

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



PROYECTO FINAL DE GRADO

TÍTULO

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN EL BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE
CURUGUATY”**

AUTORA: ANDREA MARÍA BELÉN RUÍZ DÍAZ BARRETO

TUTOR: PROF. ING. GUSTAVO VELÁZQUEZ BENÍTEZ

CO TUTOR: ING. ESTEBAN ARNALDO PENAYO PORTILLO

CORONEL OVIEDO, JUNIO DE 2025



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 Ingeniera 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: _____(_____)

ACTA N°: _____

FECHA: _____

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.



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.

DERECHO DE AUTOR

Quien suscribe, **ANDREA MARÍA BELÉN RUÍZ DÍAZ BARRETO** autora del trabajo de investigación titulado **“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”**, declara que voluntariamente cede a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – **UNCA**, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La **FCyT** deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los , del mes de del 2025

.....

Firma



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

A Dios, por su infinita misericordia, por la fuerza, la sabiduría y la guía constante que me ha brindado en cada paso de este camino.

A mis padres, Leila y Herminio por su amor incondicional, por brindarme los recursos necesarios y darle la dedicación constante a este proceso, con esto hicieron posible que logre alcanzar esta meta.

A mi hermana Micaela por ser mi roca, mi confidente y mi apoyo incondicional. Gracias por cada palabra de aliento, por tu paciencia infinita y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.



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, por su amor, su gracia y su eterna sabiduría. Gracias por permitirme cumplir esta meta tan soñada.

A mis padres y hermanas por haber estado a mi lado en cada paso en mi carrera. Gracias por acompañarme en los momentos difíciles y por alentarme a seguir adelante.

A toda mi familia, por ser mi pilar fundamental, mi motivación y mi refugio. En especial a todas mis tías que estuvieron en este proceso.

A Piter y Ariel por la amistad inquebrantable y apoyo incondicional que me brindaron desde el primer día de la carrera. Gracias por cada palabra de aliento, por escuchar mis frustraciones, por celebrar mis pequeños triunfos y por recordarme que no estaba sola en este camino.

A mi compañero el Ing. Marcos Flores por ofrecerme su ayuda y conocimiento desde el principio de esta etapa.

Al Ing. Gustavo Velázquez y al Ing. Esteban Penayo, tutores, por sus valiosos consejos durante el proceso de este trabajo, sus orientaciones han sido fundamentales para lograrlo.

A todos/as mis maestros/as de mi querida universidad por su invaluable orientación, sabiduría y dedicación a lo largo de mi formación académica.

A todos/as mis amigos/as y compañeros/as, y a todas las personas que estuvieron en este proceso tan importante de mi vida.



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 trabajo se centra en el Diseño e Implementación de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el barrio San Isidro Este de la ciudad de Curuguaty, ya que esta comunidad no cuenta con dicho recurso. La disponibilidad fiable de agua potable es esencial para la vida y el bienestar de toda comunidad.

Un abastecimiento continuo y seguro disminuye considerablemente los peligros de brotes epidémicos y los gastos relacionados con la asistencia sanitaria. En aspectos económicos facilita el crecimiento de actividades domésticas, comerciales e incluso de pequeñas industrias en el vecindario. Promueve la higiene personal, la elaboración de comidas, la limpieza y otras labores fundamentales. Por otro lado, la escasez de agua puede restringir el crecimiento económico y provocar gastos extra para los habitantes que deben buscar recursos alternativos. El abastecimiento de agua potable contribuye a la dignidad y la equidad. El enfoque esencial de este proyecto se basa en un Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable que cumpla con todos los requisitos y características que se necesita en dicha comunidad.

Para ello se ejecutaron las siguientes funciones: elegir el lugar carecido de este recurso, analizar la población, calcular el caudal requerido para proveer al área, realizar un estudio topográfico para determinar las curvas de nivel del terreno, diseño de la planta urbana en AutoCAD, diseñar y determinar las presiones con el programa WaterCAD, diseño y estimación de la estructura en CypeCAD, diseño de los planos arquitectónicos, sugerencias y conclusión del proyecto.

PALABRAS CLAVES

- Agua potable
- Sistema de Abastecimiento
- San Isidro Este
- Diseño
- Recurso.



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.

ABSTRACT

This paper focuses on the design and implementation of a drinking water supply system in the San Isidro Este neighborhood of the city of Curuguaty, as this community lacks access to this resource. The reliable availability of drinking water is essential for the life and well-being of every community.

A continuous and safe water supply significantly reduces the risk of epidemic outbreaks and healthcare-related expenses. Economically, it facilitates the growth of domestic, commercial, and even small-scale industries in the neighborhood. It promotes personal hygiene, meal preparation, cleaning, and other essential tasks. On the other hand, water scarcity can restrict economic growth and cause extra expenses for residents who must seek alternative resources. The provision of safe drinking water contributes to dignity and equity. The essential focus of this project is based on a Drinking Water Supply System Design that meets all the requirements and characteristics needed in the community.

To this end, the following functions were carried out: selecting the location lacking this resource, analyzing the population, calculating the flow required to supply the area, conducting a topographic study to determine the terrain's contour lines, designing the urban layout in AutoCAD, designing and determining the pressures with the WaterCAD program, designing and estimating the structure in CypeCAD, designing the architectural plans, making suggestions and completing the project.

KEY WORDS

- Drinking water
- Supply System
- San Isidro Este
- Design
- Resource.



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 1	1
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
1.5. OBJETIVOS	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPITULO II	6
2. INGENIERÍA DEL PROYECTO	6
2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	6
2.2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	7
2.2.1. RECTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	7
2.2.2. DIGITALIZACIÓN DE DATOS	7
2.3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	7
2.3.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN	8
2.3.2. ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	8
2.3.3. NIVEL FREÁTICO	8
2.3.4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO	8
2.4. ESTUDIOS PREVIOS	9
2.4.1. ESTUDIOS PRIMARIOS	9
2.4.2. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN	9
2.5. DEMANDA DE AGUA	9
2.5.1 PERIODO DE DISEÑO	10
2.5.2. LA DURABILIDAD DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES	10
2.5.3 CRECIMIENTO POBLACIONAL	11
2.5.4. DOTACIÓN	12
Tabla 9-Dotación por clima	13
2.5.5. GASTO DE DISEÑO	13
2.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	15
2.6.1. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO	15
2.6.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL RESERVORIO	15
2.6.3. DISTRIBUCIÓN DE VOLUMEN ENTRE TANQUE Y RESERVORIO	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.

2.6.4. BOMBEO CON MÁXIMO CAUDAL HORARIO DESDE EL RESERVORIO HASTA EL TANQUE	17
2.6.4.1. BOMBEO CON CAUDAL MEDIO DEL DÍA DE MAYOR CONSUMO	18
2.6.4.2. FORMAS DEL RESERVORIO	18
2.6.5. FACTORES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO	18
2.6.5.1. INTRODUCCIÓN	18
2.6.5.2. OBSERVACIONES GENERALES	19
2.6.5.3. CRITERIOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL TANQUE ELEVADO	19
2.6.6. CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO	20
2.6.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	20
2.6.6.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	20
2.6.7. FUENTES DE ABASTECIMIENTO	22
2.6.8. LINEAS DE CONDUCCIÓN	22
2.6.8.1. TIPOS DE LINEAS DE CONDUCCIÓN	22
2.6.8.2. DISEÑO DE LINEAS DE CONDUCCIÓN	23
2.6.9. RED DE DISTRIBUCIÓN	23
2.6.10. PARÁMETROS DE DISEÑO	24
2.6.11. TIPOS DE REDES	25
2.6.12. PRESIONES EN LAS REDES DE DISTRIBUCION	25
2.6.13. MATERIALES PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	25
2.6.14. CONEXIONES DOMICILIARIAS	25
2.6.15. DIÁMETROS DE TUBERÍAS	26
2.6.16. PUNTOS DE CONTROL	26
2.6.17. BOMBAS	26
CAPITULO III	27
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	27
3.1. RESULTADOS	27
3.2. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA	28
CAPITULO IV	29
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1. CONCLUSIONES	29
4.2. RECOMEDACIONES	29
4.3. BIBLIOGRAFÍA	30
CAPITULO V	31
5. ANEXOS	31



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 DE FIGURAS

Figura 1	Localización del proyecto	6
Figura 2	Punto de partida, establecimiento y ajuste del receptor de base	69
Figura 3	Almacenamiento de datos con el Receptor Móvil	70
Figura 4	Estudios geotécnicos- Ensayo SPT	71
Figura 5	Estudios geotécnicos del proyecto-SPT y análisis de suelo	71
Figura 6	Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua	72
Figura 7	Informe técnico del pozo tubular profundo	73
Figura 8	Diseño de red de distribución	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Planilla de puntos topográficos	75-78
Tabla 2	Resultados obtenidos en el Ensayo de SPT	79
Tabla 3	Resultados de laboratorio del estudio de suelos	80
Tabla 4	Conteo de casas del Barrio San Isidro Este	81
Tabla 5	Periodo de Diseño de Estructuras de Saneamiento	11
Tabla 6	Incremento Poblacional	11
Tabla 7	Dotación por número de habitantes	13
Tabla 8	Dotación por región	13
Tabla 9	Dotación por clima	13
Tabla 10	Condiciones establecidas para el tanque elevado	20-21
Tabla 11	Condiciones establecidas para el reservorio enterrado	21
Tabla 12	Resultados del cálculo de tuberías	82-83

CAPITULO 1

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la escasez de agua para consumo es un desafío inminente a escala mundial, y Paraguay no es una excepción, aunque el país alberga una de las mayores reservas de agua dulce a nivel global, una parte considerable de su población tiene problemas para obtener agua segura y constante, particularmente en las áreas rurales.

No solo se requiere agua potable para sobrevivir, sino que también es un elemento esencial para la salud, la economía y el progreso social de cualquier comunidad. Su accesibilidad y correcta administración son fundamentales para asegurar el bienestar de las generaciones actuales y venideras.

Este Proyecto Final de Grado titulado “Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Barrio San Isidro Este de Curuguay”, aborda la importancia de esta problemática considerando las circunstancias presentes del lugar y la situación del suministro de agua potable, que actualmente carece de un sistema de provisión constante y eficiente.

El propósito de este proyecto es proporcionar un servicio básico a la comunidad en análisis, con el fin de lograr un significativo progreso en el desarrollo de la sociedad de Curuguay en su totalidad. Se busca generar oportunidades para la mejora de la asistencia, proporcionando a este mismo herramientas que podrían emplearse para favorecer el bienestar comunitario.

1.2. ANTECEDENTES

En el ámbito nacional existen ejemplos realizados en nuestra casa de estudios por el alumno Alexis Iván Alonso Aldama en el año 2023, que llevó a cabo el proyecto final de grado con denominación **“Propuesta de Abastecimiento de Agua Potable para la Compañía de Carandayty Distrito de Coronel Oviedo”**. El proyecto proporcionará a la Compañía Carandayty acceso a agua para consumo que cumpla con sus requerimientos y mejore la calidad de vida de sus residentes. Se determinó el recurso de suministro es un pozo artesiano con una capacidad de 12.000 l/h, lo que basta para proveer a toda la comunidad, considerando el volumen proporcionado, se ha elegido un depósito elevado que reparte el agua de acuerdo a la altura del terreno. A través de a las estimaciones efectuadas en el programa WaterCAD, se establecieron las presiones necesarias para garantizar la máxima calidad y el uso constante del sistema de suministro de agua potable. Se garantizó la extensión del campo de estudio y se proyectó la expansión futura conforme al diseño de la red de distribución. [1]

El trabajo final de grado realizado por las alumnas de nuestra casa de estudios Gloria Belén Portillo Vera y Fanny Lorena Alvarenga Cardozo, con el trabajo titulado **“Propuesta de Ampliación de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Junta de Saneamiento del Barrio Centenario-Caaguazú”**, trata de una propuesta de expansión de la red de suministro de agua potable para el barrio Centenario-Caaguazú, considerando las circunstancias presentes del lugar y la situación del suministro de agua potable, que en la actualidad está desprovisto de un sistema de suministro constante y sostenible.

Con los cálculos obtenidos se utilizarán tuberías de 50 mm, 100 mm, 150 mm y 200 mm para establecer una red de distribución primaria y secundaria que garantice el suministro de agua, se implementarán 2 tanques (elevado y semienterrado) considerando las características topográficas del área, se instalarán de 2 motobombas para elevar el agua a los tanques y distribuir el suministro a través de un sistema de gravedad y mediante cálculos en el programa WaterCAD, se determinaron las presiones óptimas para asegurar un suministro continuo y de calidad de agua potable. [2]

A nivel internacional, tenemos el Proyecto Final de Grado titulado **“Proyecto de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Togo”** elaborado por Jesús Serrano Alonso de Madrid-España. Este proyecto busca que los habitantes administren el sistema de suministro de agua. El sistema de distribución operará por gravedad, basándose en la captación de un río ubicado en las proximidades del pueblo, que provee agua a ambas comunidades a través de fuentes compartidas. De esta forma, se ha buscado que el texto pueda funcionar como guía de uso en campo para usuarios locales o futuros colaboradores. [3]

1.3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El aumento de la población en las localidades y ciudades del interior del Paraguay ha generado una serie de retos en cuanto a la capacidad de los servicios públicos. Uno de los servicios más requeridos es el suministro de agua potable, muchas comunidades enfrentan dificultades para acceder a agua limpia y suficiente, lo que representa un peligro para la salud. Con el crecimiento de la población, la demanda de agua se incrementa, por lo que las autoridades locales deben buscar soluciones sostenibles, como expandir las redes de distribución y mejorar los sistemas de captación y almacenamiento.

La zona del proyecto elegida es el “Barrio San Isidro Este” de la ciudad de Curuguaty con 212 viviendas y una población aproximada de 1060 habitantes. Esta zona no dispone de acceso al sistema de distribución de agua potable por lo que la población debe ingeniar para obtener este servicio. El acceso a agua limpia es fundamental para prácticas de higiene personal y doméstica, lo que ayuda a prevenir infecciones y enfermedades, como estas familias tienen escasez de agua potable deben recurrir a un arroyo que queda dentro del barrio para obtener agua para la limpieza, ya que deben usar justamente la poca agua que obtienen de las conexiones.

Carecer de este recurso pueden tener efectos como: Problemas de salud como enfermedades diarreicas por el consumo de agua contaminada, infecciones, enfermedades de la piel, también de higiene como dificultad para mantener la higiene personal, dificultades en la limpieza de alimento y utensilios, además puede provocar problemas sociales y económicos como pérdida de productividad, conflictos sociales y desigualdad.

La falta de agua potable limita el desarrollo de actividades económicas como la agricultura y la ganadería. El suministro de agua en la zona es insuficiente y no cumple con los requisitos básicos de caudal y continuidad para atender a la población. Algunas familias están conectadas a una red municipal que no proporciona un caudal adecuado ni un servicio constante. Sin embargo, las familias más acomodadas disponen de pozos artesianos para extraer agua subterránea, que distribuyen mediante bombas y tuberías.

La meta de este proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para esta comunidad, de tal forma que los residentes puedan tener acceso a este servicio vital y lograr a tener una mejor calidad de vida.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El agua potable es fundamental no solo para la supervivencia y la salud humana, sino también para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. El acceso al agua potable y saneamiento es reconocido como un derecho humano fundamental. Negar este acceso significa vulnerar la dignidad y el bienestar de las personas.

El abastecimiento de agua potable es un elemento esencial para el desarrollo sostenible de cualquier comunidad. Garantiza la salud, mejora la calidad de vida y contribuye al progreso social y económico.

La finalidad principal del abastecimiento de agua potable en una comunidad es garantizar el acceso a agua limpia y segura para todos sus habitantes.

Con lo previamente expuesto, nos percatamos de que la necesidad de agua es esencial y puede ser mucho más complicada de lo que pensamos, si nos situamos en el lugar de aquellas personas que carecen del agua necesaria para cubrir sus necesidades básicas o que el agua que dispongan no sea apta para consumo, podemos comprender lo que significa la necesidad de llevar a cabo este proyecto, con el objetivo de alcanzar un desarrollo y satisfacer una demanda adecuada para el requerimiento de los habitantes del Barrio San Isidro Este de Curuguay.

Este proyecto contribuirá a la protección de la salud, ayudando a la prevención de enfermedades y potenciando la calidad de vida. Promoverá el desarrollo, estimulando la economía y el avance social. Asegurará la equidad, garantizando que todos los integrantes de la comunidad puedan acceder a este recurso fundamental.

Además de su desarrollo, generará un gran número de empleos en diversas áreas, tanto durante la realización del mismo como posteriormente a su finalización, ya que los sistemas de suministro de agua siempre necesitan de mantenimiento y se proyectan para futuras ampliaciones.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Diseñar un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Barrio San Isidro Este de Curuguay.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Efectuar análisis topográficos para establecer los desniveles correspondientes del Barrio San Isidro Este.
- ✓ Estimar la población futura con respecto al crecimiento demográfico y a un periodo de diseño decidido para el Barrio San Isidro Este de Curuguay.
- ✓ Desarrollar un análisis detallado de los modelos actuales de redes para suministro de agua de uso público urbano y seleccionar el que sea el más adecuado para el caso de la investigación.

CAPITULO II

2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El barrio San Isidro Este se encuentra en el Distrito de Curuguaty, Departamento de Canindeyú en la Región Oriental de la República del Paraguay. El departamento de Canindeyú cuenta con una abundante vegetación y está circundado por las cordilleras del Mbaracayú, que tienen una altura promedio de 400 metros sobre el nivel del agua. En verano, la temperatura alcanza los 43 °C. En invierno, la mínima es de 0 °C. En el departamento, la media es de 21 °C. Las precipitaciones son comunes y abundantes. Según datos oficiales del censo paraguayo de 2022, Curuguaty cuenta con 33561 habitantes.

El barrio San Isidro Este de la ciudad de Curuguaty, está a 24°29'16.2" latitud Sur y 55°40'05.4" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich con una altitud media de 178 msnm y una superficie total de 0.30 km² aproximadamente como se muestra en la Figura 1. [4]



Figura 1: Localización del proyecto

Fuente: Elaboración propia

2.2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

2.2.1. RECTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Durante la etapa inicial de nuestro proyecto, se realizó un exhaustivo análisis de la identificación y establecimiento del terreno. El objetivo principal de esta fase fue detectar puntos críticos y establecer la ubicación estratégica de zonas esenciales que permitirían una organización eficaz de los puntos de control terrestre.

Este proceso esencial establece los fundamentos para asegurar la exactitud y efectividad de las etapas subsiguientes de nuestras investigaciones topográficas. La fase inicial, es crucial para asegurar que todo el proyecto se lleve a cabo con gran precisión y eficacia. Además, será un pilar fundamental para futuras mediciones y estudios topográficos a medida que progresamos en la organización y el diseño del proyecto, **Figura 2.**

2.2.2. DIGITALIZACIÓN DE DATOS

Durante la realización del levantamiento topográfico se establecieron los puntos de controles geográficos mediante coordenadas, se empleó un equipo GNSS Doble Frecuencia modelo G4 de la marca South, el cual incluía un Rover y su correspondiente pedestal. Estos aparatos facilitaron la recolección de información de diversos lugares en el campo. Cada punto geográfico registrado tendrá la clave o punto, las coordenadas XYZ y finalmente una descripción. Las estaciones fueron sujetas a un Punto Base (Pt83) con coordenadas (N- 7291121072, E- 634917963), con una altitud de 199803, **Figura 3.**

Al concluir el levantamiento topográfico, se procesaron los datos recabados. Primero, se procesaron los datos guardados en el GPS geodésico mediante un cable vinculado a un ordenador, y se empleó un programa informático para descargar los datos a la máquina. Los datos se almacenaron en el programa Office Excel en formato txt ordenado por comas, conforme al archivo de formato de puntos característicos establecido anteriormente. Este, Norte, Elevación y Descripción (PNEZD).

En la **TABLA 1** se observarán los puntos ya procesados en formato Excel, empleados para ser importados a AutoCAD.

2.3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

El proyecto analizó las propiedades del subsuelo para evaluar su capacidad de soporte durante la construcción de los cimientos. Esta investigación geotécnica se desarrolló en dos etapas: primero, se realizaron sondeos a percusión para obtener muestras del terreno; luego, estas muestras se analizaron en laboratorio para clasificarlas según sus características. Los hallazgos del análisis de suelos desde una perspectiva geotécnica, en el lugar de la edificación de la obra se estableció el tipo de cimentación recomendado, sus características generales y el análisis de opciones, proporcionando la información requerida para el proyecto y la estimación del tipo de cimentación.

2.3.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT, en inglés, Standard Penetration Test) es uno de los exámenes geotécnicos in situ más frecuentes y esenciales en la ingeniería civil para la exploración subterránea. Este ensayo dinámico facilita la adquisición de datos esenciales acerca de las características mecánicas de los suelos, en particular los granulares, y resulta esencial para el diseño de cimientos y la valoración de la estabilidad de varias construcciones. [5]

A partir de los datos relevados en obra, se definió la realización de estudios de suelos, consistente en un sondeo, ensayos de penetración normalizada tipo SPT (*Standard Penetration Test*), que mide la resistencia del suelo a lo largo de la profundidad perforada (a cada metro de sondeo), y consiste en la determinación del número de golpes requerido para que hincando un mazo de 64 kilogramos de peso con una altura de caída libre de 76 cm, realice una penetración dinámica de hasta 45cm en el suelo, utilizando para ello un saca muestras bipartido del tipo Raymond–Terzaghi de 2” y 1 3/8” de diámetros externo e interno respectivamente, de acuerdo a los lineamientos del reglamento ASTM D1586-99. La perforación fue realizada con barreno manual hasta las diferentes profundidades de ensayo, **Figura 4**.

Los resultados obtenidos del ensayo del SPT pueden verse en la **TABLA 2**.

2.3.2. ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Para conocer las propiedades físicas del suelo, se tomaron muestras representativas durante las inspecciones geotécnicas y se analizaron en el laboratorio. Estas pruebas se realizaron siguiendo los procedimientos estandarizados de la ASTM. (American Society for Testing and Materials): ASTM D6913: Análisis de la granulometría de suelos gruesos, ASTM D4318: Determinación de los límites de Atterberg, ASTM D2487: Clasificación según el sistema SUCS. Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran detallados en la **TABLA 3**.

2.3.3. NIVEL FREÁTICO

No se ha detectado la presencia napa freática en los ensayos ejecutados en la fecha de perforación, A su vez, es posible que, eventualmente, el nivel freático pudiera variar con los regímenes de precipitaciones pluviales, y en forma excepcional subir hasta los niveles superficiales del terreno.

2.3.4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En el sondeo realizado, se ha detectado la presencia de un estrato de limo arcilloso, de baja plasticidad (ML) de color rojo, desde la superficie hasta los 4,00 metros de profundidad, a partir de los 4,00 metros se ha detectado estrato suelo limoso de baja plasticidad de color rojizo con mancha blanco amarillento, (ML) de baja plasticidad hasta

los 6,00 metros, a partir de los 6,00 metros de profundidad estrato de arena limosa, de baja plasticidad y de color blanco (ML) hasta los 8,50 metros de profundidad en donde se detecta el estrato de arenisca friable muy compacta, **Figura 5**.

Los ensayos de granulometría realizados en laboratorio arrojaron un porcentaje de pasantes del tamiz 200, fracción fina de los suelos, son de 32% a 46% respectivamente.

2.4. ESTUDIOS PREVIOS

2.4.1. ESTUDIOS PRIMARIOS

La etapa inicial en la ejecución de un sistema de suministro de agua es la valoración de la comunidad donde se busca establecer dicho sistema. Es necesario efectuar un reconocimiento el cual represente datos objetivos como densidad de los habitantes de la zona, materiales a disposición en el área laboral, disponibilidad de personal capacitado, habilidad de los medios de transportes para los traslados, etc. Se debe recopilar esta información del máximo número de residentes posible para poder comparar puntos de vista. Una vez verificado que las comunidades respaldan la implementación del proyecto, es necesario llevar a cabo la evaluación técnica y no previamente. Solo se deberá iniciar la edificación del sistema si ambos elementos: los técnicos y los humanos, son factibles.

2.4.2. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN

Es crucial una evaluación exacta de la población dado que el número de residentes es el número de habitantes establecerá las necesidades del sistema. Para el cálculo de las necesidades de un sistema de agua potable en un pueblo, se considera como población a todas las personas que utilizarán ese sistema para su consumo diario de agua.

Según el censo de 2022, se ha establecido que, en promedio, cada madre tiene cerca de 2.4 hijos, y si tomamos en cuenta la inclusión de los padres, esto resulta en un total de 5 residentes por vivienda, conforme a las circunstancias correspondientes, tal como se muestra en la **TABLA 4**.

2.5. DEMANDA DE AGUA

La demanda de agua, en el marco de sistemas de suministro, hace referencia al volumen total de agua que una población específica necesita durante un lapso de tiempo específico. Esta exigencia no es inmutable, sino que tiene un carácter dinámico y multifactorial, afectado por diferentes factores internos y externos al sistema.

El estudio técnico de la demanda de agua conlleva la cuantificación y proyección de estos elementos mediante técnicas estadísticas, modelos econométricos y la evaluación de factores como el incremento poblacional, el progreso económico, las políticas de tarifas, las condiciones meteorológicas (estacionalidad de la demanda) y la eficacia en la

utilización del agua [6]. Es fundamental la descripción temporal de la demanda. Se distinguen:

1. Diaria Media de Demanda: El consumo total de agua en un año, se divide por la cantidad de días del mismo.
2. Máxima Demanda Diaria: El día anual en el que se registra la mayor cantidad de agua consumida. Este criterio es esencial para la planificación de las captaciones, instalaciones de tratamiento y depósitos de almacenamiento.
3. Máxima Demanda Horaria: El momento del día donde ocurre el máximo consumo. Este indicador es crucial para el cálculo de las tuberías de distribución y los sistemas de bombeo.

2.5.1 PERIODO DE DISEÑO

Es el periodo en el que la obra proyectada proporcionará el servicio para el que fue concebida, es decir, funcionará con los parámetros empleados en su dimensionamiento. Técnicamente es el periodo en el que se anticipa que la infraestructura edificada pueda cubrir de forma eficaz y segura la necesidad de agua de la población objetivo. Este se establece considerando diversos factores. Primero, se lleva a cabo un estudio detallado de la durabilidad prevista para las estructuras e instalaciones que se pretende incluir en los proyectos. Además, se toma en cuenta la realidad en los campos de estudio. Es crucial establecer el periodo de diseño para cada elemento del sistema.

2.5.2. LA DURABILIDAD DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

La preservación de las estructuras estará determinada por la resistencia física intrínseca de los materiales que las conforman ante elementos perjudiciales vinculados al desgaste y la obsolescencia. Con el paso del tiempo y la utilización que reciben, todos los materiales suelen sufrir un deterioro que puede reducir la eficacia del sistema, en función de las características particulares de los materiales empleados. [7]

Por lo tanto, en las tuberías de abastecimiento de agua, se pueden detectar diversas formas de deterioro, tales como la corrosión, la erosión y la fragilidad, que pueden tener un efecto considerable en su durabilidad. Las Normas Técnicas establecidas en el compendio de Normas de saneamiento de la SUNASS establecen la duración de vida de las diferentes estructuras del sistema. Tras evaluar la longevidad de las estructuras propuestas en este proyecto y teniendo en cuenta la circunstancia en el área de estudio, se ha determinado que el periodo de diseño para este proyecto sea de 20 años.

TIPOS DE ESTRUCTURA	SIMON A. ROCHA	SUNASS
Obras de captación	20-40 años	20-30 años
Pozos	20-30 años	20-30 años
Estaciones y equipo de bombeo	10-15 años	5-10 años
Línea de Aducción	20-40 años	-----
Planta de Tratamiento, Reservorios	30-40 años	20-30 años
Planta de tratamiento	10-15 años	-----
Tuberías de conducción y de distribución	30-40 años	20-30 años

Tabla 5: Periodo de Diseño de Estructuras de Saneamiento

Fuente: Simon A. Rocha [7]

2.5.3 CRECIMIENTO POBLACIONAL

La expansión o reducción poblacional se ve afectada por una mezcla de elementos económicos, sociales y de desarrollo. En este escenario, es crucial subrayar que la puesta en marcha del sistema de suministro de agua no solo fomentará el crecimiento, sino que también lo propiciará. Esto nos lleva a deducir que, basándonos en las tendencias de aumento poblacional, resulta adecuado elegir periodos de diseño más extendidos para zonas con crecimiento poblacional pausado y periodos de diseño más breves para zonas con crecimiento acelerado. El conjunto de regulaciones sobre saneamiento de la SUNASS ofrece valores concretos en este aspecto, como podemos observar en la **Tabla 6**.

Población	Incremento anual en %
Mayor a 2000 habitantes (Ciudades grandes)	2.7%
Igual a 2000 habitantes (Ciudades pequeñas)	3%
Menor a 2000 habitantes (Comunidades y aldeas)	2.2%

Tabla 6: Incremento Poblacional

Fuente: Vierendel, 2009. [8]

En el ámbito de la proyección demográfica, se emplean diversas metodologías para la estimación prospectiva de la dinámica poblacional. Entre estas, el modelo aritmético postula una tasa de crecimiento poblacional absoluta constante a lo largo del tiempo, resultando en una trayectoria de crecimiento lineal. Este método se considera más adecuado para poblaciones senescentes y con un alto grado de desarrollo, que se encuentran en las proximidades de su capacidad de carga demográfica. En contraste, el modelo geométrico asume una tasa de crecimiento relativa constante, lo que implica un crecimiento de tipo exponencial o compuesto. Su aplicación resulta más pertinente en el análisis de poblaciones jóvenes y en fase de expansión demográfica. [9]

En el contexto de este proyecto, se decidirá utilizar el método avalado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que se basa en una fórmula geométrica y se sustenta en una tasa de crecimiento segmentada en función de la cantidad de población, **Fórmula 1**.

Esta decisión se basa en que este método ofrece una solución efectiva para establecer el periodo de diseño, especialmente cuando no se cuenta con información censal precisa y detallada. [10]

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

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

P = Incremento anual en porcentaje.

t = Periodo de diseño en años.

La estimación utilizada para P será 3% sugerida por la OMS para el aumento anual de la población de pequeñas ciudades, como se ilustra más arriba en la **Tabla 6**.

Este valor se empleará para determinar la población futura de la comunidad durante un lapso de 20 años. Así pues, la población prevista para 20 años con el uso de la **Fórmula 1** será:

$$P_f = 1914 \text{ habitantes}$$

2.5.4. DOTACIÓN

Cantidad de agua requerida para cubrir las necesidades de la población durante un medio año anual. (Es el cociente entre la demanda entre la población del proyecto). Capacidad de agua distribuida diariamente por habitante en fuentes, teniendo en cuenta a todos los usuarios.

Estos distintos tipos de consumo se examinan para establecer la cantidad requerida para la población estimada y se clasifican en cuatro categorías esenciales: consumo doméstico, comercial o industrial, consumo público y consumo originado por pérdidas y residuos. Para llevar a cabo las estimaciones de suministro de agua, se utilizarán las tablas que se muestra a continuación:

Tabla 7- 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 [11]

Tabla 8-Dotación por región

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

Fuente: Roger Agüero Pittman [11]

Tabla 9-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 [8]

Se empleó el cuadro de Vierendel para calcular la dotación, teniendo en cuenta que la región posee un clima cálido, además junto con la población local, es un área de crecimiento donde la agricultura y la ganadería son las más predominantes.

La dotación de diseño adoptado es: **150 L/hab./día** por recomendación del tutor.

2.5.5. GASTO DE DISEÑO

Para un suministro hídrico eficiente, el diseño de cada componente del sistema debe dimensionarse para la demanda poblacional real y sus variaciones. Esto asegura un servicio continuo y eficaz, evitando la desestabilización del sistema ante fluctuaciones de consumo influenciadas por la actividad, costumbres y meteorología. Se prioriza el análisis de patrones diarios y la demanda media anual para optimizar el diseño.

Según Agüero [11], para la elaboración de sistemas de suministro de agua potable, los coeficientes de mayoración más sugeridos y frecuentemente empleados son:

-Coeficiente de consumo máximo diario (Qmd/Qp): 1.30 (o 130%): este índice se utiliza para calcular el consumo medio diario (Qp) con el fin de determinar el día con mayor demanda anual.

-Coeficiente de consumo máximo horario (Qmh/Qmd): 1.50 (o 150%): este parámetro se utiliza para calcular la hora de mayor demanda en un día habitual de máximo consumo. Para determinar los caudales de diseño, emplearemos los siguientes datos adquiridos previamente:

- Población de estudio	1914 habitantes
-Dotación	150 L/hab./día
-K1	1.3
-K2	1.5

El consumo promedio diario se calcula como el promedio de los consumos diarios a lo largo de un año de registros y se expresa en litros por segundo (Lts/seg), este valor se define como el resultado de una estimación del consumo por persona para una población futura y se obtiene con la **Fórmula 2**.

$$Q_p = \frac{P_f * D}{86400} \quad (2)$$

$$Q_p = \frac{1914 * 150}{86400}$$

$$Q_p = 3.39 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_p = Consumo promedio diario (l/s)

P_f = Población futura (hab.)

D = Dotación (l/hab./día)

El día de máximo consumo hace referencia al día en el que se registra la mayor demanda de un recurso o servicio durante un año, teniendo en cuenta una serie de registros registrados en distintos días durante el año. Se refiere al día de máximo consumo y se emplea para planificar y dimensionar correctamente las infraestructuras y recursos requeridos para cubrir dicha demanda, **Fórmula 3**.

$$Q_{md} = K_1 * Q_p \quad (3)$$

$$Q_{md} = 1.3 * 3.39$$

$$Q_{md} = 4.41 \text{ l/s}$$

La hora de máximo consumo durante las 24 horas del día hace referencia al momento concreto en el que se registra el consumo más elevado de un recurso o servicio durante un lapso de 24 horas en un día. Este es el momento en el que se logra la demanda máxima y es esencial para la planificación y dimensionamiento de infraestructuras y recursos para cubrir dicha demanda en ese momento. Se determina esta hora en un día específico a través del análisis de datos y registros observados, **Fórmula 4**.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{md} \quad (4)$$

$$Q_{mh} = 1.5 * 4.41$$

$$Q_{mh} = 6.62 \text{ l/s}$$

2.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

2.6.1. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

Los tanques y depósitos de almacenamiento son elementos esenciales en el diseño de un sistema de distribución de agua, tanto por su impacto económico como por su relevancia en el funcionamiento hidráulico del sistema. Sus propósitos principales son: regular las Fluctuaciones de la Demanda, Optimizar la Operación de la Fuente de Suministro y Proporcionar Reserva para Contingencias.

En regiones con una topografía variada, es fundamental segmentar las áreas según su elevación para garantizar que las presiones se mantengan dentro de límites adecuados. Para ello, se emplean tanques o válvulas reguladoras de presión. Es crucial considerar que, en los sistemas de distribución de grandes ciudades, los tanques a menudo superan su vida útil, lo que puede ocasionar problemas como fisuras o rebosamientos, ya sea por su antigüedad o por un dimensionamiento inadecuado. La capacidad de estos tanques se establece teniendo en cuenta el volumen necesario para la regulación, la lucha contra incendios y las reservas. La ubicación planificada para el tanque dentro del barrio se sitúa en uno de los puntos más elevados de la zona. Esta elección estratégica es fundamental para asegurar que el tanque cumpla eficientemente con su función.

2.6.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL RESERVORIO

De acuerdo con la norma OS. 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, si no se calcula el volumen de regulación en el diagrama de masas, se tomará como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda. Esto se aplicará siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento esté diseñado para funcionar durante 24 horas.

[12]. Se ha calculado la capacidad de almacenamiento del proyecto para tener en cuenta los cambios y mantener la continuidad del suministro dentro del área estudiada, a pesar de las posibles interrupciones del sistema. Este análisis se fundamenta en el consumo o caudal medio diario (Q_m) como referencia principal, **Fórmula 5**.

$$Q_m = P_f * D_{ot} \quad (5)$$

$$Q_m = 1914 * 150$$

$$Q_m = 287100 \text{ l/dia}$$

Donde:

Dot: Dotación.

P_f = Población futura.

Conforme a la norma OS. 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, el volumen destinado al almacenamiento de agua potable (V) se divide en tres componentes fundamentales: el volumen de regulación, el volumen para la prevención de incendios y el volumen de reserva.

a)-Volumen de regulación (V_{reg}): es relevante mencionar que, de acuerdo con esta norma, el volumen de regulación debe ser, al menos, el 25% del consumo medio diario, según la **Fórmula 6**.

$$V = V_{reg} = 0.25 * Q_m \quad (6)$$

$$V_{reg} = 0.25 * 287100$$

$$V_{reg} = 72 \text{ m}^3$$

b)-Volumen contra incendios (V_{inc}): con una proyección de 1914 habitantes para el barrio San Isidro Este en un plazo de 20 años, tomaremos una estimación de un volumen adicional de agua para la extinción de incendios en la planificación de la red de suministro de agua potable para esta zona.

En las redes de distribución, se asignaron gastos por incidentes de incendio de 10, 16 y 32 litros por segundo, según la importancia y densidad de la zona a la que se debe suministrar. Las normativas suelen presuponer una duración del incendio de entre 2 y 4 horas, lo que conlleva la necesidad de contar con capacidad adicional. [8]

En este proyecto proyectamos un tiempo de incendio de 2 horas y un consumo de 10 litros por segundo, conforme a la **Fórmula 7**.

$$V_{inc} = 10 * 2 * 3.6 \quad (7)$$

$$V_{inc} = 72 \text{ m}^3$$

c-Volumen de reserva (V_{res}): según [7], en caso de que ocurran daños en la línea de conducción que persistan en un déficit en el suministro de agua mientras se realizan las reparaciones necesarias, se recomienda un volumen extra que permita retornar el flujo de agua hacia el reservorio de almacenamiento. En ese escenario, se puede calcular un periodo de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para establecer dicha capacidad. (Vierendel, 2009), señala que el volumen de reserva se considerará como el resultado del caudal promedio (Q_p) en una ocurrencia de 2 a 4 horas.

Tomando en cuenta una ocurrencia de 4 horas con la **Fórmula 8**, logramos:

$$V_{res} = Q_p * t \quad (8)$$

$$V_{res} = 3.39 * 4 * 3.6$$

$$V_{res} = 47 \text{ m}^3$$

Obtenemos el volumen total del reservorio con la **Fórmula 9**

$$V_{total} = V_{reg} + V_{inc} + V_{res} \quad (9)$$

$$V_{total} = 72 + 72 + 47$$

$$V_{total} = 191 \text{ m}^3$$

Para este proyecto, se considerará el volumen del reservorio de 191 m³. Esta cantidad se fundamenta en los datos obtenidos, los cuales comprenden un volumen inicial de 72 m³, una asignación para usos contra incendios de 70 m³ y una reserva extra de 49 m². Esta capacidad extra asegurará un abastecimiento apropiado de agua, tanto para el consumo cotidiano como para circunstancias de emergencia, como incendios, satisfaciendo de esta manera los requerimientos del proyecto y las demandas de la región a cubrir.

2.6.3. DISTRIBUCIÓN DE VOLUMEN ENTRE TANQUE Y RESERVORIO

Dentro del alcance del proyecto, se propuso dividir la capacidad de almacenamiento entre una cisterna y un tanque. Se presentan dos opciones de diseño que deben evaluarse en función de sus costos para determinar la solución más adecuada.

2.6.4. BOMBEO CON MÁXIMO CAUDAL HORARIO DESDE EL RESERVORIO HASTA EL TANQUE

En esta propuesta, la red de distribución opera a su máxima capacidad horaria para llevar agua desde el depósito hasta la presa. El tamaño del reservorio se limitará a lo necesario para mantener la presión adecuada en la red. Todo el volumen de agua destinado al consumo de los habitantes se almacenará en el depósito.

2.6.4.1. BOMBEO CON CAUDAL MEDIO DEL DÍA DE MAYOR CONSUMO

Para esta opción, el bombeo se dimensiona considerando el caudal promedio del día en que el consumo es más alto. Aquí, el reservorio debe tener la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades de la población. La cisterna funcionaría como la fuente de agua y la cámara de succión para el sistema de bombeo.

A medida que el reservorio se hace más grande, la cisterna se reduce en tamaño, manteniendo constante la capacidad total de almacenamiento. Este aumento en la capacidad del reservorio implica un mayor costo general. Además, conforme aumenta la capacidad del reservorio, el flujo de bombeo requerido se reduce, lo que implica una disminución en los gastos relacionados con el sistema de bombeo. Es importante destacar que la capacidad del reservorio debe ser determinada dentro del rango recomendado, que va del 10 al 20% del volumen total de regulación. [13]

2.6.4.2. FORMAS DEL RESERVORIO

Al construir un reservorio, la forma elegida no es fundamental, aunque se considera por estética y, en ocasiones, por el presupuesto. Se estudian diferentes métodos constructivos para identificar el que mejor aprovecha los materiales y ofrece la mayor eficiencia. Las estructuras cilíndricas ofrecen ventajas desde el punto de vista estructural, ya que sus paredes solo experimentan esfuerzos de tensión, lo que permite utilizar materiales de menor grosor. Sin embargo, al igual que las esféricas, su construcción implica un costo elevado debido a la complejidad del encofrado. En este diseño, las bases superior e inferior, que pueden ser planas o abovedadas, se unen a las paredes laterales. Para entornos rurales, se sugiere un diseño cilíndrico con tapas planas para reservorios de hasta 50 m³ y tapas semiesféricas para capacidades mayores, debido a su mejor comportamiento estructural. En este proyecto en particular, se planea construir un reservorio de forma circular. [14]

2.6.5. FACTORES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO

2.6.5.1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento estructural del reservorio elevado de hormigón armado proyectado para el sistema de abastecimiento de agua potable de la población en estudio se fundamenta en la cuantificación de las demandas hídricas identificadas para este proyecto. Se edificarán dos modelos de reservorios, uno enterrado y otro elevado, con capacidades de 131 m³ y 60 m³ respectivamente, lo que permitirá alojar el consumo medio diario de toda la población. Se ha fabricado en hormigón armado, la cual se considera suficiente para cubrir el consumo promedio diario de la totalidad de la población beneficiada. En este proyecto, el almacenamiento se situó en la ubicación más elevada próxima a la fuente de suministro, precisamente en 24°29'17"S, 55°40'05"O y una cota de 193618.

2.6.5.2. OBSERVACIONES GENERALES

El hormigón armado, debido a su fácil construcción, bajo costo, gran durabilidad y mantenimiento económico, es un material perfecto para la edificación de variados tipos de tanques y reservorios. Además de la resistencia estructural, el principal desafío a tratar en el diseño es su estanqueidad, lo que demanda la utilización de un revestimiento impermeable y la prevención de agrietamientos a través de una edificación y un refuerzo apropiados. Para los cálculos del tanque elevado y reservorio se ha utilizado el programa estructural CYPECAD. Las normas que sirvieron de referencia son:

-Guías Para El Diseño De Reservorios Elevados De Agua Potable [13]

-Norma Paraguaya de viento (NP N 196) [15]

-Eurocódigo 2 Diseño de Estructuras de Hormigón (Norma Europea) [16]

2.6.5.3. CRITERIOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL TANQUE ELEVADO

Se deben tener en cuenta diversos factores al diseñar un tanque, algunos vinculados con la esencia del líquido almacenado, otros con la naturaleza del suelo, el tamaño del tanque y los materiales existentes, y otros con las condiciones de exposición. [13]

-El agua almacenada en el tanque es agua potable, lo que no impacta la longevidad del hormigón, y no requerimos de revestimientos especiales, a excepción de la impermeabilización.

-En todo caso, la mejor garantía de durabilidad es la ejecución de hormigón muy denso, que necesitan un alto contenido de cemento, una relación reducida de agua/cemento y vibraciones adecuadas del hormigón vertido.

- El suelo de cimentación debe presentar características homogéneas, con el fin de prevenir eventuales asentamientos diferenciales. Por otro lado, es necesario diseñar una base que resista los asentamientos diferenciales que pudieran surgir en el terreno.

- Las características de los materiales empleados en la edificación de los reservorios de hormigón armado deben garantizar la estanqueidad y la durabilidad necesarias. Los concretos deben ser de alta calidad y compactos, con una resistencia mínima a la compresión de 210 Kg/cm² y 280 Kg/cm². Respecto a los reforzamientos, se utilizan barras de acero corrugado que poseen una resistencia de fluencia característica de 400 kg/cm².

2.6.6. CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO

2.6.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

La estructura propuesta para el tanque elevado consta de una estructura compuesta por pilares y columnas, vigas en formas rectangulares, con paredes de concreto con una losa base y otra losa de revestimiento del muro de estilo macizo. Respecto al reservorio semienterrado, se tomaron en cuenta paredes de concreto y una losa apoyada en el suelo, siendo la losa de tapa de estilo macizo.

2.6.6.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

a-Se tomaron en cuenta las condiciones siguientes para el tanque elevado de sección circular:

GEOMETRÍA	Altura interna del tanque: 3,5 m. Nivel de agua 2,9 m Diámetro interno: 5,15 m Altura total: 13,7 m
SECCIONES	Viga superior: 30 cm x 50 cm Viga intermedia: 25 cm x 50 cm Viga de fundación: 40 cm x 40 cm Columnas: 40 cm x 40 cm Espesor de losa de techo y muro del tanque: 15 cm Espesor del fondo del tanque: 20 cm (Losa maciza) Cabezales: 80cm x 180cm x 75 cm Pilotes: Ø30 cm h= 4.25 m
MATERIALES	Resistencia a la compresión del hormigón: Fck: 25 Mpa Resistencia a la tensión del acero Fyk: 400 Mpa
CARGAS	Carga viva: 100 kg/m ² sobre la losa tapa del tanque. Carga debido al peso propio del agua. Carga debido a la presión hidrostática sobre el muro.

	Carga sobre las vigas: 100 kg/m. Acción del viento de 50 m/seg.
FUNDACIÓN	Cota de fundación: -5 Carga adm. del pilote: 28 tn -Carga adm. del suelo: 0,6 kg/cm ²

TABLA 10: Condiciones establecidas para el tanque elevado

Fuente: Elaboración propia

b-Se consideraron las condiciones siguientes para el reservorio semienterrado

CARGAS	Carga Permanente: 100 kg/cm ² sobre la losa de tapa. Carga debido al peso propio del agua. Carga debido a la presión hidrostática sobre el muro. Carga debido a la presión del suelo sobre el muro.
SECCIONES	Espesor de losa de la tapa: 20 cm losa maciza. Espesor de muros: 20 cm. Espesor de losa de fondo: 20 cm losa maciza.
MATERIALES	Resistencia a la compresión del concreto $f_{ck} = 25$ MPa Resistencia a la tensión del acero $f_{yk} = 400$ MPa
FUNDACIÓN	Carga Admisible del suelo: 0,6 kg/cm ² Cota de fundación: -3,25 m.
GEOMETRÍA	Medidas: 7,1 m x 7,1 m x 3,75 m

TABLA 11: Condiciones establecidas para el reservorio semienterrado

Fuente: Elaboración propia

Se adjuntan los cálculos en el Anexo (consultar en profundidad la hoja de cálculo estructural y los planos). Estos valores se tomaron en base al estudio de suelo, ensayo SPT y características del suelo realizado en el lugar para este proyecto. Es fundamental realizar estos cálculos y planos para garantizar la resistencia, estabilidad y el correcto funcionamiento de los reservorios, teniendo en cuenta tanto los materiales empleados como las cargas y dimensiones del diseño.

2.6.7. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Las fuentes de suministro de agua son los sitios o métodos que permiten obtener el abastecimiento de agua para cubrir las necesidades humanas. Podrían clasificarse en diversas categorías, tales como fuentes superficiales (ríos, lagos, presas), fuentes subterráneas (acuíferos, pozos) o fuentes alternativas (recolección de agua, desalinización). Estas fuentes suministran el agua requerida para el consumo humano, la agricultura, la industria y otras aplicaciones, y son esenciales para garantizar el acceso a agua potable y el progreso de las comunidades. En este proyecto la fuente de abastecimiento que se utilizará será un pozo existente que se encuentra en el lugar del proyecto. El análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua existente en el pozo podemos observarla en la **Figura 6** [17]. La Junta de Saneamiento cumple con los requisitos de la ERSSAN (el organismo regulador de servicios sanitarios de Paraguay), según lo establecido por la Ley 1614/00. Esta ley regula el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario. Sus propósitos son regular la prestación de estos servicios, monitorear la calidad y eficiencia del servicio, proteger los intereses de los usuarios y supervisar que las normativas se apliquen correctamente dentro de su ámbito de competencia [18]. El pozo tubular profundo a utilizar cuenta con las siguientes características según el informe obtenido que podemos ver en la **Figura 7**. [19]

2.6.8. LINEAS DE CONDUCCIÓN

Las líneas de conducción son los conductos, generalmente tuberías, que se utilizan para transportar fluidos, principalmente agua, desde una fuente de captación (como un pozo, río o embalse) hasta un punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), un tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

2.6.8.1. TIPOS DE LINEAS DE CONDUCCIÓN

-Líneas de conducción por gravedad: en este tipo, el agua fluye debido a la diferencia de elevación entre la fuente y el punto de entrega. Se aprovecha la energía potencial gravitatoria, lo que implica menores costos de operación al no requerir bombeo constante.

- Líneas de conducción por bombeo: cuando la fuente de agua se encuentra a una elevación inferior al punto de entrega o cuando se requiere un caudal o presión mayor, se utilizan bombas para impulsar el agua a través de la tubería.

-Líneas de conducción mixtas: en algunos casos, se combina el bombeo en una primera etapa para elevar el agua a un punto intermedio (como un tanque elevado), desde donde continúa su recorrido por gravedad.

2.6.8.2. DISEÑO DE LINEAS DE CONDUCCIÓN

-Caudal de diseño: Establecido basándose en la demanda presente y futura del lugar de entrega.

-Elección del diámetro de la tubería: Se efectúa a través de cálculos hidráulicos (como las ecuaciones de Hazen-Williams o Darcy-Weisbach) con el fin de asegurar el caudal necesario con pérdidas de carga aceptables y velocidades que se encuentren dentro de los límites sugeridos (usualmente entre 0.6 y 3.0 m/s).

-Selección del material de la tubería: Teniendo en cuenta la presión laboral, la capacidad de resistir la corrosión, la durabilidad, el costo y las condiciones de instalación.

-Establecimiento de la trayectoria: Buscando el camino más asequible y seguro, ajustándose al perfil del terreno tanto como sea posible para reducir la necesidad de bombeo y excavaciones complicadas.

-Estimación de las pérdidas de carga: Para calcular la energía requerida para resistir la fricción en la tubería y las pérdidas locales en componentes y válvulas.

-Análisis de presiones: Es crucial mantener las presiones operativas dentro de los límites de resistencia de la tubería y prevenir presiones excesivas que puedan provocar daños.

-Evaluación de golpe de ariete: se realiza para anticipar las sobrepresiones provocadas por alteraciones bruscas en el flujo y elaborar sistemas de resguardo.

2.6.9. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras encargadas de transportar el agua potable desde los depósitos o las instalaciones de tratamiento hasta los lugares de consumo de los usuarios (residencias, comercios, industrias, etc.) y hasta los hidrantes para la prevención de incendios. En la planificación de la red de distribución, es imprescindible establecer la localización inicial del reservorio de almacenamiento con el propósito de garantizar un abastecimiento de agua apropiado en cuanto a cantidad y presión en cada punto de la red. Las medidas de agua requeridas se han determinado teniendo en cuenta las reservas necesarias, y el diseño de la red se ha llevado a cabo considerando las condiciones más propicias. Para ello, se han analizado las variaciones en el consumo, teniendo en cuenta el consumo máximo horario (Q_{mh}). De esta manera, el diseño de la red de distribución (**Figura 8**), se basa en garantizar que todos los usuarios de la población puedan recibir el agua necesaria en los momentos de mayor demanda,

asegurando así un suministro eficiente y satisfaciendo las necesidades de todos los usuarios en términos de cantidad y presión del agua, como se ve en la **TABLA 12**. [20]

2.6.10. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño son los criterios técnicos, económicos y sociales que se deben considerar al planificar y diseñar una red de distribución de agua potable para asegurar un suministro eficiente, seguro y confiable a los usuarios. Estos parámetros varían según las normativas locales, las características de la población y la zona de servicio. Algunos de estos criterios son:

- Crear la red teniendo en cuenta dos condiciones de operación: cubrir la demanda del consumo máximo horario y satisfacer el consumo máximo diario, además de satisfacer las necesidades para luchar contra incendios.
- Determinar las áreas de servicio y las áreas de crecimiento demográfico.
- Efectuar un estudio topográfico exhaustivo.
- Tener en cuenta la naturaleza del terreno y las particularidades de la capa de rodadura.
- Utilizar fórmulas lógicas para la determinación hidráulica de las tuberías, en la que el coeficiente de fricción del PVC sea de 150 de acuerdo con la fórmula de Hazen-William.

La ecuación de Hazen-Williams es una fórmula empírica que relaciona el flujo de agua en una tubería con las propiedades físicas de la tubería y la pérdida de presión causada por la fricción. Esta ecuación tiene sus limitaciones bien definidas. Funciona solo para agua y en un rango de temperatura bastante ajustado, entre 5 °C y 25 °C. Además, se sugiere usarla para tuberías con diámetros entre 50,8 mm y 1,83 metros. Su precisión es mayor cuando el agua fluye a velocidades menores de 3,05 metros por segundo y es más adecuada para flujos laminares o en transición, siendo menos exacta en condiciones de turbulencia.

$$h = 10,674 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot L$$

Fórmula de Hazen-Williams para calcular las pérdidas por fricción en tuberías. [21]

Asegurar que el diámetro de las tuberías garantice el flujo y la presión correcta en toda la red, con un mínimo de 3 pulgadas de diámetro nominal en las redes principales.

2.6.11. TIPOS DE REDES

- Redes Abiertas o Ramificadas
- Malladas o Redes Cerradas
- Redes Combinadas

La elección del tipo de red de distribución depende de diversos factores, como la topografía del terreno, la densidad de población, la planificación urbana, los costos de inversión y mantenimiento, y los requerimientos de confiabilidad del suministro.

2.6.12. PRESIONES EN LAS REDES DE DISTRIBUCION

Se autorizarán presiones que se encuentren dentro del rango siguiente:

- ✓ Mínima presión = 10 m.c.a
- ✓ Máxima presión = 50 m.c.a

m.c.a: metros de columna de agua, también conocidos como mH₂O.

2.6.13. MATERIALES PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se utilizarán tuberías de PVC.

2.6.14. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias son las derivaciones de la red de distribución principal que se encargan de suministrar agua potable a cada vivienda o edificio individual. Estas conexiones son cruciales para llevar el agua desde la red general hasta el punto de consumo del usuario. Usualmente, una conexión de agua potable en el hogar incluye estas conexiones:

- 1-Conexión Inicial: Es el punto donde tu casa se engancha a la red principal del servicio. Esto puede ser con una pieza en forma de T (que desvía el flujo directamente) o una abrazadera (que "pincha" la tubería principal para sacar una derivación).
2. Recorrido Exterior: Esta es la línea que va desde el punto de conexión en la calle hasta la entrada de tu casa. Es el "camino" por donde el agua o el gas viajan hacia tu propiedad.
3. Control de Entrada: en la entrada de tu casa hay una válvula o llave de paso. Su función es permitirte cortar por completo el suministro del servicio a tu hogar, lo cual es útil para emergencias o mantenimiento.
4. Distribución Interna: una vez que el servicio entra a tu casa, esta parte incluye todas las tuberías y cañerías internas que distribuyen el agua o el gas a los distintos puntos donde los usas (grifos, duchas, cocina, etc.).

2.6.15. DIÁMETROS DE TUBERÍAS

Se utilizarán tuberías de 75 mm, 50 mm y 20 mm.

2.6.16. PUNTOS DE CONTROL

En un sistema de distribución de agua potable, los puntos de control son ubicaciones estratégicas donde se realizan mediciones, monitoreos y ajustes para asegurar el correcto funcionamiento, la calidad del agua y la eficiencia del sistema. Estos puntos son esenciales para la gestión y el mantenimiento de la red. [22]

1-Control de Caudal y Presión: para este punto podemos encontrar las estaciones de bombeo, válvulas de control de presión, medidores de caudal y puntos de toma de presión.

2-Control de Calidad del Agua: plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), tanques de almacenamiento los puntos de muestreo en la red de distribución

3-Control Operacional y de Mantenimiento: válvulas de seccionamiento, cámaras de inspección de tuberías y sistemas de detección de fugas.

2.6.17. BOMBAS

Las bombas son componentes esenciales en un sistema de distribución de agua potable. Su función principal es proporcionar la energía necesaria para mover el agua desde la fuente de suministro (pozos, ríos, embalses) a través de las tuberías de la red de distribución hasta los puntos de consumo (viviendas, comercios, industrias). [22]

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. RESULTADOS

La investigación llevada a cabo para determinar el suministro de agua requerido para los residentes del Barrio San Isidro Este de Curuguay arrojó datos esenciales sobre las necesidades y los recursos para garantizar un abastecimiento apropiado de agua potable. Los cálculos indican que la población objetivo ideal para este estudio es de 1914 habitantes. Para poder suministrar a esta cantidad de habitantes, se calculó que se necesita un volumen total de agua de 191 m³ entre el tanque elevado y el reservorio subterráneo. Este volumen se distribuirá en un tanque elevado de 60 m³ y un reservorio semienterrado de 131 m³. Se definió que el caudal mínimo que el tanque debe entregar a la red es de 6,75 l/s. Para cubrir esta necesidad el reservorio principal se alimentará de 1 pozo existente en el lugar del proyecto que cuenta con las características suficientes para abastecer el caudal necesario por hora del cual necesita la comunidad [19]. Estos datos resaltan la importancia de crear una infraestructura eficiente y funcional para asegurar un suministro constante de agua potable que cubra las necesidades de la población óptima identificada en el Barrio San Isidro Este de Curuguay.

La asignación actual de recursos y la programación del bombeo demuestran claramente un enfoque estratégico para garantizar un suministro de agua constante y adecuado para el barrio de San Isidro Este en Curuguay. Se utilizarán dos bombas de 7,5 Hp uno en operación y otro para reserva, esta distribuirá a la comunidad el agua por sistema de gravedad. En las tuberías se utilizará un sistema abierto con tuberías principales de 75 mm, tuberías secundarias de 50 mm y tuberías terciarias de 20 mm, serán de PVC.

Otros aspectos a considerar incluyen la capacidad del sistema para gestionar la demanda máxima, la eficiencia energética de las bombas y la posibilidad de expansión futura para adaptarse al crecimiento poblacional.

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

3.2. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA

CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO						
DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE						
DESCRIPCIÓN DE RUBROS TOTALES						
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (IVA INCLUIDO)	SUBTOTAL (IVA INCLUIDO)	TOTAL (IVA INCLUIDO)
1	TANQUE ELEVADO	gl	1	₡ 310.781.624	₡ 310.781.624	
2	RESERVORIO	gl	1	₡ 285.906.282	₡ 285.906.282	
3	CASETA	gl	1	₡ 42.997.395	₡ 42.997.395	
4	RED DE DISTRIBUCIÓN	gl	1	₡ 431.133.700	₡ 431.133.700	
TOTAL GENERAL EN GUARANÍES						G 1.070.819.001
DÓLAR ACTUAL EN GUARANÍES						G 7.976
TOTAL EN DÓLARES						\$ 134.247

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ✓ El proyecto será una infraestructura esencial que proporcionará al barrio San Isidro Este el suministro de agua potable impulsando el desarrollo integral de esta comunidad, mejorando la salud, la economía y el bienestar general de sus habitantes.
- ✓ En los cálculos para un sistema eficiente, la red de distribución se diseñó utilizando una combinación de tuberías de 20 mm, 50 mm y 75 mm, esta selección permitirá establecer toda la infraestructura de distribución.
- ✓ Para garantizar un suministro de agua adecuado, se instalarán dos tanques de almacenamiento de H^oA^o, uno elevado (60 m³) y otro semienterrado (131 m³). La elección de esta configuración dual se debe a las condiciones topográficas específicas de la zona, permitiendo una distribución eficiente del recurso.
- ✓ Se instalarán dos motobombas de 7.5 hp, encargadas de elevar el agua hacia los tanques de almacenamiento (uno en operación y otro de reserva). Una vez allí, el suministro se distribuirá a la comunidad mediante un eficiente sistema de gravedad.
- ✓ Mediante cálculos en el software WaterCAD, se tomaron las presiones ideales para garantizar un suministro de agua potable constante y de alta calidad.
- ✓ El Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable podrá para satisfacer las demandas actuales del Barrio San Isidro Este. Además, la infraestructura se ha planificado pensando en el crecimiento futuro, permitiendo su expansión a otras zonas según sea necesario.

4.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Al diseñar las redes, es crucial anticipar y considerar las futuras expansiones.
- ✓ Para optimizar la distribución hídrica, es imprescindible validar las presiones máximas en los nodos críticos e inferiores de la red ya que es fundamental para la ubicación estratégica de las estructuras de almacenamiento, garantizando una presión de servicio adecuada para todos los usuarios.
- ✓ Una vez finalizada la construcción, es imprescindible calibrar el sistema de distribución de agua potable, como realizar pruebas de calidad de agua y monitorear periódicamente.
- ✓ Para el diseño de redes mixtas de gran escala, se recomienda utilizar software con entorno CAD. Estas herramientas no solo simplifican el proceso de diseño, sino que también facilitan la verificación y optimización de la red, lo que conduce a un diseño más preciso y eficiente.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. I. A. Aldama, «“Propuesta de Abastecimiento de Agua Potable para la Compañía de Carandaty Distrito de Coronel Oviedo”,» Coronel Oviedo, 2023.
- [2] F. L. A. C. y. G. B. P. Vera, «“Propuesta de Ampliación de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de la Junta de Saneamiento del Barrio Centenario-Caaguazú”,» Caaguazú, 2024.
- [3] J. S. Alonso, «“Proyecto de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Togo”,» 2007.
- [4] G. Earth.
- [5] J. Badillo, Mecánica de suelos-Tomo 1.
- [6] E. W. Steel, Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado-Edición Española, Gustavo Gili, 1981.
- [7] S. A. R., Abastecimiento de Agua-Teoría y Diseño, 1978.
- [8] Vierendel, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, 2009.
- [9] SUNNAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento).
- [10] OMS (Organización Mundial de la Salud).
- [11] R. A. Pittman, Agua Potable Para Poblaciones Rurales, Lima, 1997.
- [12] Norma OS.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.
- [13] Guías para el Diseño de Reservorios Elevados de Agua Potable.
- [14] Circular Concrete Tanks Without Prestressing USA, 1993.
- [15] Norma Paraguaya de Viento (NP 196).
- [16] Eurocódigo 2 Diseño de Estructuras de Hormigón (Norma Europea).
- [17] Junta de Saneamiento Curuguay, Curuguay.
- [18] E. -. (. r. d. S. Sanitarios).
- [19] P&H PERFORACIONES, Ciudad del Este.
- [20] WaterCad.
- [21] Ecuación de Hanze Williams para Diseño de Tuberías.
- [22] J. Saldarriaga, Hidráulica de Tuberías-3era Edición.

CAPITULO V

5. ANEXOS

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DETALLADO DE LA OBRA

PRESUPUESTO DE OBRA-DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE						
DESCRIPCIÓN DE RUBROS PARA TANQUE ELEVADO						
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (IVA INCLUIDO)	SUBTOTAL (IVA INCLUIDO)	TOTAL (IVA INCLUIDO)
1 TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Limpieza del área de trabajo	m2	26.44	€ 10.000	€ 264.400	
1.2	Marcación y replanteo	m2	26.44	€ 9.500	€ 251.180	
						€ 515.580
2 EXCAVACIONES						
2.1	Excavación para cimentación	m3	16.91	€ 69.500	€ 1.175.245	
						€ 1.175.245
3 ESTRUCTURA DE H°A°						
3.1	Hormigón pobre	m3	9.89	€ 908.250	€ 8.982.593	
3.2	Pilotes de H°A°	m3	1.42	€ 3.958.000	€ 5.620.360	
3.3	Cabezales de H°A°	m3	4.32	€ 3.958.000	€ 17.098.560	
3.4	Columnas de H°A°	m3	7.98	€ 4.832.000	€ 38.559.360	
3.5	Losas de H°A°	m3	6.91	€ 4.832.000	€ 33.389.120	
3.6	Vigas de H°A°	m3	5.16	€ 4.832.000	€ 24.933.120	
3.7	Muros de H°A°	m3	15.12	€ 4.832.000	€ 73.059.840	
						€ 201.642.953
4 PINTURAS						
4.1	Pintura exterior acrílica con sellador incluido para tanque elevado	m2	332.15	€ 178.500	€ 59.288.775	
						€ 59.288.775
5 AISLACIÓN						
5.1	Impermeabilización con mortero cementicio SikaTop Seal	m2	157.58	€ 188.150	€ 29.648.677	
						€ 29.648.677
6 ESCALERA						
6.1	Escalera metálica	gl	1	€ 14.253.500	€ 14.253.500	
						€ 14.253.500
7 LIMPIEZA FINAL						
7.1	Limpieza del terreno (tanque elevado)	gl	1	€ 4.256.894	€ 4.256.894	
						€ 4.256.894
TOTAL GENERAL						€ 310.781.624

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

PRESUPUESTO DE OBRA-DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE						
DESCRIPCIÓN DE RUBROS PARA RESERVORIO						
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (IVA INCLUIDO)	SUBTOTAL (IVA INCLUIDO)	TOTAL (IVA INCLUIDO)
1 TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Limpieza del área de trabajo	m2	21.41	¢ 10.000	¢ 214.100	
1.2	Marcación y replanteo	m2	21.41	¢ 9.500	¢ 203.395	
						¢ 417.495
2 EXCAVACIÓN						
2.1	Excavación para el reservorio	m3	235.41	¢ 69.500	¢ 16.360.995	
						¢ 16.360.995
3 ESTRUCTURA DE H°A°						
3.1	Hormigón pobre	m3	3.72	¢ 914.250	¢ 3.401.010	
3.2	Losa Tapa de H°A°	m3	11.08	¢ 3.958.000	¢ 43.854.640	
3.3	Losa Fondo de H°A°	m3	11.51	¢ 3.958.000	¢ 45.556.580	
3.4	Muros de H°A°	m3	27.28	¢ 4.588.000	¢ 125.160.640	
3.5	Viga de H°A°	m3	3.88	¢ 4.588.000	¢ 17.801.440	
						¢ 235.774.310
4 PINTURAS						
4.1	Pintura exterior acrílica con sellador incluido	m2	53.96	¢ 178.500	¢ 9.631.860	
						¢ 9.631.860
5 AISLACIÓN						
5.1	Impermeabilización con mortero cementicio SikaTop Seal	m2	98.61	¢ 188.150	¢ 18.553.472	
						¢ 18.553.472
6 LIMPIEZA						
6.1	Limpieza final del terreno (reservorio)	gl	1	¢ 5.168.150	¢ 5.168.150	
						¢ 5.168.150
TOTAL GENERAL						¢ 285.906.282

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

PRESUPUESTO DE OBRA-DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE						
DESCRIPCIÓN DE RUBROS PARA LA RED						
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (IVA INCLUIDO)	SUBTOTAL (IVA INCLUIDO)	TOTAL (IVA INCLUIDO)
1 EXCAVACIÓN						
1.1	Excavación para cañerías	m3	876	₡ 69.800	₡ 61.144.800	
						₡ 61.144.800
2 CAÑERÍAS						
2.1	Cañería de PVC 3/4 pulg	ml	1220	₡ 45.200	₡ 55.144.000	
2.2	Cañería PVC de 2 pulg	ml	1754	₡ 58.500	₡ 102.609.000	
2.3	Cañería de PVC 3 pulg	ml	888	₡ 76.800	₡ 68.198.400	
						₡ 170.807.400
3 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS						
3.1	Tablero de Control trifásico	gl	1	₡ 20.958.000	₡ 20.958.000	
3.2	Motobomba Centrífuga de 7.5 Hp	unidad	2	₡ 13.958.000	₡ 27.916.000	
3.3	Conexiones hidráulicas para bajada Tanque Elevado (con accesorios y caños)	gl	1	₡ 9.350.500	₡ 9.350.500	
3.4	Válvula Chek	unidad	2	₡ 557.000	₡ 1.114.000	
3.5	Válvula Reguladora de presión	unidad	1	₡ 10.880.000	₡ 10.880.000	
3.6	Medidor de agua domiciliarias	unidad	220	₡ 410.000	₡ 90.200.000	
3.7	Rele p/ tablero con sensores y accesorios	unidad	2	₡ 5.750.000	₡ 11.500.000	
3.8	Dosificador de cloro con tanque de 1 m3, bomba centrífuga y colocaciones	unidad	1	₡ 10.485.000	₡ 10.485.000	
3.9	Boya eléctrica, tubos de ventilación y accesorios	gl	1	₡ 9.520.000	₡ 9.520.000	
						₡ 191.923.500
4 LIMPIEZA FINAL						
4.1	Limpieza final del trabajo en red	gl	1	₡ 7.258.000	₡ 7.258.000	
						₡ 7.258.000
TOTAL GENERAL						₡ 431.133.700

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

PRESUPUESTO DE OBRA-DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE						
DESCRIPCIÓN DE RUBROS PARA CASETA						
ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (IVA INCLUIDO)	SUBTOTAL (IVA INCLUIDO)	TOTAL (IVA INCLUIDO)
1 TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Limpieza del área de trabajo	m2	23.79	¢ 4.500	¢ 107.055	
1.2	Cartel de Obra	unidad	1	¢ 578.520	¢ 578.520	
1.3	Obrador	gl	1	¢ 5.580.000	¢ 5.580.000	
1.4	Marcación y Replanteo	m2	22.19	¢ 4.500	¢ 99.855	
						¢ 6.365.430
2 EXCAVACIÓN						
2.1	Excavación para cimiento	m3	5.93	¢ 68.500	¢ 406.205	
						¢ 406.205
3 CIMENTACIÓN						
3.1	Cimiento de piedra bruta 40x70 cm	m2	1.18	¢ 65.000	¢ 76.700	
						¢ 76.700
4 ESTRUCTURA DE H°A°						
4.1	Piso de H°A° con pulido y sellador	m3	1.12	¢ 3.612.000	¢ 4.045.440	
4.2	Pilares de H°A°	m3	0.31	¢ 3.112.000	¢ 964.720	
4.3	Vigas de H°A°	m3	0.78	¢ 3.112.000	¢ 2.427.360	
4.3	Losa de H°A°	m3	3.01	¢ 3.112.000	¢ 9.367.120	
						¢ 14.377.280
5 MAMPOSTERÍA						
5.1	Nivelación de Ladrillo común	m2	3.04	¢ 164.500	¢ 500.080	
5.2	Elevación 0.15 Ladrillo común	m2	7.3	¢ 148.200	¢ 1.081.860	
						¢ 1.581.940
6 REVOQUES						
6.1	Revoque interior a 2 capas	m2	97.28	¢ 45.000	¢ 4.377.600	
						¢ 4.377.600
7 PINTURAS						
7.1	Interior sobre paredes con enduido	m2	48.64	¢ 58.000	¢ 2.821.120	
7.2	Exterior sobre paredes con enduido	m2	48.64	¢ 58.000	¢ 2.821.120	
						¢ 5.642.240
8 ABERTURAS						
8.1	Provisión y colocación de puertas metálicas	unidad	1	¢ 2.500.000	¢ 2.500.000	
8.2	Provisión y colocación de ventanas metálicas	unidad	1	¢ 1.000.000	¢ 1.000.000	
						¢ 3.500.000
9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA						
9.1	Implementación y suministro de conductores dimensionados para la carga del lugar.	gl	1	¢ 3.300.000	¢ 3.300.000	
9.2	Suministro e implementación de aparatos de iluminación para toda la zona.	gl	1	¢ 1.850.000	¢ 1.850.000	
						¢ 5.150.000
10 LIMPIEZA FINAL						
10.1	Limpieza final caseta	gl	1	¢ 1.520.000	¢ 1.520.000	
						¢ 1.520.000
TOTAL GENERAL						¢ 42.997.395

HOJAS DE CÁLCULOS

Cálculo de pilotes

TANQUE ELEVADO DE BASE CIRCULAR

Método Decourt-Quaresma

1. Ensayo SPT

Según Informe Geotécnico realizado por la Ing. Carlos R. Bellasai S. en fecha 28/08/2011

Los valores SPT menores a 3, deben ser considerados iguales a 3 los mayores a 50 deben ser considerados iguales a 50.

Out[11]: 5

2. Datos del pilote

Diámetro a considerar: $D = 0.30\text{m}$;
Longitud del pilote: $L = 5.00\text{m}$

3. Condiciones del pilote

Out[14]:

Tipo de suelo	
0	Arcilla
1	Limo arcilloso
2	Limo arenoso
3	Arena

Out[15]:

	Tipo de perforación
0	Clavada
1	Excavada general (tipo Strauss)
2	Excavada con bentonita
3	Hélice continua
4	Raíz
5	Inyectada bajo altas presiones

3.1. Tipo de suelo en la punta del pilote

Limo arenoso

3.2. Tipo de suelo en el fuste lateral

Limo arenoso

3.3. Tipo de perforación

Excavada general (tipo Strauss)

4. Resistencia de Punta

$$R_p = \alpha \cdot r_p \cdot A_p$$

$$r_p = K \cdot N_p$$

4.1. Valores de α (Quaresma et al, 1996)

Out[30]:

	Clavada	Excavada general (tipo Strauss)	Excavada con bentonita	Hélice continua	Raíz	Inyectada bajo altas presiones
Arcilla	1.0	0.85	0.85	0.3	0.85	1.0
Limo arcilloso	1.0	0.60	0.60	0.3	0.60	1.0
Limo arenoso	1.0	0.60	0.60	0.3	0.60	1.0
Arena	1.0	0.50	0.50	0.3	0.50	1.0

Para este caso:

SUELO EN PUNTA: Limo arenoso

PERFORACIÓN: Excavada general (tipo Strauss)

$\alpha = 0.60$ (adimensional)

4.2. Valores de K (Decourt & Quaresma, 1978)

Out[32]:

$[kN/m^2]$	K
Arcilla	120
Limo arcilloso	200
Limo arenoso	250
Arena	400

Para este caso:
SUELO: Limo arenoso
K= 250 kN/m2

4.3. Obtención de N_p como promedio de los 3 valores SPT alrededor de la punta del pilote

$N_p = 25.0$ (golpes)

4.4. Área de la punta del pilote

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4}$$

$A_p = 706.86 \text{ cm}^2$

4.5. Resistencia unitaria de punta

$$r_p = K \cdot N_p$$

$r_p = 6250.0 \text{ kN/m}^2$

4.6. Resistencia de Punta

$$R_p = \alpha \cdot r_p \cdot A_p$$

$R_p = 265.07 \text{ kN}$

5. Resistencia lateral

$$R_l = \beta \cdot r_l \cdot A_l$$

$$r_l = 10 \cdot \left(\frac{N_l}{3} + 1 \right)$$

5.1. Cálculo de N_l

Tomamos todos los valores SPT menos los tres que rodean la punta

Out[38]:

	SPT
0	23.0
1	25.0
2	27.0

El promedio de la serie anterior es:

$$N_l = 25.0 \text{ (golpes)}$$

5.2. Fricción lateral unitaria en kN/m^2

$$r_l = 10 \left(\frac{N_l}{3} + 1 \right)$$

$$r_l = 93.33 \text{ kN/m}^2$$

5.3. Área lateral en m^2

$$A_l = 4.71 \text{ m}^2$$

5.4. Obtención del coeficiente de fricción β

Valores de β (Quaresma et al, 1996)

Out[42]:

	Clavada	Excavada general (tipo Strauss)	Excavada con bentonita	Hélice continua	Raíz	Inyectada bajo altas presiones
Arcilla	1.0	0.85	0.90	1.0	1.5	3.0
Limo arcilloso	1.0	0.65	0.75	1.0	1.5	3.0
Limo arenoso	1.0	0.65	0.75	1.0	1.5	3.0
Arena	1.0	0.50	0.60	1.0	1.5	3.0

Para este caso:

SUELO LATERAL: Limo arenoso

PERFORACIÓN: Excavada general (tipo Strauss)

$\beta = 0.65$ (adimensional)

5.5. Resistencia lateral

$$R_l = \beta \cdot r_l \cdot A_l$$

$R_l = 285.88$ kN

6. Resistencia Total

$$P_{adm} = P_{punta} + P_{lat}$$

Donde:

$$P_{punta} = \frac{R_p}{\gamma_p}$$

$$P_{lat} = \frac{R_l}{\gamma_l}$$

Coefficiente de seguridad para la capacidad por punta: $\gamma_p = 4$

Coefficiente de seguridad para la capacidad en fricción lateral: $\gamma_l = 1.3$

6.1. Resistencia admisible por punta

$$P_{punta} = \frac{R_p}{\gamma_p}$$

$P_{punta} = 66.27$ kN

6.2. Resistencia admisible por fricción lateral

$$P_{lat} = \frac{R_l}{\gamma_l}$$

$P_{lat} = 219.91$ kN

6.3. Resistencia admisible total

$$P_{adm} = P_{punta} + P_{lat}$$

$P_{adm} = 286.18$ kN

6.4. Condición de Norma NBR6122, sección 8.2.1.2:

En el caso específico de pilotes excavados, la carga admisible debe ser como máximo 1,25 veces la resistencia lateral calculada a ruptura, o sea, como máximo 20% de la carga admisible puede ser soportada por la punta del pilote

$$P_{adm} \leq 1,25 \times P_{lat}$$

Para cumplir con la condición anterior, la carga admisible en el pilote debe ser:

CARGA ADMISIBLE: 275kN o 28.0ton

Diametro: 0.30m

Longitud: 5.00m

7. Armado de los pilotes

7.1. Armadura longitudinal

Área de la sección bruta (95% de la sección transversal)

$A_c = 671.52 \text{ cm}^2$

Cuantía mínima (Norma UNE EN-1536) = 0.5%

$A_s = 3.36 \text{ cm}^2$

Adoptamos

6 varillas de 10mm = 4.71 cm²

7.2. Armadura transversal

Criterios de la Norma EHE-08

Diámetro mínimo = 1/4 diámetro varilla longitudinal

Separación máxima = 15 veces el diámetro de la varilla longitudinal

Estribos de 6mm cada 15.0cm

Out[58]:

COMPROBACIÓN DE PILOTES

1.- INTERACCIÓN ENTRE LOS PILOTES

Cuando los pilotes se coloquen en varias filas, se debería evaluar la acción sobre cada pilote teniendo en cuenta la interacción entre los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (4)).

Se puede ignorar esta interacción cuando la distancia libre entre pilotes es mayor que dos veces el diámetro del pilote (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (5)).

$$700.0 \text{ mm} \geq 600.0 \text{ mm} \checkmark$$

donde:

Distancia libre entre pilotes : 700.0 mm
Diámetro del pilote : 300.0 mm

2.- DIÁMETRO MÍNIMO DE BARRA

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes. Se debería disponer un diámetro mínimo de barra \varnothing_{\min} (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

NOTA El valor de \varnothing_{\min} para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 8 mm.

$$12.0 \text{ mm} \geq 8.0 \text{ mm} \checkmark$$

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Cumple
Viga - Armado inferior	12.0	✓

3.- SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

La distancia libre (horizontal y vertical) entre barras aisladas paralelas o capas horizontales de barras paralelas no debe ser menor que el máximo entre: $k_1 \cdot (\text{diámetro de la barra})$, $(d_g + k_2 \text{ mm})$, o 20 mm, donde d_g es el tamaño máximo del árido (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.2(2)).

NOTA El valor de k_1 y k_2 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. Los valores recomendados son 1 mm y 5 mm, respectivamente.

Tamaño máximo del árido: 15.0 mm

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Distancia libre (mm)		
Viga - Armado inferior	12.0	110.8	$110.8 \text{ mm} \geq 20.0 \text{ mm}$	✓
Viga - Armado superior	12.0	110.8	$110.8 \text{ mm} \geq 20.0 \text{ mm}$	✓
Viga - Estribos horizontales	12.0	87.7	$87.7 \text{ mm} \geq 20.0 \text{ mm}$	✓
Viga - Estribos verticales	12.0	56.5	$56.5 \text{ mm} \geq 20.0 \text{ mm}$	✓

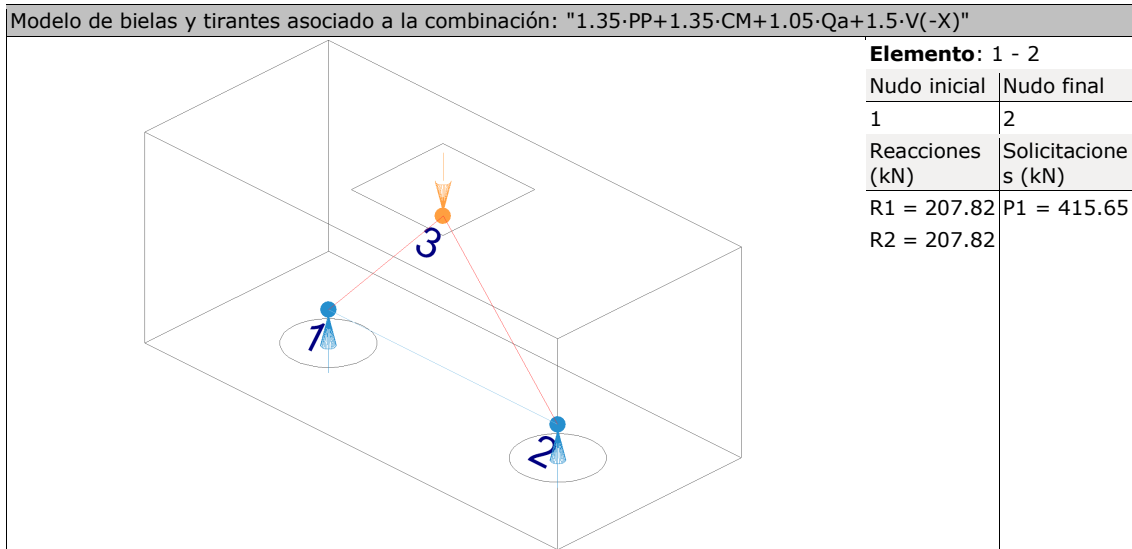
4.- RECUBRIMIENTO DE HORMIGÓN

En el caso de hormigón encofrado con superficies irregulares, generalmente se debería aumentar el recubrimiento nominal en el proyecto para incluir mayores desviaciones. El aumento debería cumplir con la diferencia producida por las irregularidades, pero el recubrimiento nominal debería ser al menos k_1 mm para hormigón encofrado contra un terreno preparado (incluido el cegado) y k_2 mm para hormigón encofrado directamente contra el suelo (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 4.4.1.3(4)).

NOTA Los valores de k_1 y k_2 para su uso en cada Estado pueden encontrarse en su anexo nacional. Los valores recomendados son de 40 mm y 75 mm.

Cara		Cumple
Inferior	40.0 mm \geq 40.0 mm	✓
Superior	40.0 mm \geq 40.0 mm	✓
Lateral	75.0 mm \geq 75.0 mm	✓

5.- ANCLAJE DE LA ARMADURA LONGITUDINAL



El anclaje de la armadura en los nudos sometidos a compresión y tracción empieza al principio del nudo, por ejemplo, en el caso de un anclaje de un apoyo empieza en su cara interna (véase la figura 6.27). La longitud del anclaje se debería extender sobre la longitud total del nudo. En ciertos casos, la armadura puede estar anclada también después del nudo. Para anclaje y doblado de armadura, véase desde el apartado 8.4 hasta el apartado 8.6 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(7)).

$$463.00 \text{ mm} \geq 177.10 \text{ mm} \quad \checkmark$$

donde:

l_b : Longitud de anclaje disponible

l_b : 463.00 mm

Como una alternativa simplificada al punto (1) del apartado 8.4.4, se puede disponer una longitud de anclaje equivalente, $l_{b,eq}$, en lugar de los anclajes en tracción de ciertas formas que se indican en la figura 8.1. Se define $l_{b,eq}$ en esta figura y se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.4(2)):

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

- $\alpha_1 l_{b,rqd}$ para formas indicadas en la figura 8.1b a 8.1d (véase la tabla 8.2 para los valores de α_1).

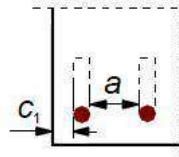
$$l_{b,eq} : \underline{177.10} \text{ mm}$$

α_1 evalúa el efecto de la forma de las barras suponiendo un recubrimiento adecuado (véase la figura 8.1).

Tipo de anclaje : Patilla

α_1 : 0.7

$$c_d : \underline{55.4} \text{ mm}$$



a: 110.8 mm
c₁: 75.0 mm

$l_{b,rqd}$ se calcula a partir de la ecuación (8.3).

$$l_{b,rqd} : \underline{253.00} \text{ mm}$$

Donde σ_{sd} es la tensión de cálculo de la barra en la posición a partir de la cual se mide el anclaje.

\emptyset : 12.0 mm

σ_{sd} : 285.05 MPa

El valor de cálculo de la tensión última de adherencia f_{bd} para barras corrugadas se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.2(2)):

$$f_{bd} : \underline{3.38} \text{ MPa}$$

donde:

f_{ctd} : es el valor de cálculo de la resistencia del hormigón a tracción conforme al punto (2)P del apartado 3.1.6.

$$f_{ctd} : \underline{1.03} \text{ MPa}$$

γ_c : es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

α_{ct} : Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a tracción y los efectos desfavorables, consecuencia de la forma en que se aplica la carga.

$$\alpha_{ct} : \underline{1.00}$$

NOTA El valor de α_{ct} para su uso en cada Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1,0.

$$f_{ctk,0,05} : \underline{1.55} \text{ MPa}$$

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

f_{ctm}: Valor medio de la resistencia del hormigón a tracción. **f_{ctm}** : 2.21 MPa

f_{cm}: Valor medio de la resistencia a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica. **f_{cm}** : 28.00 MPa

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. **f_{ck}** : 20.00 MPa

η₁: es un coeficiente relacionado con la calidad de la condición de adherencia y la posición de la barra durante el vertido del hormigón (véase la figura 8.2). **η₁** : 1.0

η₁ = 1,0 cuando se obtienen "buenas" condiciones.

η₁ = 0,7 para todos los demás casos, y para barras en elementos estructurales construidos con encofrados deslizantes, a menos que pueda demostrarse que existen "buenas" condiciones de adherencia.

η₂: está relacionado con el diámetro de la barra. **η₂** : 1.0

η₂ = 1,0 para Ø ≤ 32 mm

η₂ = (132 - Ø)/100 para Ø > 32 mm

l_{b,min}: es la longitud mínima de anclaje si no se aplica ninguna otra limitación. **l_{b,min}** : 120.00 mm

- para anclajes en tracción

0,3·l_{b,rqd} : 75.90 mm

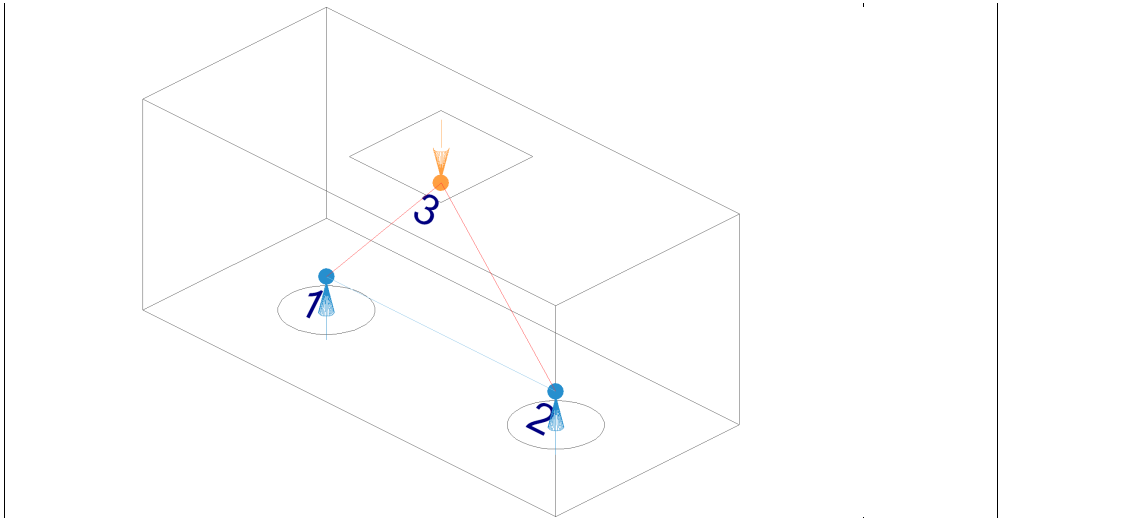
10·Ø : 120.00 mm

Tirante	Ø (mm)	σ _{s,d} (MPa)	l _{b,rqd} (mm)	l _{b,min} (mm)	l _b (mm)	l _{b,eq} (mm)	Cumple
1 - 2	12.0	285.05	253.00	120.00	463.00	177.10	✓

6.- TIRANTES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+Y)"

Elemento: 1 - 2	
Nudo inicial	Nudo final
1	2
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 207.83 R2 = 207.83	P1 = 415.66



Se debería limitar la resistencia última de cálculo de los tirantes transversales y de la armadura conforme a los apartados 3.2 y 3.3 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.3(1)).

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

236.04 kN ≥ 193.44 kN ✓

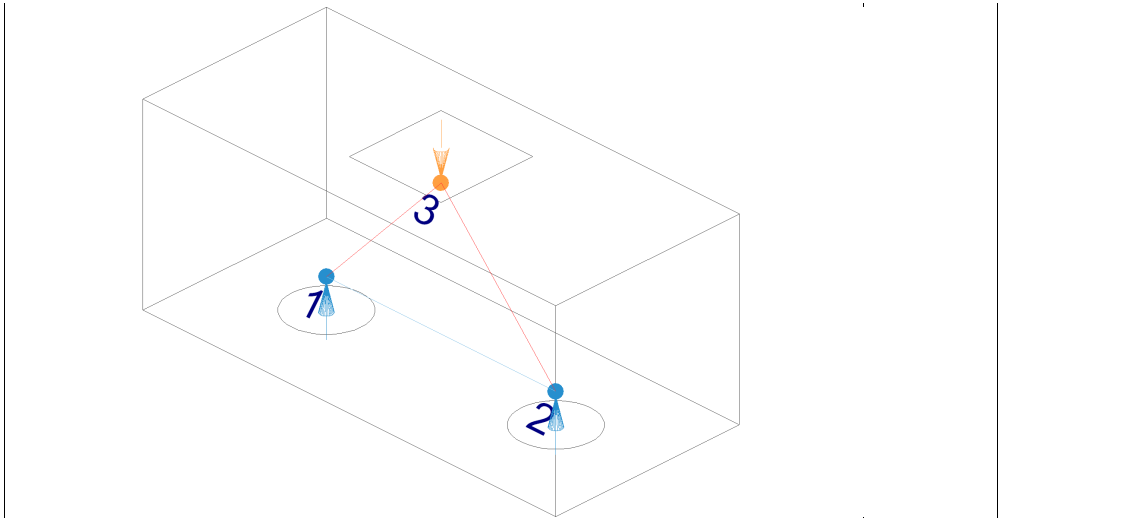
donde:

A_s: Área de la sección transversal de la armadura pasiva. **A_s** : 678.6 mm²
f_{yd}: Límite elástico de cálculo del acero de la armadura pasiva. **f_{yd}** : 347.83 MPa
F_{td}: Valor de cálculo de la fuerza de tracción. **F_{td}** : 193.44 kN

Tirante	A _s (mm ²)	f _{yd} (MPa)	F _{td} (kN)	η	Cumple
1 - 2	678.6	347.83	193.44	0.820	✓

7.- BIELAS

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)"	
Elemento: 3 - 1	
Nudo inicial	Nudo final
3	1
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 207.82 R2 = 207.82	P1 = 415.65



Se debería reducir la resistencia de cálculo para las bielas de hormigón en las zonas fisuradas por compresión y, a menos que se use una metodología más rigurosa, se puede calcular a partir de la ecuación (6.56) (véase la figura 6.24) (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.2(2)).

$$5.52 \text{ MPa} \leq 7.36 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

donde:

σ_c : Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : 5.52 MPa

F_{cd} : Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. F_{cd} : 283.91 kN

A_c : Área de la sección transversal del hormigón. A_c : 51479.5 mm²

$\sigma_{Rd,max}$: 7.36 MPa

NOTA El valor de v' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

v' : 0.92

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. f_{ck} : 20.00 MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

f_{cd} : 13.33 MPa

γ_c : es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4. γ_c : 1.50

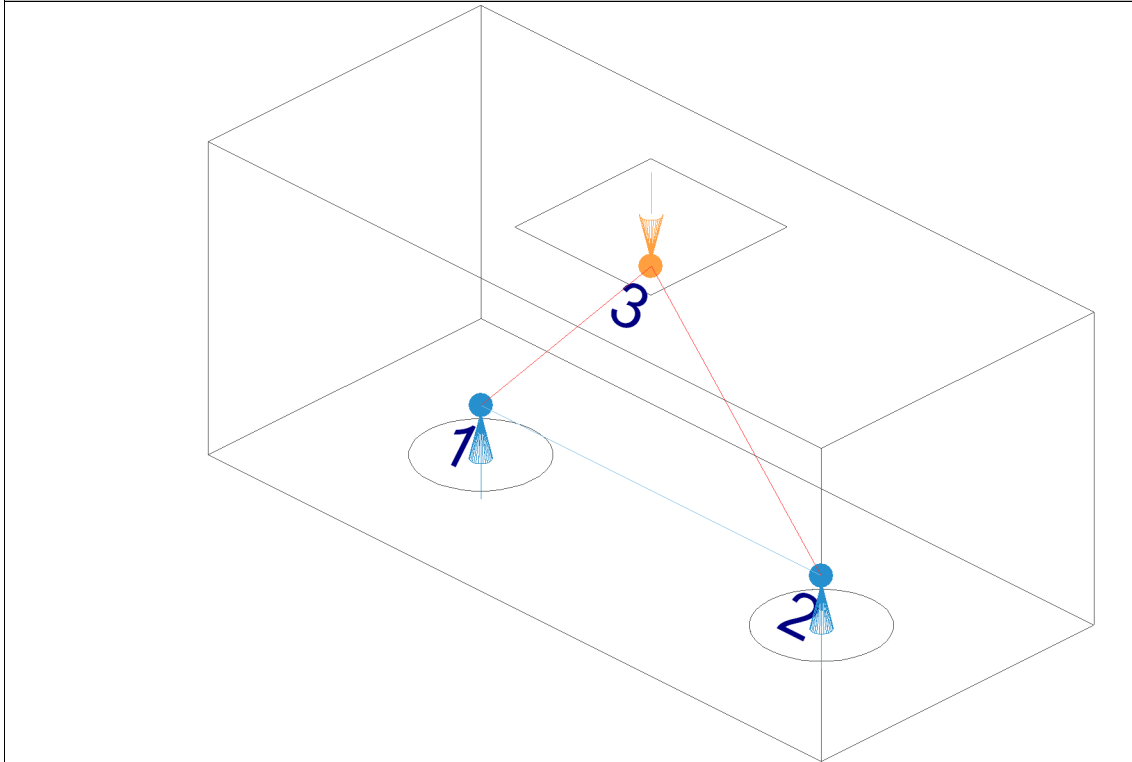
α_{cc} : Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga. α_{cc} : 1.00

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

Biela	F_{cd} (kN)	A_c (mm ²)	σ_c (MPa)	η	Cumple
3 - 1	283.91	51479.5	5.52	0.750	✓
3 - 2	283.91	51479.5	5.52	0.750	✓

8.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes



El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(3)).

$$5.52 \text{ MPa} \leq 10.42 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

donde:

σ_c : Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : 5.52 MPa

F_{cd} : Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón.

F_{cd} : 283.91 kN

A_c : Área de la sección transversal del hormigón.

A_c : 51479.5 mm²

Los valores de cálculo para las tensiones de compresión dentro de los nudos se pueden obtener (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(4)):

b) en nudos sometidos a compresión y tracción, con tirantes anclados dispuestos en una dirección (véase la figura 6.27):

$\sigma_{Rd,max}$: 10.42 MPa

NOTA El valor de k_2 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 0,85.

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

NOTA El valor de v' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$$v' : \underline{0.92}$$

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días.

$$f_{ck} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

$$f_{cd} : \underline{13.33} \text{ MPa}$$

γ_c : es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

$$\gamma_c : \underline{1.50}$$

α_{cc} : Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

Referencia	k_1	F_{cd} (kN)	A_c (mm ²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,ma}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
3 - 1	1.00	283.91	51479.5	5.52	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)	0.450	✓
3 - 2	1.00	283.91	51479.5	5.52	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)	0.450	✓

b) en nudos sometidos a compresión y tracción, con tirantes anclados dispuestos en una dirección (véase la figura 6.27):

Referencia	k_2	F_{cd} (kN)	A_c (mm ²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,ma}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
1	0.85	283.91	51479.5	5.52	10.42	1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)	0.530	✓
2	0.85	283.91	51479.5	5.52	10.42	1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)	0.530	✓

9.- CAPACIDAD DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Situación	Combinación de acciones	N _{Ed,s} (t)	N _{Rd,s} (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM+0.91·Qa+1.3·V(+Y)	17.92	28.00	✓

COMPROBACIONES E.L.U. - TANQUE ELEVADO

1.- NOTACIÓN (COLUMNAS)

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales

2.- COLUMNAS

2.1.- P1

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado			
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Natural za	Com p.	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)		Qy (kN)		
Base (5 - 10 m)	40x40	Cabeza	Cumpl e	Cumpl e	19.9	95.5	95.5	G, V ⁽²⁾	Q	11.66	4.70	-5.45	1.24	0.59	Cumpl e		
								G, V ⁽³⁾	N,M	21.20	-4.86	5.45	-	-		1.24	0.69
		Pie	Cumpl e	Cumpl e	19.4	25.6	25.6	G, V ⁽²⁾	Q	13.46	2.02	0.11	1.24	0.59	Cumpl e		
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	30.61	-1.75	0.12	1.25	-		-	0.71
Arriostre (-3 - 5 m)	40x40	Cabeza	Cumpl e	Cumpl e	26.4	40.6	40.6	G, V ⁽⁵⁾	Q	12.40	2.58	4.04	-	-	2.03	1.73	Cumpl e
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	35.28	-2.78	-4.11	2.07	-	-	1.79	
		Pie	Cumpl e	Cumpl e	25.5	96.8	96.8	G, V ⁽⁵⁾	Q	15.40	-	-	-	-	2.03	1.73	Cumpl e
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.33	10.67	11.39	2.07	-	-	1.79	
Fundación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	96.8	96.8	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N, M	39.33	10.67	11.39	2.07	-	-	1.79	Cumpl e
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ PP+CM+1.5·V(+X) ⁽³⁾ PP+CM+1.5·V(-X) ⁽⁴⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+Y) ⁽⁵⁾ PP+CM+1.5·V(-Y)																	

2.2.- P2

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado				
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Natural za	Com p.	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)		Qy (kN)			
Base (5 - 10 m)	40x40	Cabeza	Cumpl e	Cumpl e	19.9	95.5	95.5	G, V ⁽²⁾	Q	11.73	-5.45	4.70	-	-	0.59	-	1.24	Cumpl e

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Naturaliza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
		Pie	Cumple	Cumple	19.4	25.7	25.7	G, V ⁽³⁾	N,M	21.27	-5.45	-4.86	0.69	-1.24	Cumple
								G, V ⁽²⁾	Q	13.53	0.11	2.02	-0.59	-1.24	
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	30.72	-0.12	-1.75	0.71	1.25	
Arriostre (-3 - 5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	26.4	40.7	40.7	G, V ⁽²⁾	Q	12.47	-4.04	2.58	-1.73	-2.03	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	35.40	-4.11	-2.78	1.79	-2.07	
		Pie	Cumple	Cumple	25.4	96.9	96.9	G, V ⁽²⁾	Q	15.47	11.22	-10.42	-1.73	-2.03	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.45	-11.39	10.67	1.79	2.07	
Fundación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	39.45	11.39	10.67	1.79	-2.07	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.45	-11.39	10.67	1.79	2.07	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ PP+CM+1.5·V(-X) ⁽³⁾ PP+CM+1.5·V(+Y) ⁽⁴⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+X) ⁽⁵⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+Y)															

2.3.- P3

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Naturaliza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Base (5 - 10 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	19.9	95.5	95.5	G, V ⁽²⁾	Q	11.73	-5.45	-4.70	0.59	-1.24	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	21.27	-5.45	4.86	-0.69	-1.24	
		Pie	Cumple	Cumple	19.4	25.7	25.7	G, V ⁽²⁾	Q	13.53	0.11	-2.02	0.59	-1.24	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	30.72	-0.12	1.75	-0.71	1.25	
Arriostre (-3 - 5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	26.4	40.7	40.7	G, V ⁽²⁾	Q	12.47	-4.04	-2.58	1.73	-2.03	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	35.40	-4.11	2.78	1.79	2.07	
		Pie	Cumple	Cumple	25.4	96.9	96.9	G, V ⁽²⁾	Q	15.47	11.22	10.42	1.73	-2.03	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.45	-11.39	10.67	1.79	2.07	
Fundación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	39.45	11.39	-10.67	1.79	-2.07	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.45	-11.39	10.67	1.79	2.07	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ PP+CM+1.5·V(+Y) ⁽³⁾ PP+CM+1.5·V(-X) ⁽⁴⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Y) ⁽⁵⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-X)															

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

2.4.- P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Naturaliza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Base (5 - 10 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	19.9	95.5	95.5	G, V ⁽²⁾	Q	11.80	-4.70	5.45	-1.24	-0.59	Cumple
			Cumple	Cumple	19.9	95.5	95.5	G, V ⁽³⁾	N,M	21.34	4.86	-5.45	1.24	0.69	
		Pie	Cumple	Cumple	19.3	25.8	25.8	G, V ⁽²⁾	Q	13.60	-2.02	-0.11	-1.24	-0.59	Cumple
			Cumple	Cumple	19.3	25.8	25.8	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	30.83	1.74	-0.12	-1.25	0.71	
Arriostre (-3 - 5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	26.4	40.7	40.7	G, V ⁽²⁾	Q	12.54	-2.58	4.04	-2.03	-1.73	Cumple
			Cumple	Cumple	26.4	40.7	40.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	35.50	2.78	4.11	-2.07	1.79	
		Pie	Cumple	Cumple	25.4	96.9	96.9	G, V ⁽²⁾	Q	15.54	10.42	-11.22	-2.03	-1.73	Cumple
			Cumple	Cumple	25.4	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.55	-10.67	-11.39	-2.07	1.79	
Fundación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	39.55	-10.67	11.39	2.07	1.79	Cumple
			N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	39.55	-10.67	-11.39	-2.07	1.79	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ PP+CM+1.5·V(-X)
⁽³⁾ PP+CM+1.5·V(+X)
⁽⁴⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Y)
⁽⁵⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+X)

3.- VIGAS

3.1.- Arriostre

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)													Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp. _{sl}		T,Disp. _{st}
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 49.3	" η = 86.1	η = 11.2	η = 42.9	'0.000 m' η = 9.8	'0.000 m' η = 67.8	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 19.1	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 46.3	'0.000 m' η = 50.2	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 50.2
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 47.3	η = 43.3	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 45.9	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 15.6	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 44.1	η = 24.7	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.3	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 18.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 43.9	η = 24.8	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' η = 18.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 47.1	η = 43.5	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' η = 15.6	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 46.1	η = 59.9	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 49.0	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.000 m' η = 79.4	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' η = 19.1	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.420 m' η = 79.4	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 19.1	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 15.6	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 18.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' η = 18.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' η = 15.6	N.P. ⁽¹⁾	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp.sl	T,Disp.st	
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.000 m' η = 79.4	N.P.(1)	'0.420 m' η = 19.1	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.420 m' η = 79.4	N.P.(1)	'0.000 m' η = 19.1	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P.(1)	'0.000 m' η = 15.6	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P.(1)	'0.000 m' η = 18.5	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P.(1)	'0.420 m' η = 18.5	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P.(1)	'0.420 m' η = 15.6	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.000 m' η = 79.4	N.P.(1)	'0.420 m' η = 19.1	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.420 m' η = 79.4	N.P.(1)	'0.000 m' η = 19.1	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P.(1)	'0.000 m' η = 15.6	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P.(1)	'0.000 m' η = 18.5	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 44.0	η = 25.0	η = 11.9	η = 48.9	η = 9.7	η = 32.8	N.P.(1)	'0.420 m' η = 18.5	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 47.2	η = 43.7	η = 8.5	η = 34.9	η = 6.9	η = 46.2	N.P.(1)	'0.420 m' η = 15.6	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 46.2	η = 59.9	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 59.9
-	Cumple	Cumple	'0.420 m' η = 49.2	η = 74.4	η = 11.2	η = 42.5	η = 9.2	'0.000 m' η = 79.4	N.P.(1)	'0.420 m' η = 19.1	N.P.(1)	'0.420 m' Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)							Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	TV _x	TV _y	
- P1	Cumple	Cumple	'0.219 m' η = 8.3	'0.000 m' η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.219 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
P1 -	Cumple	Cumple	'P1' η = 8.3	η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.000 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
- P2	Cumple	Cumple	'0.219 m' η = 8.3	'0.000 m' η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.219 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
P2 -	Cumple	Cumple	'P2' η = 8.3	η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.000 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
- P4	Cumple	Cumple	'0.219 m' η = 8.3	'0.000 m' η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.219 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
P4 -	Cumple	Cumple	'P4' η = 8.3	η = 79.8	η = 27.2	N.P.(1)	'0.000 m' η = 35.5	CUMPLE η = 79.8
- P3	Cumple	Cumple	'0.219 m' η = 8.3	'0.000 m' η = 75.4	η = 27.1	N.P.(1)	'0.219 m' η = 35.4	CUMPLE η = 75.4
P3 -	Cumple	Cumple	'P3' η = 8.3	" η = 81.6	η = 27.1	N.P.(1)	'0.000 m' η = 35.4	CUMPLE η = 81.6

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

<p>Notación: <i>Disp.:</i> Disposiciones relativas a las armaduras <i>Arm.:</i> Armadura mínima y máxima <i>Q:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) <i>N,M:</i> Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) <i>T_c:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. <i>T_{st}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. <i>T_{sl}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. <i>TNM_x:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. <i>TV_x:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua <i>TV_y:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua <i>TV_{xs}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. <i>TV_{ys}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. <i>T,Disp._{sl}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. <i>T,Disp._{st}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. <i>x:</i> Distancia al origen de la barra <i>η:</i> Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.:</i> No procede</p>
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽²⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.</p>

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)						Estado
	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Izq.}	σ _{sr}	V _{fis}	
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
- P1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P1 -	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.21 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
- P2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P2 -	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.21 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
- P4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P4 -	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.21 m Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
-	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
- P3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P3 -	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Notación:
 $W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior
 $W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha
 $W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior
 $W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda
 σ_{sr} : Área mínima de armadura
 V_{fis} : Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente)	Activa (Cuasipermanente)	Estado
	$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	
-	$f_{T,max}$: 0.09 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.25 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.39 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.45 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.23 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.45 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.23 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.39 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.25 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.10 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE
- P1	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 14.31 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 7.15 mm	CUMPLE

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Activa (Cuasipermanente) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	Estado
P1 -	$f_{T,max}: 0.00$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.00$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.10$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.05$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.25$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.13$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.40$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.20$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.45$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.23$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.45$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.23$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.40$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.20$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.25$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.13$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.10$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.05$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
- P2	$f_{T,max}: 0.00$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.00$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
P2 -	$f_{T,max}: 0.00$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.00$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.10$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.05$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.25$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.13$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.40$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.20$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.45$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.23$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.45$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.23$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.40$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.20$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.25$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.13$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.10$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.05$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
- P4	$f_{T,max}: 0.00$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.00$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
P4 -	$f_{T,max}: 0.00$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.00$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.10$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.05$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.25$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.13$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.40$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.20$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}: 0.45$ mm $f_{T,lim}: 15.19$ mm	$f_{A,max}: 0.23$ mm $f_{A,lim}: 7.59$ mm	CUMPLE

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente)	Activa (Cuasipermanente)	Estado
	$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	
-	$f_{T,max}$: 0.45 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.23 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.40 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.25 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
-	$f_{T,max}$: 0.10 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
- P3	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
P3 -	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 0.88 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 0.44 mm	CUMPLE

3.2.- Base

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)														Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp. _{sl}	T,Disp. _{st}		
- P2	Cumple	Cumple	'1.440 m' $\eta = 38.1$	'P2' $\eta = 81.1$	'1.789 m' $\eta = 8.7$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	'1.789 m' $\eta = 26.3$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 81.1$
P4 -	Cumple	Cumple	'0.458 m' $\eta = 38.2$	'P4' $\eta = 66.9$	'0.000 m' $\eta = 8.7$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(4)	'0.000 m' $\eta = 26.4$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 66.9$

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)														Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp. _{sl}	T,Disp. _{st}		
P2 - P1	Cumple	Cumple	'0.458 m' $\eta = 39.4$	'P1' $\eta = 75.9$	'0.000 m' $\eta = 8.7$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(4)	'0.000 m' $\eta = 26.4$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE $\eta = 75.9$
P1 - P3	Cumple	Cumple	'3.338 m' $\eta = 39.4$	'P3' $\eta = 75.9$	'3.796 m' $\eta = 8.7$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(4)	'3.796 m' $\eta = 26.4$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE $\eta = 75.9$
P3 - P4	Cumple	Cumple	'3.338 m' $\eta = 39.4$	'P4' $\eta = 75.8$	'3.796 m' $\eta = 8.7$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(4)	'3.796 m' $\eta = 26.4$	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE $\eta = 75.8$

Notación:

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
 Arm.: Armadura mínima y máxima
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
 T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
 T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
 T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
 TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
 TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
 TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
 TV_{xSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
 TV_{ySt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
 T,Disp._{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
 T,Disp._{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
 -: -
 x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

(3) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(4) No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (EUROCÓDIGO 2 EN 1992-1-1:2004/AC:2008)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
- P2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P2 - P1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P1 - P3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P3 - P4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P4 -	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Notación:

$W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior

$W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha

$W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior

$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda

σ_{sr} : Área mínima de armadura

V_{fis} : Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante

x : Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente)	Activa (Cuasipermanente)	Estado
	$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	
- P2	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 7.59 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 3.80 mm	CUMPLE
P2 - P1	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
P1 - P3	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
P3 - P4	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 15.19 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 7.59 mm	CUMPLE
P4 -	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 7.59 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 3.80 mm	CUMPLE

LISTADO DE OBRA TANQUE ELEVADO

■ Nombres de las hipótesis

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

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

■ **Categoría de uso**

A. Domésticos y residenciales

■ **E.L.U. de rotura. Hormigón**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

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

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

■ **E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

■ **E.L.U. de rotura. Aluminio**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

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

■ **E.L.U. de rotura. Acero conformado**

AISI/NASPEC-2007 (LRFD)

ASCE 7

■ **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

AISC 360-05 (LRFD)

ASCE 7

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.400	1.400					
2	1.200	1.200					
3	1.200	1.200	1.600				
4	1.200	1.200		1.600			
5	1.200	1.200	0.500	1.600			
6	1.200	1.200			1.600		
7	1.200	1.200	0.500		1.600		
8	1.200	1.200				1.600	
9	1.200	1.200	0.500			1.600	
10	1.200	1.200					1.600
11	1.200	1.200	0.500				1.600
12	0.900	0.900					
13	0.900	0.900		1.600			
14	0.900	0.900			1.600		
15	0.900	0.900				1.600	
16	0.900	0.900					1.600

■ **E.L.U. de rotura. Madera**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

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

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
26	1.350	1.350	1.050				1.500
27	1.000	1.000	1.500				0.900
28	1.350	1.350	1.500				0.900

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	0.300				

■ **Tensiones sobre el terreno**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

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

■ **Desplazamientos**

Acciones características

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

LISTADO DE COEFICIENTES RESERVORIO

■ **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

CM Cargas permanentes

Terreno Terreno

Qa Sobrecarga de uso

■ **Categoría de uso**

A. Domésticos y residenciales

■ **E.L.U. de rotura. Hormigón**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

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

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

■ **E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

■ **E.L.U. de rotura. Aluminio**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
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	1.350	
6	1.350	1.350	1.350	
7	1.000	1.000	1.350	1.500
8	1.350	1.350	1.350	1.500

■ **E.L.U. de rotura. Acero conformado**

AISI/NASPEC-2007 (LRFD)

ASCE 7

■ **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

AISC 360-05 (LRFD)

ASCE 7

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.400	1.400		
2	1.200	1.200		
3	1.200	1.200		1.600
4	1.200	1.200	1.600	
5	1.200	1.200	1.600	1.600
6	0.900	0.900		
7	0.900	0.900	1.600	

■ **E.L.U. de rotura. Madera**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
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	1.350	
6	1.350	1.350	1.350	
7	1.000	1.000	1.350	1.500
8	1.350	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	0.300

■ **Tensiones sobre el terreno**

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	1.300

■ **Desplazamientos**

Acciones características

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	1.000

LISTADO DE OBRA RESERVORIO

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2016

Número de licencia: 20161

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Tanque enterrado - Tesis Andrea

Archivo: Tanque enterrado - Tesis Andrea

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 (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Losa 1	0.10	0.10
Fundación	0.10	0.10

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	Terreno	Empujes del terreno

4.5.- Empujes en muros

AGUA

Una situación de relleno

Carga: Sobrecarga de uso

Con nivel freático: Cota -0.50 m

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga: Terreno

Con relleno: Cota -0.50 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 1.80 t/m³

Densidad sumergida 1.10 t/m³

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

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**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

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

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

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

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

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

Tensiones sobre el terreno

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.300	1.000	0.700
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

■ **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
 CM Cargas permanentes
 Terreno Terreno
 Qa Sobrecarga de uso

■ **E.L.U. de rotura. Hormigón**

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

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
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	1.350	
6	1.350	1.350	1.350	
7	1.000	1.000	1.350	1.500
8	1.350	1.350	1.350	1.500

■ **Tensiones sobre el terreno**

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	1.300

■ **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Terreno	Qa
1	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Losa 1	1	Losa 1	3.50	0.00
0	Fundación				-3.50

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS

8.1.- Muros

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

- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI-GF	Vértices Inicial	Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha= Total
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(3.45, -3.45)	(3.45, 3.45)	1	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(-3.45, -3.45)	(3.45, -3.45)	1	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(-3.45, -3.45)	(-3.45, 3.45)	1	0.1+0.1=0.2
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(-3.45, 3.45)	(3.45, 3.45)	1	0.1+0.1=0.2

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M2	Empuje izquierdo: AGUA Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de fundación: 0.200 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.25 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.60 kp/cm ² -Situaciones accidentales: 0.60 kp/cm ² Módulo de balasto: 10000.00 t/m ³
M3	Empuje izquierdo: AGUA Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de fundación: 0.200 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.25 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.60 kp/cm ² -Situaciones accidentales: 0.60 kp/cm ² Módulo de balasto: 10000.00 t/m ³
M4	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: AGUA	Viga de fundación: 0.200 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.25 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.60 kp/cm ² -Situaciones accidentales: 0.60 kp/cm ² Módulo de balasto: 10000.00 t/m ³
M5	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: AGUA	Viga de fundación: 0.200 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 altura:0.25 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.60 kp/cm ² -Situaciones accidentales: 0.60 kp/cm ² Módulo de balasto: 10000.00 t/m ³

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN

Plataformas fundación	Altura (cm)	Módulo balasto (t/m ³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (kp/cm ²)	Tensión admisible en situaciones accidentales (kp/cm ²)
Todas	20	10000.00	0.60	0.60

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	C20/25	204	1.50	Cuarcita	15	305423

10.2.- Aceros por elemento y posición

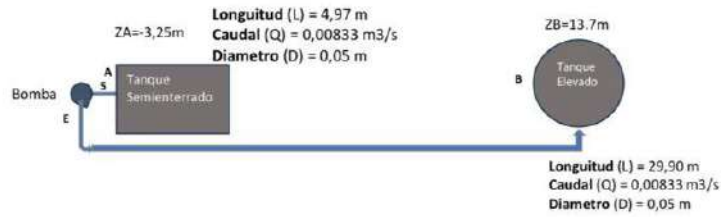
10.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	S-400	4077	1.15

10.2.2.- Aceros en perfiles

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

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA BOMBA



CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA MOTOBOMBA EXPRESIONES DE HAZEN

SUCCIÓN	
ZA=	-3,25 m
ZE=	0,00 m
Datos pérdida por fricción (HF)=	
Longitud (L) =	4,97 m
Caudal (Q) =	0,00833 m³/s
Diámetro (D) =	0,05 m
C. HAZEN PVC (C) =	150

30.000.0000 l/h

IMPULSIÓN	
ZS=	0,00 m
ZB=	13,70 m
Datos pérdida por fricción (HF)=	
Longitud (L) =	29,90 m
Caudal (Q) =	0,00833 m³/s
Diámetro (D) =	0,05 m
C. HAZEN PVC (C) =	150

Material	Coficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C _H	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0,011	140	0,0015
Latón	0,011	135	0,0015
Tabique	0,015	100	0,6
Hierro 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	160	0,0015
Madera (duelas)	0,012	120	0,18
Vidrio (laboratorio)	0,011	140	0,0015

(Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5th Edition, Haestad Methods)

Datos para HL			
ACCESORIO	CANT.	K_UNIT	K_PARCIAL
FILTRO	1		12
VALVULA CHECK	1		2,5
CODO 90°	2		0,9
		K_TOTAL	16,3
Peso específico del agua	9810 N/m³		
Caudal (Q)	m³/s		
Energía Añadida (EA)	m		

Datos para HL			
ACCESORIO	CANT.	K_UNIT	K_PARCIAL
CODO 90°	2		0,9
VALVULA CHECK	1		2,5
VALVULA GOLPE ARIETE	1		8
VALVULA CTRL BOMBA	1		10
		K_TOTAL	22,3

FÓRMULAS	
POTENCIA=	$\gamma \times Q \times EA$
EA=	$(ZE - ZA) + (ZB - ZS) + (EP_{AE} + EP_{SB})$
HL=	$\frac{8 \times K \times Q^2}{\gamma \times \pi^2 \times D^4}$
HF=	$\left(\frac{3,5908 \times Q \times L^{0,54}}{C \times D^{2,63}} \right)^{1,85}$

SOLUCIÓN Cálculo auxiliar

SUCCIÓN	
HL	14,05827216
HF	1,403232893
EP _{AE}	15,46150505

IMPULSIÓN	
HL	19,23309626
HF	8,426849567
EP _{SB}	27,65994583

Energía Añadida (EA)	60,07
----------------------	-------

Potencia teórica (Watts)	4910,841109
Potencia teórica (kw)	4,910841109
Potencia teórica (Hp)	6,580527087

Adoptado
7,5 HP

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2: Punto de partida, establecimiento y ajuste del receptor de base



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Almacenamiento de datos con el Receptor Móvil



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Estudios geotécnicos- Ensayo SPT



Fuente: Elaboración propia

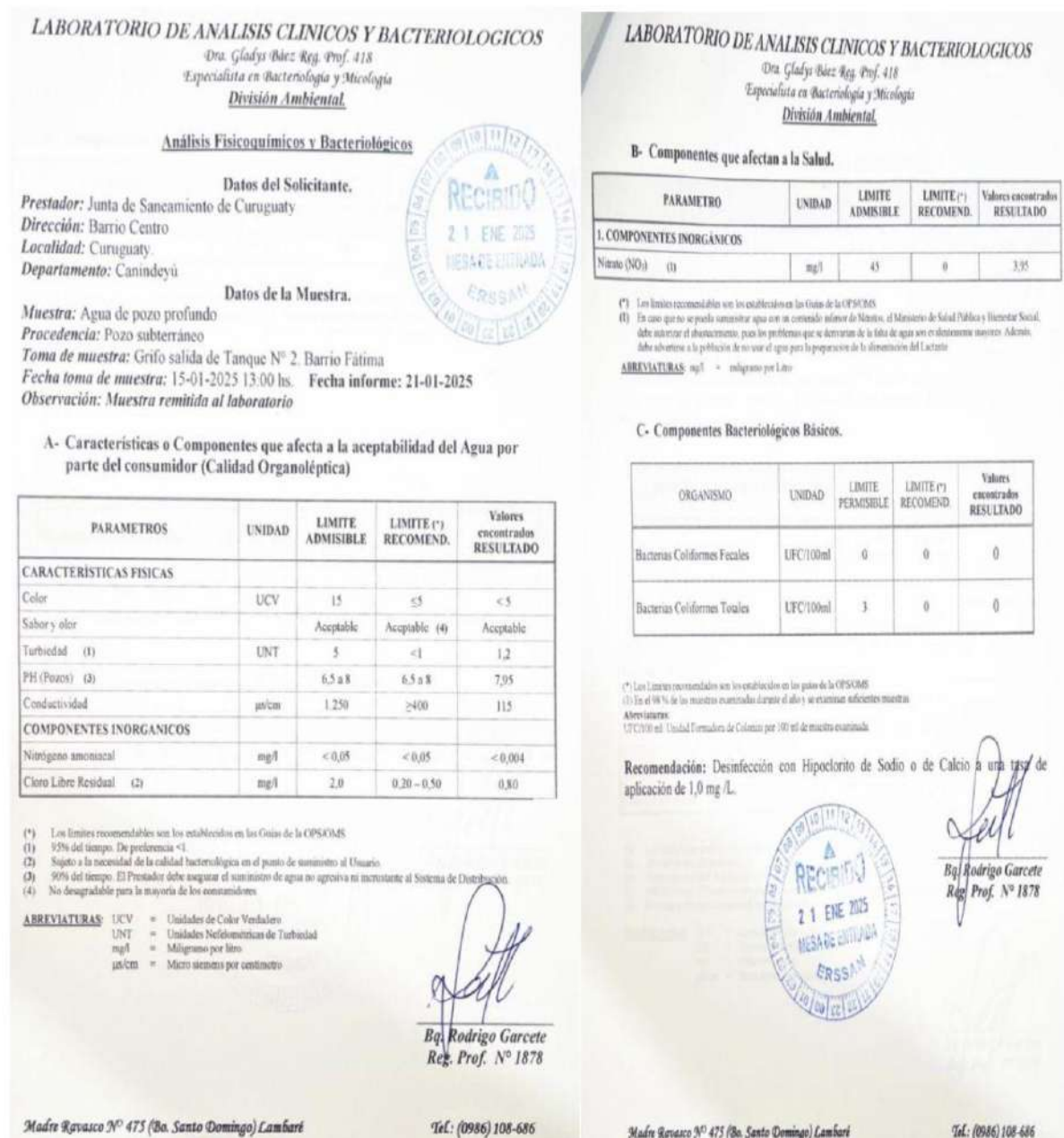
Figura 5: Estudios geotécnicos del proyecto-SPT y análisis de suelo



Fuente: Elaboración propia

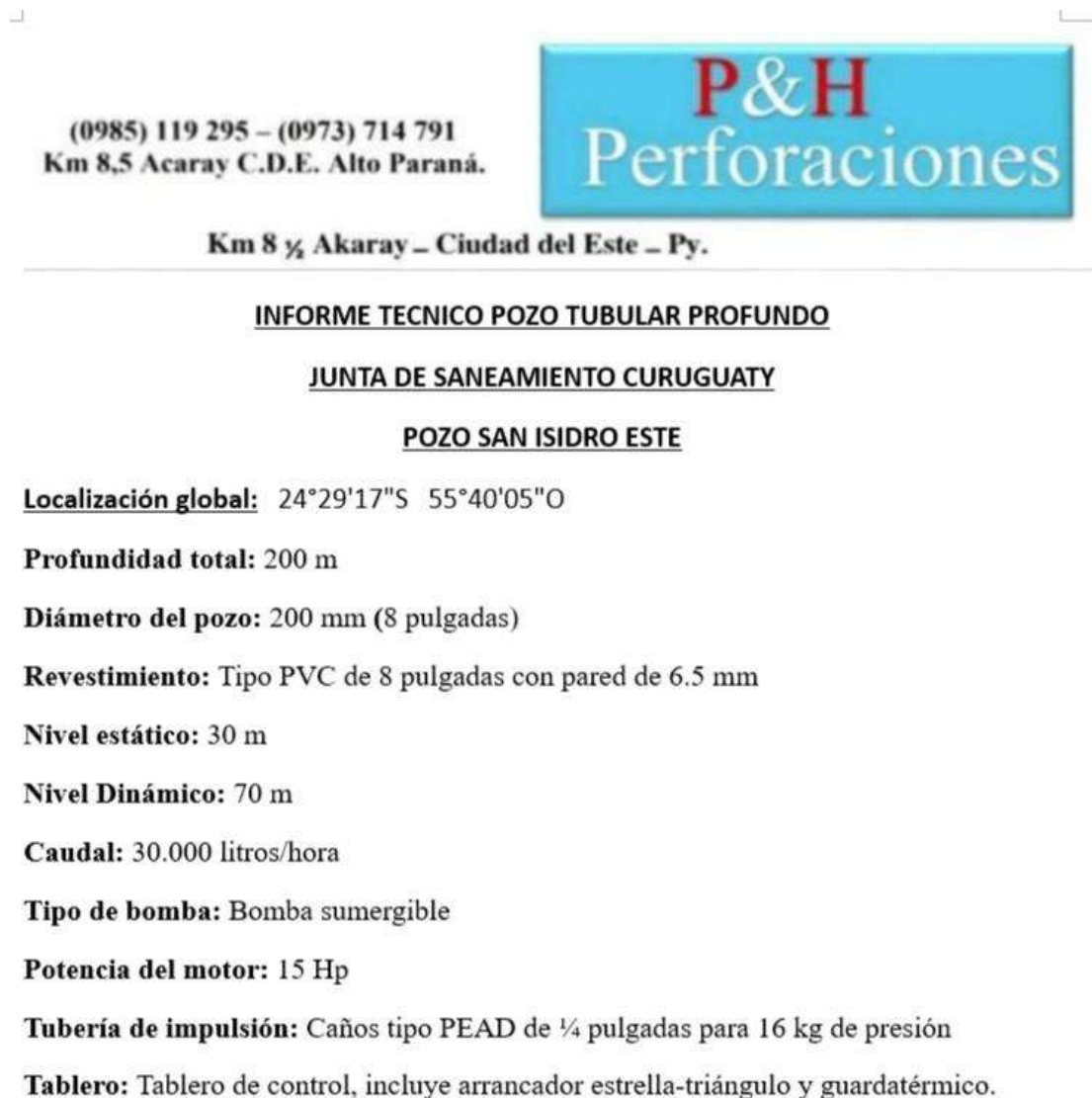
**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Figura 6: Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua



Fuente: Junta de saneamiento de Curuguaty

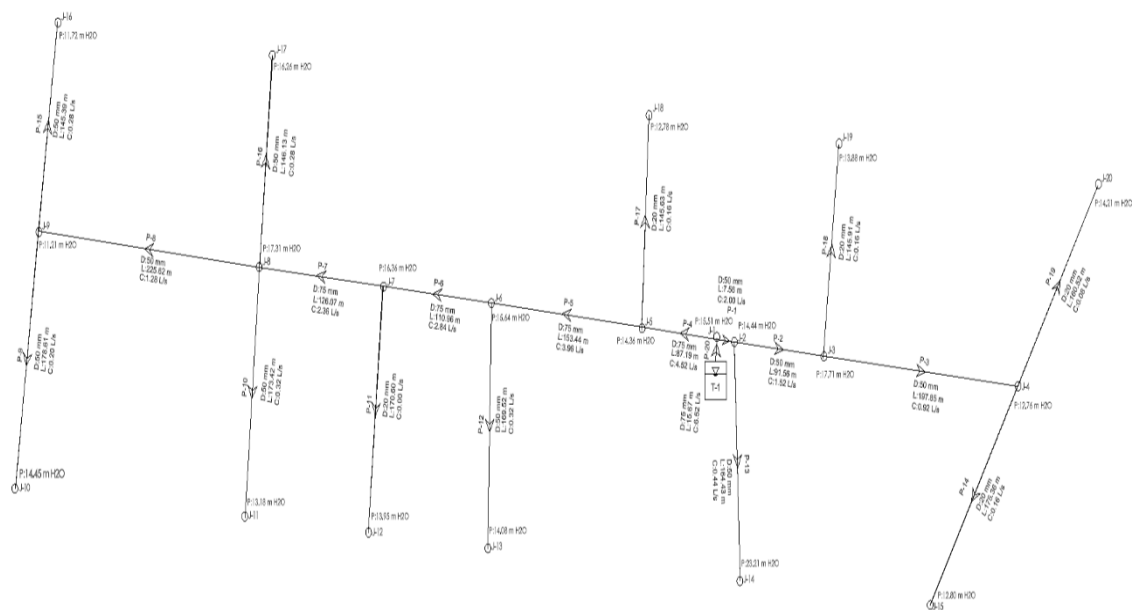
Figura 7: Informe técnico del pozo tubular profundo



Fuente: P&H Perforaciones

“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025

Figura 8: Diseño de red de distribución



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Planilla de puntos topográficos

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
Pt1	7291087212	635231977	192374	TN
Pt2	7291091322	635232264	192232	TN
Pt3	7291092454	635232519	191751	TN
Pt4	7291097381	635234123	191420	TN
Pt5	7291102174	635235376	190791	TN
Pt6	7291103174	635235579	191261	TN
Pt7	7291110410	635237738	191135	TN
Pt8	7291090799	635202735	193795	TN
Pt9	7291098745	635204196	193529	TN
Pt10	7291099909	635204302	193228	TN
Pt11	7291100956	635204402	192423	TN
Pt12	7291103439	635204820	192646	TN
Pt13	7291105756	635205339	192626	TN
Pt14	7291107927	635205785	192445	TN
Pt15	7291108756	635206060	192656	TN
Pt16	7291110632	635206481	192824	TN
Pt17	7291114261	635207252	192612	TN
Pt18	7291093960	635176325	194816	TN
Pt19	7291102962	635177894	194547	TN
Pt20	7291104935	635178431	193618	TN
Pt21	7291108729	635178946	193817	TN
Pt22	7291111890	635179555	193688	TN
Pt23	7291113779	635180095	194091	TN
Pt24	7291117557	635180889	193738	TN
Pt25	7291097338	635148748	196190	TN
Pt26	7291103771	635149951	195871	TN
Pt27	7291107071	635151882	195474	TN
Pt28	7291108516	635152033	194818	TN
Pt29	7291111826	635152381	195022	TN
Pt30	7291114776	635153103	194913	TN
Pt31	7291121362	635155066	194993	TN
Pt32	7291124171	635129718	195608	TN
Pt33	7291119498	635129178	196078	TN
Pt34	7291116947	635128974	195791	TN
Pt35	7291113933	635128585	195917	TN
Pt36	7291110293	635128178	195789	TN
Pt37	7291108113	635128065	196751	TN
Pt38	7291099931	635127840	197022	TN
Pt39	7291102859	635102830	197730	TN
Pt40	7291107984	635102928	197405	Tanque
Pt41	7291112147	635103371	196647	Reservorio
Pt42	7291115535	635103882	196806	Pozo 1
Pt43	7291118487	635105061	196629	TN
Pt44	7291121412	635106098	197264	TN
Pt45	7291122190	635106177	197192	TN
Pt46	7291126552	635102362	196812	TN
Pt47	7291127327	635077464	197524	TN
Pt48	7291120762	635076549	197626	TN
Pt49	7291120154	635076524	197552	TN

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Pt50	7291117179	635076180	197694 TN
Pt51	7291114161	635076123	197607 TN
Pt52	7291113044	635076039	198071 TN
Pt53	7291105918	635075015	198494 TN
Pt54	7291109840	635041239	199415 TN
Pt55	7291116421	635041114	198765 TN
Pt56	7291117976	635041158	198521 TN
Pt57	7291120334	635041285	198533 TN
Pt58	7291123202	635041395	198505 TN
Pt59	7291126387	635041594	198649 TN
Pt60	7291128954	635041645	198597 TN
Pt61	7291112296	635009124	199556 TN
Pt62	7291119780	635009582	198702 TN
Pt63	7291122820	635009787	198670 TN
Pt64	7291125841	635009897	198529 TN
Pt65	7291128286	635010205	198949 TN
Pt66	7291131432	635010451	198458 TN
Pt67	7291114709	634984048	199700 TN
Pt68	7291118399	634984502	199284 TN
Pt69	7291121148	634985140	198754 TN
Pt70	7291124618	634985856	198579 TN
Pt71	7291127803	634985990	198680 TN
Pt72	7291133956	634986393	198186 TN
Pt73	7291115542	634974370	199495 Esq
Pt74	7291116081	634968229	199585 Esq
Pt75	7291103764	634969733	200170 Esq
Pt76	7291117627	634948309	199953 TN
Pt77	7291124665	634948652	199430 TN
Pt78	7291125361	634948885	199112 TN
Pt79	7291128762	634949610	199110 TN
Pt80	7291132326	634949911	199092 TN
Pt81	7291136813	634950180	199077 TN
Pt82	7291120307	634917695	199854 TN
Pt83	7291121072	634917963	199803 Ref Div
Pt84	7291122614	634917718	199873 TN
Pt85	7291125337	634917647	199547 TN
Pt86	7291127717	634917769	199230 TN
Pt87	7291128146	634917874	198951 TN
Pt88	7291131816	634917970	199031 TN
Pt89	7291134552	634917944	198912 TN
Pt90	7291138607	634918394	198930 TN
Pt91	7291122956	634884027	198881 TN
Pt92	7291129599	634884419	198645 TN
Pt93	7291132345	634884589	197806 TN
Pt94	7291135771	634885221	197773 TN
Pt95	7291138549	634885684	197762 TN
Pt96	7291142347	634886563	197944 TN
Pt97	7291125059	634857131	197661 TN
Pt98	7291128094	634857453	197802 TN
Pt99	7291132009	634857331	197206 TN

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Pt100	7291133398	634857465	196410 TN
Pt101	7291134481	634857831	196241 TN
Pt102	7291135536	634858126	195838 TN
Pt103	7291138552	634858521	196089 TN
Pt104	7291141724	634859133	195986 TN
Pt105	7291142956	634859595	196128 TN
Pt106	7291143192	634859604	196381 TN
Pt107	7291145951	634859876	196852 TN
Pt108	7291128172	634828387	195922 TN
Pt109	7291135284	634829249	195414 TN
Pt110	7291138183	634829453	194010 TN
Pt111	7291141673	634829732	194103 TN
Pt112	7291144996	634830177	193850 TN
Pt113	7291145914	634830192	194029 TN
Pt114	7291146161	634830175	194430 TN
Pt115	7291147809	634830196	194776 TN
Pt116	7291149233	634830073	194577 TN
Pt117	7291131236	634800112	193971 TN
Pt118	7291137790	634800053	193309 TN
Pt119	7291138882	634800025	192849 TN
Pt120	7291139309	634800101	192209 TN
Pt121	7291140571	634800553	191692 TN
Pt122	7291144393	634801004	191974 TN
Pt123	7291147411	634801125	191875 TN
Pt124	7291152572	634800186	191739 TN
Pt125	7291154238	634780366	189792 TN
Pt126	7291151363	634779077	189682 TN
Pt127	7291148935	634778092	189268 TN
Pt128	7291146259	634777267	189388 TN
Pt129	7291144338	634776674	189131 TN
Pt130	7291140989	634776324	190080 TN
Pt131	7291133884	634776349	191697 TN
Pt132	7291156748	634758897	188350 TN
Pt133	7291154502	634758192	188552 TN
Pt134	7291153883	634757568	187102 TN
Pt135	7291153883	634757585	187101 TN
Pt136	7291150558	634756844	186840 TN
Pt137	7291147469	634756577	187133 TN
Pt138	7291146766	634755898	188003 TN
Pt139	7291136362	634753896	189856 TN
Pt140	7291161229	634722477	185535 TN
Pt141	7291157621	634722253	185901 TN
Pt142	7291154812	634722208	185893 TN
Pt143	7291148857	634721699	185810 TN
Pt144	7291140563	634720766	186182 TN
Pt145	7291142244	634683837	185113 TN
Pt146	7291145926	634684629	185287 TN
Pt147	7291147499	634682779	185736 TN
Pt148	7291153090	634683034	185667 TN
Pt149	7291158657	634683205	185376 TN

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Pt150	7291165725	634684373	184894 TN
Pt151	7291163502	634681424	184679 TN
Pt152	7291150362	634655709	186672 TN
Pt153	7291153622	634656145	186758 TN
Pt154	7291156419	634656375	186865 TN
Pt155	7291160876	634656727	186883 TN
Pt156	7291164270	634655255	187128 TN
Pt157	7291166813	634654359	187844 TN
Pt158	7291171259	634656231	188061 TN
Pt159	7291174305	634634046	188911 TN
Pt160	7291165856	634631548	189545 TN
Pt161	7291160032	634630350	189717 TN
Pt162	7291156866	634629936	189673 TN
Pt163	7291144724	634627365	189340 TN
Pt164	7291149657	634604812	190813 TN
Pt165	7291154769	634605986	190943 TN
Pt166	7291158999	634606414	192578 TN
Pt167	7291163371	634606429	192808 TN
Pt168	7291167669	634606551	192809 TN
Pt169	7291170129	634606497	192646 TN
Pt170	7291171654	634606349	191910 TN
Pt171	7291175999	634606380	192504 TN
Pt172	7291174069	634592567	193543 TN
Pt173	7291171052	634593198	194565 TN
Pt174	7291165507	634592091	194742 TN
Pt175	7291158759	634592458	194528 TN
Pt176	7291150066	634594703	192998 TN
Pt177	7291149794	634586412	195500 TN
Pt178	7291150203	634580156	195656 TN
Pt179	7291150990	634573637	195539 TN
Pt180	7291179787	634575555	195544 TN
Pt181	7291179934	634581100	195684 TN
Pt182	7291179623	634588537	195545 TN

Fuente: Elaboración propia

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Tabla 3: Resultados de los estudios de suelos

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTOS					RESUMEN DE ENSAYOS						
Los Rosales N° 345/ Azahares Bo Ntra Sra del Carmen Ñemby											
juanranulforojas@gmail.com											
TEL.: 0983-969717											
Ubic. Obra Ciudad de Curuguaty, Barrio San Isidro (lado este)											
Fecha	Sond N°	Mtra N°	Profundidad	% Hum Nat.	Limite de consistencia			Granul. de Clas.			Clas. Unif
					L. Liq	L. P.	I. P.	% Pas. 10	% Pas. 40	% Pas. 200	
7-may.-2025	1	1	1,00 - 1,45	18	30	19	11	100	93	46	ML
"	"	2	2,00 - 2,45	19	30	19	10	100	93	44	ML
"	"	3	3,00 - 3,45	13	29	20	9	99	93	37	ML
"	"	4	4,00 - 4,45	14	29	21	9	99	92	43	ML
"	"	5	5,00 - 5,45	15	29	20	9	99	92	42	ML
"	"	6	6,00 - 6,45	15	29	21	8	75	67	32	ML
"	"	7	7,00 - 7,45	19	34	23	11	100	94	41	ML
"	"	8	8,00 - 8,45	22	38	25	13	100	95	37	ML
"	"	9	8,45 - 8,50								

Fuente: Laboratorista Juan Rojas

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Tabla 4: Conteo de casas del Barrio San Isidro Este

Cantidad de zonas	Cantidad de viviendas por zona	Cantidad de habitantes por vivienda	Cantidad de habitantes por zona
1	27	5	135
2	23	5	115
3	26	5	130
4	18	5	90
5	21	5	105
6	23	5	115
7	22	5	110
8	25	5	125
9	27	5	135
	212		1060

Fuente: Elaboración propia

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Tabla 12: Resultado del cálculo de tuberías

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)
P-1	7.56	J-1	J-2	50	PVC	150	2
P-2	91.56	J-2	J-3	50	PVC	150	1.52
P-3	197.85	J-3	J-4	50	PVC	150	0.92
P-4	87.19	J-1	J-5	75	PVC	150	4.52
P-5	153.44	J-5	J-6	75	PVC	150	3.96
P-6	110.96	J-6	J-7	75	PVC	150	2.84
P-7	126.07	J-7	J-8	75	PVC	150	2.36
P-8	225.62	J-8	J-9	50	PVC	150	1.28
P-9	178.61	J-9	J-10	50	PVC	150	0.2
P-10	173.42	J-8	J-11	50	PVC	150	0.32
P-11	170.6	J-7	J-12	20	PVC	150	0
P-12	169.52	J-6	J-13	50	PVC	150	0.32
P-13	164.43	J-2	J-14	50	PVC	150	0.44
P-14	175.36	J-4	J-15	20	PVC	150	0.16
P-15	145.39	J-9	J-16	50	PVC	150	0.28
P-16	146.13	J-8	J-17	50	PVC	150	0.28
P-17	145.63	J-5	J-18	20	PVC	150	0.16
P-18	145.91	J-3	J-19	20	PVC	150	0.16
P-19	160.52	J-4	J-20	20	PVC	150	0.08
P-20	15.67	T-1	J-1	75	PVC	150	6.52

Fuente: Elaboración propia

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SAN ISIDRO ESTE DE CURUGUATY”
ANDREA MARIA BELEN RUIZ DIAZ BARRETO - 2025**

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)
J-1	12.04	0	15.51
J-2	12.95	0.04	14.44
J-3	8.47	0.44	17.71
J-4	12.41	0.68	12.76
J-5	12	0.4	14.36
J-6	9.08	0.8	15.64
J-7	7.72	0.48	16.36
J-8	6.25	0.48	17.31
J-9	10.22	0.8	11.21
J-10	6.92	0.2	14.45
J-11	10.26	0.32	13.18
J-12	10.13	0	13.95
J-13	10.52	0.32	14.08
J-14	3.94	0.44	23.21
J-15	9.3	0.16	12.8
J-16	9.63	0.28	11.72
J-17	7.22	0.28	16.26
J-18	11.03	0.16	12.78
J-19	9.75	0.16	13.88
J-20	10.18	0.08	14.21

Fuente: Elaboración propia