

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE  
AGUA POTABLE EN EL ANEXO COMUNAL NUEVO  
PARAISO, DISTRITO DE PAITA-PAITA- PIURA-  
MAYO 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

AUTOR:

BACH. ULISES JAVIER GUILLEN HUANCAYO

ORCID: 0000-0003-4052-0177

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

ORCID: 0000-0002-7644-4201

PIURA-PERU

2019

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Guillen Huancayo, Ulises Javier

ORCID: 0000-0003-4052-0177

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Piura, Perú

### **ASESOR**

Chilon Muñoz, Carmen

ORCID: 0000-0002-7644-4201

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Piura, Perú

### **JURADO**

Chan Heredia Miguel Ángel

ORCID: 0000-0001-9315-8496

Córdova Córdova Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Suarez Elías Orlando Valeriano

ORCID: 0000-0002-3629-1095

**JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR**

**Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia**

**Presidente**

**Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova**

**Miembro**

**Mgtr. Orlando Valeriano Suarez Elías**

**Miembro**

**Mgtr. Carmen Chilón Muñoz**

**Asesor**

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

### **AGRADECIMIENTO**

En especial a mis seres queridos:

Por darme la oportunidad de poder culminar mi carrera, con esfuerzo y éxito a La vez. A mis padres, que siempre estuvieron conmigo en buenos y malos momentos, durante mi carrera.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo principalmente quiero dedicarlo a:

Mi Esposa y a mis queridos hijos, que siempre confiaron.

En mí y supieron darme la confianza y el aliento para que esta

tesis se pueda Llegar a concluir satisfactoriamente.

## **RESUMEN Y ABSTRACT**

### **RESUMEN**

Para la presente tesis se escogió como zona de estudio el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la Ciudad de Paita, debido a que los habitantes de este sector no les llegan el agua potable directamente a sus viviendas. Con la ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable, se pretende contribuir a mejorar las condiciones de la calidad de vida de la población y disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas que se presentan en esta localidad. Para ello se plantearon los siguientes objetivos: Determinar el periodo de diseño y la población futura que será beneficiada con el servicio de agua potable, calcular caudales de diseño, investigar sobre los tipos de sistema de agua potable. Se realizaron visitas a la zona de estudio, donde se obtuvo información de campo mediante el uso de ficha de instrumentos y encuestas, la cual posteriormente se procesó. Este proyecto beneficiara a 122 Viviendas, 1 local comunal, 1 Pronoei y Áreas Verdes. La red de distribución se empleara 850 ml de tubería 2" PVC NTP 399.002 C-7.5; además serán necesarias la instalación de una válvula de purga al final del tramo tubería 8 y 7 válvulas de interrupción de 2".

**Palabras Clave:** Ampliación y Mejoramiento, Red Distribución, Agua Potable

## **ABSTRACT**

For this thesis, the Nuevo Paraíso Communal Annex of the City of Paita was chosen as the area of study because the inhabitants of this sector do not receive drinking water directly to their homes. With the expansion and improvement of the drinking water service, it is intended to contribute to improving the quality of life conditions of the population and reduce the cases of gastrointestinal, parasitic and dermal diseases that occur in this locality. To this end, the following objectives were set: Determine the design period and the future population that will benefit from the drinking water service, calculate design flows, investigate the types of drinking water system. Visits were made to the study area, where field information was obtained through the use of instruments and surveys, which were subsequently processed. This project will benefit 122 Housing, 1 community site, 1 Pronoei and Green Areas. The distribution network will be used 850 ml of pipe 2 "PVC NTP 399.002 C-7.5; In addition, it will be necessary to install a purge valve at the end of the pipeline 8 section and 7 2 "interruption valves.

Keywords: Expansion and Improvement, Distribution Network, Drinking Water

## CONTENIDO

TITULO DE TESIS .....	i
EQUIPO DE TRABAJO .....	ii
JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT.....	vii
CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS .....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedente.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	8
2.1.3. Antecedentes Locales .....	13
2.2. Bases Teóricas.....	20
2.2.1. Agua.....	20
2.2.2. Agua potable .....	20
2.2.3. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua .....	21
2.2.3.1 Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento.....	21
2.2.3.2 Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento.....	21
2.2.4. Redes de agua potable.....	22
2.2.5. Red de distribución de agua potable .....	22
2.2.5.1 Líneas de alimentación. ....	23
2.2.5.2 Redes primarias. ....	23
2.2.5.3 Redes secundarias.....	23
2.2.6. Tipos de redes de distribución de agua potable .....	23



2.2.6.1	Red de Distribución de Agua Potable Abierta o Ramificada .....	23
2.2.6.2	Red de Distribución de Agua Potable Cerrada o Mallada.....	25
2.2.7.	Componentes de una red de distribución .....	26
2.2.7.1	Tubería de PVC .....	26
2.2.7.2	Válvulas .....	27
2.2.7.3	Válvulas de compuerta. ....	28
2.2.7.4	Válvulas de purga .....	28
2.2.8.	Criterios Básicos de Diseño .....	29
2.2.8.1	Periodo de diseño .....	29
2.2.8.2	Población del proyecto .....	29
2.2.8.3	Método Lineal (Aritmético) .....	30
2.2.8.4	Dotación de agua .....	30
2.2.8.5	Tipos de consumo.....	31
2.2.8.6	Variaciones de consumo.....	32
2.2.8.7	Caudales de diseño .....	33
2.2.8.8	Disposiciones específicas para diseño.....	34
III.	HIPOTESIS .....	37
3.1.	Hipótesis General .....	37
3.2.	Hipótesis Específica .....	37
IV.	METODOLOGIA.....	38
4.1.	Diseño de investigación .....	38
4.2.	Población y muestra .....	39

4.2.1. Población .....	39
4.2.2. Muestra .....	39
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores. ....	39
4.4. Técnicas e instrumentos .....	40
4.5. Plan de Análisis.....	40
4.6. Matriz de consistencia.....	41
RESULTADOS .....	42
4.7. Resultados .....	42
4.8. Análisis De Resultados .....	65
V. CONCLUSIONES .....	66
Aspectos Complementarios .....	67
Referencias Bibliográficas.....	68
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

### Gráficos

Grafico 1: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento.....	21
Grafico 2: Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento.....	22
Grafico 3: Red de Distribución de Agua Potable Abierta o Ramificada .....	24
Grafico 4: Desventaja de la Red de Distribución de Agua Potable Abierta .....	24
Grafico 5: Red de Distribución de Agua Potable Cerrada o Mallada.....	25
Grafico 6: Ventaja de la Red de Distribución de Agua Potable Cerrada o Mallada..	26
Grafico 7: Dimensiones de Tuberías .....	27
Grafico 8: Válvula de Compuerta.....	28

Grafico 9: Variación de Consumo diario.....	32
Grafico 10: Variación de Consumo horario.....	33
Grafico 11: Diseño de la Investigación.....	38
Grafico 12: Ubicación geográfica de Paita.....	42
Grafico 13: Captación Existente de Agua El Arenal.....	44
Grafico 14: Planta de Tratamiento de Agua El Arenal.....	45
Grafico 15: Sectores Beneficiados por el RE-2.....	46
Grafico 16: Plano Perimétrico.....	47
Grafico 17: Punto de Empalme con Red Existente.....	48
Grafico 18: Población Censada Distrito Paita 1993-2017.....	50
Grafico 19: Crecimiento Poblacional Aritmético.....	53
Grafico 20: Trazado de Tuberías Y Nodos.....	57
Grafico 21: Curvas de Nivel.....	58
Grafico 22: Conexiones Agua Potable.....	58
Grafico 23: Conexiones Agua Potable Argis.....	59
Grafico 24: Tuberías en WaterCad.....	60
Grafico 25: Ingreso de Elevaciones a WaterCad.....	61
Grafico 26: Empalme.....	62
Grafico 27: Ingreso de Caudales a WaterCad.....	63

## **Tablas**

Tabla 1: Periodos de Diseño.....	29
Tabla 2: Dotación para zona Rural.....	31
Tabla 3: Dotación para zona Urbana.....	31

Tabla 4: Coeficientes de Fricción “C” en la Fórmula de Hazen Y Williams .....	35
Tabla 5: Resistencia a la Presión en Tuberías PVC .....	35
Tabla 6: Datos Técnicos de la Zona del Proyecto .....	47
Tabla 7: Cantidad de Viviendas .....	49
Tabla 8: Población Actual.....	49
Tabla 9: Población Proyectada .....	53
Tabla 10: Dotaciones .....	54
Tabla 11: Caudales Promedio .....	55
Tabla 12: Caudales Máximo Horario.....	56
Tabla 13: Resultados en Tuberías WaterCad.....	64
Tabla 14: Resultados en Nodos WaterCad .....	64

## **Cuadros**

Cuadro 1 Definición y operacionalizacion de variables. ....	39
Cuadro 2: Matriz de consistencia.....	41

## **I. INTRODUCCION**

El Anexo Comunal Nuevo Paraíso fue creado en el año 2007, hasta la actualidad tiene más de 11 años habitando en dicha zona sin contar con el servicio de agua potable en sus viviendas. Esto pobladores se han abastecido de agua por medio de camiones cisternas pertenecientes a la municipalidad provincial de Paita, estos depositan el agua en noques. Es por ello que se solicitó a la Empresa Prestadora de Servicio Grau (EPS Grau), si era factible la ampliación de la red de agua potable para poder cubrir con el servicio de agua potable dicho anexo comunal.

Con Carta N°018-2019-EPS GRAU S.A-430.30 otorga la factibilidad de Ampliación de Red de Agua Potable, indicando el punto de toma para la ampliación será a través de la red de distribución de 2" PVC, ubicada en Av. Domingo Astete manzana Z. La presión en el punto de empalme es 18.75 m.c.a y una continuidad de 6 horas de servicio.

Para poder realizar el proyecto se planteó como objetivo general: Ampliar y mejorar el servicio de agua potable en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la zona alta de la ciudad de Paita.

Y como objetivos específicos tenemos:

- Determinar el periodo de diseño de la red de distribución, la población actual y futura que será beneficiada con el servicio de agua potable.
- Proponer el sistema de distribución de agua potable más adecuado para la zona de estudio.

- Calcular caudales de diseño para abastecer a la zona de estudio.

La metodología de investigación es de **Tipo** no experimental ya que se estudia el problema y se examina sin recurrir a laboratorio y de corte transversal porque se está analizando en el periodo marzo, 2019. Es de **Nivel** descriptivo ya que describe la realidad, sin modificarla.

Para hacer la ampliación se propone hacer un empalme con red existente y así abastecer a la zona de estudio asegurando presiones y velocidades adecuadas en las tuberías. Se utilizó el Software WaterCad para el diseño de redes de distribución. Antes de iniciar el modelado de la red de distribución en el software WaterCad se prepararon los archivos necesarios que nos pide el software; estos archivos fueron:

Plano la Red de Distribución representada las tuberías por polilíneas y los Nodos que se representan por puntos, estos elementos fueron trazados en el software Autocad, El segundo archivo será nuestras curvas topográficas del Anexo Comunal Nuevo Paraíso, el tercer archivo son las conexiones domiciliarias, para representar estas conexiones en el software Arcgis se genera una base de datos tipo puntos, estos puntos nos representa el caudal que corresponde a cada vivienda.

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- En este trabajo de investigación se demuestra que la red existente dependiente del Reservorio Existente al que llamamos RE-1 es suficiente para abastecer al Anexo Comunal Nuevo Paraíso.
- Haciendo la ampliación de la red de distribución existente, el proyecto va a beneficiar un total de 122 viviendas, 1 local comunal, 1 Pronoei, Parque del Anexo Comunal Nuevo Paraíso.

- El modelo matemático seleccionado para la proyección de la población es el del método matemático aritmético considerando una tasa de crecimiento de 2.13%, dando como resultado una total de 783 habitantes beneficiados con el sistema proyectado.
- El caudal máximo horario será 5.073lt/s, este caudal ingresara a la red de distribución, tubería PVC SAP Di: 55.4 mm CLASE 7.5.El caudal unitario que corresponde por vivienda será de 0.04085 lt/s, esto se obtiene al dividir el total de viviendas por el caudal máximo horario.
- El Software WaterCad es una herramienta de gran utilidad para el modelamiento hidráulico de redes de agua potable, ya que nos permitió diseñar la red de distribución de manera muy eficiente dando como resultados valores aceptables.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Antecedente**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- a) **“Estudio y diseño del sistema de agua potable para los barrios Guisaceo y Mostazapamba pertenecientes a la parroquia Sumaypamba, cantón Saraguro, provincia de Loja, Ecuador - 2013”**

(Cueva D.)<sup>1</sup>. Este proyecto tiene como objetivo primordial realizar el estudio y diseño del sistema de agua potable para los barrios Guisaceo y Mostazapamba. Se ha realizado el diseño hidráulico de las redes de conducción y distribución utilizando la fórmula de Dary - Weisback para el cálculo de las pérdidas de carga, los diseños de cada unidad que componen el sistema como: captaciones, planta de tratamiento y distribución.

Metodología:

En el presente estudio se siguió los lineamientos de la normativa del Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de Obras Sanitarias, norma CO10.7-601. Se realizó visitas técnicas de campo para recopilar información sobre: la demografía de los barrios mediante encuestas socio-económicas, toma de muestras de agua de las captaciones para evaluar la calidad del agua mediante los ensayos físicos, químicos y bacteriológicos, toma de muestras para estudio del suelo.



Conclusiones:

- En cuanto al cálculo hidráulico de las redes de conducción y distribución se ha considerado los diámetros y presiones dinámicas mínimas proporcionadas por la norma, se deberán colocar las respectivas válvulas reductoras de presión a la salida de las conexiones domiciliarias en los nudos de salida, con el objeto de evitar el exceso de presión permitida en el medidor.
- El rango de velocidad con la que se diseñó la conducción y las redes de distribución es de (0.45 – 4.5) m/s, cumpliendo con la normativa y además para evitar la sedimentación y erosión de las tuberías.
- En el diseño de las redes de distribución y conducción se utilizó tubería y accesorios PVC, debidos a su rentabilidad económica, fácil manejo constructivo y a la calidad del material.

-

**b) “Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa, Guatemala – 2017”**

**(Roque H.)<sup>2</sup>**. El proyecto consiste en el diseño de la línea central de la red de distribución de agua potable, el cual incluye captación, tanque de almacenamiento, línea de conducción, red de distribución y obras especiales que según los estudios que se realicen se determinaran cuales serán, si así fuesen necesarias.

El proyecto se diseñará en base a normas y especificaciones de INFOM tomando en cuenta que al agua se le realizará su respectiva toma de muestras para determinar que sea apta para el consumo humano.

En la cabecera municipal existe la falta de suministro del agua lo cual provoca muchos problemas a los pobladores. El sistema de abastecimiento existente es deficiente y con el crecimiento de la población, se ha vuelto más obsoleto. Es por esta razón que se realizará el diseño de un sistema de abastecimiento de agua que está conformado por una obra de captación, 5 km de línea de conducción, un tanque de abastecimiento y 21 km de línea de distribución, para que la municipalidad pueda ejecutarlo y proveer del vital líquido a los habitantes.

**Objetivo:**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa.

**Conclusiones:**

- Se realizó una investigación monográfica y según el diagnóstico de necesidades de servicios básicos en la cabecera, se priorizó el diseño de abastecimiento de agua potable que cuenta con un total de 27 km de tubería y un tanque con capacidad de 150 m<sup>3</sup> para ello la municipalidad es la encargada de ejecutarlo con mayor brevedad, ya que la población se ve afectada debido a que el sistema actual es obsoleto.
- Se proporcionó un diseño del sistema de agua potable para mejorar las necesidades básicas de los 4 000 habitantes de la cabecera municipal,

haciendo que este llegue a las viviendas a toda hora, debido a que en la actualidad no todos los habitantes son abastecidos con el vital líquido.

- Para garantizar el buen funcionamiento del sistema durante el periodo de diseño, se capacitó a los miembros de COCODE de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón acerca de los aspectos de operación y mantenimiento de todo el sistema de agua potable.

**c) “Diseño del sistema de agua potable para el sector Guayaquil IV km. 6.5 autopista terminal terrestre Pascuales, Provincia del Guayas, cantón Guayaquil, Ecuador-2013”**

**(Bonilla y Velastegui)<sup>3</sup>**. El proyecto tiene como objetivos dotar de infraestructura urbana a la comunidad incluido el diseño del sistema de agua potable, buscando mejores alternativas económicas para los habitantes.

Debido al desarrollo continuo de la población es necesario realizar esta investigación para dar una posible alternativa de solución al problema que posee esta comunidad del sector norte del cantón Guayaquil de la Provincia del Guayas.

**Objetivo:** Diseñar un sistema de red de distribución de agua potable para el poblado ya que es una propuesta de desarrollo y pretendemos que cuente con este servicio básico.

**Metodología:** Para la realización de este proyecto de investigación se utilizó un estudio de tipo exploratorio-descriptivo, para conocer y describir las principales necesidades de la zona norte de la ciudad de Guayaquil.

Establecer una línea base de las principales necesidades básicas sanitarias, ambientales y viales como herramienta de planificación para el desarrollo de las zonas rurales.

En el caso de las entrevistas, estas fueron estructuradas con una serie de preguntas organizadas a partir del tema y están de acuerdo con los objetivos de la investigación, tales como: la Problemática sobre las condiciones Sanitarias, Ambientales y Viales de la Zona.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- a) **“Abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano San Agustín, Distrito Sachada, Provincia Arequipa, Región Arequipa-2015”**

**(Zanabria J.)<sup>4</sup>**. En la presente tesis se realizó el proyecto de abastecimiento de agua y desagüe que formara parte de una ampliación de la red dependiente del reservorio R-22 de la red de la planta de agua potable "La Tomilla"; para el Asentamiento humano San Agustín en el Distrito de Sachaca, con el objetivo de elevar la calidad de vida de los habitantes de esta asociación de vivienda y prevenir las enfermedades gastrointestinales producto de la ausencia de los servicios básicos indispensables. Se llegara a satisfacer a 269

familias que ocuparan un área total de 8.13 Ha del que en la actualidad se encuentran habitadas a un 50%.

**Objetivo:**

Elevar la calidad de vida de los habitantes de esta Asociación de vivienda y prevenir las enfermedades gastrointestinales producto de la ausencia de los servicios básicos indispensables de Agua Potable y Desagüe mediante la elaboración y diseño de los elementos que sean necesarios para el correcto funcionamiento de los sistemas de Agua Potable alcantarillado de aguas residuales a nivel de estudio definitivo para El Asentamiento Humano San Agustín.

**Conclusiones:**

- En el presente proyecto se demuestra que la red existente dependiente del Reservoirio R-22 es suficiente para abastecer al AAHH San Agustín.
- El Circuito del reservoirio R-22 contiene dos válvulas reguladores de presión ya que se tiene una diferencia aproximada de 100m, lo que permite tener la presión de servicio en el punto de empalme dentro los parámetros del RNE (10 mca hasta 50mca).
- Con el proyecto se satisface la necesidad de abastecimiento de agua potable y alcantarillado domestico para las 269 familias del AAHH San Agustín del Distrito de Sachaca.

- Con el diseño de los sistemas de Agua potable y Desagüe se resuelve satisfactoriamente el problema de abastecimiento para el Asentamiento Humano San Agustín de Sachaca.

**b) “Diseño de la red de agua potable del centro poblado pueblo nuevo de Conta – Cañete – Lima - 2011”**

**(Mendoza J.)<sup>5</sup>**. El informe de suficiencia denominado " Diseño de la Red de Agua Potable del Centro Poblado Pueblo Nuevo de Conta - Cañete " tiene como objetivo principal hallar el diámetro económico del sistema de bombeo y realizar el cálculo hidráulico de la red de distribución conforme a los límites de presión y velocidad establecidas por las normas.

En el Capítulo I, se hace una reseña de las condiciones actuales del Centro Poblado, tanto de localización, climáticas, demográficas, educacionales y de salud.

En el Capítulo II, se determinan los parámetros de diseño tales como el período diseño, el crecimiento poblacional, hallando la tasa de crecimiento, los caudales de diseño como el caudal promedio, el caudal máximo diario y el caudal máximo horario. Se menciona los límites de presión y velocidad tanto en la línea de impulsión como en la red de distribución, y el diámetro mínimo en la red.

En el Capítulo III, se diseña la línea de impulsión, la línea de aducción y la red de distribución. Hallando el diámetro económico de la tubería, así como la potencia y tipo de bomba. Se diseña la red de distribución de agua potable

del centro poblado, con los valores de presión en los nodos y velocidad en las tuberías según lo especificado en las normas. Así mismo se halla el diámetro, material y longitud de la línea de aducción que sale del reservorio.

En el Capítulo IV, se menciona la mejor manera de preservar el sistema de agua potable, mediante reglas de operación y mantenimiento, dado el elevado costo de esta infraestructura.

En el Capítulo V, se presentan las recomendaciones y conclusiones que este informe sugiere para el tema de estudio elegido.

#### **Conclusiones:**

- La población beneficiaria actualmente es de 3472 habitantes, que en 21 años será de 4943 habitantes.
- El diámetro de la tubería de succión de 10" cumple con el criterio de que el NPSH disponible sea mayor que el NPSH requerido para evitar el problema de cavitación.
- El diámetro económico de la tubería de impulsión es de 8" después de evaluar los costos inversión y el consumo de energía.
- La potencia de la bomba hasta el año 2020 puede ser de 25 HP considerando un factor de seguridad de 25%.
- Las presiones obtenidas en los nodos en análisis estático halladas con el programa WaterCad están dentro del rango establecidas por las normas.
- El programa WaterCad es de suma ayuda cuando se busca obtener presiones y velocidades limitadas en la red, variando el diámetro de la tubería de aducción.

**c) “Ampliación del sistema de red de agua potable y alcantarillado frente a la calidad de vida de la población de los Girasoles – El Milagro sector III -Huanchaco-Trujillo-La Libertad - 2016”**

**(Reyes J.)<sup>6</sup>**. La elaboración del presente Trabajo de Suficiencia Profesional, constituye un aporte interesante ante la problemática que existe en la asociación de vivienda los Girasoles- El Milagro sector III y sigue una metodología para dar la solución respectiva. El proyecto considera la ampliación de la red de Agua Potable y Alcantarillado, con diseño adecuado, con el fin de brindar la distribución de agua potable y recolección y evacuación de los desagües así como las labores de operación y mantenimiento.

Agua Potable: El abastecimiento del agua potable proviene de fuente superficial (PTAP – Alto Salaverry); mediante el sistema existente línea de conducción, reservorio apoyado, línea de aducción y redes de distribución del centro poblado El Milagro se brindara el abastecimiento a los Girasoles – El Milagro Sector III (empalme en la calle Sinchi Roca y Av. Simón Bolívar).

Sistema de Agua Potable

- Suministro e instalación de 1,981.30 ml. de tubería PVC ISO 4222, Serie 13.3 (C-7.5) DN (63-90-110) mm. Tipo UF con anillos de caucho.
- Instalación de 287 conexiones domiciliarias con tubería de PVC C-10 DN 20mm tipo SP.



**Objetivo:** Elaborar el proyecto de Ampliación de red de Agua Potable y Alcantarillado, para los pobladores de Los Girasoles Sector III El Milagro-Huanchaco-Trujillo-La Libertad.

### **Conclusiones**

- El Diseño de la red de agua potable, ha resultado favorable tal y como se muestra en el presente trabajo, los datos obtenidos según las encuestas hechas a los habitantes de la asociación de vivienda los Girasoles, arroja como resultado que el 91 % de la población aprueba la construcción del proyecto.
- La Ampliación de la red de alcantarillado para que las viviendas tengan instaladas sus desagües y estén conectadas a las redes colectoras, influye positivamente en el medio ambiente, dejando de lado los malos olores y otros percances que ocasionaban los pozos ciegos, también permite un desarrollo sustentado.

#### **2.1.3. Antecedentes Locales**

- a) **“Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones”**

(Lossio M.)<sup>7</sup>. El propósito del presente trabajo de tesis es contribuir técnicamente, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales de nuestro ámbito regional, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño,

construcción, evaluación y transferencia de sistemas rurales de abastecimiento de agua que en los últimos años ha desarrollado la Universidad de Piura.

La presente tesis brinda un estudio definitivo en el que se ha implementado un sistema de agua potable por bombeo utilizando energía fotovoltaica (paneles solares) y abastecimiento a través de piletas públicas (39 en total), en cuatro caseríos del distrito de Lancones: Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre.

**Conclusiones:**

- Para efectos del diseño del sistema proyectado se cuenta con:
  - Datos de cantidad de población, tomados en base a datos proporcionados por los tenientes gobernadores de los caseríos, que dan una población conformada por 84 familias, con un densidad poblacional de 5.5 habitantes por vivienda, resultando una población total de 462 habitantes al año 2008.
  - Una tasa de crecimiento anual asumida de 2% (según INEI), por ser este valor compatible con lo establecido en las normas de diseño para proyectos de agua potable en zonas rurales.
  - Un período de diseño asumido de 15 años, recomendado por ser el más adecuado, ya que conjuga la duración de las estructuras de concreto y los equipos de bombeo.
- Con estos datos se ha calculado una población futura de diseño al año 2024, de 614 habitantes.

- Se han obtenido los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:
  - Caudal promedio diario: 0.36 l/s
  - Caudal máximo diario: 0.46 l/s
  - Caudal máximo horario: 0.71 l/s.
  
- Con el uso del programa WaterCAD se ha podido analizar las velocidades y presiones a lo largo de la red de distribución, de donde se dedujo que en la mayor parte de los tramos de la red se tiene velocidades menores a 0.4 m/s y presiones entre 30 y 40 m.

**b) “Metodología computarizada de dimensionamiento de redes de agua potable – Piura 2017”**

(Villegas G.)<sup>8</sup>. Este trabajo busca introducir una nueva metodología para el dimensionamiento de sistemas de distribución de agua potable. Esta metodología en general busca generar una guía básica de dimensionamiento de sistemas de agua aplicando criterios de optimización económica y automatización en los procesos de cálculo de los diferentes componentes que conforman la red. Y bajo un enfoque de múltiples escenarios como eventos de incendios y variación de demanda. La finalidad de la metodología es garantizar un confiable y eficiente diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Aplicándose a través de software de análisis hidráulico como el WaterGems; y análisis topográfico y catastral con el software AutoCAD Civil

3D. La zona de aplicación será la ciudad de **Negritos**, distrito de **Talara**. El criterio de optimización económica implica la selección de la combinación más económica de un conjunto de diámetros comerciales de tuberías de un material determinado. La automatización de procesos de cálculo implica aplicar metodologías eficientes y rápidas para procesos repetitivos de cálculo de parámetros que conforman la red de abastecimiento.

### **Conclusiones:**

- Con la metodología propuesta se logró bajo un criterio de optimización y automatización un proceso confiable y eficiente el dimensionamiento de una red de abastecimiento de agua potable. Esta metodología permite una guía desde el trazo de la red, la secuencia de las simulaciones hasta la generación de los resultados del dimensionamiento de redes de agua potable para poblaciones no mayores de 20 000 habitantes.
- Con el avance de la tecnología y la creación de modernos dispositivos de control (válvulas reductoras de presión y flujo, válvulas de control de sobrepresiones entre otros) para los diferentes parámetros del flujo en las tuberías es posible trabajar con velocidades recomendadas por los fabricantes.
- Trabajar con softwares que se vinculan entre sí, permite que se eviten errores en el ingreso de la información. Permitted mejorar la eficiencia en el dimensionamiento de cualquier tipo de red y mejorar el grado de confiabilidad de los resultados.

- Incorporar válvulas automatizadas en la red de abastecimiento permite tener un control completo de las velocidades y presiones generadas en la red en cualquier momento y ante cualquier situación.

**c) “Diseño del Sistema De Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado de Nuevo Santa Rosa, Distrito de Cura Mori, Provincia de Piura, Departamento de Piura - 2018”**

(Pérez G.)<sup>9</sup>. El presente proyecto tuvo como objetivo diseñar el sistema de agua potable y alcantarillado en el sector de Nuevo Santa Rosa, Caserío del Distrito de Cura Mori, Provincia de Piura, Departamento de Piura. El sistema existente es temporal ya que fue instalado después del fenómeno El Niño costero del año 2017. Este sistema debe ser reemplazado por uno que sea permanente. La zona del proyecto cuenta con un terreno ondulado con una pendiente del 15 %, la necesaria para realizar un diseño de sistema por gravedad. Para el estudio de suelos se realizaron 4 calicatas ubicadas en puntos estratégicos para el diseño, cuyos resultados dieron una arena mal granulada. La zona en la cual será ubicado el reservorio es una de las que tiene mayor altura. Se cuenta con una población en el año base de 180 habitantes, 60 viviendas, una densidad de 3 habitantes por vivienda, y una tasa de crecimiento de 1.37%. Se ha optado por realizar un diseño incluyendo 5 factores primordiales: la captación, el reservorio, la red de distribución, la red de alcantarillado, y la disposición final. La captación será por medio de un pozo, el cual proveerá de 1 litro por segundo y bombeará 12 horas diarias.

El reservorio tendrá una capacidad de 15 m<sup>3</sup>, será rectangular apoyado, la red de distribución abastecerá a las 60 viviendas, y la red de alcantarillado sanitario tendrá una disposición final en un tanque IMHOFF.

**Objetivos:**

- Realizar el Diseño del servicio de saneamiento básico del Centro Nueva Santa Rosa, Distrito de Cura Mori, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
- Realizar el levantamiento topográfico en la zona de estudio.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- Diseñar el sistema de agua Potable.
- Diseñar el sistema de alcantarillado y planta de tratamiento.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Calcular los metrados y costos del proyecto.

**Conclusiones:**

El diseño del servicio de agua potable y alcantarillado se desarrolló con los criterios establecidos para su buen funcionamiento y para el tiempo de vida estimado, todo siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones, adicionando a este, otras publicaciones.

En la línea de conducción, debido a las características del terreno y a la distancia que la captación se encontraba del reservorio, no fue necesaria la instalación ni de válvulas de aire ni de válvulas de purga. Y debido a que la

presión no era la tan alta, tampoco fue necesaria la instalación de la cámara rompe presión.

La tasa con la que se desarrolló el proyecto fue de 1.37%, la cual fue calculada por un método aritmético, el mismo que es mencionado en el libro de Agüero Pittman (2015), en el cual nos dice que es el método más acertado para poblaciones rurales, de forma similar lo desarrollaron Narro y Ríos (2015) donde trabajaron con una tasa de 1.68%.

En el diseño de la red de distribución, fue necesaria la utilización del software Watercad, con el cual fue posible el cálculo de la red de las características principales de la red de distribución, tales como velocidades y presiones, las cuales cumplieron con los parámetros establecidos en la Guía del Programa Nacional de Saneamiento.

Para que el diseño funcione se utilizó tuberías clase 7.5 de PVC, lo que garantiza que soporta las presiones máximas que existen en el sistema, esto lo podemos verificar en la Guía del Programa Nacional de Saneamiento.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Agua**

El agua componente vital de la naturaleza, principal constituyente del mundo en donde vivimos. La mayor cantidad de agua en la tierra se encuentra en los grandes océanos y mares; solo un 3% es agua dulce, eso la convierte en un recurso muy importante para que el ser humano pueda vivir.

El agua dulce esa la con mayor facilidad puede ser potabilizada y es por ello que es la principal fuente de abastecimiento, se puede encontrar en el subsuelo, acumulada en ríos arroyos y lagos donde la lluvia juega en rol importante para mantener el nivel del agua.

### **2.2.2. Agua potable**

En la actualidad el agua que encontramos en la naturaleza no puede ser utilizada directamente para el consumo humano ya que no es bastante pura en sus propiedades biológicas ni químicas, esto se debe a que su curso ocurre por el subsuelo o superficie de la tierra donde se contamina con diferentes sustancias o microorganismos que pueden afectar la salud de quien la consume.

(Mimosa)<sup>10</sup>. Antes de que el agua llegue a nuestros hogares, es necesario que sea purificada en una planta de tratamiento de agua. En estas estructuras se purifica el agua hasta que está en condiciones apropiadas para el consumo humano. Desde las planta de tratamiento, el agua es transportada hacia nuestras viviendas por medio de conductos a las que se conoce como red de abastecimiento o red de distribución de agua.



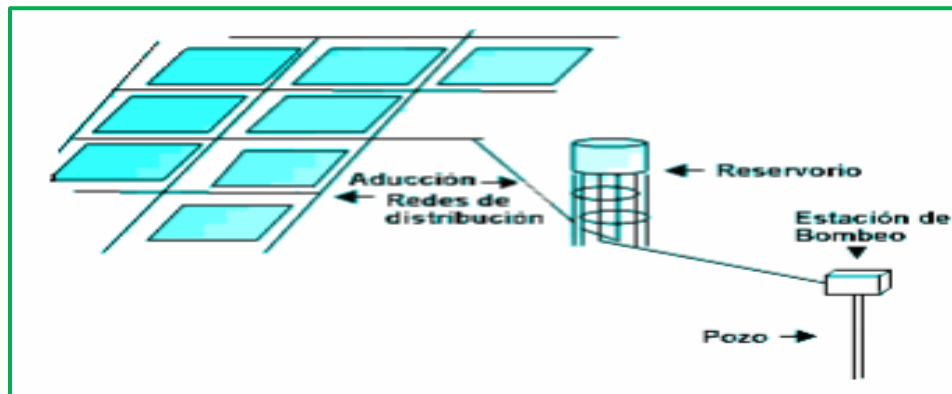
### 2.2.3. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua

(Organización Panamericana de la Salud)<sup>11</sup>. Los sistemas convencionales están compuestos por un conjunto de estructuras, de acuerdo a los diferentes tipos de fuente de abastecimiento y de la población que se va abastecer.

#### 2.2.3.1 Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

Estos sistemas se abastecen con aguas que se encuentran en óptimas condiciones y no necesita tratamiento previo para ser consumida. Sin embargo, el agua requiere ser bombeada para ser distribuida al consumidor final. Usualmente están constituidos por pozos.

Grafico 1: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

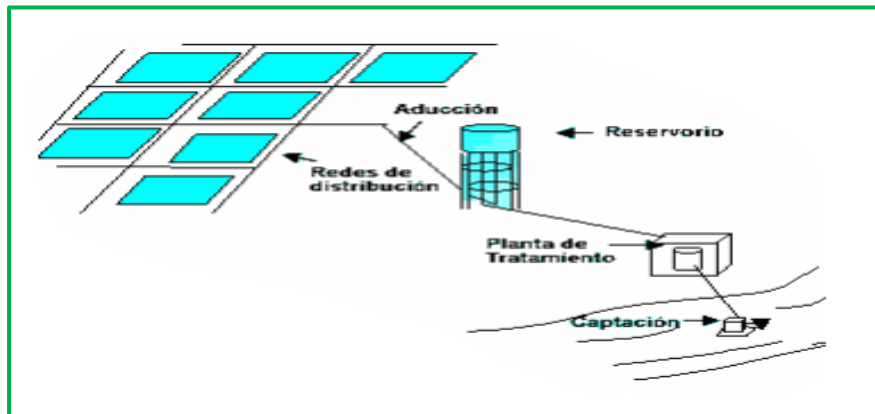


Fuente: Libro de investigación: Guía Orientaciones Sobre Agua Y Saneamiento para zonas rurales - Organización Panamericana de la Salud - 2018

#### 2.2.3.2 Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento

Los sistemas por bombeo con tratamiento necesitan tanto la planta de tratamiento de agua para proporcionar las características del agua a los requerimientos de pureza, como un sistema de bombeo para llevar el agua hasta el consumidor final.

Grafico 2: Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento



Fuente: Libro de investigación: *Guía Orientaciones Sobre Agua Y Saneamiento para zonas rurales* - Organización Panamericana de la Salud - 2018

#### 2.2.4. Redes de agua potable

(Arístegui Maquinaria)<sup>12</sup>. Las redes de suministro de agua potable son todas las tuberías que facilitan que el agua sea conducida desde el lugar de captación hasta el lugar de consumo en condiciones idóneas para su utilización. Por aptas no solo se entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino de igual forma de cantidad.

#### 2.2.5. Red de distribución de agua potable

(Criterios y lineamientos técnicos ara factibilidades) <sup>13</sup>. Define como red de distribución al conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que transportan el agua del reservorio o tanque de almacenamiento hasta la conexión de los hogares. Su propósito es suministrar agua a los beneficiarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para escenarios extraordinarios como apagar incendios. La red debe suministrar este servicio todo el tiempo, en suficiente cantidad, con la calidad requerida y a una presión apropiada.

#### ***2.2.5.1 Líneas de alimentación.***

Es un conducto que empieza en un reservorio de almacenamiento y proporciona agua directamente a la red de distribución. En caso de que existan otras líneas de alimentación, el total de los caudales en estas líneas hacia la red de distribución tendrá que ser igual al caudal máximo horario.

#### ***2.2.5.2 Redes primarias.***

Este conducto es el que forma el circuito de distribución ya sea ramificado o en mallas. A estos conductos principales están conectadas las líneas secundarias.

#### ***2.2.5.3 Redes secundarias***

A las redes secundarias se le conoce más con el nombre de ramal distribuidor, estas tuberías son la que se ubican en las veredas y que suministran de agua a las viviendas y otras instituciones.

### **2.2.6. Tipos de redes de distribución de agua potable**

En (Ingeniería Civil.Tutoriales) <sup>14</sup>. Define dos tipos de redes de distribución de agua potable y nos indica ventajas y desventajas a tener en cuenta entre ente ambas formas de trazar una red de distribución.

#### ***2.2.6.1 Red de Distribución de Agua Potable Abierta o Ramificada***

Esta forma de distribuir la red se identifica por contar con una tubería principal de distribución a partir la cual salen ramales que finalizarán en puntos ciegos, es decir que no se conectara con otras tuberías en la misma Red de Distribución de Agua Potable. Mayor mente se emplea este tipo de distribución en población donde la vivienda no está concentradas, debido a

que la topografía de la zona impide la interconexión entre las tuberías para formar circuitos cerrados.

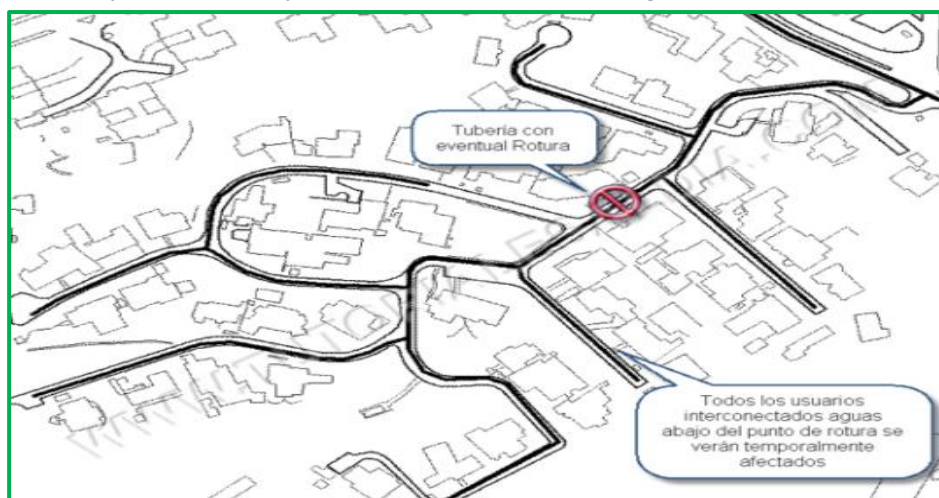
Grafico 3: Red de Distribución de Agua Potable Abierta o Ramificada



Fuente: Blog Ingeniería Civil Tutoriales.

El inconveniente que tiene este tipo de redes se presenta cuando ocurre un fallo en cualquiera de los conductos que la componen, esto ocasionaría una interrupción del servicio a los usuarios que se encuentren aguas abajo a partir del fallo de tubería hasta que se reparan.

Grafico 4: Desventaja de la Red de Distribución de Agua Potable Abierta



Fuente: Blog Ingeniería Civil Tutoriales.

### ***2.2.6.2 Red de Distribución de Agua Potable Cerrada o Mallada***

Esta forma de distribuir la red se obtiene mediante la interconexión de tuberías de los ramales de la Red de Distribución de Agua Potable formando mallas.

*Grafico 5: Red de Distribución de Agua Potable Cerrada o Mallada*



*Fuente: Blog Ingeniería Civil Tutoriales.*

La principal ventaja de este sistema cerrado es que este tipo de distribución es el más beneficioso desde el punto de vista de eficiencia y de garantía del servicio. En caso de que ocurriera alguna rotura en cualquier parte de la red de tuberías, esto solo afectará a un pequeño conjunto de consumidores, gracias a la ubicación estratégica de válvulas que aíslan dicha zona mientras se efectúan las reparaciones.



Grafico 7: Dimensiones de Tuberías

**NTP ISO 1452:2011**

Factor de Seguridad 2.5

DN	Longitud		CLASE 5		CLASE 6.3		CLASE 7.5		CLASE 8		CLASE 10	
			PN 5		PN 6.3		PN 7.5		PN 8		PN 10	
			Serie 20		Serie 16		Serie 13.3		Serie 12.5		Serie 10	
(mm)	Total (m)	Útil (m)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)
63	6.0	5.90	(*) 1.6	2.83	2.0	3.52	(*) 2.3	4.02	2.5	4.36	(*) 3.0	5.18
75	6.0	5.89	(*) 1.9	4.00	2.3	4.82	(*) 2.8	5.82	2.9	6.02	(*) 3.6	7.39
90	6.0	5.89	(*) 2.2	5.57	2.8	7.03	(*) 3.3	8.23	3.5	8.71	(*) 4.3	10.60
110	6.0	5.88	(*) 2.7	8.35	3.4	10.45	(*) 4.0	12.21	4.2	12.79	(*) 5.3	15.96
140	6.0	5.87	(*) 3.5	13.77	4.3	16.82	(*) 5.1	19.81	5.4	20.39	(*) 6.7	25.69
160	6.0	5.85	(*) 4.0	18.00	4.9	21.93	(*) 5.8	25.77	6.2	27.48	(*) 7.7	33.75
200	6.0	5.84	(*) 4.9	27.62	6.2	34.72	(*) 7.3	40.59	7.7	42.72	(*) 9.6	52.67
250	6.0	5.81	(*) 6.2	43.76	7.7	54.01	(*) 9.1	63.36	9.6	70	(*) 11.9	81.75
315	6.0	5.77	(*) 7.7	68.58	9.7	85.83	(*) 11.4	100.12	12.1	106.02	(*) 15.0	129.92
355	6.0	5.75	(*) 8.7	87.41	10.9	108.82	(*) 12.9	127.78	13.6	134.43	(*) 16.9	165.11
400	6.0	5.74	9.8	110.98	12.3	138.40	(*) 14.5	161.89	15.3	170.46	(*) 19.1	210.26

DN	Longitud		CLASE 12.5		CLASE 15		CLASE 16		CLASE 20	
			PN 12.5		PN 15		PN 16		PN 20	
			Serie 8		Serie 6.6		Serie 6.3		Serie 5	
(mm)	Total (m)	Útil (m)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)	e (m)	Peso (kg/tubo)
63	6.0	5.90	3.8	6.47	(*) 4.4	7.41	4.7	7.88	5.8	9.54
75	6.0	5.89	4.5	9.12	(*) 5.3	10.62	5.6	11.17	6.8	13.33
90	6.0	5.89	5.4	13.14	(*) 6.3	15.15	6.7	16.04	8.2	19.28
110	6.0	5.88	6.6	19.63	(*) 7.7	22.64	8.1	23.72	10.0	28.74
140	6.0	5.87	8.3	31.44	9.8	36.68	10.3	38.40	12.7	46.47
160	6.0	5.85	9.5	41.15	(*) 11.2	47.93	11.8	50.30	14.6	61.05
200	6.0	5.84	11.9	64.50	(*) 14.0	74.98	14.7	78.43	18.2	95.27
250	6.0	5.81	14.8	100.43	(*) 17.5	117.30	18.4	122.85		
315	6.0	5.77	18.7	159.96	(*) 22.0	185.92	23.2	195.26		
355	6.0	5.75	21.1	203.57	24.8	236.39	26.1	247.80		
400	6.0	5.74	23.7	257.74	28.0	300.72	29.4	314.56		

Fuente: Catalogo tuberías de PVC para Agua potable. PAVCO

### 2.2.7.2 Válvulas

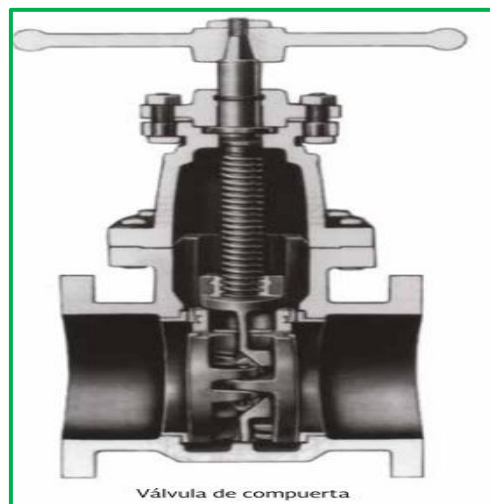
Son dispositivos mecánicos que son empleados para detener, iniciar o controlar las características del flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos. En redes de distribución son más usuales las válvulas que se operan manualmente mediante palancas, volantes y engranes, debido a que los cierres y aperturas son ocasionales. Las válvulas se dividen en dos clases según su función: Aislamiento o seccionamiento y Control. Según su tipo las válvulas de aislamiento pueden ser: de compuerta, de mariposa o de asiento (cilíndrico, cónico o esférico). Las válvulas de asiento pueden realizar ambas funciones. A su vez las válvulas de control pueden ser: de altitud, de admisión

y expulsión de aire, controladoras de presión, de globo, de retención (check) o de vaciado (de desagüe).

### ***2.2.7.3 Válvulas de compuerta.***

Válvulas de compuerta. Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula en forma perpendicular al flujo. Es importante señalar que la válvula de compuerta está destinada propiamente para ser operada cuando se requiera un cierre o apertura total, no se recomienda para ser usada como reguladora de gasto debido a que provoca altas pérdidas de carga.

*Grafico 8: Válvula de Compuerta*



*Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento-CONAGUA-2015*

### ***2.2.7.4 Válvulas de purga***

Se colocarán en los lugares bajos, obteniendo en cuenta la calidad de agua a trasladar y la modalidad de trabajo de la línea.



Esta dimensionara de acuerdo a la velocidad del drenaje, donde se debe respetar que el diámetro de la válvula sea menos que el diámetro de la tubería

## 2.2.8. Criterios Básicos de Diseño

### 2.2.8.1 Periodo de diseño

(MEF)<sup>16</sup>. Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores: Vida útil de las estructuras y equipos, Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura, Crecimiento poblacional.

Tabla 1: Periodos de Diseño

COMPONENTES DEL SISTEMA	PERIODO DE DISEÑO
Capacidad de las fuentes de abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años
Pozos	20 años
Plantas de tratamiento de agua de consumo humano	20 años
Reservorio	20 años
Tuberías de conducción, impulsión, distribución	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Caseta de bombeo	20 años

Fuente: *Elaboración Propia*

### 2.2.8.2 Población del proyecto

En (Scribd)<sup>17</sup>. Encontramos los diferentes métodos para estimar la población futura, en proyectos de abastecimiento de agua potable esto es muy importante para poder determinar cuántos serán los beneficiados a futuro y así poder hacer los cálculos respectivos.

### **2.2.8.3 Método Lineal (Aritmético)**

El método lineal, supone un aumento constante de la población, la cual representa que la población desarrolla o reduce en el mismo número de personas; está representada por la siguiente ecuación:

$$N_f = N_0 (1 + r \cdot t)$$

Donde:

$N_f$ = Población al final del Periodo

$N_0$ = Población al Inicio del Periodo

$t$  = Tiempo en año, entre  $N_f$  y  $N_0$

$r$ = Tasa de crecimiento observado en el periodo

### **2.2.8.4 Dotación de agua**

En el libro (Abastecimiento de Agua y Alcantarillado)<sup>18</sup>. La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en l/hab/día. Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar.

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda

#### 2.2.8.5 Tipos de consumo

**Consumo de uso público:** Es aquel que considera, riego de jardines públicos, limpieza de calles y alcantarillado, limpieza de monumentos, etc.

**Consumo de uso comercial e industrial:** Es la cantidad de agua que se asigna a un comercio e industria y varía de acuerdo al tamaño del mismo.

**Consumo de uso doméstico:** Es la cantidad de agua destinada a la bebida, preparación de alimentos, limpieza personal y otros, lavado de ropa, riego de jardines, etc. El consumo doméstico se asigna por las Normas y Costumbres y se da por persona, por día y se llama Dotación.

El Ministerio de Vivienda y Construcción, asignó dotaciones en función al clima ya los habitantes:

**Tabla 2: Dotación para zona Rural**

Población	Dotación
Para Población < 500 Hab.	60 a 80 Lt/hab/día.
para 500 < Población < 1000	80 a 100 Lt/hab/día.
Para 1000 < Población < 2000	100 a 110 Lt/hab/día.

*Fuente: Libro Abastecimiento de Agua y Alcantarillado-  
Elaboración Propia*

**Tabla 3: Dotación para zona Urbana**

Población	Clima Frío	Clima Templado
Población > 2,000 Hab.	120 Lt/hab/día.	150 Lt/hab/día.
10,000 < Población < 50,000	150 Lt/hab/día.	200 Lt/hab/día.
Población > 50,000	200 Lt/hab/día.	250 Lt/hab/día.

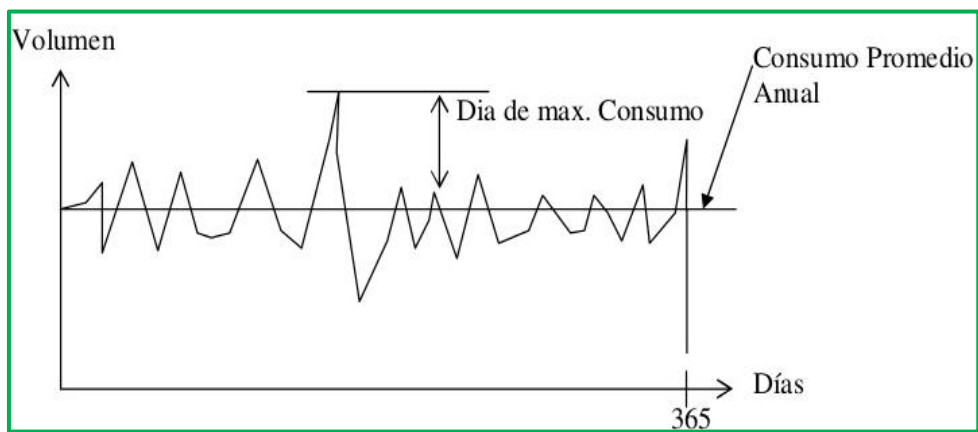
*Fuente: Libro Abastecimiento de Agua y Alcantarillado-  
Elaboración Propia*

### 2.2.8.6 Variaciones de consumo

**Variación diaria:** Esta referido al coeficiente de variación diaria " $K_1$ " y es un factor del caudal promedio anual " $Q_p$ ". Sirve para diseñar la línea de conducción, plantas de tratamiento, reservorio, etc.

$$K_1 = \frac{\text{Volumen del día de Máximo consumo Registrado en un año.}}{\text{Vol. de Consumo medio diario relativo al mismo año.}}$$

Grafico 9: Variación de Consumo diario

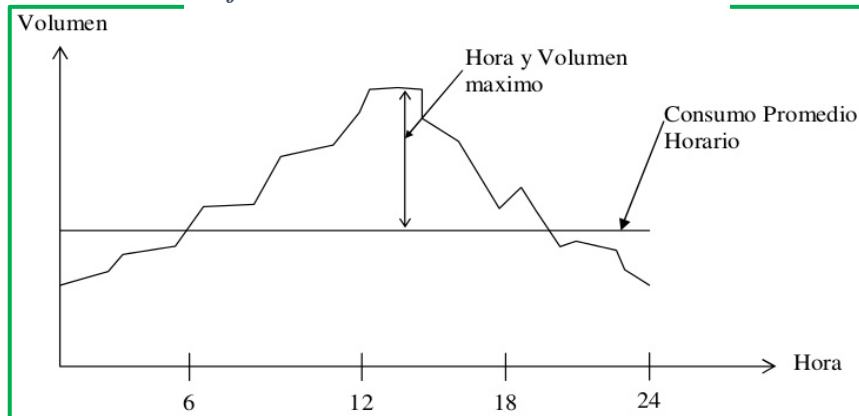


Fuente: Libro Abastecimiento de Agua y Alcantarillado

**Variación Horaria:** Es el factor que sirve para diseñar la línea de aducción, red de distribución, reservorio y otros de un sistema de agua potable.

$$K_2 = \frac{\text{Volumen de la Hora de Máximo Consumo en un día.}}{\text{Vol. de Consumo Medio Horario del día.}}$$

**Grafico 10: Variación de Consumo horario**



*Fuente: Libro Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*

### 2.2.8.7 Caudales de diseño

Son aquellos caudales que intervienen directamente en el diseño de las diferentes partes de un proyecto de abastecimiento de Agua Potable, básicamente son:

#### Caudal promedio (Qp):

**Ecuación :**

$$Q_p = \frac{P_f \times D}{86400} \text{ (lt/s)}$$

Pf = Población futura.

D = Dotación (lt/hab/ día).

#### Consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>):

$$Q_{md}$$

K1= Coeficiente de Variación Diaria.

Qp= Caudal promedio (lt/s).

**Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ):**

$$Q_{mh}$$

$K_2$ = Coeficiente de Variación Horaria.

$Q_p$ = Caudal promedio (lt/s)

$Q_{md}$  se usa para diseñar la Línea de Conducción y todas las estructuras que se encuentran en él.  $Q_{mh}$  se usa para diseñar todas las estructuras y tuberías aguas abajo del reservorio.

#### ***2.2.8.8 Disposiciones específicas para diseño***

(RNE O.S 050)<sup>19</sup>. Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la siguiente tabla:

**Tabla 4: Coeficientes de Fricción “C” en la Fórmula de Hazen Y Williams**

<b>TIPO DE TUBERÍA</b>	<b>“C”</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

*Fuente: RNE O.S 050*

La Presión recomendada para el diseño 80% de la nominal. La relación de la resistencia a la presión de tubos PVC se indica en el cuadro siguiente:

**Tabla 5: Resistencia a la Presión en Tuberías PVC**

<b>Clase</b>	<b>mca</b>	<b>lbs/pulg<sup>2</sup></b>
5	50	71
7.5	75	107
10	100	142
15	150	213

*Fuente: Elaboración Propia.*

El **diámetro mínimo** de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos.

La **velocidad** máxima será de 3 m/s; en casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

La **presión estática** no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

**Ubicación de tuberías.** En las calles de 20 m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1.20 m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.

El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1.20 m. desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.

**Recubrimiento de tuberías.** En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo.

Recubrimientos menores, se deben justificar. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0.30 m.

El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0,30 m.



### **III. HIPOTESIS**

#### **3.1. Hipótesis General**

Desarrollando el proyecto de ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la zona alta de la ciudad de Paita beneficiara a los pobladores.

#### **3.2. Hipótesis Específica**

-EL periodo de diseño será el óptimo para que el sistema sea 100% eficiente durante su vida útil.

-El sistemas de distribuciones agua potable a elegir será entre Sistema Abierto o Sistema Cerrado.

- El caudal dependerá del clima, la población y el área del lote.

## IV. METODOLOGIA

### 4.1. Diseño de investigación

Es de **Tipo** no experimental ya que se estudia el problema y se examina sin recurrir a laboratorio y de corte transversal porque se está analizando en el periodo marzo, 2019.

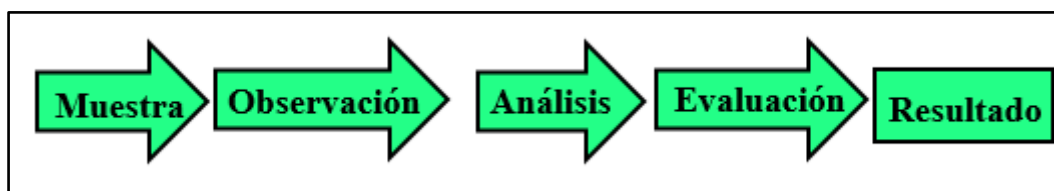
Es de **Nivel** descriptivo ya que describe la realidad, sin modificarla.

La sistemática a emplear, para el desarrollo del proyecto será:

Recopilación de antecedentes preliminares; en esta etapa se realizara la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes de toda la información necesaria que ayude a cumplir con los objetivos de este trabajo de investigación.

La investigación será desarrollada con el apoyo de planos de ubicación de la zona de estudio, planos de conexiones existentes, planos topográficos, siendo posible utilizar software para facilitar el procesamiento de datos y reducir errores en las evaluaciones de los estudios realizados.

*Grafico 11: Diseño de la Investigación*



*Fuente: Elaboración Propia.*

## 4.2. Población y muestra

### 4.2.1. Población

Para esta investigación, la población está conformada por todos los proyectos de investigación de Sistemas de Agua Potable propuestos en el departamento de Piura.

### 4.2.2. Muestra

La muestra estará conformada por el proyecto en desarrollo en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso que se encuentra en la parte alta del distrito de la ciudad de Paita, en el año 2019.

## 4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.

*Cuadro 1 Definición y operacionalización de variables.*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Instrumento
Ampliación y Mejoramiento del servicio de agua potable.	La ampliación consiste en llevar las redes de distribución existentes hasta los lugares donde no cuentan con ellas, para hacia mejorar la calidad de vida de los habitantes que se beneficiaran con este servicio.	-Construcción de sistemas de agua potable. -Mejoramiento de sistemas de agua potable. -Ampliación de redes de distribución.	Según la unidad de análisis de la población, se indicara: Porcentaje de Pobladores con Abastecimiento de agua. Disminución de enfermedades gastrointestinales.	Ficha de Inspección -Encuestas - Entrevista

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### **4.4. Técnicas e instrumentos**

Se efectuarán visitas a la zona de estudio, en el cual se conseguirá información de campo con el uso de ficha de instrumentos y entrevistas encuestas, la cual posteriormente se procesará siguiendo un orden metodológico convencional. Investigación será desarrollada, con la ayuda de planos de ubicaciones la zona de estudio, planos de conexiones existentes, planos topográficos, siendo posible utilizar software para facilitar el procesamiento de datos y reducir errores en las evaluaciones de los estudios realizados.

#### **4.5. Plan de Análisis**

- Identificación de las calles área de estudio por donde se trazaran las red de distribución
- Determinación cantidad de viviendas, población actual y futura.
- Calcular los caudales de diseño para nuestro proyecto.
- Definir la topografía de la zona de estudio.
- Modelar la red de distribución mediante software (AutoCAD, WaterCAD, Google Earth).
- Analizar los resultados que nos da el software.

#### 4.6. Matriz de consistencia.

Cuadro 2: Matriz de consistencia.

“AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL ANEXO COMUNAL NUEVO PARAISO, DISTRITO DE PAITA – PAITA – PIURA - ABRIL 2019”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>General</b></p> <p>¿De qué manera la ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la zona alta de la ciudad de Paita, beneficiara a los pobladores?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Ampliar y mejorar el servicio de agua potable en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la zona alta de la ciudad de Paita.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Desarrollando el proyecto de ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso de la zona alta de la ciudad de Paita beneficiara a los pobladores.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Ampliación del servicio de agua potable</p>	<p><b>Tipo y Nivel de la Investigación</b></p> <p>Es de Tipo no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio y de corte transversal porque se está analizando en el periodo marzo, 2019.</p> <p>Es de Nivel descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla.</p>
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuál será periodo de diseño y la población futura que será beneficiada con la ampliación del servicio de agua potable?</p> <p>¿Qué tipo de sistema de distribución de agua potable será el más adecuado para nuestra área de estudio?</p> <p>¿Cuál serán el caudal necesario que la población necesita para ser abastecida con el servicio de agua?</p>	<p><b>Objetivo Especifico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el periodo de diseño y la población futura que será beneficiada con el servicio de agua potable.</li> <li>- Proponer el sistema de distribución de agua potable más adecuado para la zona de estudio.</li> <li>- Calcular caudales de diseño para abastecer a la zona de estudio.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Especifica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-EL periodo de diseño será el óptimo para que el sistema sea 100%eficiente durante su vida útil.</li> <li>-El sistemas de distribuciones agua potable a elegir será entre Sistema Abierto o Sistema Cerrado.</li> <li>- El caudal dependerá del clima, la población y el área del lote.</li> </ul>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Mejoramiento del servicio de agua potable.</p>	<p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>Documental, Campo, comparativo simple de las alternativas propuestas.</p> <p><b>Población</b></p> <p>Anexo Comunal Nuevo Paraíso</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>50% de los lotes del Anexo Comunal Nuevo Paraíso</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p>Observación y muestreo. Fichas de investigación y de campo, guías de observación, cuestionarios.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

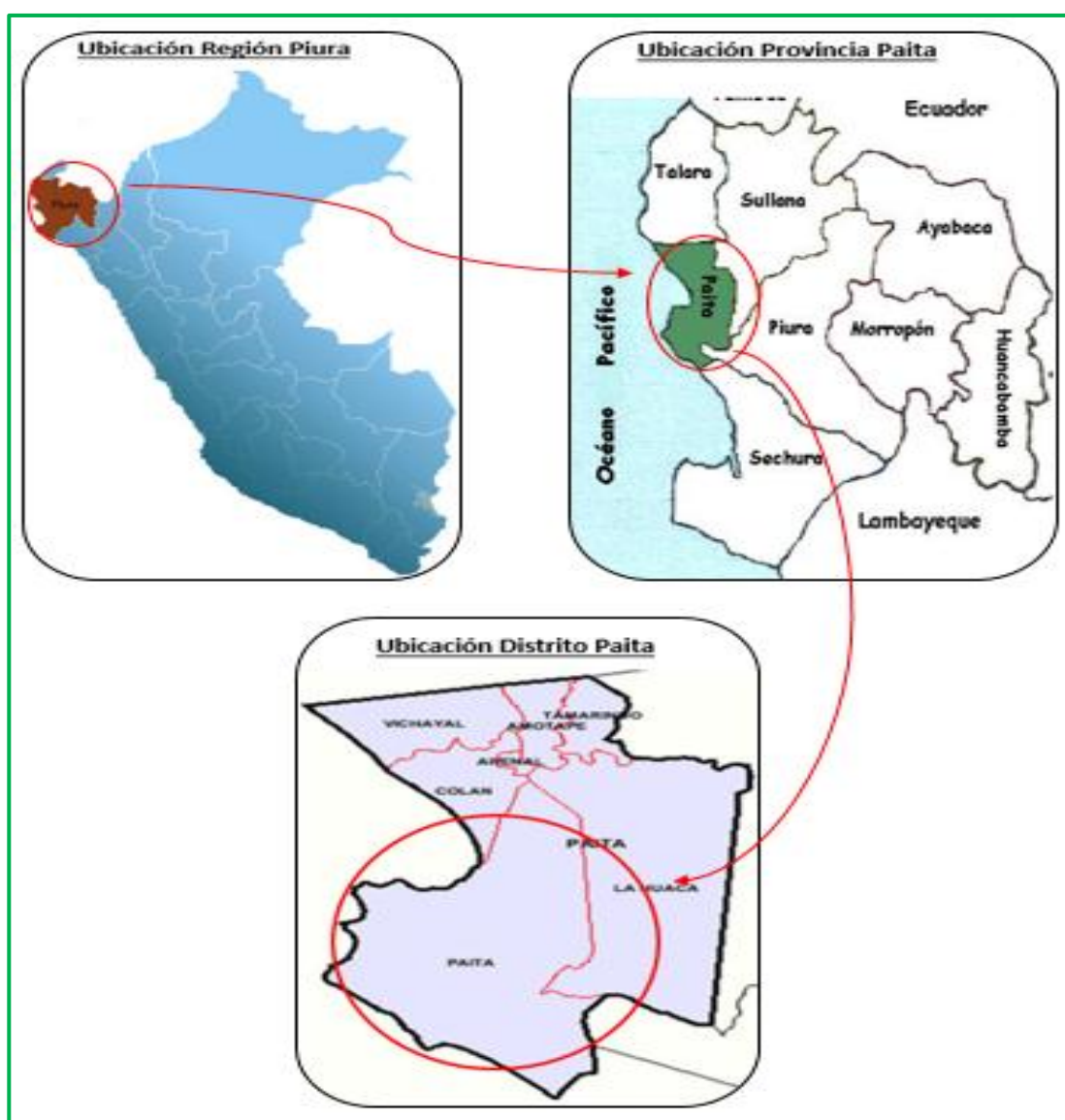
## RESULTADOS

### 4.7. Resultados

#### Ubicación geográfica del distrito de Paita

El Anexo Comunal Nuevo Paraíso se encuentra ubicado en la parte alta del Distrito de Paita, Provincia de Paita, Departamento de Piura.

*Grafico 12: Ubicación geográfica de Paita*



*Fuente: Elaboración Propia.*

## **Topografía**

Paita está asentada en tres bandas concéntricas de tierra, con altitud variada que crece a medida que se aleja de la costa. La zona alta denominada El Tablazo, presenta una topografía plana algo ondulada, igual ocurre en la zona baja. En cambio en la zona intermedia existe una alta pendiente, que en términos medios presenta una tendencia de Este a Oeste. La altitud media en El Tablazo es de 70 msnm.

## **Clima**

Las condiciones climáticas están influenciadas directamente por las variaciones estacionales de la zona de baja presión ecuatorial y por la corriente de El Niño, produciéndose un clima de tipo súper árido tropical, calificado como clima cálido o muy seco en la costa. En condiciones normales la ciudad de Paita presenta temperaturas máximas mensuales que varían entre los 25° y 37°C y temperaturas mínimas entre los 13° y 24°C y temperatura promedio de 22°C. Los meses más calurosos corresponden al periodo diciembre a abril con una temperatura que varía entre los 26°C y 32°C., la estación de invierno corresponde al resto del año con temperaturas promedio de 20°C. Durante los eventos del Fenómeno de El Niño la temperatura es mayor, notándose una prolongación del periodo caluroso. La humedad promedio anual es del 66%, la presión atmosférica media anual es de 1008,5 milibases en tanto que los vientos que siguen una dirección al sur, tienen una velocidad promedio de 3 m/s.

## Sistema Existente de Agua Potable

Los servicios de agua potable y alcantarillado en el distrito de Paita los brinda la Empresa Prestadora de Servicio Grau (EPS Grau), la fuente de agua empleada para abastecer la ciudad de Paita es el río Chira.

El sistema inicia en la ciudad de El Arenal con la captación ubicada en el margen izquierdo del Río Chira, el agua es llevada mediante el canal de captación hasta la casa de bombas, donde es impulsada a la planta de tratamiento ubicado en la zona alta de la localidad de El Arenal.

La planta de tratamiento, es un conjunto de estructuras, debidamente equipadas, para potabilizar el agua, destinada al consumo humano, y abastecer a las provincias de Paita y Talara. Está diseñada para una Capacidad de 2,800 m<sup>3</sup>/hora, y consta de las siguientes Unidades: Cámara de Llegada, Predecantador, Cámara de Repartición, Pulsators, Filtros, Reservorios de Almacenamiento, Saturador de Cal, Sistema de Dosificación de Reactivos : Sulfato de aluminio, Cal y Polielectrolíto, Medición de Caudal de Agua Tratada, Oficinas y Ambientes Administrativos.

*Gráfico 13: Captación Existente de Agua El Arenal*



*Fuente: Google Earth*



Grafico 14: Planta de Tratamiento de Agua El Arenal



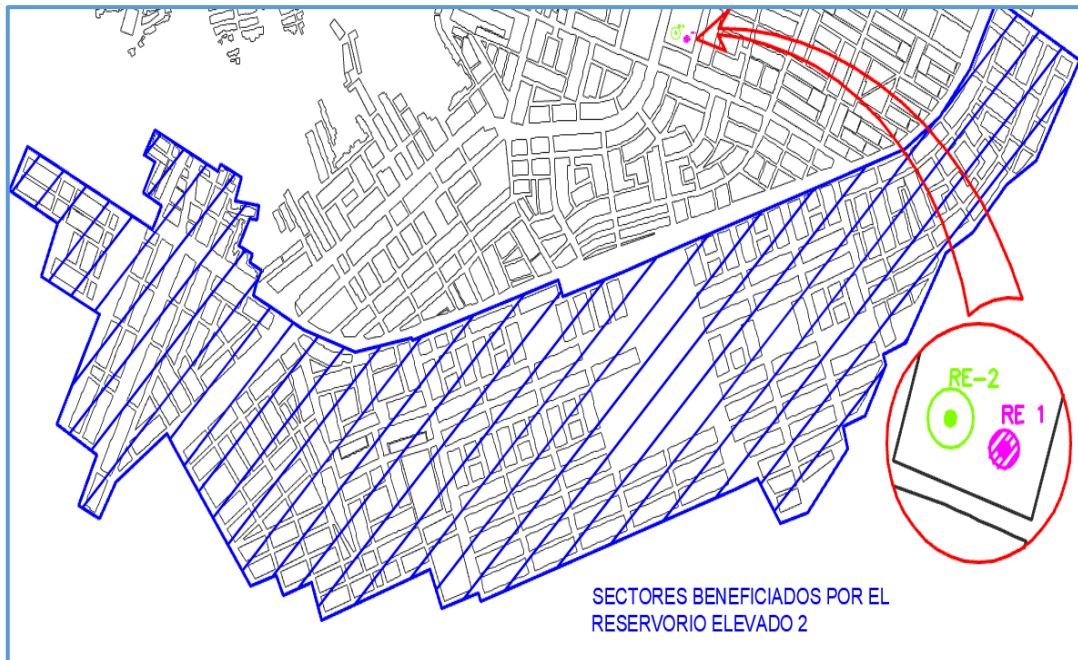
Fuente: Google Earth

En la zona alta de la ciudad de Paita se encuentran 2 reservorios elevados que abastecen de agua potable a dicha zona. El **RE-1** ubicado en la cota 72.62 msnm, tiene una antigüedad aproximada de 27 años y su capacidad es de 2200 m<sup>3</sup>. El **RE-2** su capacidad es de 3000m<sup>3</sup>, su antigüedad de un poco más de 4 años y está ubicado al costado del RE-1.

Este segundo reservorio se construyó con la finalidad de mejorar el servicio ya que la cantidad, calidad y presiones no eran adecuadas; y de abastecer a gran parte de la parte alta que no contaba con el servicio de agua potable en sus viviendas.

Sim embargo quedaron sectores que no se vieron beneficiados con dicha ampliación del proyecto. Entre esos sectores se encuentra el **Anexo Comunal Nuevo Paraíso**.

Grafico 15: Sectores Beneficiados por el RE-2



Fuente: Elaboración Propia.

### **Continuidad**

De acuerdo a data de la EPS GRAU la continuidad promedio es de 6 horas día, sin embargo esta varía de manera importante si se trata de Paita alta y de Paita baja, donde la menor continuidad se observa en la parte alta de la ciudad que llega a 3 horas diarias, debido a factores de oferta, topográficos y de uso incorrecto e indebido del servicio; caso similar ocurre en las localidades anexas donde la continuidad puede variar de 2 horas por día hasta 24 horas de continuidad.

### **Datos Técnicos de la Zona del Proyecto**

El Anexo Comunal cuanta con un área de 22865.89 m<sup>2</sup> y sus linderos conforman una Poligonal Perimétrica de 639.80 m. Ubicación por Coordenadas UTM WGS84 ZONA 17 HEMISFERIO SUR.

Tabla 6: Datos Técnicos de la Zona del Proyecto

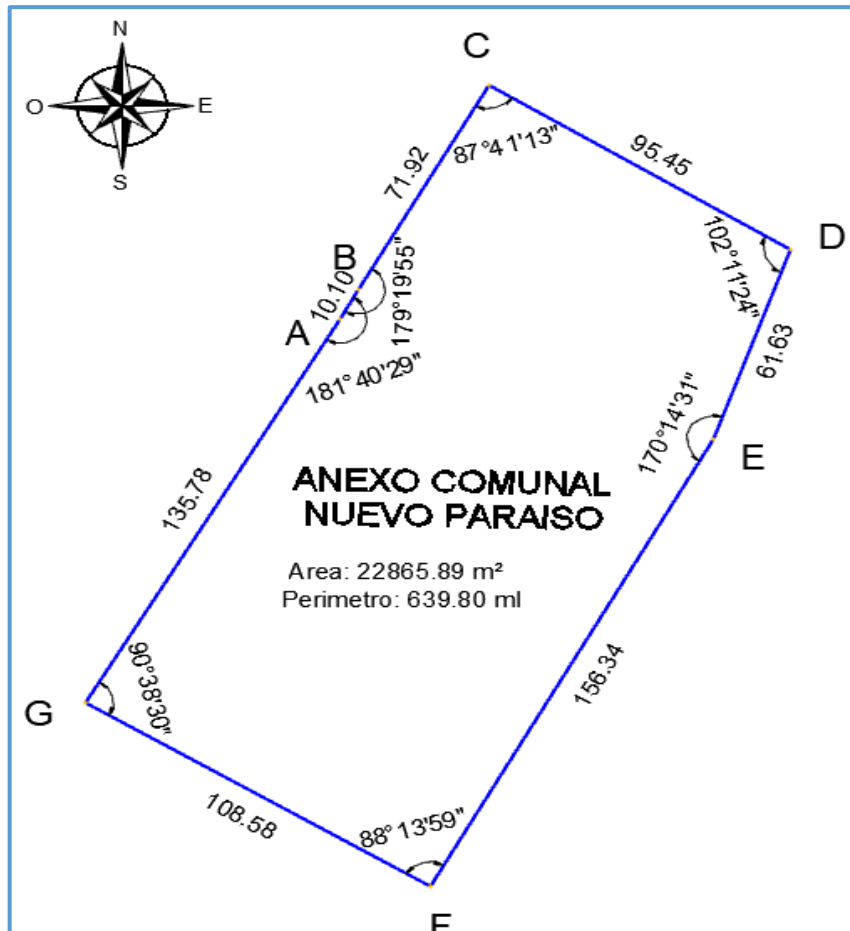
COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 17 HEMISFERIO SUR				
Vértice	Lado	Distancia	Este(x)	Norte(y)
A	A-B	10.10	490435.04	9436958.28
B	B-C	71.92	490439.901	9436967.13
C	C-D	95.45	490475.246	9437029.77
D	D-E	61.63	490556.412	9436979.54
E	E-F	156.34	490535.78	9436921.47
F	F-G	108.58	490459.229	9436785.16
G	G-A	135.78	490366.241	9436841.22
<b>TOTAL</b>		<b>639.80</b>		

AREA = 22865.89 m<sup>2</sup>

PERIMETRO = 639.80 ml

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 16: Plano Perimétrico

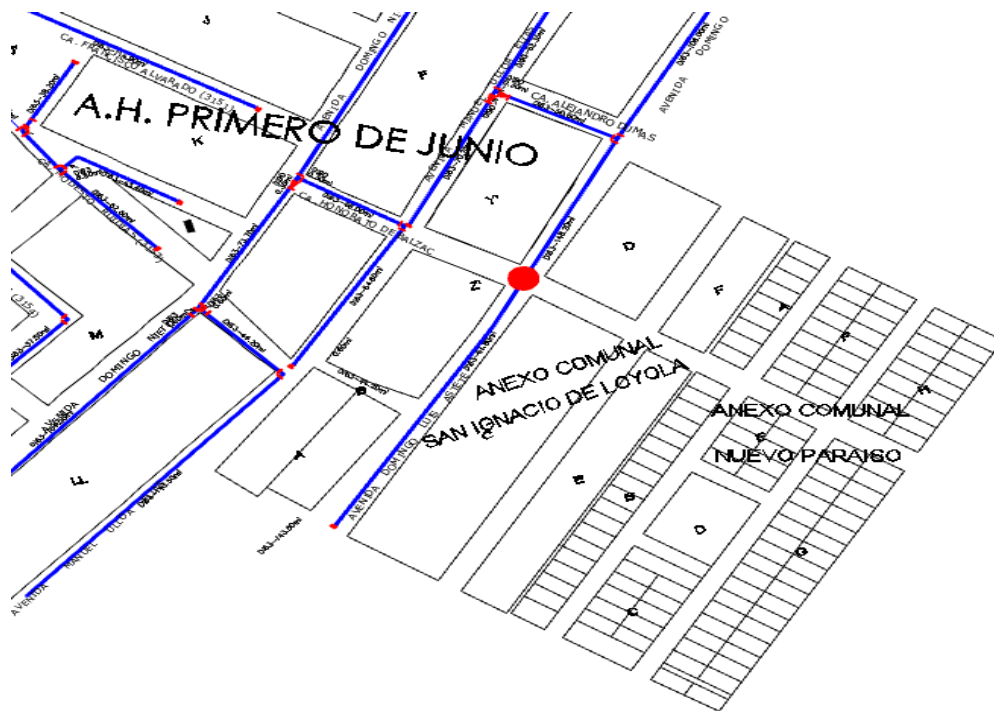


Fuente: Elaboración Propia.

## Descripción del sistema Proyectado

El Anexo Comunal Nuevo Paraíso fue creado en el año 2007, hasta la actualidad tiene más de 11 años habitando en dicha zona. Esto pobladores se han abastecido de agua por medio de camiones cisternas pertenecientes a la municipalidad provincial de Paita, estos depositan el agua en noques. Es por ello que se solicitó a la Empresa Prestadora de Servicio Grau (EPS Grau), si era factible la ampliación de la red de agua potable para poder cubrir con el servicio de agua potable dicho anexo comunal.

Con **Carta N°018-2019-EPS GRAU S.A-430.30** nos otorga la factibilidad de Ampliación de Red de Agua Potable, indicándonos que el punto de toma para la ampliación será a través de la red de distribución de 2" PVC, ubicada en Av. Domingo Astete manzana Z. La presión en el punto de empalme es 18.75 m.c.a y una continuidad de 6 horas de servicio (Ver *Grafico 17: Punto de Empalme con Red Existente* **anexo 09**)



Fuente: Elaboración Propia

## DATOS BASICOS DE DISEÑO

### Población y Densidad Actual

Del levantamiento topográfico que se realizó a la zona de estudio obtuvimos un total de 122 viviendas y se pudo observar que habitaban entre 4 a 5 personas por vivienda; optaremos un promedio de 4.5 personas por vivienda. También se encontró 1 pronoel, 1 local comunal, área verde y 1 depósito.

Tabla 7: Cantidad de Viviendas

Viviendas en el Anexo Comunal Nuevo Paraíso								
Manzana	A	B	C	E	F	G	H	Total Viviendas
Viviendas	9	19	10	10	18	38	18	122

Fuente: Elaboración Propia.

Conociendo la cantidad de viviendas y la densidad poblacional, estimaremos la población actual del **Anexo Comunal Nuevo Paraíso**

Tabla 8: Población Actual

Anexo Comunal Nuevo Paraíso		
Viviendas	Densidad	Población Actual
122	4.5	549

Fuente: Elaboración Propia.

### Tasa Crecimiento.

Para obtener la tasa de crecimiento en la población de Paita, se tuvo que recurrir a la base de datos del INEI y conseguir la población de los diferentes censos.

Grafico 18: Población Censada Distrito Paita 1993-2017

**POBLACION DISTRITO PAITA CENSO 1993**

AREA # 200501 PAITA				
Categorías	Casos	%	Acumulado %	
HOMBRES	21,220	49.94	49.94	
MUJERES	21,271	50.06	100.00	
<b>Total</b>	<b>42,491</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

**POBLACION DISTRITO PAITA CENSO 2005**

AREA # 200501 PAITA				
Categorías	Casos	%	Acumulado %	
Hombre	34,892	50.28	50.28	
Mujer	34,509	49.72	100.00	
<b>Total</b>	<b>69,401</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

**POBLACION DISTRITO PAITA CENSO 2007**

AREA # 200501 Dpto. Piura Prov. Paita Dist. Paita				
Categorías	Casos	%	Acumulado %	
Hombre	35,944	49.56	49.56	
Mujer	36,578	50.44	100.00	
<b>Total</b>	<b>72,522</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

**POBLACION DISTRITO PAITA CENSO 2017**

AREA # 200501 Piura, Paita, distrito: Paita

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %	
Hombre	43 032	48,91%	48,91%	
Mujer	44 947	51,09%	100,00%	
<b>Total</b>	<b>87 979</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: INEI

**Tasa de crecimiento:** fórmula de Crecimiento Poblacional Aritmético

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{r \cdot t}{100}\right) \longrightarrow r = \left(\frac{P_f}{P_0} - 1\right) \times 100$$

**Donde:**

r = tasa crecimiento

P<sub>1</sub> = Población Actual

P<sub>0</sub> = Población Anterior

t = Tiempo entre censos

Tasa de Crecimiento Entre dos censos:

1,993	2,005	=== >	r =	5.28 %
2,005	2,007	=== >	r =	2.25 %
2,007	2,017	=== >	r =	<b>2.13 %</b>

La tasa de crecimiento para el proyecto será 2.13%, ya que es la que más se asemeja a al crecimiento poblacional en la actualidad.

### Periodo de Diseño

Vamos a considerar un periodo de diseño de 20 años para redes de distribución según la tabla N°1.

*Tabla 1: Periodos de Diseño*

COMPONENTES DEL SISTEMA	PERIODO DE DISEÑO
Capacidad de las fuentes de abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años
Pozos	20 años
Plantas de tratamiento de agua de consumo humano	20 años
Reservorio	20 años
Tuberías de conducción, impulsión, distribución	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Caseta de bombeo	20 años

*Fuente: Elaboración Propia.*

### Población Futura

Se calculara la población futura con el método matemático aritmético, este método lineal, supone un aumento constante de la población, la cual representa que la población desarrolla o reduce en el mismo número de personas.

### **Cálculo población futura.**

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

Donde:

$P_f$  = Población al final del Periodo

$P_0$  = Población al Inicio del Periodo

$t$  = Tiempo en año, entre  $N_f$  y  $N_0$

$r$  = Tasa de crecimiento observado en el periodo

$$P_0 = 549 \text{ hab.}$$

$$r = 2.13\%$$

$$t = 20 \text{ años}$$

$$P_f = 549x \left(1 + \frac{2.13\% \times 20}{100}\right)$$

$$P_f = 783 \text{ hab.}$$



Tabla 9: Población Proyectada

AÑO BASE	AÑO	POBLACION PROYECTADA
2019	0	549
2020	1	561
2021	2	572
2022	3	584
2023	4	596
<b>2024</b>	<b>5</b>	<b>607</b>
2025	6	619
2026	7	631
2027	8	643
2028	9	654
<b>2029</b>	<b>10</b>	<b>666</b>
2030	11	678
2031	12	689
2032	13	701
2033	14	713
<b>2034</b>	<b>15</b>	<b>724</b>
2035	16	736
2036	17	748
2037	18	759
2038	19	771
<b>2039</b>	<b>20</b>	<b>783</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 19: Crecimiento Poblacional Aritmético



Fuente: Elaboración Propia.

## Determinación De La Dotación De Agua

### Viviendas

En la norma OS.100 nos indica, si no existiera de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias la siguiente dotación:

*Tabla 10: Dotaciones*

CLIMA	DOTACION
Frio	180 Lts./Hab./Día
Templado y Cálido	220 Lts./Hab./Día

*Fuente: Elaboración Propia.*

### Centro educativo

Norma A.040 del RNE dice lo siguiente: la dotación de agua a garantizar para el diseño de los sistemas de suministro y almacenamiento son: Educación primaria 20 lts/alumno/día; Educación secundaria y superior 25 lts./alumno /día. Dentro de nuestra zona de proyecto se encuentra un Pronoei con alrededor de 20 niños.

### Local Comunal

Se va considera na dotación de 1 lts/alumno/día para un local comunal de 000m<sup>2</sup>

**Depósito** La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de **0,50 L/d** por m<sup>2</sup> de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

**Áreas Verdes** La dotación de agua para áreas verdes será de **2 L/d** por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

## Caudales De Diseño

### Caudal Promedio diario anual (QP)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_p = \text{Consumo promedio diario Anual (l/s)} \quad Q_p = \frac{P_f \times D}{86400} \text{ (lt/s)}$$

Pf = Población futura  
D = Dotación ( l/hab/ día)

Tabla 11: Caudales Promedio

Descripción	Cantidad Actual		Cantidad Proyectada		Dotaciones	Qp (Lts/s)
	#	Unid	#	Unid		
Viviendas	549	Personas	783	Personas	220 Lts./Pers./Día	1.993
Pronoei	25	Alumnos	36	Alumnos	20 Lts./Alum/Día	0.008
Local Comunal	210	m <sup>2</sup>	210	m <sup>2</sup>	1 Lts./m <sup>2</sup> /Día	0.002
Deposito Materiales	81	m <sup>2</sup>	81	m <sup>2</sup>	1 Lts./m <sup>2</sup> /Día	0.001
Parque	1050	m <sup>2</sup>	1050	m <sup>2</sup>	2 Lts./m <sup>2</sup> /Día	0.024
<b>TOTAL</b>						<b>2.029</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### Consumo Máximo Horario (Qmh)

El caudal máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, se obtiene mediante la siguiente formula:

$$Q_{mh}$$

QP = Caudal Promedio diario anual  
K2 = Coeficiente de variación horario

Este caudal será conducido en nuestra red de distribución. Se asumió **K2=2.5**

Tabla 12: Caudales

Máximo Horario

DESCRIPCION	Qp (Lts/s)	Qmh (Lts/s)
Viviendas	1.993	4.984
Pronoei	0.008	0.021
Local Comunal	0.002	0.006
Deposito Materiales	0.001	0.002
Parque	0.024	0.061
<b>TOTAL</b>		<b>5.073</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Caudal Unitario por Lote (Quni)

Este valor representa el caudal unitario obtenido de dividir el caudal máximo horario de las viviendas entre los 122 lotes del Anexo Comunal Nuevo Paraíso.

$$Q_{uni} = Q_{mh} / 627$$
$$Q_{uni} = 4.984 / 122 = \mathbf{0.04085 \text{ lt/s}}$$

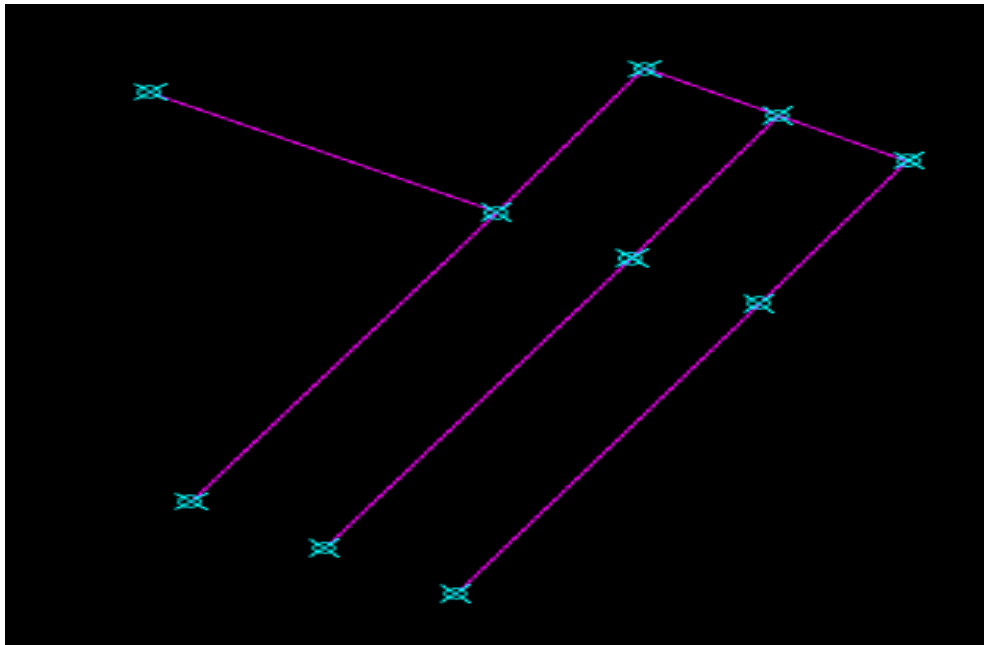
## MODELAMIENTO HIDRAULICO REDES DE DISTRIBUCION CON SOFTWARE WATERCAD

### Elaboración de Archivos Previos

Antes de iniciar el modelado en el software debemos tener preparado nuestros archivos necesarios para introducirlos a watercad.

Como primer archivo se necesitara el Plano la Rred de Distribución representando las tuberías por polilíneas y los nodos por puntos. Estos elementos serán trazados en el software Autocad, pero se guardaran con extensión dxf ya que es la extensión con la trabaja watercad (Ver gráfico 20)

*Gráfico 20: Trazado de Tuberías Y Nodos*



*Fuente: Elaboración Propia*

El segundo archivo que se necesita son las curvas de nivel obtenidas del levantamiento topográfico que se realizó en el Anexo comunal Nuevo Paraíso (Ver gráfico 21)

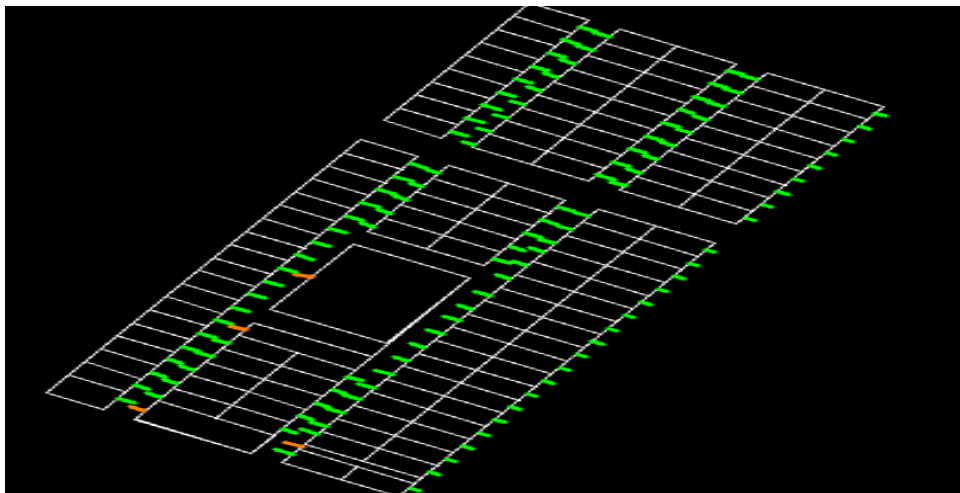
Grafico 21: Curvas de Nivel



Fuente: Elaboración Propia.

También serán dibujadas las conexiones domiciliarias, estas son importantes porque luego se trabajara con el Software Argis para poder combinar información de los caudales hallados (Ver gráfico 22).

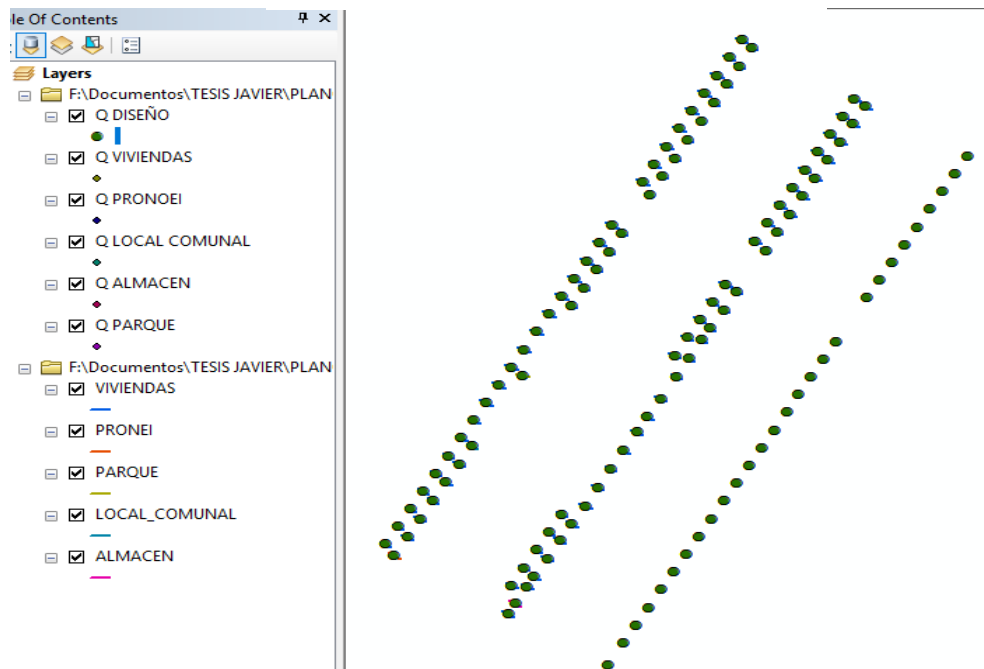
Grafico 22: Conexiones Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia

En Argis se introduce los caudales correspondientes a cada tipo de conexión. Estas conexiones se transforman en base de dato tipo punto para poder exportarlas a WaterCad (Ver gráfico 23).

Grafico 23: Conexiones Agua Potable Argis

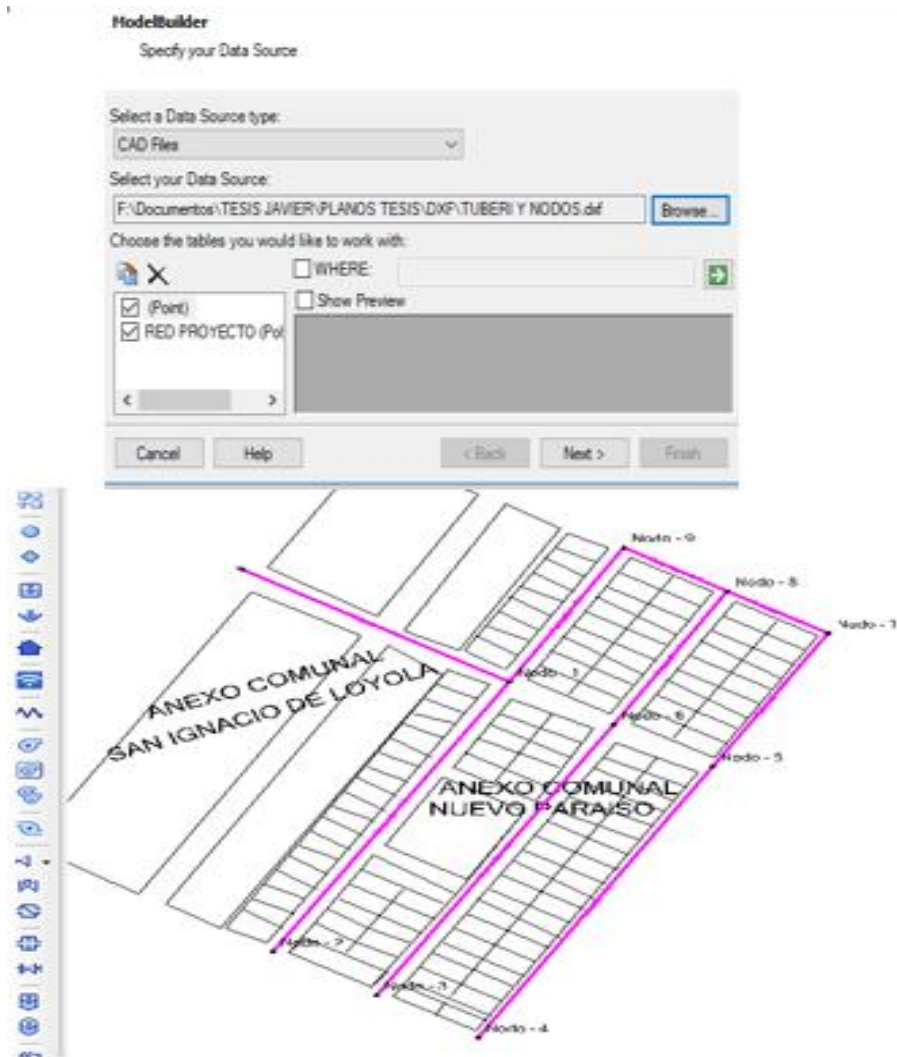


Fuente: Elaboración Propia

### Ingreso de Redes de Distribución y Nodos a WaterCad

Antes de importar los archivos previamente creados se configuro en el software el tipo de Análisis en Estado Estático, Propiedades de la Tubería, Configuración de unidades y Etiquetas de los Elementos. Para convertir el plano de Redes de Distribución se usara el comando ModelBuilder, donde se cargara el plano antes mencionado y se seleccionan los puntos y las polilínea, que representan nodo y tubería respectivamente (ver gráfico 24).

Grafico 24: Tuberías en WaterCad



Fuente: Elaboración Propia.

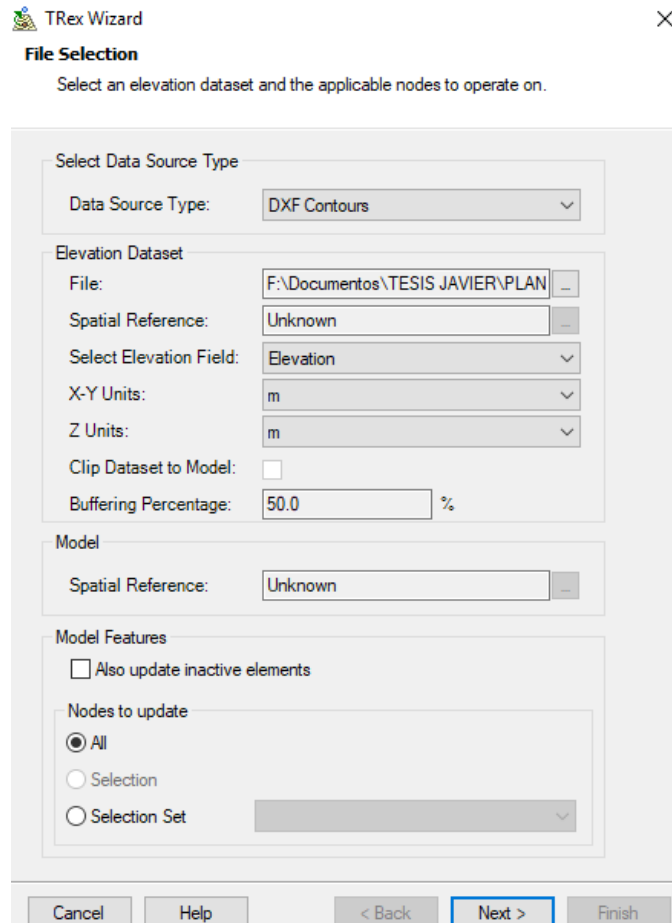
### Ingreso de Elevaciones a WaterCad

Para introducir el plano de Curvas de Nivel se usara el comando *TRex Wizard*, este comando lo que hará es interpolar la ubicación del nodo con la curva de nivel y determinara la elevación de modo automático. En el primer campo el programa nos pide seleccionar el tipo de base de datos, en este caso se elijara DXF Contours. En el siguiente campo indica la ruta de ubicación del plano de



curvas de nivel. Por último se selecciona las unidades de elevación, que serán metros (ver gráfico 25).

*Grafico 25: Ingreso de Elevaciones a WaterCad*

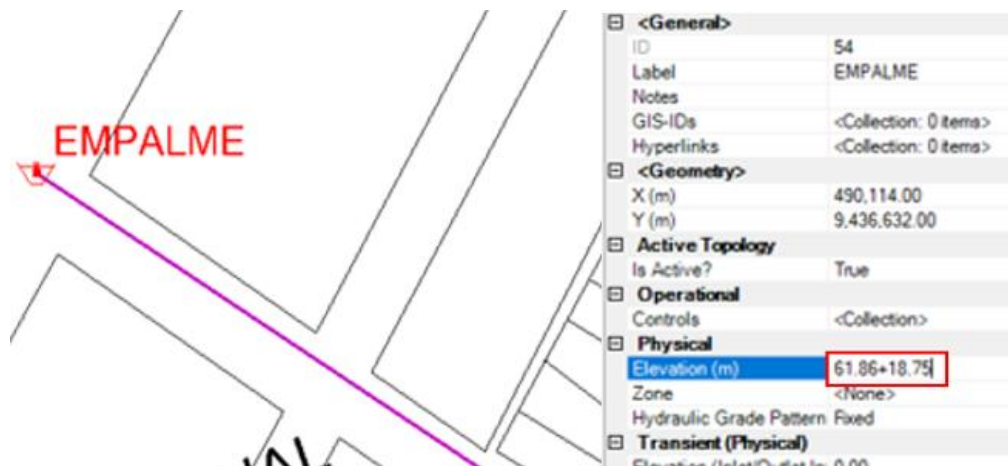


*Fuente: Elaboración Propia.*

Luego de ingresar las elevaciones a los nodos, el siguiente dato a ingresar será la presión de los empalmes con la red existente para nuestra red de distribución. De acuerdo a la información recopilada, de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau (EPS-GRAU) ofrece una presión de empalme de 18.75 m.c.a.

Para representar la presión que ofrece la red existente, cuando se presenta este caso la forma de modelar esta conexión es añadiendo un reservorio ficticio en los puntos de empalme. Estos reservorios ficticios deberán tener una altura total equivalente a la cota de terreno más la presión en el punto de conexión que otorga la empresa (ver gráfico 26).

Grafico 26: Empalme

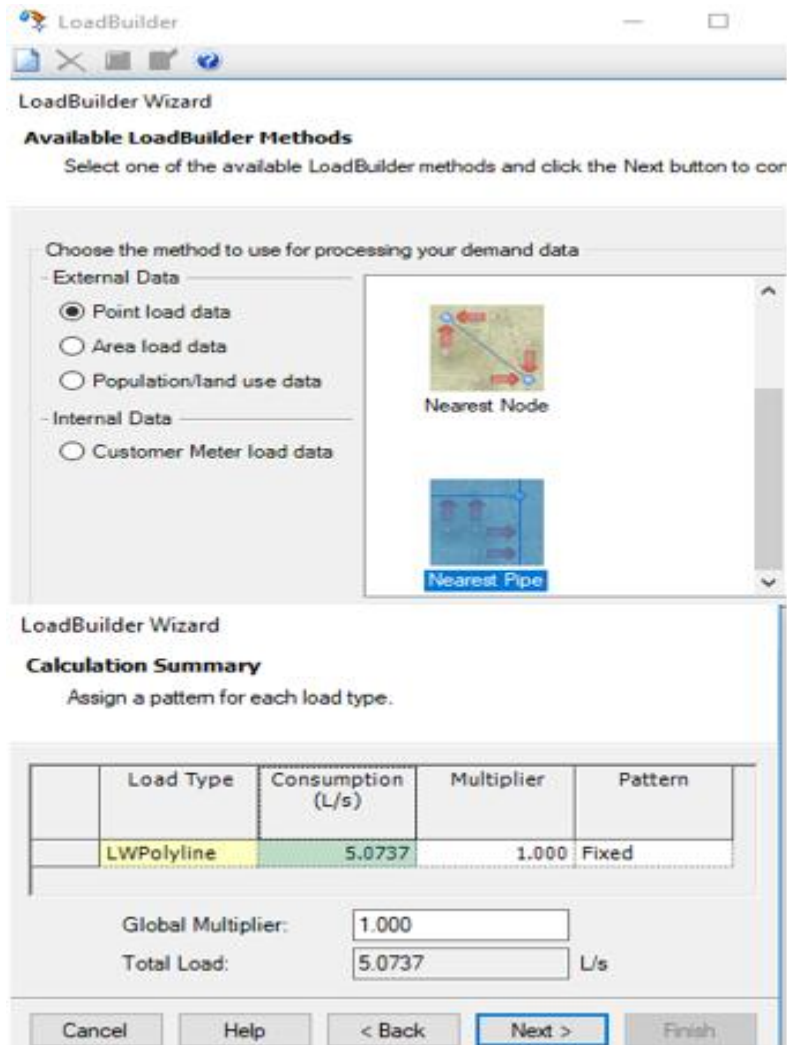


Fuente: Elaboración Propia.

### Ingreso de Caudales a WaterCad

Para ese procedimiento se usara el comando *LoadBuilder*, se ingresara el caudal por lote a las tuberías mediante una base de DATOS TIPO PUNTO. Luego seleccionamos la opción *Nearest Pipe* que nos permitirá ingresar el caudal de dichos puntos a la tubería más cercana, y a partir de todos los caudales recolectados en el tramo de tubería los reparta a los nodos. En este caso los puntos verdes contienen el caudal que le corresponde a cada conexión domiciliaria (ver gráfico 27).

Grafico 27: Ingreso de Caudales a WaterCad



Fuente: Elaboración Propia.

Con toda esa información necesaria el software procederá hacer los cálculos para nuestra red de distribución y los resultados se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 13: Resultados en Tuberías WaterCad

Tramo Tubería	Longitud del Tramo (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (in)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente (m/m)
T -1	97	Empalme	Nodo - 1	2	PVC	150	5.0737	2.5	0.113
T -2	143	Nodo - 1	Nodo - 2	2	PVC	150	1.7404	0.86	0.016
T -3	71	Nodo - 1	Nodo - 9	2	PVC	150	2.3293	1.15	0.027
T -4	70	Nodo - 8	Nodo - 6	2	PVC	150	0.4502	0.22	0.001
T -5	143	Nodo - 6	Nodo - 3	2	PVC	150	0.5108	0.25	0.002
T -6	38	Nodo - 9	Nodo - 8	2	PVC	150	1.9616	0.97	0.019
T -7	37	Nodo - 8	Nodo - 7	2	PVC	150	1.1438	0.56	0.007
T -8	143	Nodo - 5	Nodo - 4	2	PVC	150	0.3881	0.19	0.001
T -9	70	Nodo - 7	Nodo - 5	2	PVC	150	0.96	0.47	0.005
T-10	38	Nodo - 2	Nodo - 3	2	PVC	150	1.1041	0.54	0.007

Fuente: WaterCad - Elaboración Propia

Tabla 14: Resultados en Nodos WaterCad

NODO	Elevación(m)	Demanda(L/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H2O)
Nodo - 1	59.01	1.004	70.81	11.78
Nodo - 2	57.65	0.6363	68.49	10.82
Nodo - 3	58.44	0.5933	69.22	10.76
Nodo - 4	59.57	0.3881	69.93	10.35
Nodo - 5	58.43	0.5719	69.18	10.73
Nodo - 6	59.01	0.961	69.73	10.7
Nodo - 7	60.9	0.1838	71.16	10.24
Nodo - 8	60.33	0.3677	70.94	10.59
Nodo - 9	60.27	0.3677	70.94	10.65

Fuente: WaterCad - Elaboración Propia

#### 4.8. Análisis De Resultados

- De los datos obtenidos de la visita Anexo Comunal Nuevo Paraiso, se pudo observar que la red de distribución de agua potable que brinda la empresa prestadora de servicio solo llega hasta la Mz. Z del Anexo Comunal San Ignacio de Loyola.
- Debido a la ubicación geográfica, Paita presenta un clima desértico-cálido por lo que se considerado una Dotación de 220lt/hab./día, tomando en consideración lo indicado en la norma OS.100 del Reglamento Nacional de edificaciones.
- De acuerdo a la visita de campo realizada se consideró una densidad poblacional de 4.5 personas por vivienda.
- Del diseño de la red de distribución con el software WaterCad se obtuvieron presiones que bordean con lo mínimo a lo que nos indica el RNE. La presión mínima fue de 10.24 mH<sub>2</sub>O en el nodo 7 y presión máxima de 11.78 mH<sub>2</sub>O en el nodo 1.
- El punto para la toma de ampliación de la red, será a través de la red de distribución de 2" PVC, ubicada en Av. Domingo Ateste Manzana Z, con una presión de servicio de 18.75 m.c.a.
- Se instalaran válvulas de interrupción de 2" siendo:  

Válvulas compuerta de 2" = 7 unid.
- Se necesitara 850 ml de tubería 2" PVC NTP 399.002 Clase 7.5
- Se instalara una válvula de purga al final del tramo tubería 8

## V. CONCLUSIONES

- 1- En este trabajo de investigación se demuestra que la red existente dependiente del Reservorio Existente de 3000 m<sup>3</sup> de capacidad, al que llamamos RE-1 es suficiente para abastecer al Anexo Comunal Nuevo Paraíso.
- 2- Haciendo la ampliación de la red de distribución existente, el proyecto va a beneficiar un total de 122 viviendas, 1 local comunal, 1 Pronoei, Parque del Anexo Comunal Nuevo Paraíso.
- 3- El modelo matemático seleccionado para la proyección de la población es el del método matemático aritmético considerando una tasa de crecimiento de 2.13%, dando como resultado una total de 783 habitantes beneficiados con el sistema proyectado.
- 4- El caudal máximo horario será **5.073**lt/s, este caudal ingresa a la red de distribución, tubería PVC SAP Di: 55.4 mm CLASE 7.5.El caudal unitario que corresponde por vivienda será de 0.04085 lt/s, esto se obtiene al dividir el total de viviendas por el caudal máximo horario.
- 5- El Software WaterCad es una herramienta de gran utilidad para el modelamiento hidráulico de redes de agua potable, ya que nos permitió diseñar la red de distribución de manera muy eficiente dando como resultados valores aceptables.

## **Aspectos Complementarios**

### **Recomendaciones.**

- 1-** Se recomienda hacer llegar a la población el conjunto de normas de Educación Sanitaria, así mismo en las instituciones educativas orientar a los alumnos para el uso adecuado y mantenimiento a los Sistemas de Agua Potable.
  
- 2-** Se recomienda a los habitantes del Anexo Comunal Nuevo Paraíso no alterar las redes de distribución. Así se evitara futuras fallas en las tuberías y no se perjudique al resto de pobladores del Anexo Comunal Nuevo Paraíso.
  
- 3-** Se recomienda realizar mantenimiento en el lugar donde se ha proyectado la válvula de purga y así eliminar los sedimentos que se hallen en la tubería de la red de distribución.
  
- 4-** Entregar a la directiva del Anexo Comunal los planos del proyecto.

## Referencias Bibliográficas

- (1) Cueva D. Estudio y diseño del sistema de agua potable para los barrios Guisaceo Y Mostazapamba pertenecientes a la parroquia Sumaypamba, cantón Saraguro, provincia de Loja”. [Trabajo de fin de Titulación]. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil; 2013.
- (2) Roque HW. Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Para la Cabecera Municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa. [Trabajo de Graduación]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil; 2017.
- (3) Bonilla HX. Diseño del Sistema de Agua Potable Para El Sector Guayaquil Iv Km. 6.5 Autopista Terminal Terrestre Pascuales, Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil. [Trabajo de Titulación]. Guayaquil, Ecuador: Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Civil; 2013.
- (4) Zanabria J. Abastecimiento de Agua Potable Y Alcantarillado Para El Asentamiento Humano San Agustín. [Tesis de Titulación]. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería Civil; 2015.
- (5) Mendoza J. Diseño de la Red de Agua Potable del Centro Poblado Pueblo Nuevo de Conta - Cañete. [Tesis de Titulación]. Lima, Perú: Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil; 2011.



- (6) Reyes J. Ampliación del Sistema de Red de Agua Potable y Alcantarillado Frente a la Calidad de Vida de la Población de los Girasoles – El Milagro Sector Iii - Huanchaco-Trujillo-La Libertad. [Tesis de Titulación]. Trujillo. Perú: Universidad Privada de Trujillo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil; 2016.
- (7) Lossio M. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones. [Tesis de Titulación]. Piura, Perú: Universidad De Piura, Facultad De Ingeniería; 2012.
- (8) Villegas G. Metodología computarizada de dimensionamiento de redes de agua potable. [Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil]. Piura, Perú: Universidad De Piura, Facultad de Ingeniería; 2017.
- (9) Pérez G. Diseño del Sistema De Agua Potable y Alcantarillado del Centro Poblado de Nuevo Santa Rosa, Distrito de Cura Mori, Provincia de Piura, Departamento de Piura. [Tesis De Titulación]. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil; 2018.
- (10) Ávila. El agua potable. [Seriada en línea] 2003 [Citado 2019 Marzo 14] .  
Disponibile en:  
[http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/agua\\_potable.htm#Recursos](http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/agua_potable.htm#Recursos)
- (11) Barrios C, Lampoglia T, Agüero R, Torres R. Sistemas de agua. In Molina A, editor. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima,Peru: Asociación Servicios Educativos Rurales – SER; 2009. p. 25-66.

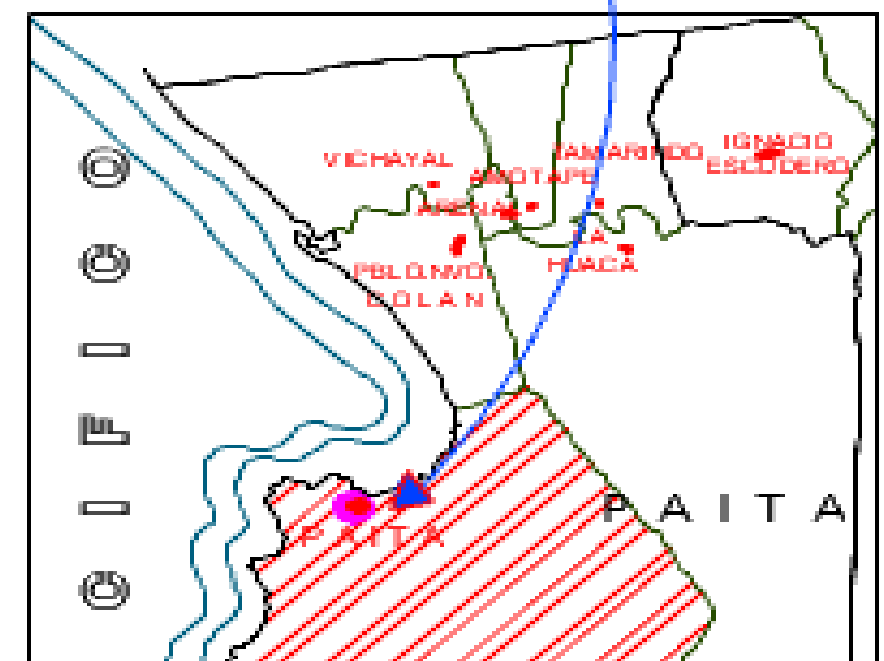
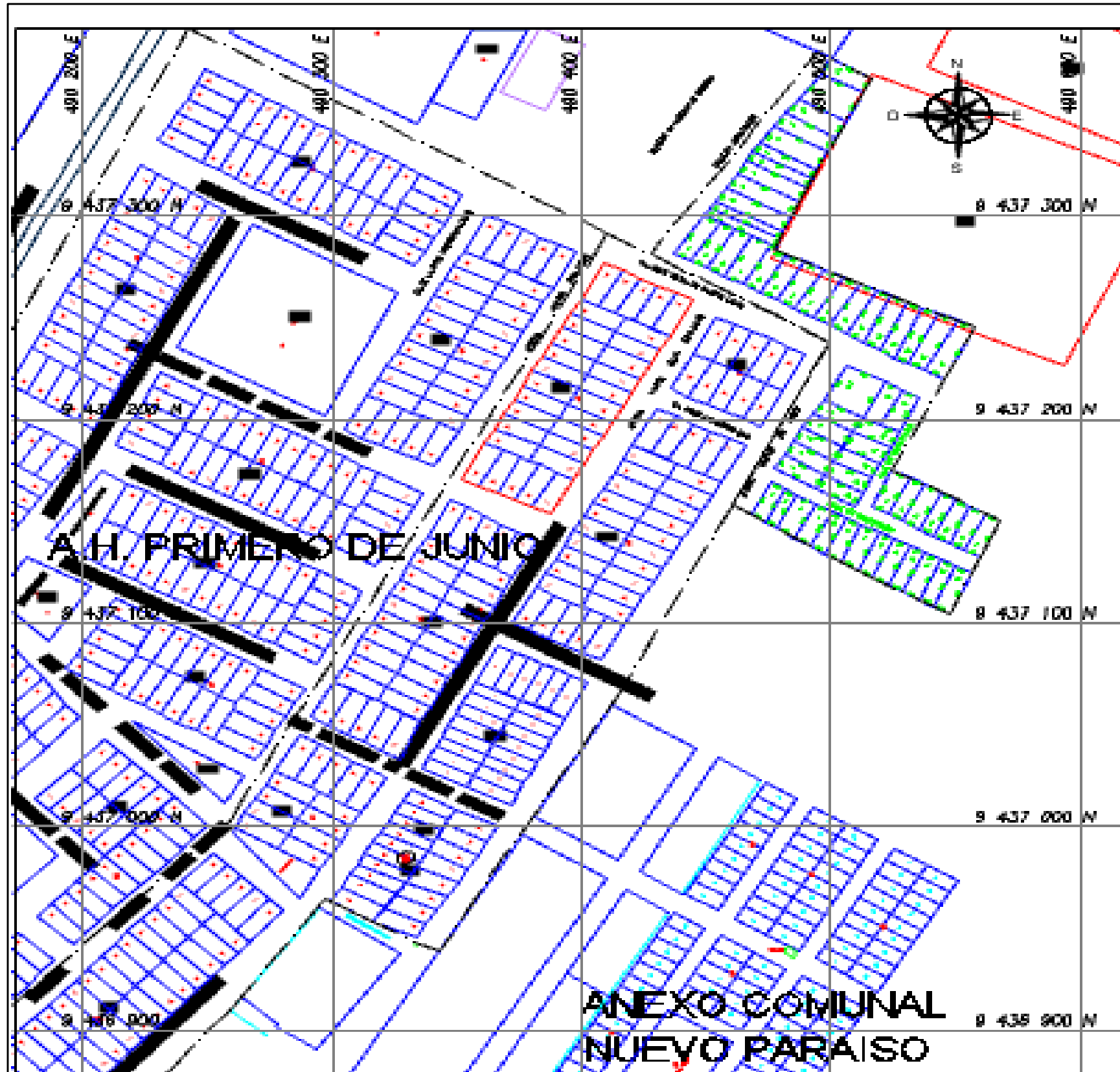
- (12) Maquinaria A. Cómo funciona una red de abastecimiento de agua potable. [Seriada en línea] . [Citado 2019 Marzo 14] . Disponible en: <https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/>
- (13) Sistema Intermunicipal de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, SIAPA. Redes De Distribución. In Criterios Y Lineamientos Técnicos Para Factibilidades En La Z.M.G. Mexico; 2014. p. 36-47.
- (14) Ingeniería Civil Tutoriales. Red de Distribución de Agua Potable: ¿Abierta o Cerrada? [Seriada en línea] . [Citado 2019 Marzo 14] . Disponible en: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>
- (15) Comisión Nacional del Agua-CONAGUA. Componentes De Una Red De Distribución. In Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento. Mexico: Fondo Editorial; 2015. p. 11-34.
- (16) Ministerio de Economía y Finanzas. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. [Seriada en línea] .; 2004 [Citado 2019 Marzo 15]. Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/ 3 Parametros de dise de infraestructura de agua y saneamiento CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- (17) Scribd. Métodos Para Calcular La Población Futura. [Seriada en línea] . [Citado 2019 Marzo 15]. Disponible en:

<https://www.scribd.com/doc/147294050/METODOS-PARA-CALCULAR-LA-POBLACION-FUTURA>

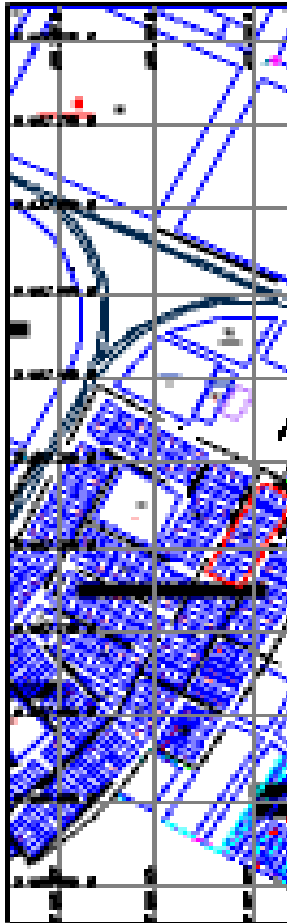
- (18) Librería Favorita. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. [Seriada en línea] .  
[Citado 2019 Marzo 15]. Disponible en:  
<https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/04/abastecimiento-de-agua-potable-y.html>
- (19) Reglamento Nacional de Edificaciones. Disposiciones específicas para diseño.  
In O.S Norma 050. Lima, Peru; 2006. p. 53-57.

# ANEXOS

## ANEXO 01: UBICACIÓN ANEXO COMUNAL



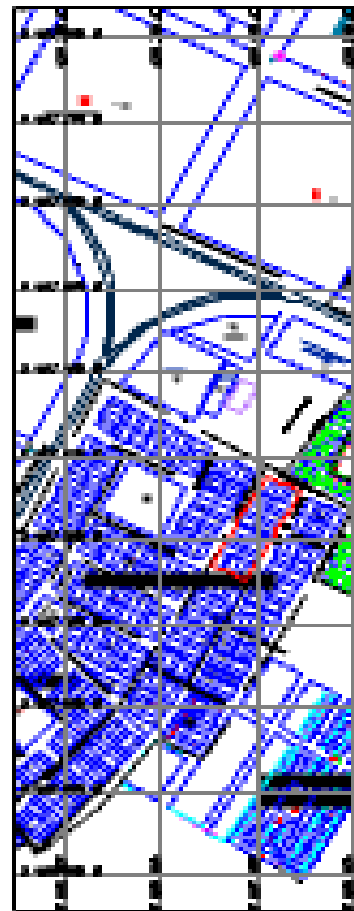
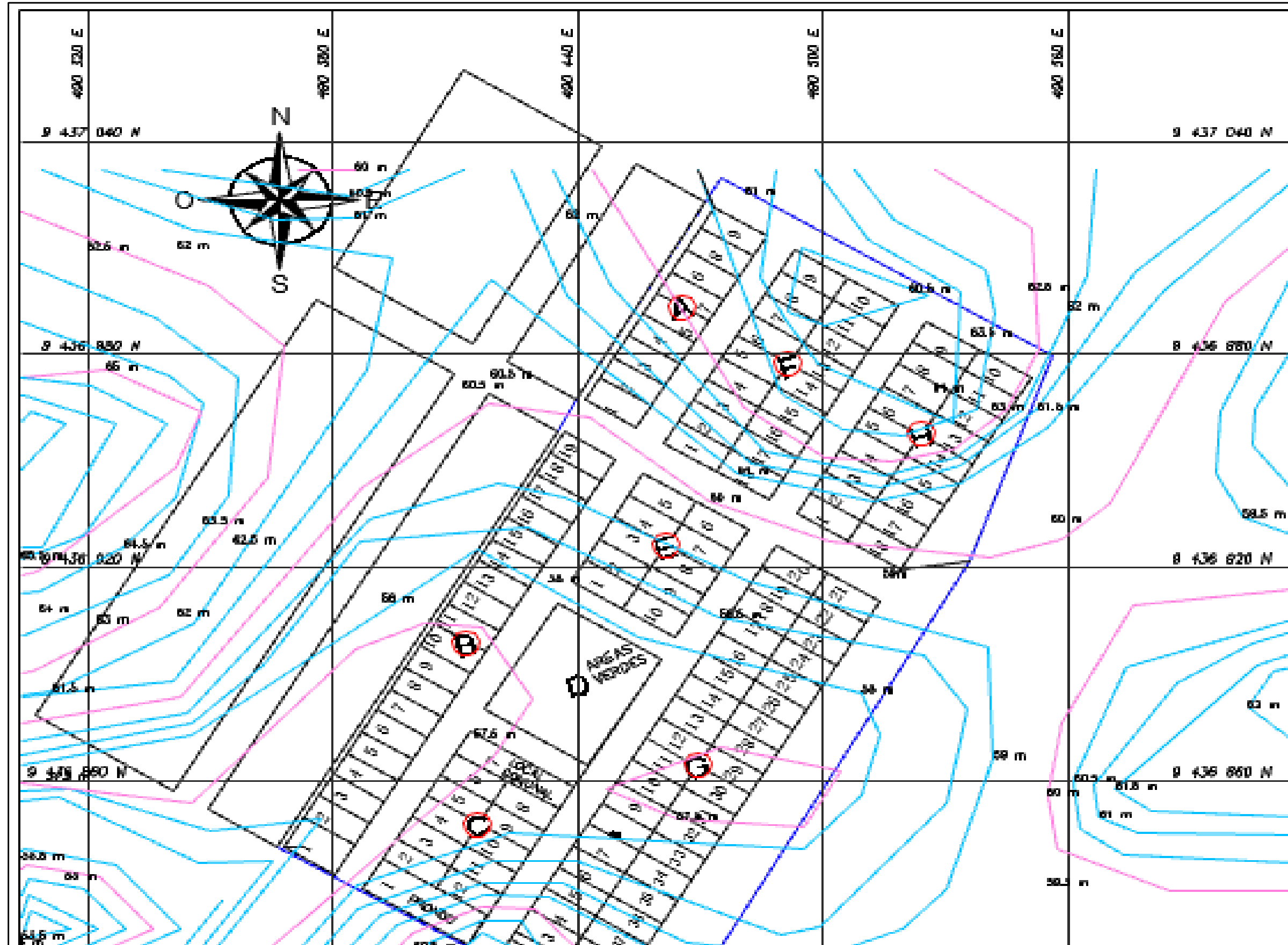
ANEXO 02: PLANO PERIMETRICO



VERTICE	LAD
A	A-
B	B-
C	C-
D	D-
E	E-
F	F-
G	G-

Area: 22865.89  
 Area: 2.286589  
 Perimetro: 639.80

# ANEXO 03: PLANO LOTIZACIÓN Y TOPOGRAFÍA

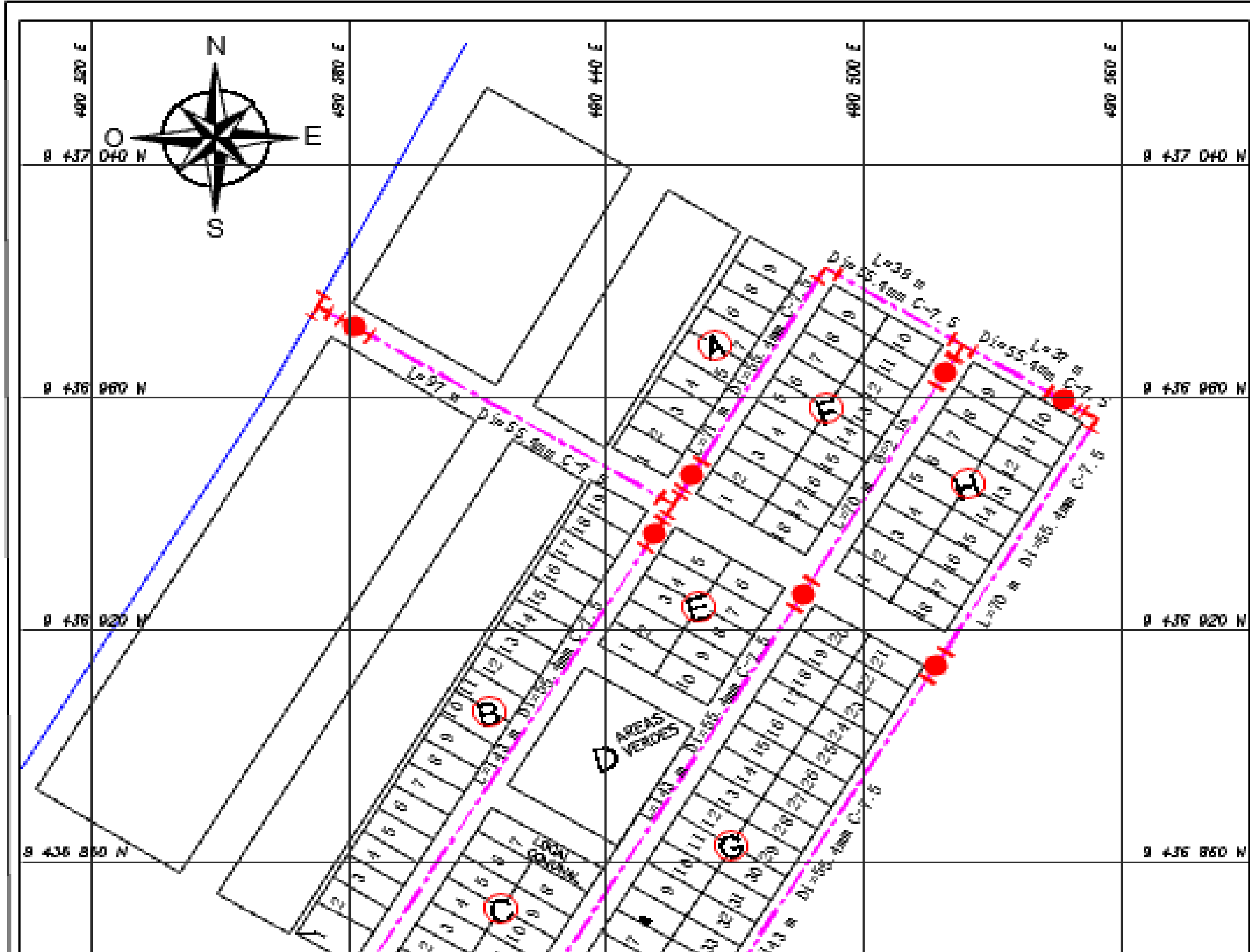


L  
 P  
 C

ANEXO 04: PLANO RED DISTRIBUCION EXISTENTE Y PUNTO DE EMPALME

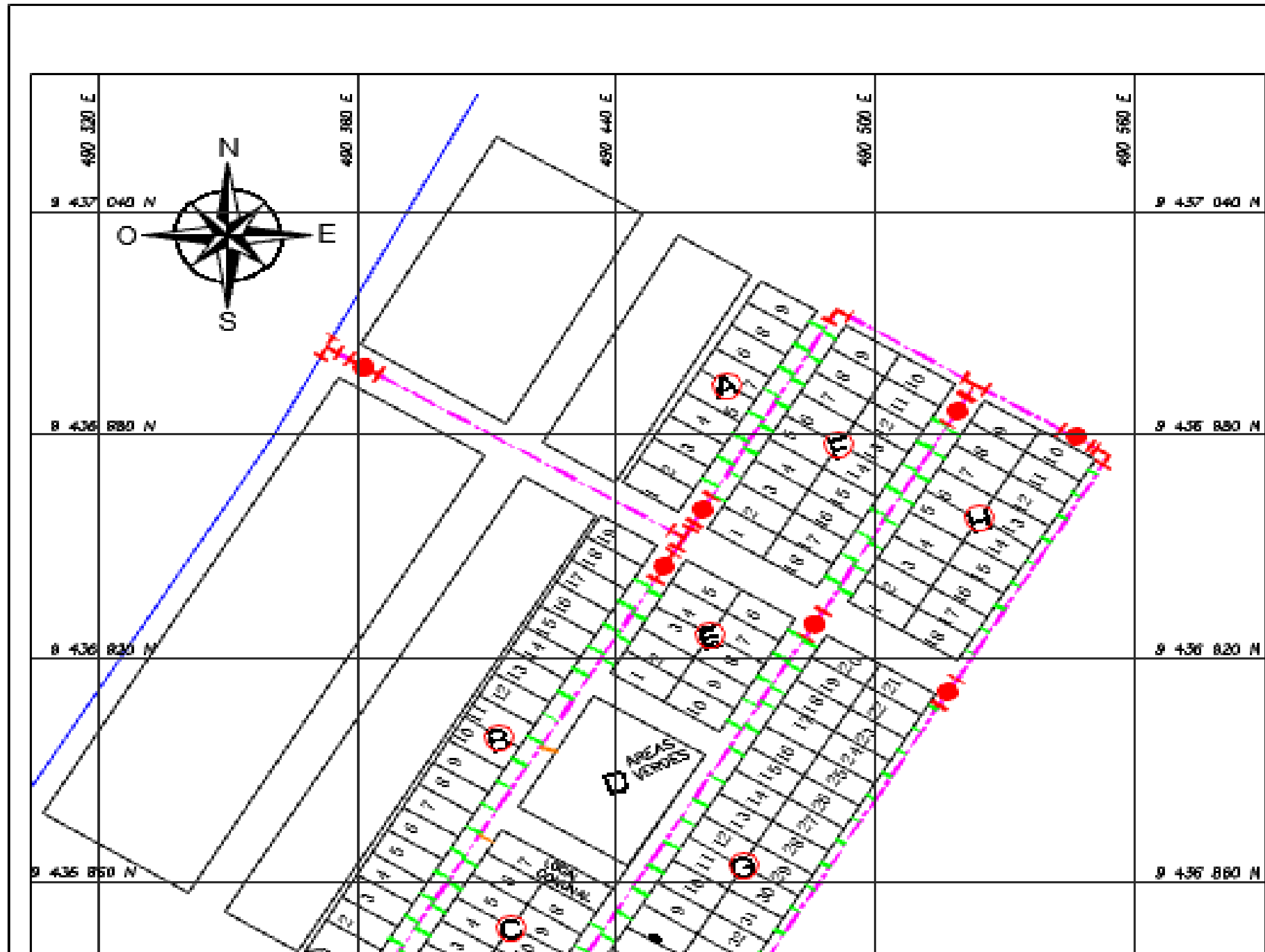


ANEXO 05: PLANO REDES DE DISTRIBUCION

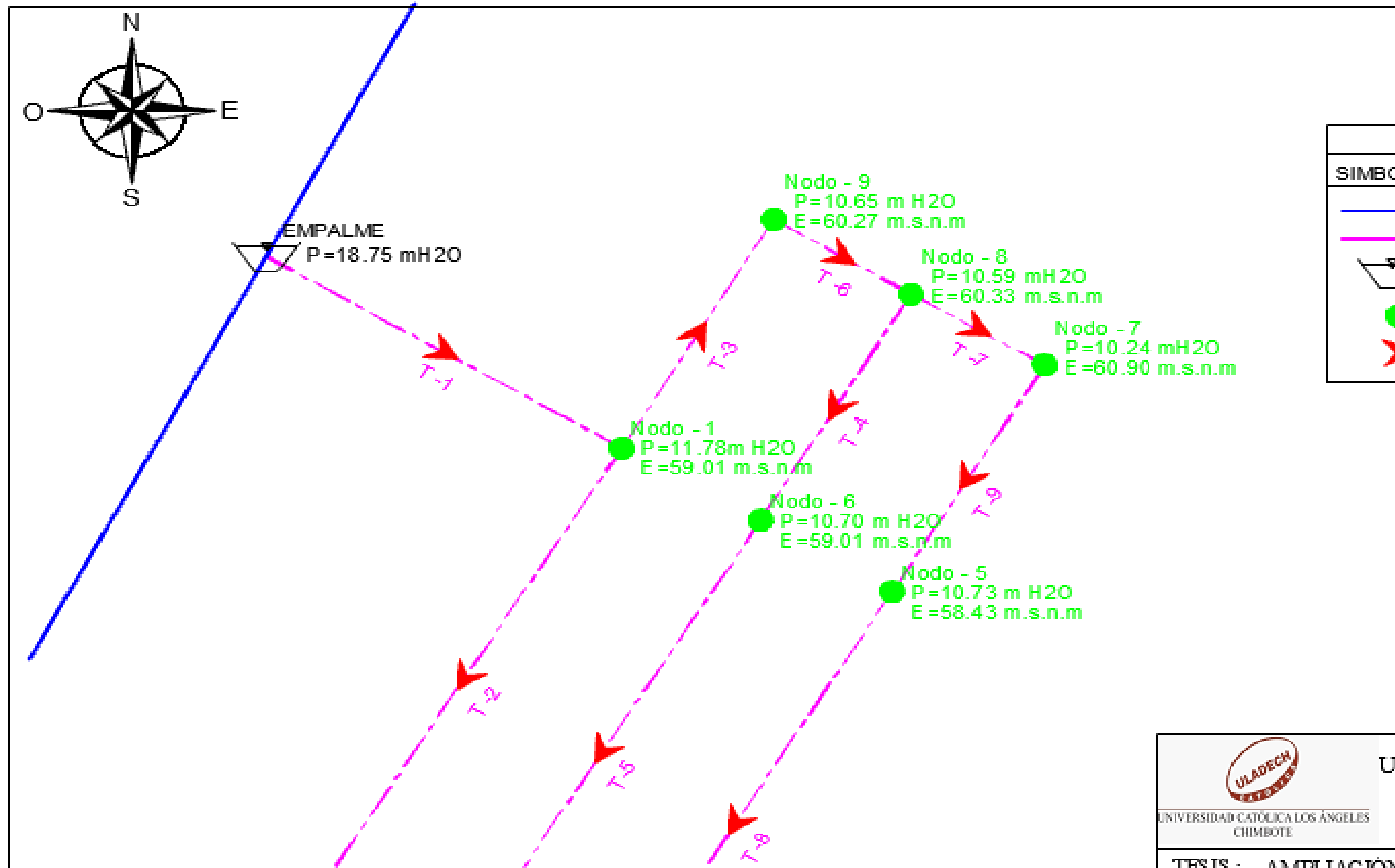




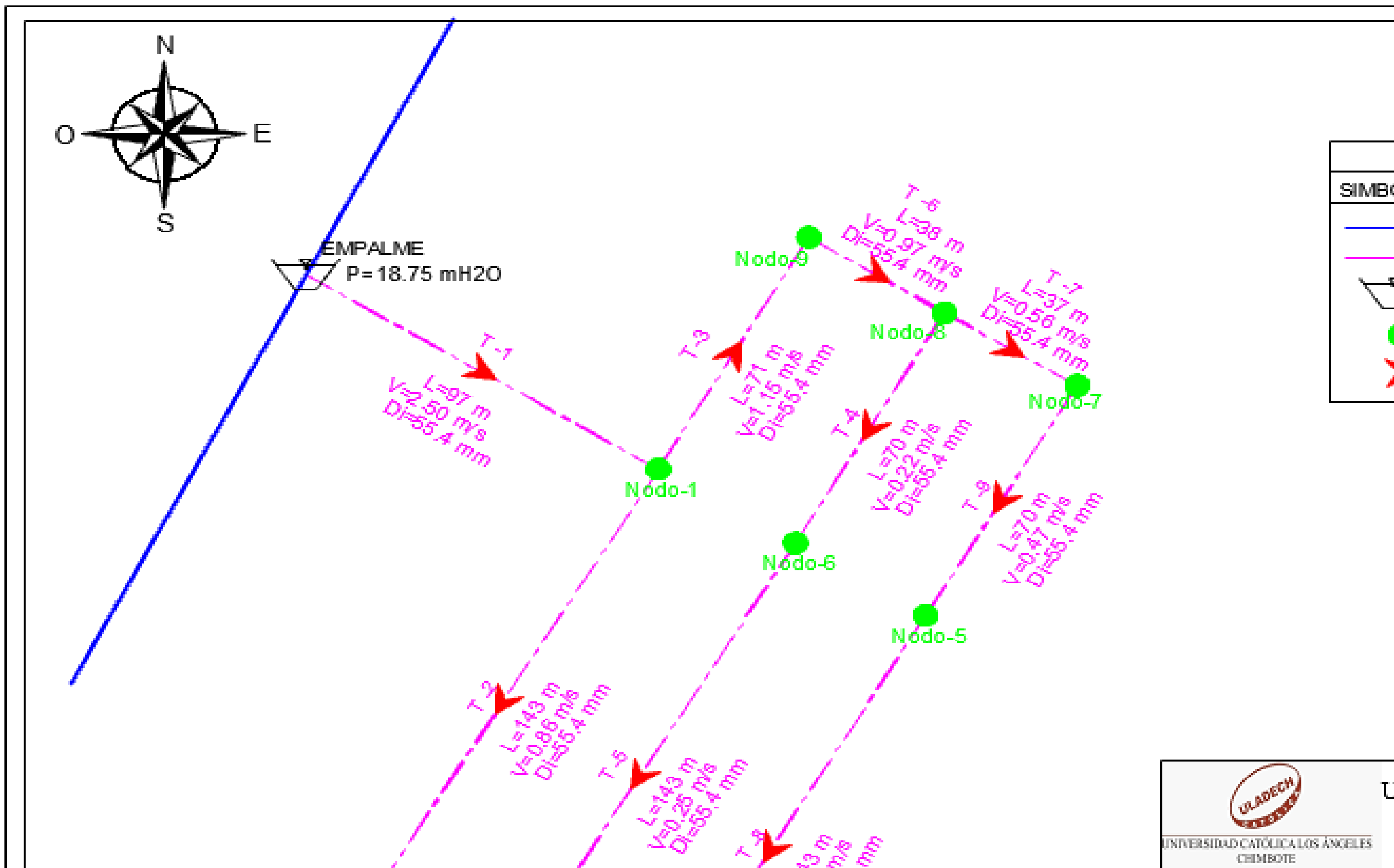
ANEXO 06: PLANO CONEXIONES DOMICILIARIAS



ANEXO 07: PLANO RESULTADOS EN NODOS



ANEXO 08: PLANO RESULTADOS EN TUBERIAS





Anexo 10: Carta de Factibilidad para Ampliación



CARGO

"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"

Paita, 18 de Marzo de 2019.

Carta N° 018-2019-EPS GRAU S.A-430.30

Sr. Ulises Javier Guillen Huancayo

Asunto: Factibilidad de Ampliación de Red de Agua Potable Ø 2"

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Usted para saludarlo y al mismo tiempo manifestarle que previa evaluación técnica por parte de nuestra Coordinación; se otorga la factibilidad para ampliación de red de agua potable de Ø2" para beneficio de usuarios ubicados en Anexo Comunal Nueva Paraiso.

El punto de toma para la ampliación de la red, será a través de la red de distribución de 2" PVC, ubicada en Av. Domingo Astete manzana Z' (Coordenadas 490100, 9436612), donde se cuenta con un caudal de 5.5 lps y una presión en el punto de empalme de 18.75 m.c.a y una continuidad de 06 horas de servicio con una red de distribución de 2" PVC.

Asimismo, una vez culminado los trabajos de ejecución de la ampliación de la nueva red de agua potable y su puesta en operación, pasara como parte de nuestros bienes de acuerdo a la normatividad.

En tal sentido EPS GRAU SA, será responsable del mantenimiento y operación y tendrá la facultad de otorgar factibilidades a los futuros usuarios ubicados frente a dicha red.

Sin otro particular, me suscribo de Usted.

Atentamente,



*Walter J. Quevedo*  
Walter J. Quevedo Dioses  
CLAD. 14691  
JEFE ZONA - CONTROL CALIDAD  
EPS GRAU S.A. - PATA

cc  
Archivo



## Municipalidad Provincial de Paita

SUBGERENCIA DE PLANEAMIENTO URBANO, CATASTRO Y  
ASENTAMIENTOS HUMANOS

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD"

### LA SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO URBANO, CATASTRO Y ASENTAMIENTOS HUMANOS;

Hace contar que el ANEXO COMUNAL NUEVO PARAISO, ubicado en el sector Este del Distrito y Provincia de Paita cumple con la siguiente clasificación:

ZONA	:	RESIDENCIAL DENSIDAD ALTA R5
POBLACION APROX	:	556 Hab.
LOTES APROX	:	142

Cabe indicar que el ANEXO COMUNAL NUEVO PARAISO; se encuentra en el ámbito de LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN FRANCISCO DE LA BUENA ESPERANZA.

La información consignada es una información referencial recogida del Plano Básico de La Ciudad de Paita. Con la que cuenta La Sub Gerencia.

El presente documento se extiende exclusivamente para fines académicos, solicitado por el Sr. ULISES JAVIER GUILLEN HUANCAYO identificado con DNI: N° 41779034.

Paita, 01 de MARZO del 2019

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAITA  
  
Arg. Wendy del Rosario Mendoza Padua  
DNI: 41779034  
SUBGERENTE DE PLANEAMIENTO URBANO, CATASTRO Y A.S.H.

