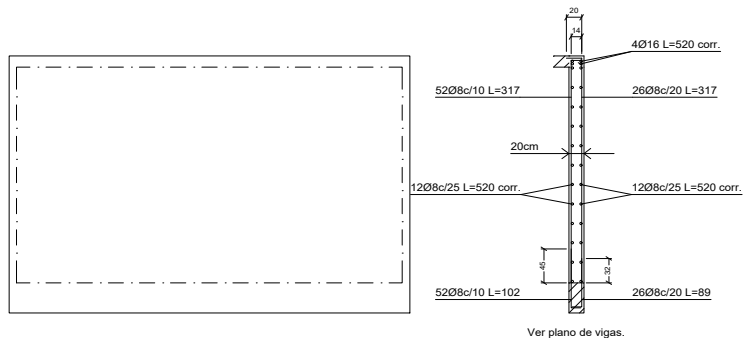
PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
 POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO  
 DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023



M1: Planta 6

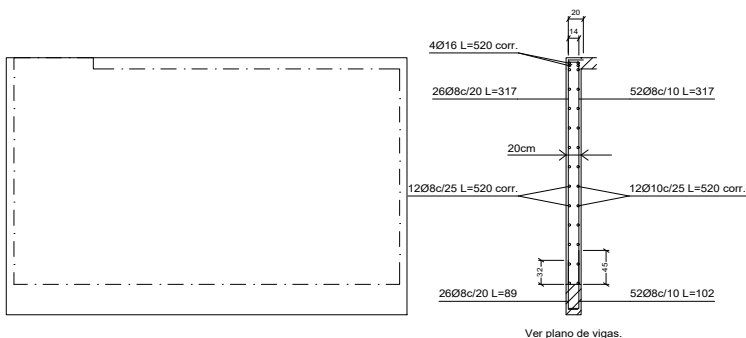


M3: Planta 6



M2: Planta 6

Muro M2 Planta 5  
 Transversales:  
 - Núm. Ramas: 1  
 - Diámetro: Ø10  
 - Sep. Vertical: 25 cm  
 - Sep. Horizontal: 40 cm



M4: Planta 6

Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Muros de hormigón armado			
S-500	Ø8 1668.2	724	
	Ø10 162.2	110	
	Ø16 83.2	144	978



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

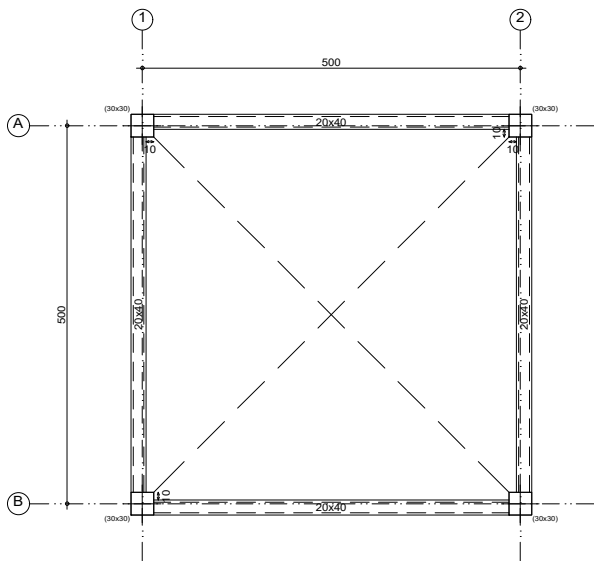
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

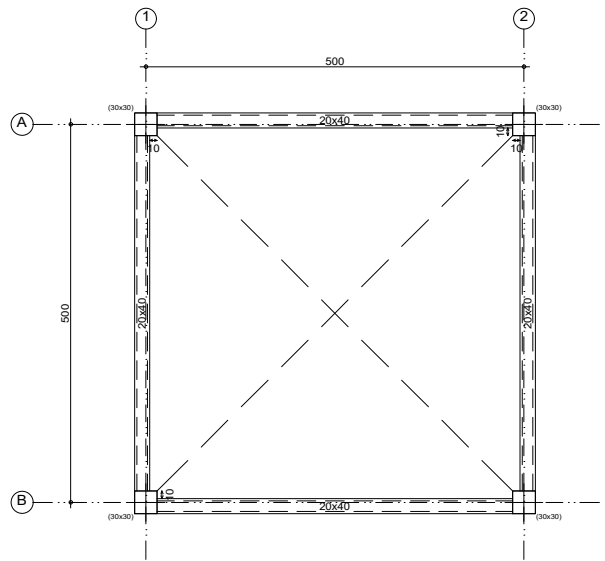
FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 2/13



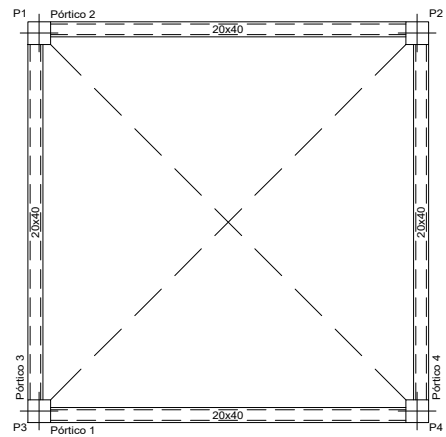
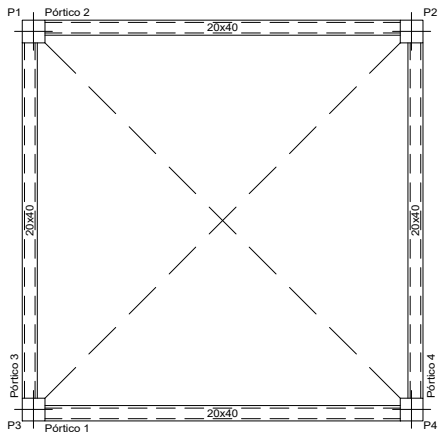
Nivel 0  
Replanteo  
Escala: 1:100

Nivel 0  
Replanteo  
Hormigón: C25/30  
Escala: 1:100



Nivel +3  
Replanteo  
Escala: 1:100

Nivel +3  
Replanteo  
Hormigón: C25/30  
Escala: 1:100



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

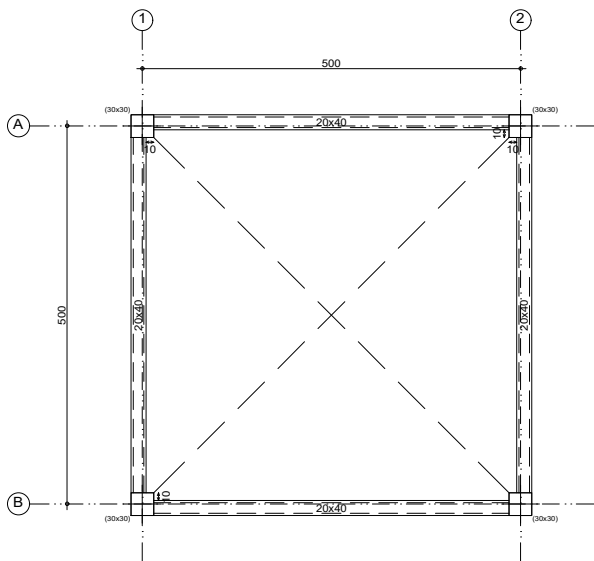
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

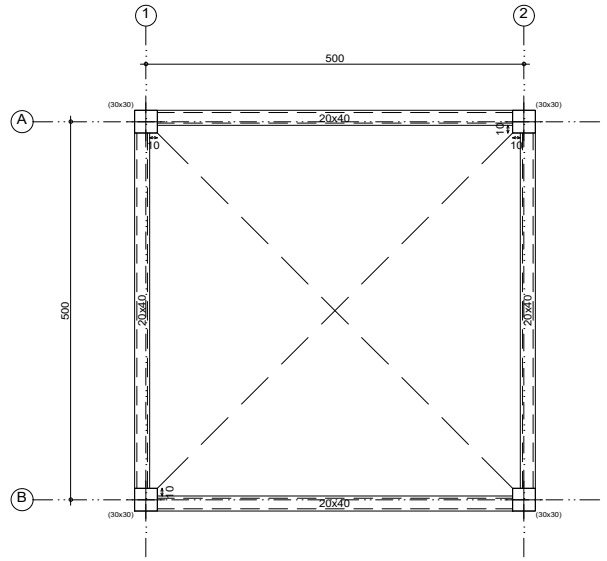
FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 3/13



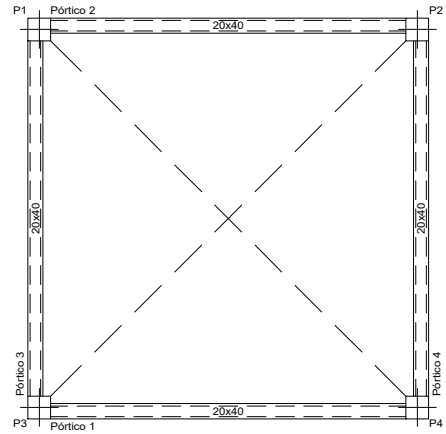
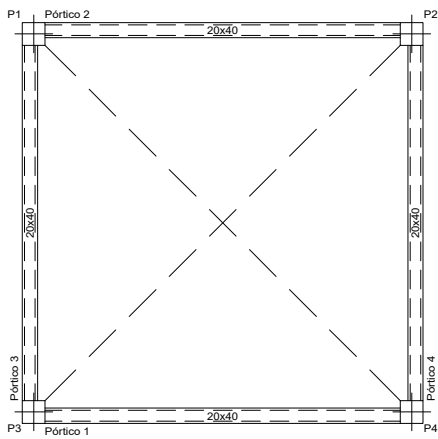
Nivel +6  
Replanteo  
Escala: 1:100

Nivel +6  
Replanteo  
Hormigón: C25/30  
Escala: 1:100



Nivel +9  
Replanteo  
Escala: 1:100

Nivel +9  
Replanteo  
Hormigón: C25/30  
Escala: 1:100



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO  
DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

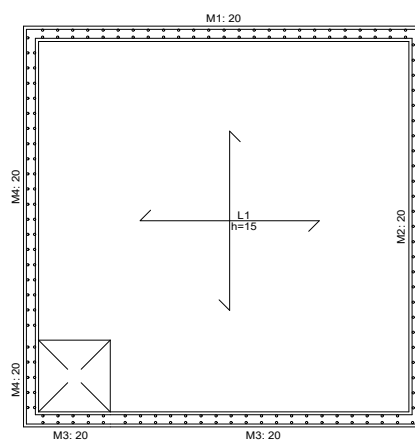
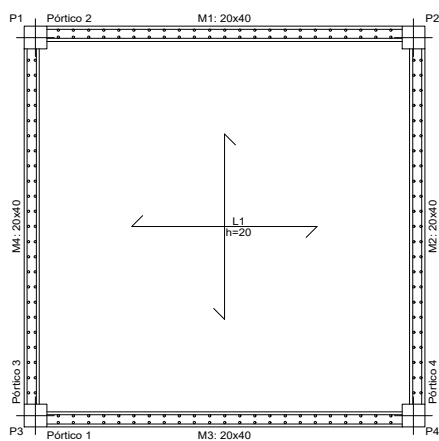
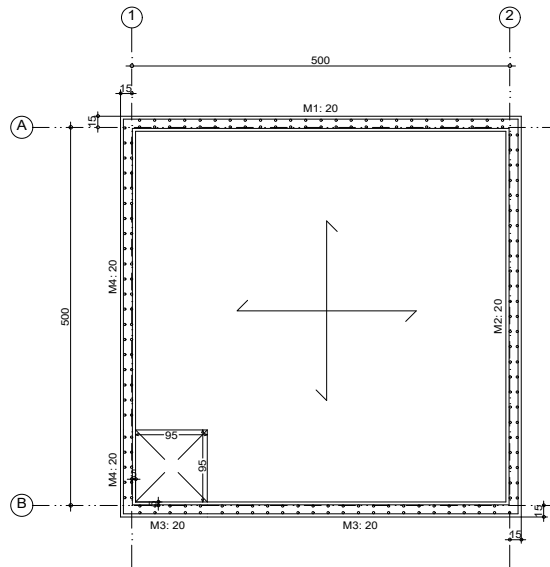
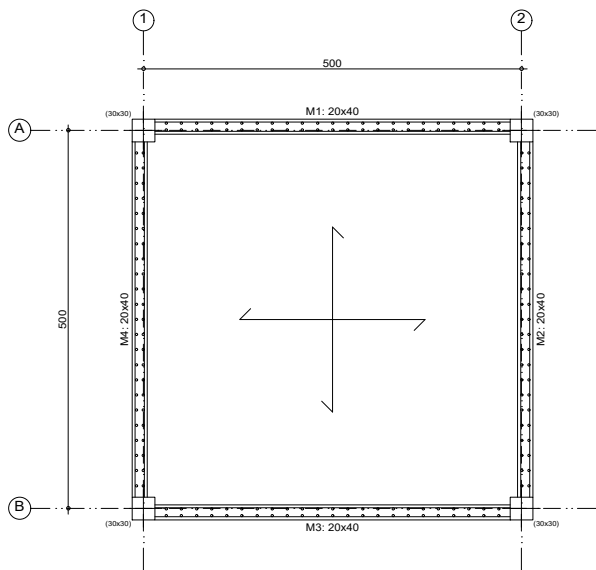
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE  
CORONEL OVIEDO

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
AGOSTO 2023

LÁMINA:  
4/13



Nivel +12  
Replanteo  
Escala: 1:100

Nivel +15  
Replanteo  
Hormigón: C25/30  
Escala: 1:100



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

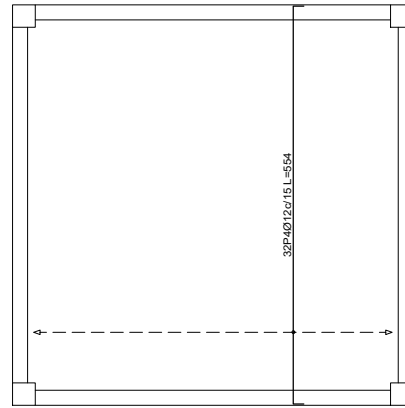
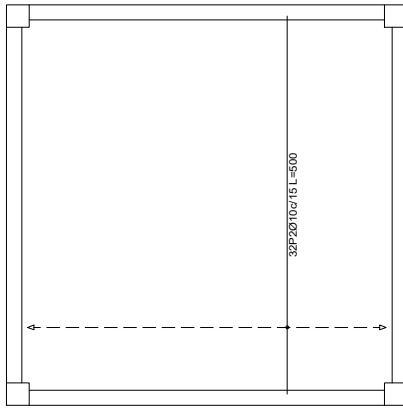
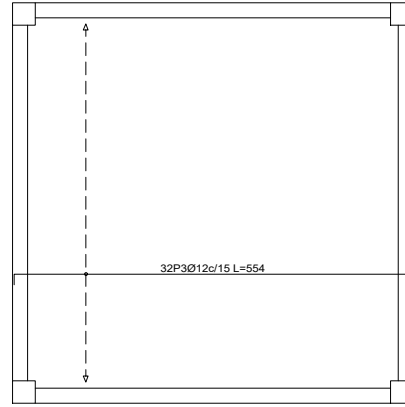
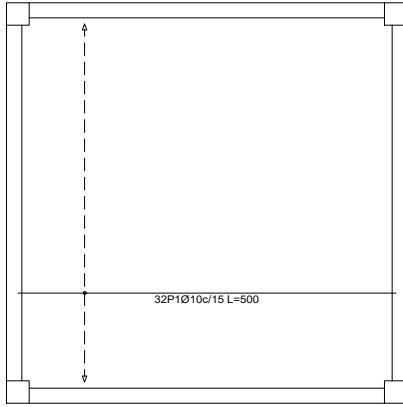
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 5/13



Resumen Acero Nivel +12	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal inferior		
S-500	Ø10	160.0

Resumen Acero Nivel +12	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura transversal superior		
S-500	Ø12	177.3

Nivel +12  
 Armadura longitudinal inferior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Nivel +12  
 Armadura transversal inferior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Resumen Acero Nivel +12	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura transversal inferior		
S-500	Ø10	160.0

Resumen Acero Nivel +12	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal superior		
S-500	Ø12	177.3

Nivel +12  
 Armadura transversal superior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Nivel +12  
 Armadura longitudinal superior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
Armadura longitudinal inferior	1	Ø10	32	500	16000	98.6
					Total+10%	108.5
Armadura transversal inferior	2	Ø10	32	500	16000	98.6
					Total+10%	108.5
Armadura longitudinal superior	3	Ø12	32	554	17728	157.4
					Total+10%	173.1
Armadura transversal superior	4	Ø12	32	554	17728	157.4
					Total+10%	173.1
					Ø10	217.0
					Ø12	346.2
					Total	563.2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

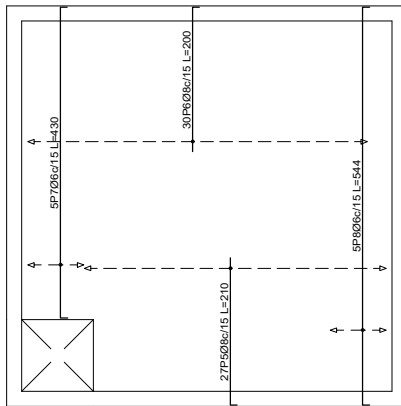
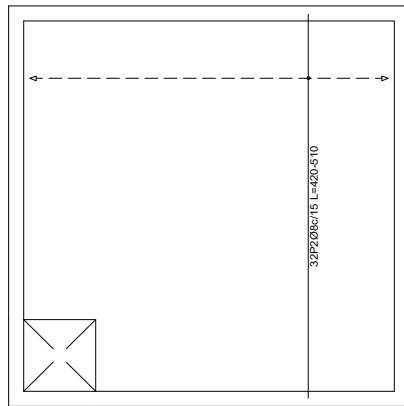
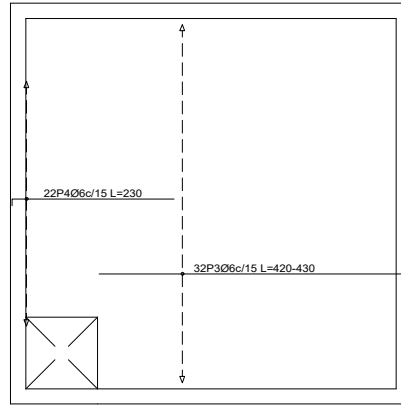
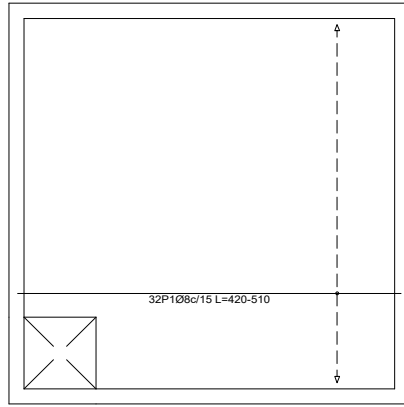
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 6/13



Resumen Acero Nivel +15	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal inferior		
S-500 Ø8	158.7	69

Resumen Acero Nivel +15	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura longitudinal superior		
S-500 Ø6	185.6	45

Nivel +15  
 Armadura longitudinal inferior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Nivel +15  
 Armadura longitudinal superior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Resumen Acero Nivel +15	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
Armadura transversal inferior		
S-500 Ø8	158.7	69

Resumen Acero Nivel +15	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Armadura transversal superior			
S-500 Ø6	48.7	12	
Ø8	116.7	51	63

Nivel +15  
 Armadura transversal inferior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Nivel +15  
 Armadura transversal superior  
 Hormigón: C25/30  
 S-500  
 Escala: 1:100

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
Armadura longitudinal inferior	1	Ø8	32	VAR.	15872	62.6
	Total+10%: 68.9					
Armadura transversal inferior	2	Ø8	32	VAR.	15872	62.6
	Total+10%: 68.9					
Armadura longitudinal superior	3	Ø6	32	VAR.	13504	30.0
	4	Ø6	22	230	5060	11.2
Total+10%: 45.3						
Armadura transversal superior	5	Ø8	27	210	5670	22.4
	6	Ø8	30	200	6000	23.7
	7	Ø6	5	430	2150	4.8
	8	Ø6	5	544	2720	6.0
Total+10%: 62.6						
Ø6: 67.2						
Ø8: 188.5						
Total: 245.7						



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

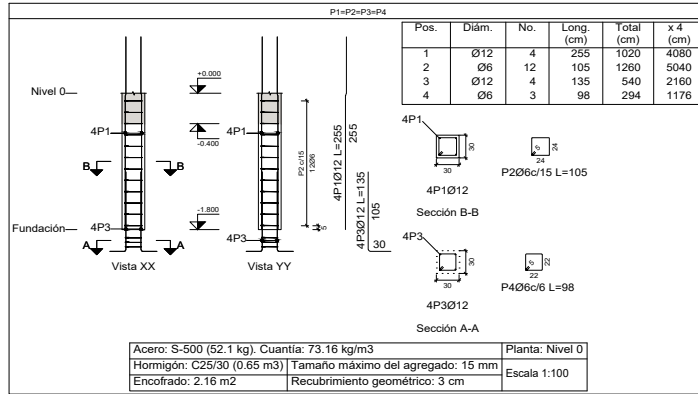
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

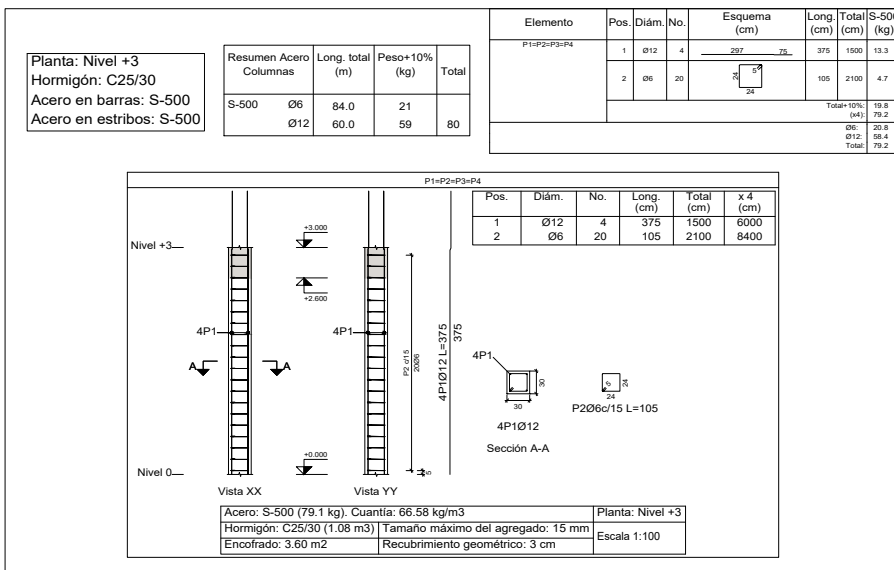
LÁMINA: 7/13



Resumen Acero Columnas	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500	Ø6	62.2	15
	Ø12	62.4	61
			76

Planta: Nivel 0  
Hormigón: C25/30  
Acero en barras: S-500  
Acero en estribos: S-500

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
P1=P2=P3=P4	1	Ø12	4		255	1020	9.1
	2	Ø6	12		105	1260	2.8
	3	Ø12	4		135	540	4.8
	4	Ø6	3		98	294	0.7
Total+10%:							19.1
Ø6:							15.2
Ø12:							61.2
Total:							76.4



Planta: Nivel +3  
Hormigón: C25/30  
Acero en barras: S-500  
Acero en estribos: S-500

Resumen Acero Columnas	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500	Ø6	84.0	21
	Ø12	60.0	59
			80

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
P1=P2=P3=P4	1	Ø12	4		375	1500	13.3
	2	Ø6	20		105	2100	4.7
Total+10%:							19.9
Ø6:							20.8
Ø12:							58.4
Total:							79.2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

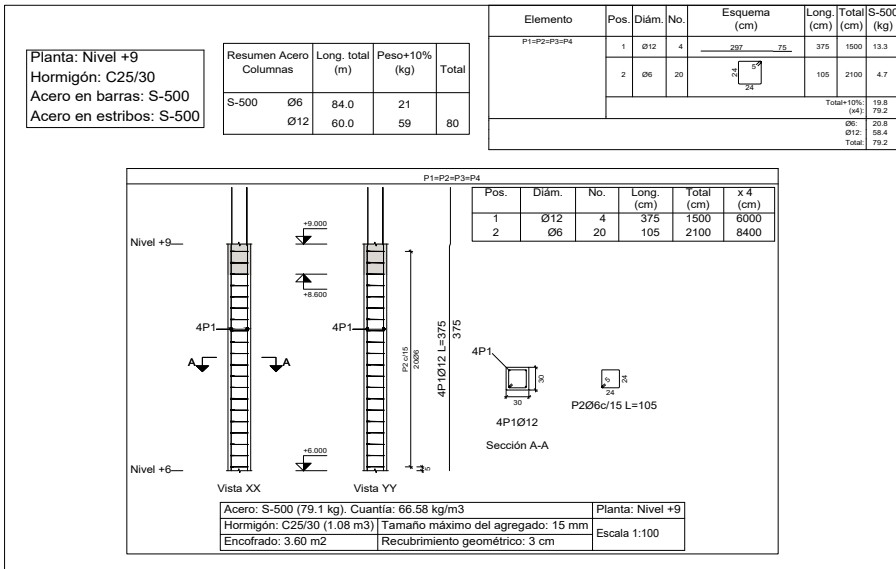
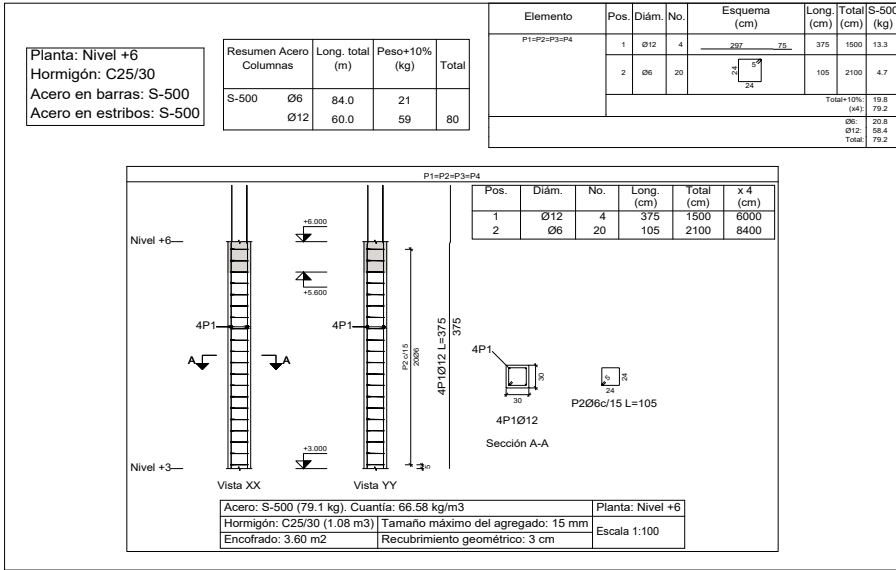
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 8/13



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

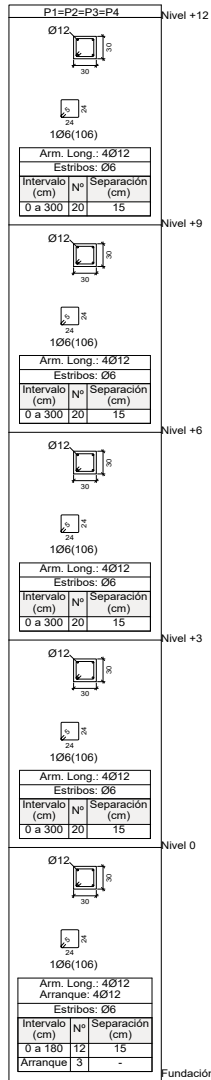
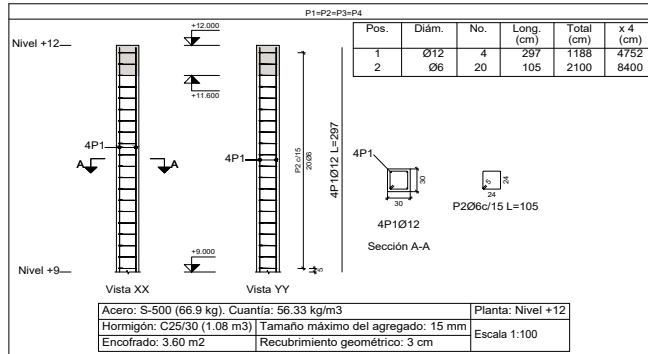
FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 9/13

Planta: Nivel +12  
 Hormigón: C25/30  
 Acero en barras: S-500  
 Acero en estribos: S-500

Resumen Acero Columnas	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500 Ø6	84.0	21	
Ø12	47.5	46	67

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
P1=P2=P3=P4	1	Ø12	4	297	297	1188	10.5
	2	Ø6	20	105	105	2100	4.7
Total+10%:							16.7
(x4):							66.8
Ø6:							20.4
Ø12:							46.4
Total:							66.8



Cuadro de columnas  
 Escala 1:100  
 Hormigón: C25/30  
 Acero en barras: S-500  
 Acero en estribos: S-500

Resumen Acero Cuadro de columnas	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500 Ø6	398.2	97	
Ø12	289.9	283	380



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

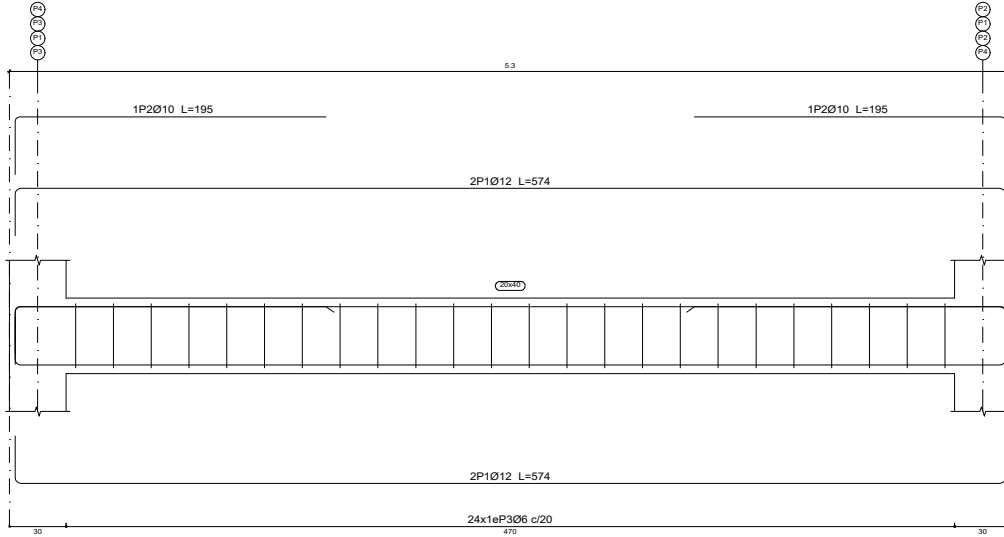
LÁMINA: 10/13

Nivel 0  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: C25/30  
 Acero en barras: S-500  
 Acero en estribos: S-500

Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500 Ø6	101.8	25	
Ø10	15.6	11	
Ø12	91.8	90	126

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total S-500 (cm)	Total (kg)
Pórtico 1=Pórtico 2=Pórtico 3 Pórtico 4	1	Ø12	4		574	2296	20.4
	2	Ø10	2		195	390	2.4
	3	Ø6	24		106	2544	5.6
	Total+10% (x4)						31.2

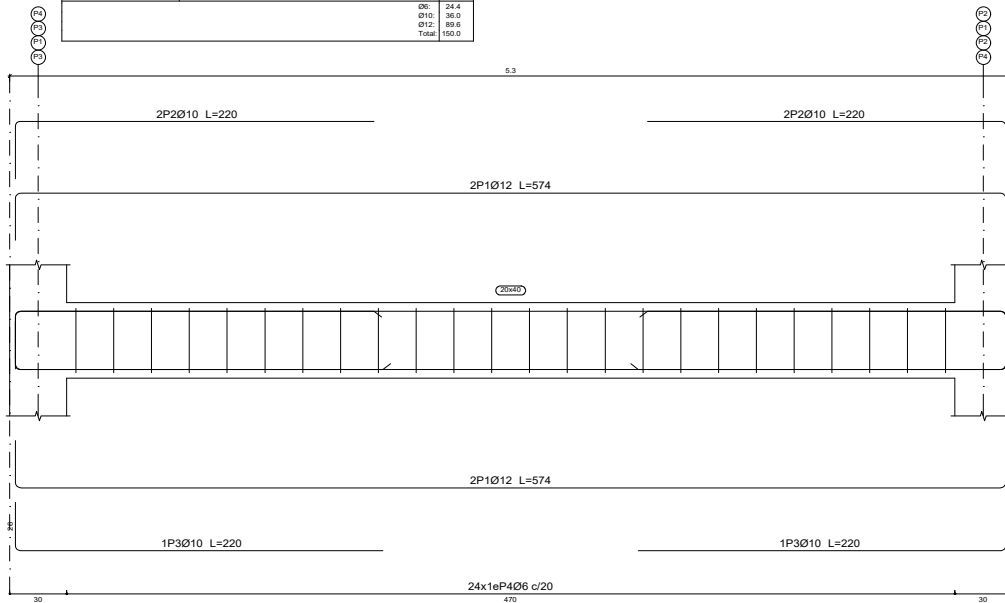
Pórtico 1  
 Pórtico 2  
 Pórtico 3  
 Pórtico 4



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total S-500 (cm)	Total (kg)
Pórtico 1=Pórtico 2=Pórtico 3 Pórtico 4	1	Ø12	4		574	2296	20.4
	2	Ø10	4		220	880	5.4
	3	Ø10	2		220	440	2.7
	4	Ø6	24		106	2544	5.6
Total+10% (x4)						37.5	150.0



Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
S-500 Ø6	101.8	25	
Ø10	52.8	36	
Ø12	91.8	90	151



Nivel +3  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: C25/30  
 Acero en barras: S-500  
 Acero en estribos: S-500



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

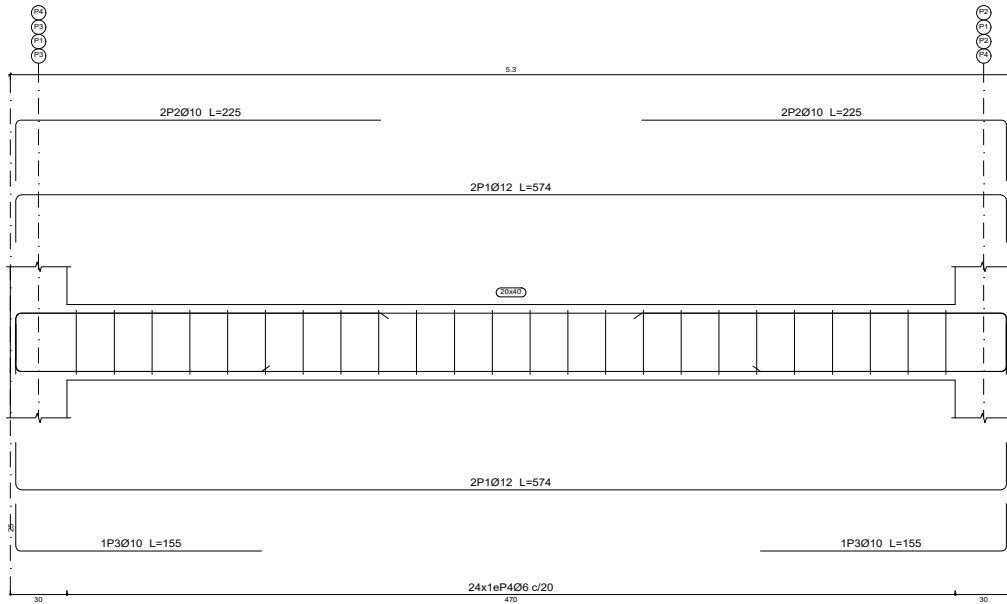
UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 11/13

Pórtico 1  
Pórtico 2  
Pórtico 3  
Pórtico 4



Resumen Acero Plano de pórticos	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total	
S-500	Ø6	101.8	25	
	Ø10	48.4	33	
	Ø12	91.8	90	148

Nivel +6  
Despiece de vigas  
Hormigón: C25/30  
Acero en barras: S-500  
Acero en estribos: S-500

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	S-500 (kg)
Pórtico 1=Pórtico 2=Pórtico 3 Pórtico 4	1	Ø12	4		574	2296	20.4
	2	Ø10	4		225	900	5.5
	3	Ø10	2		155	310	1.9
	4	Ø6	24		106	2544	5.6
Total+10%:							36.7
							146.8
							Ø6: 24.4
							Ø10: 32.8
							Ø12: 89.6
							Total: 146.8



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

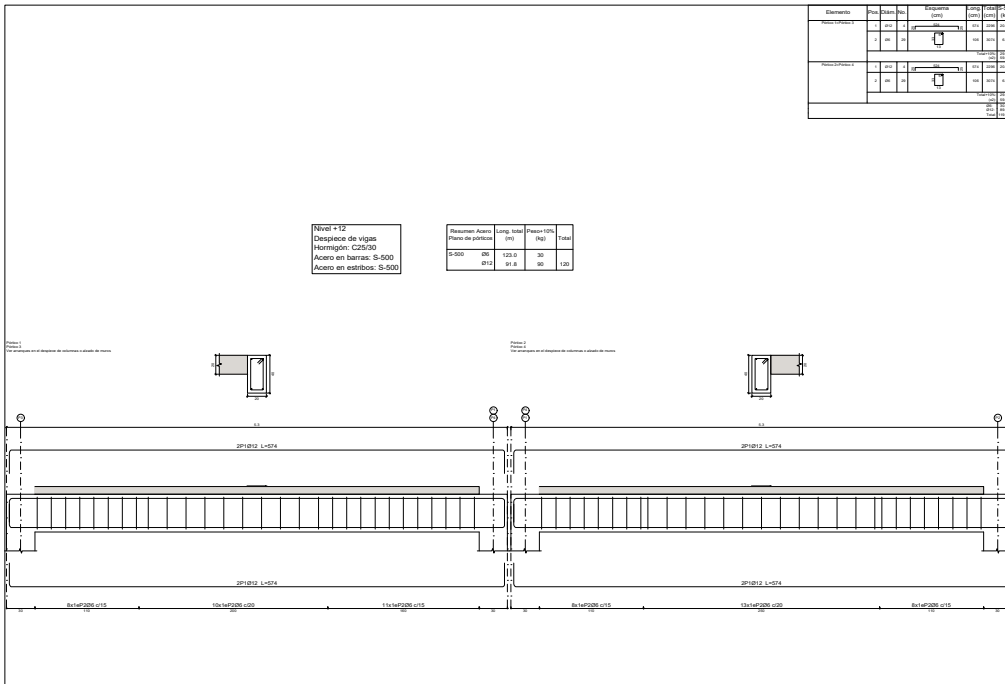
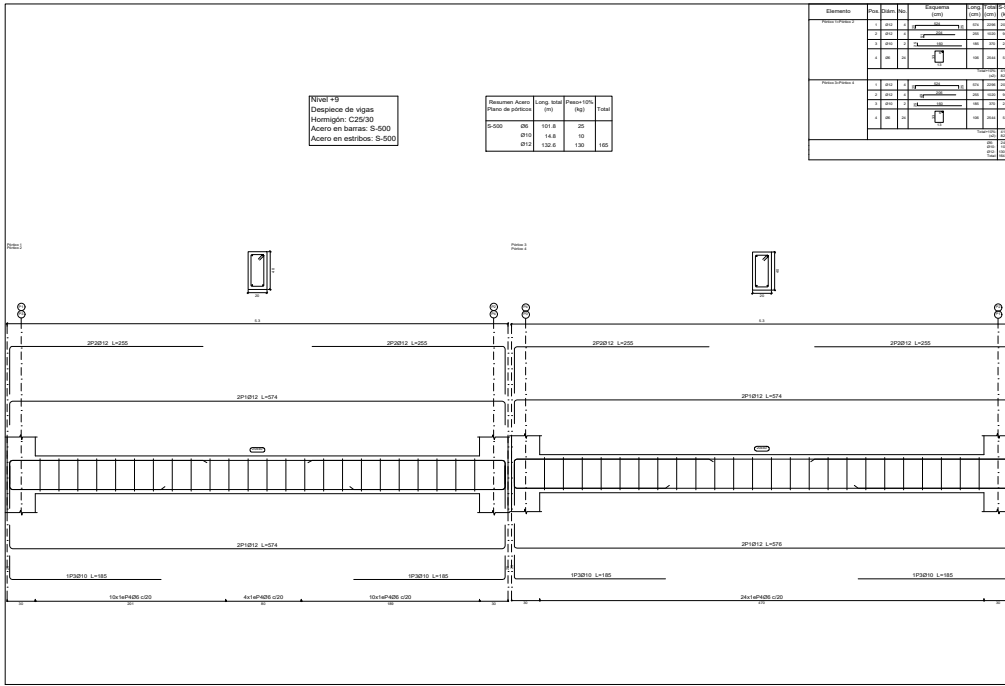
DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

ESCALA: 1/100

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 12/13



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
 CNEL. OVIEDO - PARAGUAY

PROYECTO: PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMPAÑÍA DE CARANDAYTY - DISTRITO DE CNEL OVIEDO. AÑO 2023

DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CARANDAYTY - DISTRITO DE CORONEL OVIEDO

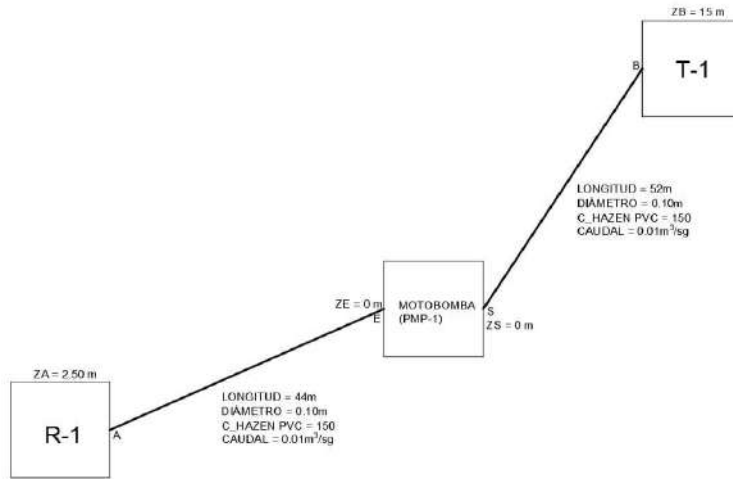
ESCALA: 1/200

FECHA: AGOSTO 2023

LÁMINA: 13/13

**CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA MOTOBOMBA**

Calcular
Potencia teórica en kW
Potencia teórica en Hp



**DATOS**

SUCCIÓN	
ZA=	2,50 m
ZE=	0,00 m

IMPULSIÓN	
ZS=	0,00 m
ZB=	15,00 m

Datos pérdida por fricción (HF)=	
Longitud (L) =	44,00 m
Caudal (Q) =	0,01 m³/s
Diámetro (D) =	0,10 m
C_HAZEN PVC (C) =	150

Datos pérdida por fricción (HF)=	
Longitud (L) =	52,00 m
Caudal (Q) =	0,01 m³/s
Diámetro (D) =	0,10 m
C_HAZEN PVC (C) =	150

Material	Coefficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C <sub>H</sub>	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmaltado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	140	0.0015

(Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5<sup>th</sup> Edition, Haestad Methods)

**Valores Típicos de Coeficientes de Rugosidad**

Datos para HL= Correspondiente a accesorios			
ACCESORIO	CANT.	K_UNIT	K_PARCIAL
FILTRO	1	12	12
VALVULA CHECK	1	2,5	2,5
CODO 90°	2	0,9	1,8
		<b>K_TOTAL</b>	<b>16,3</b>

Datos para HL= Correspondiente a accesorios			
ACCESORIO	CANT.	K_UNIT	K_PARCIAL
CODO 90°	2	0,9	1,8
VALVULA CHECK	1	2,5	2,5
VALVULA GOLPE ARIETE	1	8	8
VALVULA CTRL BOMBA	1	10	10
		<b>K_TOTAL</b>	<b>22,3</b>

Peso específico del agua (Y)	9810 N/m³
Caudal (Q)	m³/s

Energía Añadida (EA)	m
----------------------	---

**FORMULAS=**

**POTENCIA=**  $\gamma \times Q \times EA$

**EA=**  $(ZE - ZA) + (ZB - ZS) + (EP_{AR} + EP_{SB})$

**HL=**  $\frac{8 \times K \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^4}$

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

**SOLUCIÓN**

Cálculo Auxiliar

SUCCIÓN	
HL	1,34818437
HF	0,643641658
EP <sub>AE</sub>	1,991826028

IMPULSIÓN	
HL	1,84444856
HF	0,76054035
EP <sub>SB</sub>	2,60498891

Energía Añadida (EA)	17,09681494
----------------------	-------------

**RESULTADOS**

Potencia_teorica (Watts)	1677,197545
Potencia_teorica (kW)	1,677197545
Potencia_teorica (Hp)	2,247444711

1 kW =	1000W
1 kW =	1,34 Hp