



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño del sistema de agua potable para el barrio Señor de los Milagros, Canoas de Punta Sal-Tumbes

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Adael Junior Zurita Fernández

Asesor:
Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez

Piura, julio de 2020



A Dios por las infinitas bendiciones que me da diariamente en el transcurso de mi vida.

A mis padres y hermana, por todo su apoyo y la confianza que me brindan diariamente para poder alcanzar mis metas

Y, finalmente, a mis abuelos, Jova Villalta y Martín Fernández, por su amor incondicional, sus enseñanzas y ejemplo de vida, las cuales me ayudaron mucho en mi formación como persona.

Resumen Analítico-Informativo

Diseño del sistema de agua potable para el barrio Señor de los Milagros, Canoas de Punta Sal-Tumbes

Autor: Adael Junior Zurita Fernández

Asesor: Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez

Tesis

Título que opta: Ingeniero Civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería

Piura, julio de 2020

Palabras claves: agua potable, norma técnica, diseño de la red, demanda de agua, análisis hidráulico, simulación, partida presupuestal, presión máxima, velocidad máxima.

Introducción: El barrio Señor de los Milagros de Canoas de Punta Sal tenía un sistema de suministro de agua potable obsoleto, los pobladores carecían de agua las 24 horas del día y debían ingeniárselas para llevar agua no potable a sus viviendas almacenándola en bidones o tanques, esto generaba la proliferación de insectos, principalmente zancudos, que traen enfermedades peligrosas como la malaria y el dengue, además de causar infecciones estomacales; ante esta problemática, en el 2019 se diseñó un nuevo sistema de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona.

Metodología: Primero se determinó el periodo de diseño recomendado por la Norma Técnica de Diseño del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS); luego, con el estudio poblacional se calculó de la demanda de agua y, después de los estudios de topografía, suelos e impacto ambiental, se diseñó la red de agua potable en la zona de proyecto. El nuevo diseño se hizo con el programa WaterCAD v8i, que permitió desarrollar un análisis hidráulico en estado estático, una simulación en periodos extendidos y el análisis de flujo contraincendios. También se hizo el análisis de calidad de agua, el dimensionamiento óptimo de redes y la calibración de modelos. Finalmente, se aplicó el Reglamento Nacional de Edificaciones (RD 073-2010/Vivienda/VMCS-DNC) en el proyecto, un dispositivo legal que clasifica y enumera las partidas y sub partidas presupuestales que conforman la ejecución del proyecto y ofrece nociones del proceso constructivo, así como la norma de medición.

Resultados: El diseño cumple la normativa vigente, presenta una presión máxima de 34.12 m.c.a. y una presión mínima de 15.68 m.c.a., valores que se encuentran establecidas en la norma. Presenta una velocidad máxima de 1.6 m/s, el diseño cumple la normativa vigente que dice que la velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s. La inversión inicial del proyecto a precios de mercado asciende a S/. 1 068 970,01 y la inversión pública por habitante a costo directo es de S/. 847.72, siendo un proyecto de gran rentabilidad social por el impacto que este genera.

Conclusiones: La elaboración del nuevo diseño ha permitido que los 1261 pobladores que actualmente habitan el barrio Señor de los Milagros y las 3 Instituciones Educativas puedan tener un buen servicio de agua potable de calidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores.

Fecha de elaboración del resumen: julio de 2020

Analytical-Informative Summary

Diseño del sistema de agua potable para el barrio Señor de los Milagros, Canoas de Punta Sal-Tumbes

Autor: Adael Junior Zurita Fernández

Asesor: Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez

Tesis

Título que opta: Ingeniero Civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería

Piura, julio de 2020

Keywords: drinking water, technical standard, network design, water demand, hydraulic analysis, simulation, budget items, maximum pressure, maximum velocity.

Introduction: The neighborhood Señor de los Milagros from Canoas of Punta Sal has had an obsolete drinking water supply system. Residents lacked water 24 hours per day; they had to bring non-potable water to their homes by storing it in drums or tanks, this it generating many insects, mainly mosquitoes, which bring dangerous diseases such as malaria and dengue, to causing stomach infections, etc. For this reason, in 2019, a new drinking water system was designed to improve the quality of life of its inhabitants.

Methodology: Methodology: First, the design period recommended by Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) was determined. Then, with a population-based study, the water demand was calculated and, after the topography, soil and environmental impact studies, the drinking water network in the project area was designed. The new design was made with the WaterCAD v8i program, which allowed the development of a static state hydraulic analysis, a simulation in extended periods and a fire flow analysis. Water quality analysis, optimal sizing of networks and the calibration of models were also carried out. Finally, the Reglamento Nacional de Edificaciones (RD 073-2010 / Housing / VMCS-DNC) was applied in the project, a legal mechanism that classifies and lists the budget items that make up the project's execution and offers notions of the construction process as well as the measurement standard.

Results: The design follows current regulations, has a maximum pressure of 34.12 m.c.a. and a minimum pressure of 15.68 m.c.a., values that are established in the standard. It has a maximum velocity of 1.6 m / s, this design follows with current regulations that stablish maximum permissible velocity must be 3 m/s. The proyect initial investment at market prices amounts is S/. 1 068 970,01, and the public investment per inhabitant at direct cost is S/. 847,72, being a project of great social profitability due to the impact it generates.

Conclusions: This new design has allowed that 1261 inhabitants, who currently live in Señor de los Milagros neighborhood, and 3 educational institutions have a good quality drinking water service, contributing to improve the quality of life of the residents.

Summary date: July 2020

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1 Descripción de la zona del proyecto.....	3
1.1. Ubicación geográfica.....	3
1.2. Vía de acceso.....	4
1.3. Tiempo de viaje.....	6
1.4. Actividades económicas.....	6
1.5. Vivienda.....	7
1.6. Población beneficiaria.....	7
1.7. Clima.....	8
1.8. Precipitaciones.....	8
1.9. Humedad relativa.....	10
Capítulo 2 Aspectos generales.....	11
2.1. Redes de distribución de agua potable.....	11
2.2. Componentes de una red de distribución.....	12
2.3. Tipos de redes de distribución.....	15
2.4. Formas de distribución de una red de agua potable.....	17
2.5. Disposiciones específicas de una red de distribución.....	18
2.6. Periodo de diseño y estudios de población.....	22
2.6.1. Periodo de diseño.....	22
2.6.2. Determinación del periodo de diseño.....	23
2.6.3. Estudio de población.....	24
2.6.4. Determinación de la población futura.....	24
2.7. Dotación y consumo.....	25
2.7.1. Dotación de agua.....	25
2.7.2. Consumo promedio diario anual.....	26
2.7.3. Variaciones de consumo.....	27
2.7.4. Consumo máximo diario y consumo máximo horario.....	27
Capítulo 3 Diseño del sistema de agua potable.....	29

3.1. Información básica previa	29
3.1.1. Estudio topográfico	29
3.1.1.1. Levantamiento topográfico.....	29
3.1.1.2. Procesamiento de datos.....	33
3.1.2. Estudio de mecánica de suelos	34
3.1.2.1. La sismicidad de la zona.....	34
3.1.2.2. Análisis en laboratorio	34
3.1.3. Evaluación de impacto ambiental	36
3.1.3.1. Impactos positivos	36
3.1.3.2. Impactos negativos	37
3.1.3.3. Medidas de mitigación.....	37
3.2. Cálculos y resultados.....	38
3.2.1. Cálculo de demanda de agua.....	38
Capítulo 4 Metrado y presupuesto	49
4.1. Metrados.....	49
4.2. Presupuesto.....	52
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
Referencias bibliográficas.....	59
Anexos	61
Anexo A. Planos el sistema de agua potable	63
Anexo B. Estudio de mecánica de suelos	72

Lista de tablas

Tabla 1. Principales actividades económicas de Canoas de Punta Sal.....	6
Tabla 2. Especificaciones demográficas del Barrio Señor de los Milagros.....	7
Tabla 3. Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams.....	20
Tabla 4. Determinación de periodo de diseño.....	23
Tabla 5. Determinación de periodo de diseño.....	23
Tabla 6. Dotación según la zona geográfica.....	26
Tabla 7. Dotación de agua para centros educativos.....	26
Tabla 8. Parámetros de la OMS.....	26
Tabla 9. Distribución de viviendas por calle.....	30
Tabla 10. Viviendas de mayor elevación por calles.....	31
Tabla 11. Análisis de laboratorio de suelos.....	35
Tabla 12. Datos para el diseño de la red de agua potable.....	39
Tabla 13. Cálculo del consumo máximo diario y máximo horario.....	39
Tabla 14. Caudales por cada nodo.....	43
Tabla 15. Caudal de demanda por nodo.....	44
Tabla 16. Resultados caudales y velocidad en el diseño del sistema de agua potable con el programa <i>WaterCad</i>	46
Tabla 17. Demanda y presión de agua potable.....	47
Tabla 18. Tabla de Metrados.....	49
Tabla 19. Tabla de Presupuesto.....	52



Lista de figuras

Figura 1. División política de Tumbes y el distrito de Canoas de Punta Sal materia de investigación	3
Figura 2. Ubicación del Barrio Señor de los Milagros.....	4
Figura 3. Carretera Piura – Canoas de Punta Sal	5
Figura 4. Distrito de Canoas de Punta Sal.....	5
Figura 5. Diagrama de temperatura Punta Sal.....	8
Figura 6. Climograma de Canoas de Punta Sal.....	9
Figura 7. Clasificación climática de Canoas de Punta Sal	9
Figura 8. Mapa de clasificación climática.....	10
Figura 9. Configuración de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas	11
Figura 10. Esquema general de una red de distribución y algunos componentes.	14
Figura 11. Red de distribución tipo Abierta.....	15
Figura 12. Red de distribución tipo Cerrada.	16
Figura 13. Red cerrada en eventual rotura	16
Figura 14.: Distribución por gravedad	18
Figura 15. Barrio Señor de los Milagros calle A.....	31
Figura 16. Barrio Señor de los Milagros calle K.....	32
Figura 17. Barrio Señor de los Milagros calle J.....	32
Figura 18. Calle principal, canal vía del barrio Señor de los Milagros.....	33
Figura 19. Zonificación sísmica en el Perú y mapa de zonas sísmicas	35
Figura 20. Ventana <i>Calculation Options</i>	40
Figura 21. Ventana <i>ModelBuilder Wizard</i>	40
Figura 22. Anuncio final de <i>ModelBuilder Wizard</i>	41
Figura 23. Red plasmada en el programa <i>WaterCad</i>	41
Figura 24. Ventana <i>Prototypes</i>	42
Figura 25. Ventana <i>TRex Wizard</i>	42
Figura 26. Plano de lotes del barrio Señor de los Milagros	43

Figura 27. Opción *Demand Control Center*..... 45
Figura 28. Opción *Flex Table* 45
Figura 29. Ventana final de resultados..... 46



Introducción

Canoas de Punta Sal es un distrito joven y su creación data del año 2006. Cuenta con 6336 habitantes (INEI, 2018) y es una zona privilegiada por las hermosas playas que posee, el clima, su gastronomía y bellos paisajes, es por eso que turistas nacionales e internacionales lo escogen para descansar.

La población de Canoas de Punta Sal no cuenta con buenos servicios de agua y alcantarillado. Hay zonas que carecen de agua potable las 24 horas del día, como es el caso del barrio Señor de los Milagros, que posee una red matriz de dos pulgadas. La empresa privada encargada del servicio de agua solo brinda el servicio de agua tres veces a la semana y por horas, esto resulta insuficiente para abastecer con agua a todos sus habitantes, principalmente los ubicados en las zonas más altas; por ello, fue necesario la elaborar y ejecutar un nuevo diseño de abastecimiento de agua potable para beneficiar a 226 familias que habitan actualmente el barrio. El trabajo de gabinete y de campo se ha plasmado en el presente Trabajo de Tesis y consta de cuatro capítulos.

El capítulo 1 describe la zona del proyecto, presenta la ubicación geográfica de la zona de intervención, las vías de acceso y el tiempo de viaje, las actividades económicas, las viviendas y población beneficiada, finalmente el clima de la localidad.

El capítulo 2 está referido a los aspectos técnicos del proyecto como las redes de distribución y sus componentes, tipos y formas de distribución del suministro; además se calcula el periodo de diseño y se determina la población futura para estimar la dotación y el consumo de agua.

El capítulo 3 presenta el diseño del sistema de agua potable, empezando con el estudio topográfico, el estudio de la mecánica de suelos y la evaluación de impacto ambiental; luego se realizan los cálculos de la demanda de agua.

El capítulo 4 muestra el metrado y el presupuesto del proyecto, desagregado por partidas y sub partidas presupuestales.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.



Capítulo 1

Descripción de la zona del proyecto

1.1. Ubicación geográfica

Canoas de Punta Sal, es uno de los tres distritos que conforman la provincia Contralmirante Villar, Tumbes. Se encuentra ubicado en la región costa o chala a $03^{\circ}56'$ de latitud sur y los $80^{\circ}56'$ de longitud oeste (ver Figura 1), limita por el norte con el distrito de Zorritos, por el este con el distrito de Casitas, por el sur con el distrito de Máncora que pertenece a la provincia de Talara, Piura y por el oeste con el Océano Pacífico (Aguilar, 2019).

Cartográficamente el territorio de Canoas de Punta Sal, se ubica en la Hoja de la Carta Nacional IGN N° 8 - b (Zorritos), a escala 1: 100 000 y en las fojas de la Carta Nacional IGN N° III - SO (Caneas), III - SE (Plateritos), IV NO (Pajaritos) y IV - NE (Zapotitos), a escala 1: 25, 0000.



Figura 1. División política de Tumbes y el distrito de Canoas de Punta Sal materia de investigación.

Fuente: (Wikipedia, 2019).

La Figura 2 muestra una vista aérea del barrio Señor de los Milagros, zona de intervención del proyecto.

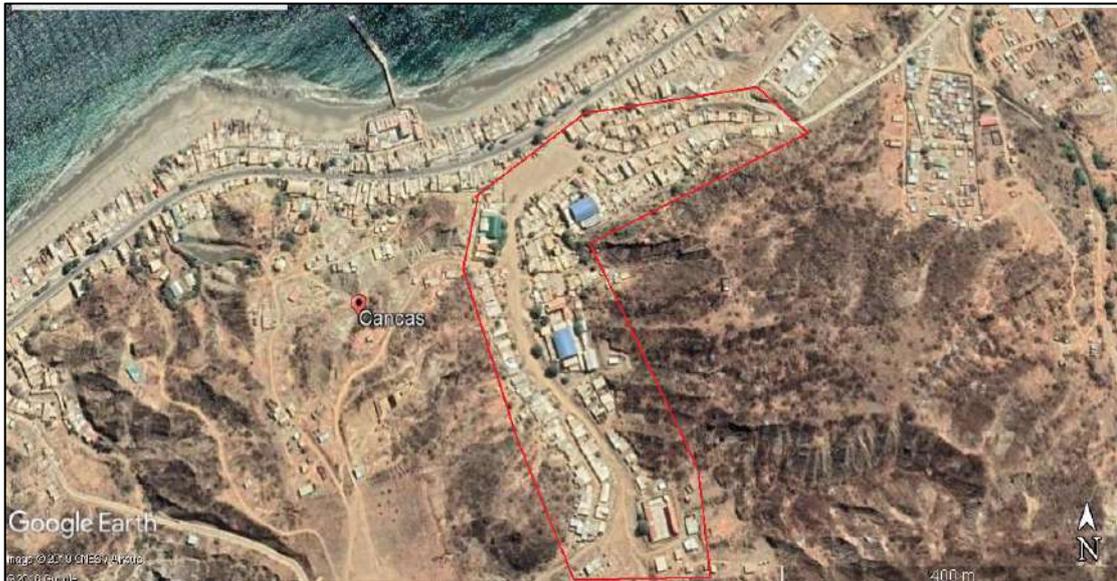


Figura 2. Ubicación del Barrio Señor de los Milagros
Fuente: (Google, 2019)

1.2. Vía de acceso

La principal vía de llegada desde Piura hacia Canoa de Punta Sal es la carretera Panamericana Norte, este se encuentra ubicado en el kilómetro 1,194. En promedio, desde Piura se recorre una distancia total de 230 km; además, en el trayecto se debe transitar por 2 peajes, solo uno de ellos está operativo y se encuentra en el km 25 del tramo Piura-Sullana. Todo el recorrido se puede apreciar en la Figura 3.

Después de las intensas lluvias que azotaron al norte del país en el 2017, la carretera hacia Canoa quedó en deplorables condiciones generando accidentes, fallas mecánicas, mayor tiempo de viaje, congestión, difícil acceso, etc.; por lo que, a inicios del 2018, se rehabilitó la carretera Sullana –Talara, beneficiando un gran tramo del camino a Canoa de Punta Sal que se encuentra debidamente asfaltado.

La vía más importante de Canoa de Punta Sal es la Panamericana Norte, porque el distrito se ha instalado en los márgenes de la carretera (ver Figura 4), siendo esta la única vía de interconexión en la zona norte (Piura-Tumbes), por donde transitan vehículos de transporte liviano y pesado.

El flujo diario en la Panamericana Norte es alto por ser una zona comercial y turística, por lo que es peligroso para el tránsito peatonal.

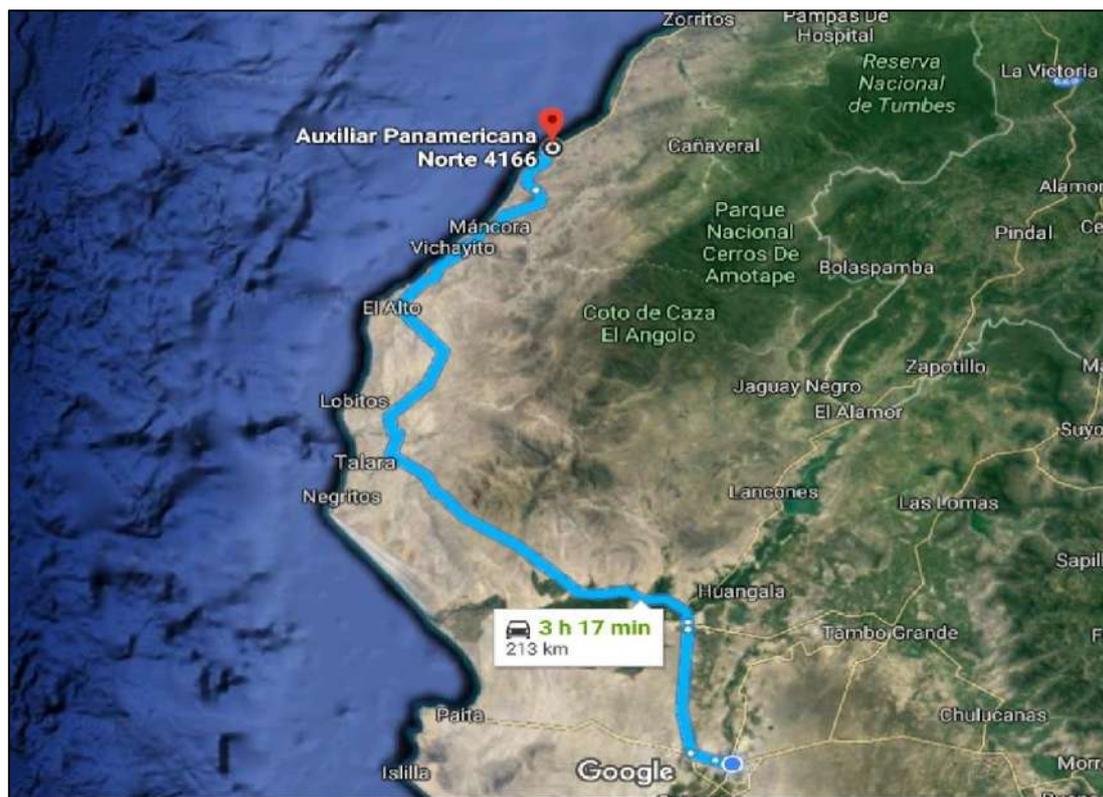


Figura 3. Carretera Piura – Canoas de Punta Sal
Fuente: (Google, 2019)

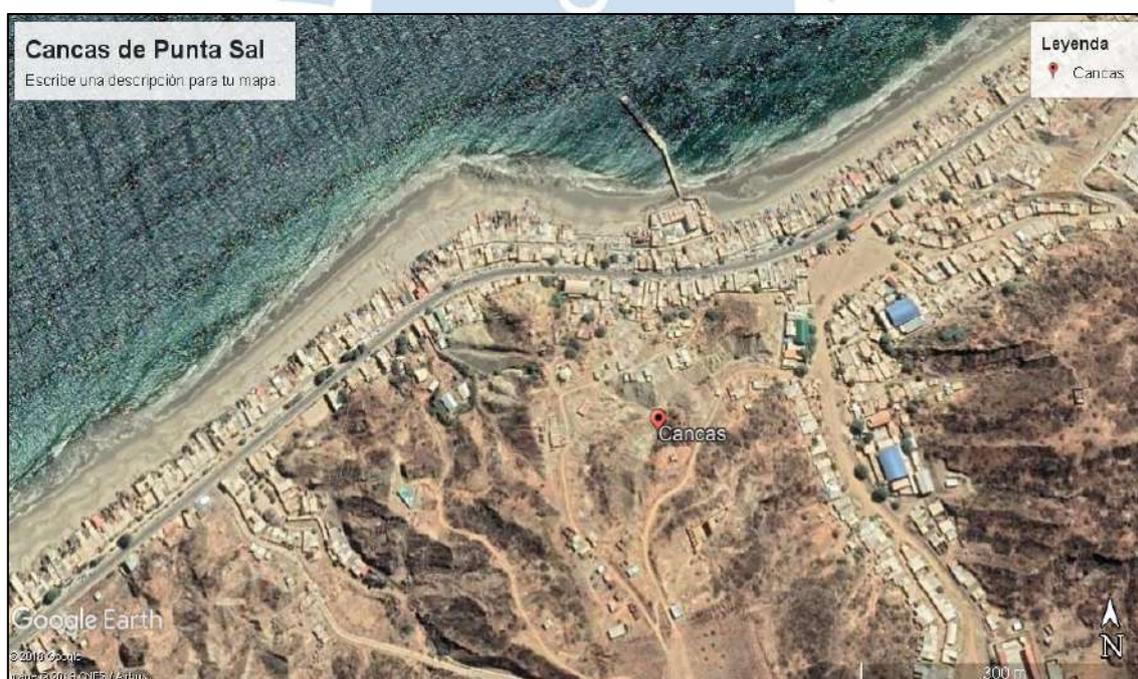


Figura 4. Distrito de Canoas de Punta Sal
Fuente: (Google, 2019)

Entre los medios de transportes más comunes se tiene: moto taxis (uso interno de los pescadores), colectivos (se utiliza para movilizar a pobladores de Canoas a Máncora o viceversa), autos (turistas), combis (se utiliza para movilizar pobladores de Canoas a Tumbes

o viceversa), minivan (los cuales transportan a gran número de turistas que van a veranear por casas aledañas a canoas), tráileres (uso comercial), camiones (uso comercial–mercadería) y ómnibus que transportan pasajeros a nivel provincial.

El barrio Señor de los Milagros no cuenta con vías asfaltadas. Su principal acceso es la carretera Panamericana Norte, ingresando al costado del paradero principal, a la altura del paradero principal. El costo de pasaje en moto taxis por Canoas de manera interna varía desde S/.1 sol hasta S/. 4 soles.

1.3. Tiempo de viaje

El tiempo estimado de viaje para llegar a Canoas de Punta Sal varía dependiendo de la movilidad a utilizar, el clima y la fecha de viaje. En situaciones normales, un vehículo liviano (carro) demora en llegar desde Piura un promedio de 3.5 horas. Los ómnibus o minivans, se demoran en llegar desde Piura un promedio de 4.5 horas.

1.4. Actividades económicas

El distrito de Canoas de Punta Sal tiene una población económicamente activa (PEA) equivalente a 2676 personas, que representa el 42.23% de la población total (INEI, 2018). Las principales actividades económicas a las que se dedica la población de Canoas de Punta sal son: La pesca, agricultura, ganadería, silvicultura, turismo y comercio. De estas, la actividad predominante es la pesca artesanal, pues cuenta con una zona privilegiada en recursos hidrobiológicos, además de su cercanía al mar y a la Panamericana Norte, lo que hace que esta actividad sea muy rentable y atractiva para la población.

En la Tabla 1 se muestra todas las actividades que se desarrollan en la zona y la cantidad de pobladores que las realizan, según el último censo realizado por el INEI en el año 2017.

Tabla 1. Principales actividades económicas de Canoas de Punta Sal

Principales Actividades del distrito de Canoas de Punta Sal (Según Censo 2017)	PEA a partir de los 14 años	Porcentaje
Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Pesca	742	27.73%
Explotación de minas y cantera	8	0.30%
Industrias manufactureras	80	2.99%
Construcción	187	6.99%
Comercio al por mayor y menor	381	14.24%
Transporte y almacenamiento	239	8.93%
Actividades de alojamiento y de servicio de comida ligado al Turismo	307	11.47%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	107	4.00%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	157	5.87%

Principales Actividades del distrito de Canoas de Punta Sal (Según Censo 2017)	PEA a partir de los 14 años	Porcentaje
Administración pública y defensa y seguridad social	119	4.45%
Enseñanza inicial, primaria y secundaria	81	3.03%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	54	2.02%
Otras actividades de servicio	45	1.68%
Otras actividades	75	2.80%
Desempleados	94	3.51%

Fuente: Resultados definitivos: Población Económicamente Activa, 2018, pp.222

1.5. Vivienda

El distrito de Canoas de Punta Sal cuenta con 2676 viviendas, de las cuales, 2602 son casas independientes, 2 viviendas en quinta, 61 chozas o cabañas, 10 viviendas improvisadas, 1 local no destinados para habitación humana (INEI, 2018).

En la capital del distrito, Canoas, se localizan 1624 viviendas. Una de las zonas que conforman el distrito y es materia de estudio, es el barrio Señor de los Milagros, donde existen 226 viviendas, de las cuales el 91.5% se encuentran habitadas y el 8.5% están deshabitadas u abandonadas.

1.6. Población beneficiaria

De acuerdo a la información recopilada en la localidad, la población beneficiaria del presente proyecto está conformada por los pobladores del barrio Señor de los Milagros, cuya cantidad de habitantes es de 1261, agrupados en 226 viviendas.

En la Tabla 2, se presenta un resumen del análisis demográfico que se recopiló en el área de influencia.

Tabla 2. Especificaciones demográficas del Barrio Señor de los Milagros.

Descripción	N° de Viviendas	Total Población
Habitados	207	1261
No Habitados	19	-
Instituciones Estatales		
I.E. Secundaria	1	-
I.E. Primaria	1	-
I.E. Inicial	1	-
Organizaciones Sociales		
Local Comunal	1	-
Áreas Verdes Comunes		
Plazuela Principal	1	-

Fuente: Elaboración propia

1.7. Clima

La localidad de Canoas de Punta Sal, debido a su ubicación geográfica tropical, cuenta con un clima semi-cálido y semi-húmedo (ver Figura 5). Su población goza de sol brillante durante todo el año, incluso en otoño e invierno.

La temperatura media anual es de 26.9 °C. En época de verano (diciembre a mayo) se alcanza una temperatura de 33 °C, y en época de invierno la temperatura puede llegar hasta los 17 °C. La mayor parte del año la temperatura oscila entre los 30°C en el día y los 21 °C por la noche (Climate-data, 2019)

En el verano, se originan pequeños remolinos de polvo o ventiscas de arena en el barrio Señor de los Milagros, porque los fuertes vientos de la tarde se combinan con el sol intenso de verano, el aire seco y las capas de arena.

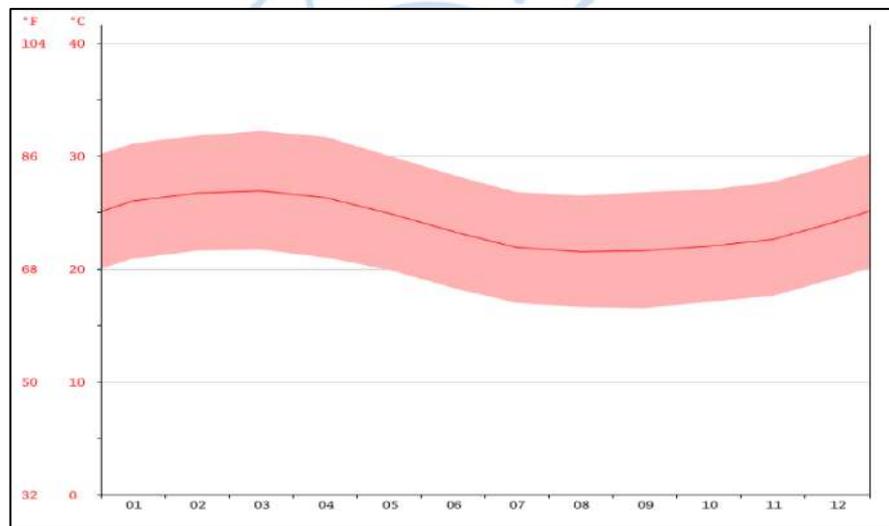


Figura 5. Diagrama de temperatura Punta Sal
Fuente: (Climate-data, 2019)

1.8. Precipitaciones

En el distrito de Canoas de Punta Sal no se presentan lluvias intensas durante todo el año, excepto los años con presencia del Fenómeno el Niño, ocasionando lluvias de moderada a fuerte intensidad. Según *Climate-data* (2019), en condiciones normales, las precipitaciones se inician en el mes de enero y se prolongan hasta el mes de abril.

La precipitación promedio anual es de 96 mm. En los meses de febrero y marzo se producen los valores más altos con un valor acumulado de 62 mm, lo que corresponde al 64.58% del total (ver Figura 6); pero, cuando la temporada de lluvias es intensa, se generan problemas de transividad en el Barrio Señor de los Milagros, porque las aguas pluviales, en su ruta hacia el mar, pasa por las calles del barrio Señor de los Milagros, debido a que las viviendas se han ubicado en la ribera del canal vía que existe.

La Figura 7 muestra la temperatura promedio mensual del distrito de Canoas de Punta Sal, allí se registran los valores medios, máximos y mínimos en dos escalas ($^{\circ}\text{C}$ y $^{\circ}\text{F}$), diseñada para turistas nacionales, regionales e internacionales. Asimismo, se puede apreciar, en la Figura 8, la característica de clima seco y semi seco del norte del país, en el mapa climático del país, según el SENAMHI (2019).

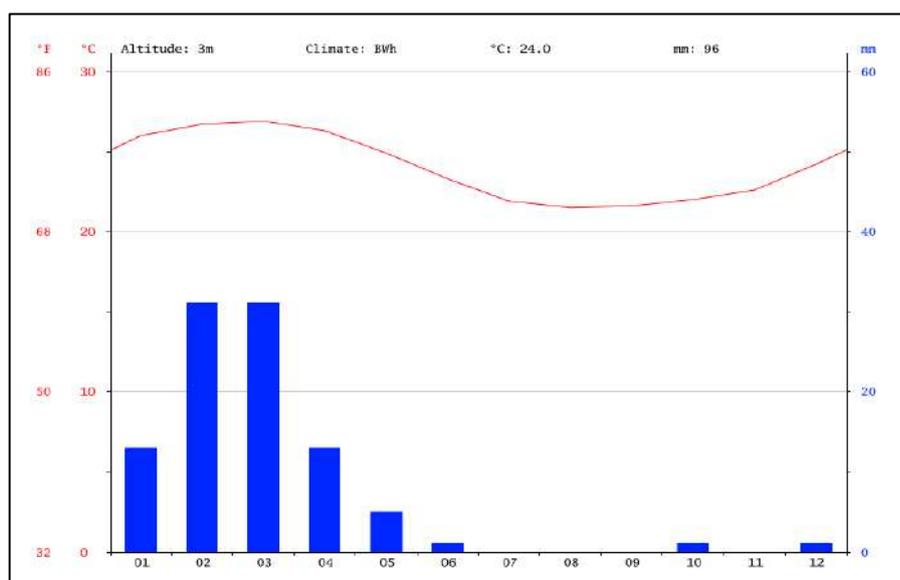


Figura 6. Climograma de Canoas de Punta Sal.

Fuente: (Climate-data, 2019)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$)	26	26.7	26.9	26.3	24.9	23.3	21.9	21.5	21.6	22	22.6	24.2
Temperatura mín. ($^{\circ}\text{C}$)	20.9	21.6	21.7	21	19.9	18.3	17	16.6	16.5	17.1	17.6	19.2
Temperatura máx. ($^{\circ}\text{C}$)	31.1	31.8	32.2	31.7	30	28.3	26.8	26.5	26.8	27	27.7	29.3
Temperatura media ($^{\circ}\text{F}$)	78.8	80.1	80.4	79.3	76.8	73.9	71.4	70.7	70.9	71.6	72.7	75.6
Temperatura mín. ($^{\circ}\text{F}$)	69.6	70.9	71.1	69.8	67.8	64.9	62.6	61.9	61.7	62.8	63.7	66.6
Temperatura máx. ($^{\circ}\text{F}$)	88.0	89.2	90.0	89.1	86.0	82.9	80.2	79.7	80.2	80.6	81.9	84.7
Precipitación (mm)	13	31	31	13	5	1	0	0	0	1	0	1

Figura 7. Clasificación climática de Canoas de Punta Sal

Fuente: (Climate-data, 2019)

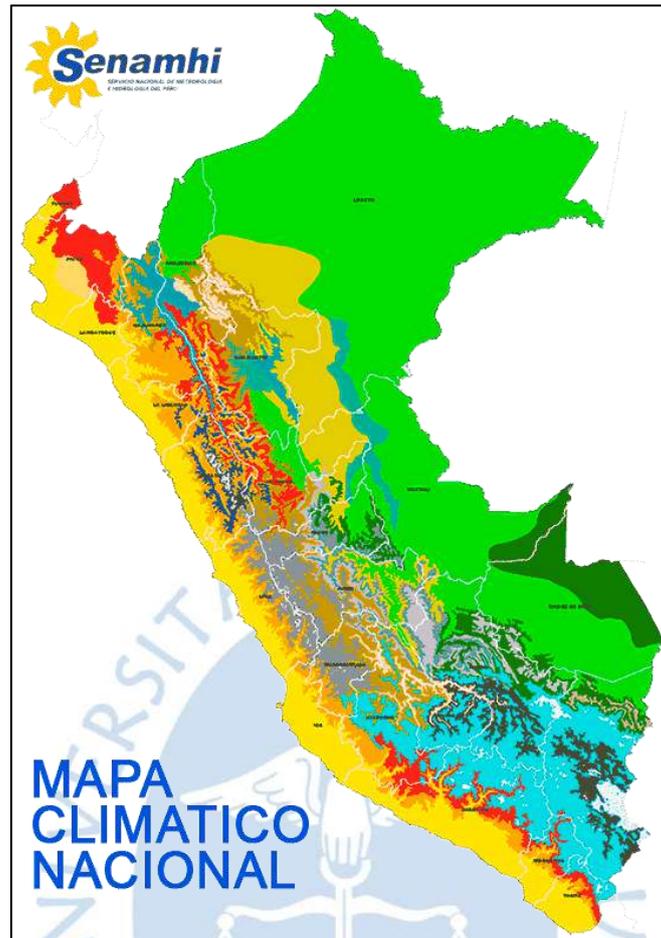


Figura 8. Mapa de clasificación climática
Fuente: SENAMHI – Perú (2019)

1.9. Humedad relativa

Los valores de humedad relativa presentan una regular o permanente oscilación durante todo el año presentando un valor promedio entre 60-70 %, lo que indica que se trata de una zona atmosférica poco húmeda y bastante saludable.

Capítulo 2

Aspectos generales

2.1. Redes de distribución de agua potable

Una red de distribución viene a ser el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen agua desde tanques de almacenamiento hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Su finalidad principal es proporcionar agua a todos los usuarios para su consumo, sea: doméstico, público, comercial e industrial. Además, para situaciones singulares como extinguir incendios. La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada (CONAGUA, 2017)

Es importante recalcar que el agua brindada por una red de distribución, debe ser desalojada a través de una red de alcantarillado y conducida a una planta de tratamiento de aguas residuales, para posteriormente ser reutilizada a la naturaleza sin causar algún deterioro en el medio ambiente.

En la Figura 9 se muestra una configuración de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas, esta después de ser utilizada es conducida a una planta de tratamiento, para posteriormente ser reutilizada o reintegrada a la naturaleza sin causar deterioro ambiental.

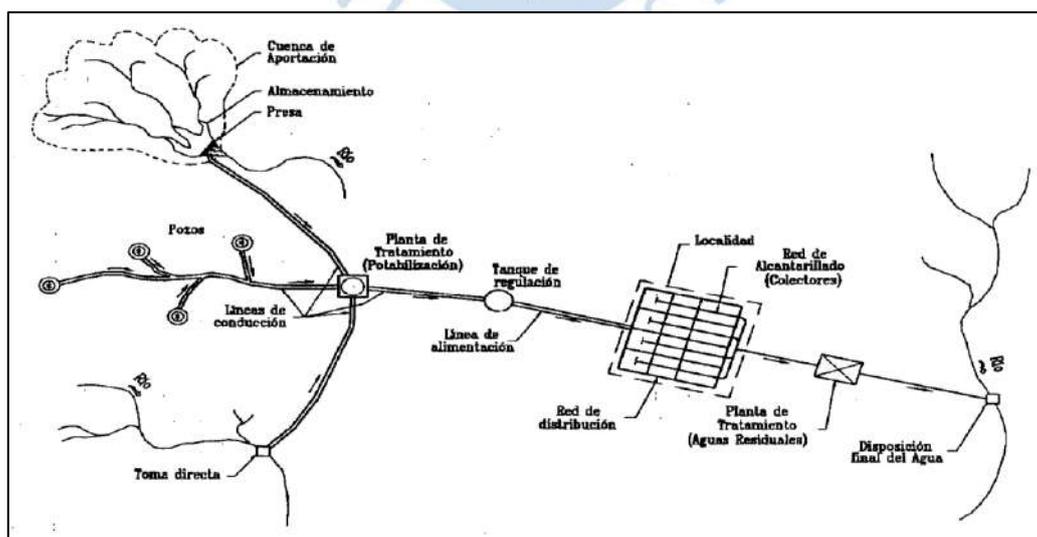


Figura 9. Configuración de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas
Fuente: (CONAGUA, 2017)

2.2. Componentes de una red de distribución

Los componentes principales de una red de distribución, según la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA, 2017, págs. 3-5), son las siguientes:

a) Tubería

Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. Para fines de análisis, se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo.

La red de distribución está formada por un conjunto de tubos que se unen en diversos puntos denominados nodos o uniones. De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación y se considera parte de la red primaria.

La división de la red de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. La red primaria está constituida por los tubos de mayor diámetro; la secundaria, por la tubería de menor diámetro, la cual abarca la mayoría de las calles de la localidad. Así, una red primaria puede ser una sola tubería de alimentación o cierto conjunto de tubos de mayor diámetro de una localidad.

b) Piezas especiales

Son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tubería de diferente material o diámetro y terminales de los conductos, entre otro.

Se les llama cruceros a las piezas o conjuntos de accesorios especiales que, conectados a la tubería, forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones y ramificaciones. También permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.

c) Válvulas

Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en la tubería. Pueden ser clasificadas de acuerdo con su función, en dos categorías:

- Aislamiento o seccionamiento: son utilizadas para separar o cortar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tubería, bombas y dispositivos de control con el fin de revisarlos o repararlos
- Control: usadas para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.

d) Hidrantes

Se le llama así a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red, con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinados a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

Los hidrantes públicos son tomas compuestas usualmente por un pedestal y una o varias llaves comunes, que se ubican a cierta distancia en las calles para dar servicio a varias familias. El agua obtenida del hidrante público es llevada a las casas en contenedores tales como cubetas u otros recipientes. Se utilizan en poblaciones pequeñas en los casos donde las condiciones económicas no permiten que el servicio de agua potable se instale hasta los predios de los usuarios.

e) Tanques de distribución

Es un depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro, aunque algunos tanques suelen realizar ambas funciones.

Se le llama tanque de regulación cuando guarda cierto volumen adicional de agua para aquellas horas del día en las cuales la demanda en la red sobrepasa el volumen suministrado por la fuente.

La mayor parte de los tanques existentes son de este tipo. Algunos tanques disponen de un volumen de almacenamiento para emergencias, como en el caso de falla de la fuente. Este caso es usualmente previsto por el usuario, quien dispone de cisternas o tinacos, por lo cual en las redes normalmente se utilizan tanques de regulación únicamente.

Una red de distribución puede ser alimentada por varios tanques correspondientes al mismo número de fuentes o tener tanques adicionales de regulación dentro de la misma zona de la red con el fin de abastecer solo a una parte de la red.

f) Tomas domiciliarias

Es el conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución, pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

g) Rebombeos

Consisten en instalaciones de bombeo que se ubican generalmente en puntos intermedios de una línea de conducción y excepcionalmente dentro de la red de distribución. Tienen el

objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en la tubería.

Los rebombes se utilizan en la red de distribución cuando se requiere:

- Interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas.
- Transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas de la red al tanque de regulación de una zona de servicio en una zona alta.
- Incremento de presión en una zona determinada mediante rebombeo directo a la red o *booster*. Esta última opción se debe evitar y considerar solo si las condiciones de la red no permiten la ubicación de un tanque de regulación en la región elevada.

h) Cajas rompedoras de presión

Son depósitos con superficie libre del agua y volumen relativamente pequeño, cuya función es permitir que el flujo de la tubería se descargue en esta, eliminando de esta forma la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático aguas abajo.

Un esquema general de una red de distribución y algunos componentes se muestra en la Figura 10.

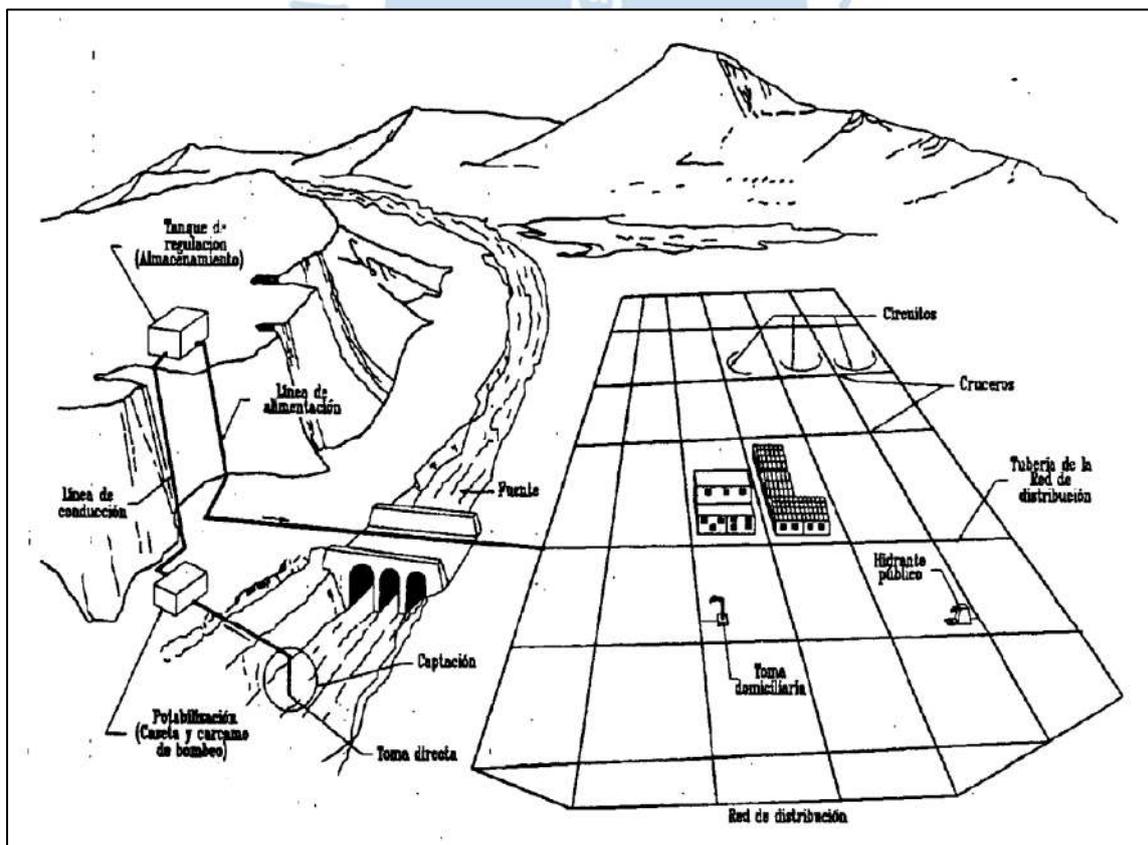


Figura 10. Esquema general de una red de distribución y algunos componentes.

Fuente: (MP, 2014)

2.3. Tipos de redes de distribución

Los tipos de redes de distribución se caracterizan por la forma como se enlazan las tuberías de la red o el esquema básico que forman (IngenieríaCivil, 2019), estas pueden ser:

a. Abierta o ramificada

Este sistema de red consiste en una tubería principal o arteria maestra de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual deriva ramales o arterias secundarias, y a su vez estas parten ramales de orden tercero y así sucesivamente, siempre de menor diámetro hasta terminar en puntos ciegos (sin interconexión con otras tuberías en la misma red).

Este tipo de red sucede en lugares cuyo crecimiento se ha establecido a partir de una vialidad principal y en la que convergen una serie de calles ciegas, por lo general depende de las características topográficas de la zona, la cual impide la interconexión entre los ramales para conformar circuitos cerrados.

Una desventaja de este tipo de red es que, ante una falla o rotura de alguna de las tuberías que la conforman, se tendrá que dejar sin servicio a todos los usuarios que estén atendidos desde las tuberías aguas debajo de la rotura, generando malestar e incomodidades por privar del servicio, mientras se realice la reparación necesaria.

Un esquema de red de distribución Abierta se muestra en la Figura 11.

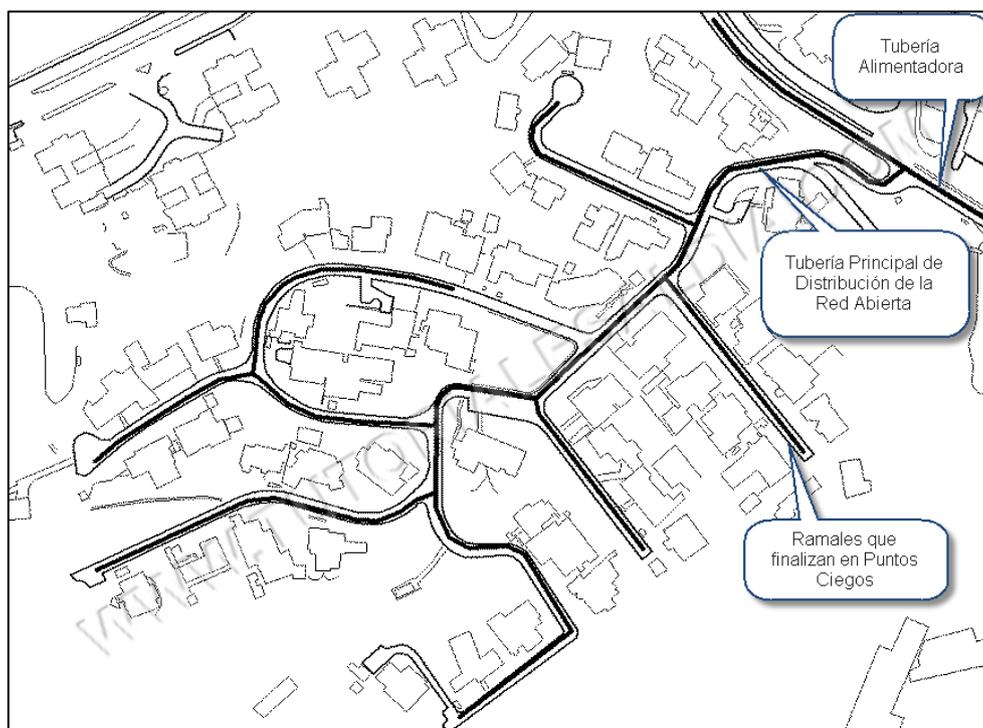


Figura 11. Red de distribución tipo Abierta
Fuente: (IngenieríaCivil, 2019)

b. Cerrada o Enmallada

Este tipo de red se caracteriza por formar mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la red de distribución de agua Potable (ver Figura 12), donde el agua puede llegar a un punto en específico desde varios caminos.

Una ventaja de este tipo de red es que ante una falla o rotura de alguna de las tuberías que la conforman, se va a afectar a menor cantidad de usuarios, al establecerse rutas alternas al flujo a través de mallas que conforman la red. Esto genera que este tipo de red sea el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y garantía del servicio (ver Figura 13).



Figura 12. Red de distribución tipo Cerrada.

Fuente: (IngenieríaCivil, 2019)

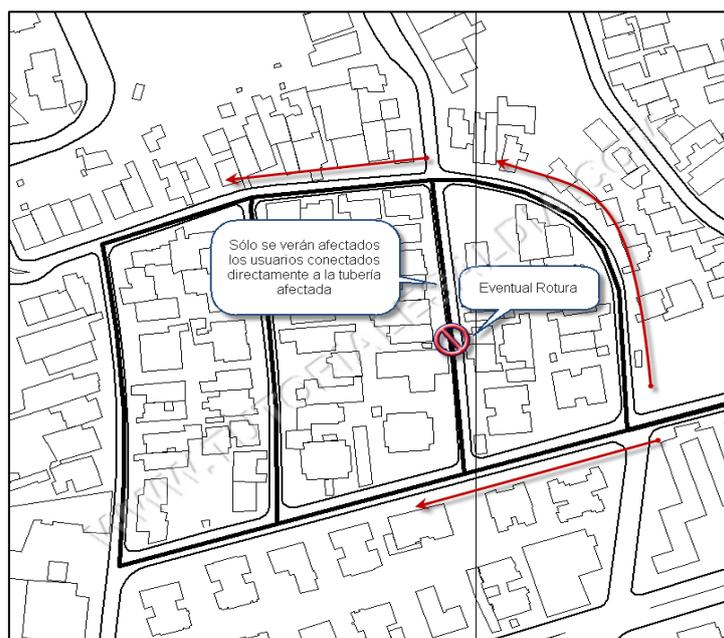


Figura 13. Red cerrada en eventual rotura

Fuente: (IngenieríaCivil, 2019)

2.4. Formas de distribución de una red de agua potable

Las formas de distribución de una red de agua dependerán mucho de la zona de trabajo, específicamente la topografía. Según la Norma técnica de diseño: “Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural”, se identifican 7 alternativas disponibles para sistemas de agua potable para el consumo humano, de diversas fuentes de agua (MVCS, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

a) Sistemas por gravedad

- Con tratamiento
 - SA-01: Captación por gravedad, línea de conducción, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.
- Sin tratamiento
 - SA-03: Captación de manantial (ladera o fondo), línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.
 - SA-04: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

b) Sistema de bombeo

- Con tratamiento
 - SA-02: Captación por bombeo, línea de impulsión, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.
- Sin tratamiento
 - SA-05: Captación de manantial (ladera o fondo), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.
 - SA-06: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución (PEAD).

c) Sistema pluvial

- SA-07: Captación de lluvia en techo, reservorio, desinfección

Un esquema de sistema de distribución por gravedad se presenta en la Figura 14.

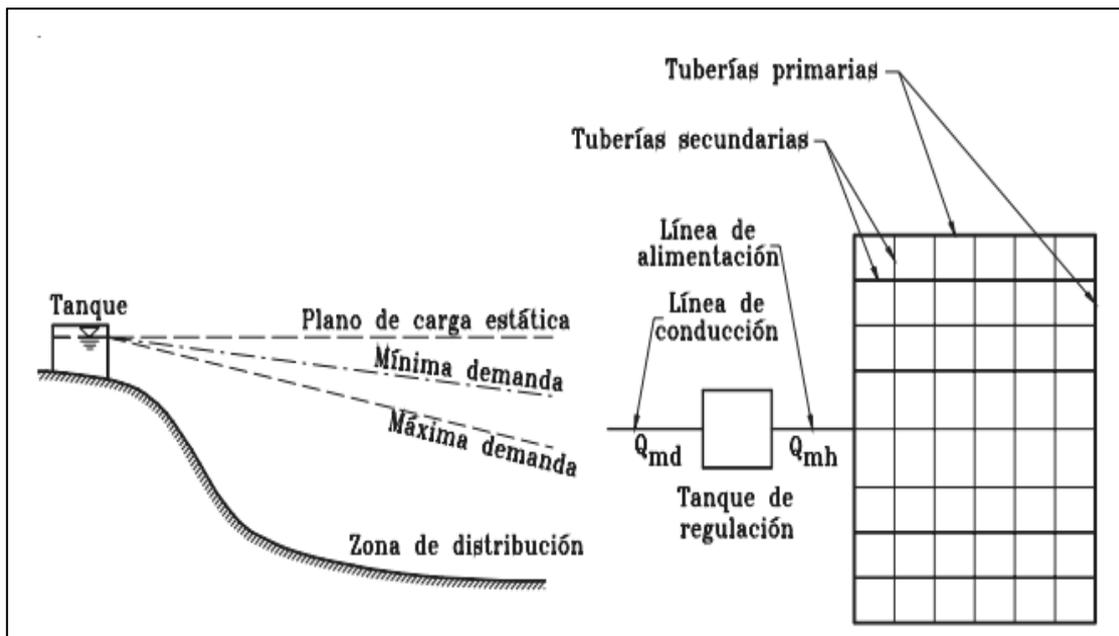


Figura 14.: Distribución por gravedad
Fuente: (CONAGUA, 2017)

2.5. Disposiciones específicas de una red de distribución

Para realizar el diseño de una red de agua potable, se utilizarán las disposiciones específicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la Norma OS.050 “Redes de Distribución de agua para consumo humano” y a la “Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural”.

Según la Norma OS.050 “Redes de Distribución de agua para consumo humano” (PRONASAR, 2016)

a) Levantamiento Topográfico

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.
- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.

- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar

b) Estudio del suelo

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos: determinación de la agresividad del suelo con indicadores PH, sulfatos, cloruros y sales solubles.

c) Estudio de la población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores

d) Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

e) Análisis hidráulico

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 presenta en la tabla 3. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo

f) Diámetro mínimo

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 o de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en

los límites inferiores de las zonas de presión. El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 milímetros.

Tabla 3. Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams

Tipo de Tubería	"C"
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
Poli cloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: (MVCS, 2018)

g) Velocidad

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

h) Presiones

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. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

i) Ubicación y recubrimiento de tuberías

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectos.

- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que garantice una instalación segura.
- 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.

- En el ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1,20m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente. En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:
 - Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
 - Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.
- La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0.20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las 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. 4,10.

j) Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Deberá evitarse los “puntos muertos” en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

k) Hidrantes contra incendio

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m y se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.

l) Anclajes y Empalmes

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán. El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 milímetros.

Según la Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural, que brinda unas disposiciones más adecuadas en los apartados de diámetro, velocidad y presiones (MVCS, 2018, págs. 127-128), se debe verificar lo siguiente:

- a) Diámetro: los diámetros mínimos de tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (3/4”) para ramales.
- b) Velocidad: la velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,3 m/s. La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.
- c) Presión: la presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor a 5 m.c.a; además, la presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

2.6. Periodo de diseño y estudios de población

2.6.1. Periodo de diseño

Se denomina periodo de diseño al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable, considerando que durante ese periodo se proporcionará un servicio eficiente y de calidad, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

El periodo de diseño de un proyecto se define basado en las necesidades de la población, el monto de la inversión y las necesidades de operación. La elección debe apoyarse en un estudio previo de las posibilidades económicas de la población, en la vida útil estimada para los materiales y el equipo para operar el sistema.

Los factores que influyen en el periodo de diseño de un proyecto son los siguientes:

- La vida útil de las estructuras y equipos tomados en cuenta la obsolescencia, desgaste y daños.
- La facilidad o dificultad de ampliaciones futuras y planeaciones de las etapas de construcción del proyecto

- Las tendencias de crecimiento de la población futura, con énfasis en desarrollo de sus necesidades comerciales e industriales.

De acuerdo a la tendencia del crecimiento de la población es conveniente elegir periodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

- El comportamiento hidráulico de las obras durante los primeros años, o sea cuando los caudales iniciales son inferiores a los caudales de diseño (no funciona en su total capacidad).

2.6.2. Determinación del periodo de diseño

Los periodos de diseño máximos que recomienda el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, específicamente la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se presentan en la Tabla 4.

Además, la tabla 5 muestra los periodos de diseño centralizando a solo 3 tipos de sistemas en obras de agua potable, según la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

Tabla 4. Determinación de periodo de diseño

Componentes	Vida Útil
Fuente de Abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años
Pozos	20 años
Plantas de tratamiento de agua de consumo humano (PTAP)	20 años
Reservorio	20 años
Línea de Conducción, aducción, impulsión, distribución.	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: (MVCS, 2018).

Tabla 5. Determinación de periodo de diseño

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20.00
Bombeo	10.00
Tratamiento	10.00

Fuente: DIGESA (2019)

2.6.3. Estudio de población

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse la red de distribución es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad.

Es indispensable determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario hacer el cálculo de población futura de la localidad.

Igualmente, se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales, sobre todo, al final del periodo económico de la obra.

La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), tomando en cuenta los últimos tres censos disponibles para el proyecto hasta el año de realización de los estudios y proyectos.

En el cálculo de la población de proyecto o futura intervienen los siguientes factores:

- Crecimiento histórico
- Variación de las tasas de crecimiento
- Características sociales y culturales
- Perspectivas de desarrollo económico

2.6.4. Determinación de la población futura

Para el cálculo de la población futura se han utilizado los siguientes métodos de crecimiento: método aritmético, método geométrico y el método exponencial; elegidos según el tipo de población y dependiendo de las características socio-económicas de la misma.

a) Método aritmético: es un método que se utiliza para pequeñas poblaciones, en la estimación de la población de diseño se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos. La población futura a través de este método se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + r.t/100) \quad (1)$$

Donde:

P_f = Población de diseño (habitantes)

P_a = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento anual (%)

t = Período de diseño (años)

b) Método geométrico: mediante este método, se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el

usado para el método aritmético. Con la siguiente fórmula se calcula la población futura a través del método geométrico:

$$Pd = Pa (1 + r)^t \quad (2)$$

Donde:

Pd = Población de diseño (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento anual (%)

t = Período de diseño (años)

c) Método exponencial: para el uso de este método, se asume que el crecimiento de la población se ajusta al tipo exponencial y la población de diseño se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Pd = Pa \times e^{k.t} \quad (3)$$

Donde:

Pd = Población de diseño (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

k = Constante

t = Período de diseño (años)

La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que para el cálculo del valor de k promedio se requieren al menos de dos valores.

2.7. Dotación y consumo

2.7.1. Dotación de agua

Es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante, se fijará en base a un estudio de las necesidades básicas de agua de una población, incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros por habitante al día.

La dotación no es una cantidad fija, sino que se ve afectada por factores que son característicos de una comunidad; sin embargo, se necesita conocer de ante mano estos factores para calcular las diferentes partes de un proyecto.

La dotación está integrada por los siguientes consumos:

- Consumo doméstico
- Consumo público
- Consumo industrial
- Consumo comercial
- Fugas y desperdicios.

La dotación por zona geográfica se muestra en la Tabla 6, según la Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (MVCS, 2018)

En el caso de adoptarse sistema de abastecimiento de agua potable a través de piletas públicas la dotación será de 20 - 40 l/h/d.

Tabla 6. Dotación según la zona geográfica

Región	Dotación según tipo de opción tecnológica	
	Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: (MVCS, 2018).

Para las instituciones educativas en zonas rurales debe emplearse la siguiente dotación (ver Tabla 7):

Tabla 7. Dotación de agua para centros educativos

Descripción	Dotación (l/alumno/día)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: (MVCS, 2018).

Paralelamente la Organización Mundial de la Salud, también recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros en zonas rurales (ver Tabla 8):

Tabla 8. Parámetros de la OMS

Población	Clima	
	Frío(lppd)	Cálido(lppd)
Rural	100	100
2,000 -10,000	120	150
10,000 - 50,000	150	200
> 50,000	200	250

Fuente: (OMS, 2007)

2.7.2. Consumo promedio diario anual

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

$$Q_m = P_f \times \text{dotacion} (d) / 86400 = s/\text{día} \quad (4)$$

Dónde:

Q_m = Consumo promedio diario (l/s).

P_f = Población futura (hab.).

d = Dotación (l/hab./día).

El consumo promedio diario anual, servirá para estimar el consumo máximo diario y horario.

2.7.3. Variaciones de consumo

Considerando las limitaciones para determinar las variaciones de consumo en las condiciones actuales, se adoptarán las siguientes variaciones diarias y horarias.

Máximo anual de la demanda diaria (K_1) = 1.3

Máximo anual de la demanda horaria (K_2) = 2.0

Coefficientes para poblaciones menores de 10000 hab.

2.7.4. Consumo máximo diario y consumo máximo horario

- Caudal máximo diario ($Q_{\text{máx d}}$) Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir, representa el día de mayor consumo en el año, y se calcula según la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{máx d}} = K_1 * Q_{\text{prom.}} \quad (5)$$

- Caudal máximo horario ($Q_{\text{máx h}}$) Corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo, y en general, se determina como:

$$Q_{\text{máx h}} = K_2 * Q_{\text{prom.}} \quad (6)$$



Capítulo 3

Diseño del sistema de agua potable

3.1. Información básica previa

Los estudios previos son necesarios para poder tener información importante, la cual es fundamental para realizar un buen diseño de red de agua potable, teniendo en cuenta la topografía de la zona, sus relieves, la calidad del suelo en donde se tenderá la red y el impacto que generará el proyecto en la zona de trabajo.

Los estudios básicos previos que realizaron fueron:

- a) Estudio de topografía
- b) Estudio de suelos
- c) Evaluación de impacto ambiental

3.1.1. Estudio topográfico

El objetivo principal del estudio topográfico es obtener planos reales y actualizados, que presenten la orografía del terreno y todos los componentes naturales y artificiales que se encuentren en la zona del proyecto, ello permite conocer la latitud, longitud y elevación (cota) de los puntos más relevantes e importantes que sirven para el diseño de la red de agua potable.

Con los datos topográficos recopilados se realizó el diseño hidráulico, teniendo en cuenta aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales. Se pudo visualizar: longitudes y cotas del eje principal, el área de influencia por donde se instala la tubería y los accesorios necesarios para el funcionamiento de la red.; además, ayuda a la sectorización de la red de distribución.

Los trabajos previos de la topografía que se realizaron en el presente proyecto fueron:

- Levantamiento Topográfico
- Procesamiento de Datos

3.1.1.1. Levantamiento topográfico.

Consiste en obtener una cantidad suficiente de puntos de control verticales y horizontales para poder describir e identificar todas las características del terreno. El presente proyecto se llevó a cabo sobre un área cuya topografía es típica a la región costa o chala. Se establecieron

puntos de control horizontal y vertical en todo el recorrido de las calles, especialmente en las esquinas.

El área del proyecto cuenta con 13 calles, donde se encuentran distribuidas 226 viviendas (ver Tabla 9). La superficie donde se llevó a cabo el proyecto, presentaba tramos de pendiente poco pronunciadas, como es el caso de las calles “D”, “E”, “F” y otros tramos donde la pendiente es muy pronunciada, como las calles “A”, “G”, “M”.

Tabla 9. Distribución de viviendas por calle

Nombre de Calle	Viviendas		
	Lado Derecho	Lado Izquierdo	Total
CALLE "A"	29	14	43
CALLE "B"	13	25	38
CALLE "C"	4	2	6
CALLE "D"	-	10	10
CALLE "E"	9	6	15
CALLE "F"	8	-	8
CALLE "G"	16	5	21
CALLE "H"	6	-	6
CALLE "I"	10	-	10
CALLE "J"	6	-	6
CALLE "K"	4	4	8
CALLE "L"	12	20	32
CALLE "M"	-	23	23
			226

Fuente: Elaboración propia.

El punto de abastecimiento a la red se realizó mediante un empalme ya ubicado debajo del primer puente que se encuentra al costado del paradero del lugar. La cota de la vivienda de mayor elevación es de 26 metros y se encuentra ubicada en la calle “A”. En la Tabla 10 detallo las cotas de la vivienda de mayor elevación por calles y la longitud de tubería matriz que se ha trazado en el plano por calles.

Con el plano del levantamiento topográfico, se sectorizó la red de distribución, colocando llaves de control para ayudar a controlar fugas y su posterior reparación. Además, se ubicaron los puntos más altos, donde se colocaron válvulas de aire y en los puntos más bajos, se colocaron válvulas de purga.

Los trabajos realizados en el levantamiento topográfico se llevaron a cabo con instrumentos de topografía en óptimas condiciones con la finalidad de obtener una precisión adecuada en campo (ver Figuras 15, 16, 17 y 18).

Tabla 10. Viviendas de mayor elevación por calles

Nombre de Calle	Vivienda más elevada (msnm)	Longitud de tubería matriz(metros)
PUNTO DE ENTRADA (tramo inicial)		85.61
CALLE "A"	26	288.3
CALLE "B"	18.13	191.17
CALLE "C"	12.43	40.17
CALLE "D"	08.03	127.53
CALLE "E"	10.14	97.62
CALLE "F"	11.28	155.72
CALLE "G"	15.15	330.54
CALLE "H"	14.71	64.23
CALLE "I"	15.43	86.52
CALLE "J"	16.70	28.02
CALLE "K"	16.08	42.59
CALLE "L"	15.42	124.61
CALLE "M"	14.75	447.35

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Barrio Señor de los Milagros calle A
Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Barrio Señor de los Milagros calle K
Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Barrio Señor de los Milagros calle J
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Calle principal, canal vía del barrio Señor de los Milagros
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.2. Procesamiento de datos

Según el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N) se debe evaluar la información de los puntos de control oficiales más cercanos a la zona del proyecto.

- Carta Nacional a escala 1:10,000
- Puntos de poligonal de primer orden establecidos por el I.G.N. (SIRGAS)
- Punto del Sistema Referencial Geodésico de América del Sur (SIRGAS) de San Juan de las Vírgenes - Tumbes

Para el trabajo de levantamiento topográfico del presente informe se siguió el siguiente procedimiento:

- a. Apoyados en los vértices de las poligonales de control, se levantaron en campo todos los detalles planimétricos compatibles con la escala de presentación de los servicios, tales como: vivienda, carreteras, postes, límites de propiedad, canales; para ello se utilizó una “Estación Total” y un nivel; los cuales se apoyaron en una red de poligonales ajustadas y calculadas previamente con el equipo de estación total.
- b. Se caracterizaron todos los puntos bajos y puntos altos, tomados a partir de la lectura de la estación total.

- c. Con las coordenadas y el empleo de los programas de topografía se procedieron a modelar las superficies topográficas para finalmente obtener las curvas de nivel.
- d. Los trazos que generan los planos fueron procesados en dibujos vectorizados en AutoCAD LAND. Los archivos están en unidades métricas.

3.1.2. Estudio de mecánica de suelos

Para realizar el diseño de proyectos hidráulicos, sea de regulación, captación o conducción de agua, se deben conocer todas las características geológicas – geotécnicas del terreno donde se ejecutará el proyecto. Esta información estuvo orientada a la obtención de datos relativos a la estabilidad, resistencia, deformabilidad y permeabilidad del suelo y rocas, permitiendo una mejor evaluación y análisis del suelo con la finalidad de lograr un correcto funcionamiento del proyecto.

Los estudios previos de mecánica de suelos que se realizaron en el presente proyecto fueron los siguientes: la sismicidad de la zona y los análisis en laboratorio

3.1.2.1. La sismicidad de la zona

El distrito de Canoas de Punta Sal está ubicado en una zona de alta sismicidad clasificada con intensidad IX, según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (ver Figura 19); además, por pertenecer a la región costa, se encuentra ubicada en una zona sísmica nivel 4, como lo establece el Instituto Geográfico Nacional Peruano (IGN) (ver Figura 20); por lo tanto, el distrito de Canoas de Punta Sal es altamente susceptible a los efectos sísmicos producidos por el fenómeno de subducción de la placa de Nazca respecto a la Placa Sudamericana, causante de la mayor parte de microsismos en toda la costa occidental de América (INDECI, 2019).

3.1.2.2. Análisis en laboratorio

Previamente al análisis del suelo se realizó un trabajo en campo para obtener las calicatas que posteriormente se llevaron a un laboratorio.

El trabajo en campo consistió en la ejecución de calicatas aleatorias en la zona del proyecto, estas fueron hechas según la metodología a cielo abierto, utilizando herramientas manuales para su extracción.

Se excavaron las calicatas a diferentes profundidades (entre 0 a 1 metros de profundidad), con la finalidad de obtener muestras más exactas acerca de la estratigrafía y grado de compactación de la zona del proyecto. Si las condiciones del terreno son inestables, se recomienda realizar un entibamiento para asegurar la seguridad del personal, en este caso, no se requirió del sistema de sostenimiento momentáneo ni permanente debido a la profundidad explorada y el tipo de suelo.

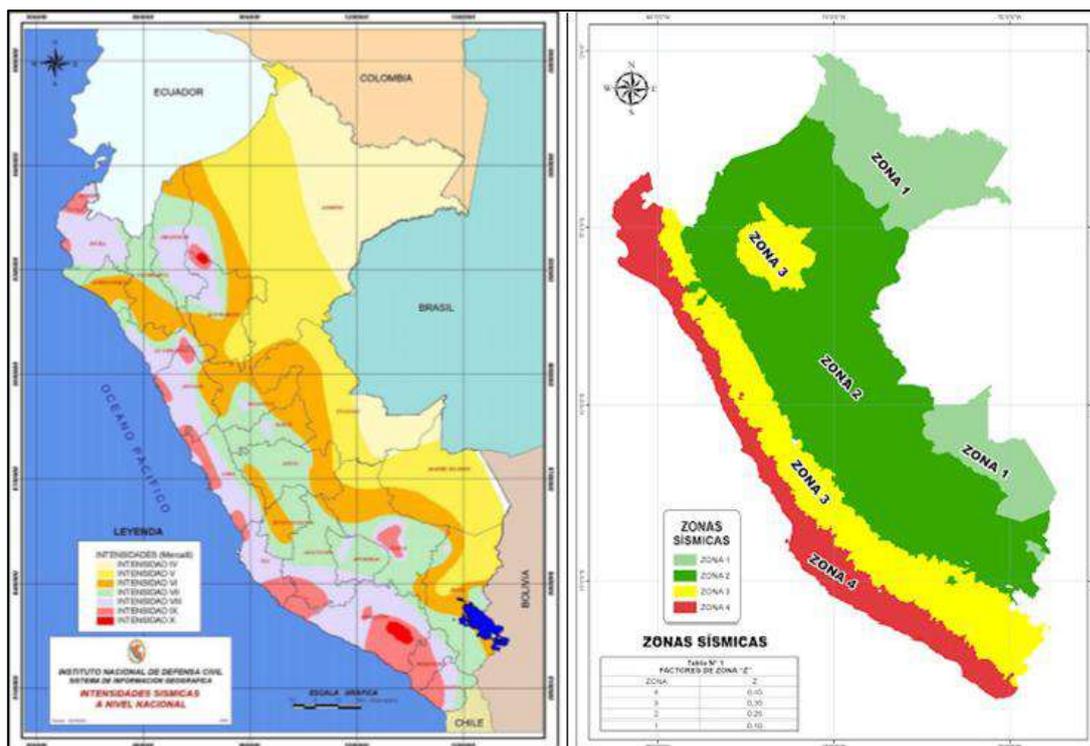


Figura 19. Zonificación sísmica en el Perú y mapa de zonas sísmicas
Fuente: (SENCICO, 2017)

Una vez obtenidas las muestras, se llevaron al laboratorio para determinar las características del suelo como, por ejemplo: la clasificación de los suelos, límites de consistencia, humedad natural, granulometría, peso unitario.

El trabajo en laboratorio tuvo la finalidad de cumplir con las normas establecidas para la correcta ejecución del estudio de suelos. Se realizaron los ensayos necesarios para la determinación de los parámetros geotécnicos que se utilizaron en el diseño del proyecto.

En la Tabla 11 se describen los principales análisis realizados en laboratorio:

Tabla 11. Análisis de laboratorio de suelos

Análisis de Laboratorio	Norma	Descripción
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D 422	Determina los porcentajes de suelo que pasa por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta la malla N°200.
Clasificación Unificada SUCS	ASTM D 2487	Se fundamenta en el tamaño de las partículas, granulometría y en las características de los finos.
Límites de Atterberg	ASTM D 4318	Se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad.
Descripción Visual	ASTM D 2488	Describe un procedimiento para identificar los suelos, a elección del usuario basado en el sistema de clasificación descrito en el ensayo D 2487.

Fuente: La Norma Técnica Peruana

En el anexo B se presenta el informe de la mecánica de suelos, que fue brindada por la Municipalidad Distrital de Canoas de Punta Sal.

3.1.3. Evaluación de impacto ambiental

El objetivo principal es lograr una adecuada gestión y manejo del medio ambiente, para lograrlo se identificaron y predijeron los impactos ambientales que se pueden generar en: el aire, el agua, los ruidos, los olores, las áreas verdes, la morfología urbana, la alteración del tránsito peatonal y vehicular, con la finalidad de brindar la tranquilidad y el bienestar de los ciudadanos.

Asimismo, se agotaron todas las medidas de mitigación para reducir al mínimo todos los impactos negativos, que particularmente se suscitan durante la ejecución del proyecto.

En este tipo de proyectos hidráulicos, no existen impactos negativos significativos, lo que existen son impactos mínimos y temporales, los cuales se pueden considerar como impactos negativos de pequeña magnitud.

Se identificaron impactos ambientales positivos, negativos y las medidas de mitigación

3.1.3.1. Impactos positivos

El proyecto generó aspectos positivos en la población, los cuales fueron:

1. Incremento en la calidad de vida de los pobladores. La ejecución del proyecto permite un mayor desarrollo socioeconómico en la población.
2. Mejora la salud física de los pobladores del barrio Señor de los Milagros, al brindar el servicio de agua potable todo el día, los pobladores no tendrán que almacenar agua, evitando correr el riesgo de contaminación. Eso beneficia a la disminución de infecciones estomacales, además de la limpieza de los productos alimenticios de consumo diario, que no estarán expuestos a absorber agentes contaminantes.
3. Incremento del valor predial de los terrenos o predios, incrementándose su valor comercial.
4. Facilidad en el acceso al servicio de agua potable, se disminuirá el almacenamiento de agua potable que genera la proliferación de insectos que causan enfermedades como el dengue.
5. Generará un incremento de áreas verdes en la localidad, mejorando el paisaje por el riego de parques y jardines.
6. Mejora de la capacidad hidráulica del sistema para las condiciones actuales y futuras de la localidad.
7. Aumenta la posibilidad de realizar actividades productivas y comerciales como, por ejemplo: bares, restaurantes, locales de abarrotes, etc.

3.1.3.2. Impactos negativos

Los impactos negativos suscitados en el proyecto son de pequeña magnitud, como:

1. Disminución de la calidad del aire por la mezcla de polvo y materiales finos provenientes a las excavaciones realizadas por el proyecto.
2. Riesgo de accidentes automovilísticos por la falta de señalización de tránsito y los planes de rutas alternas.
3. Los movimientos de tierras para el corte y relleno temporalmente afectarán la transitividad de la población, además del entorno de las viviendas.
4. Incremento de las emisiones sonoras temporalmente por la operación de maquinaria pesada y herramientas para la demolición del concreto y demás.
5. Interrupción de calles y avenidas, temporalmente serán interrumpidas, causando malestar y demoras, tanto en los vehículos de transporte como de particulares.
6. Los puntos de acumulación de material de excavaciones pueden ser confundidos con puntos de basura, generando focos infecciosos y vectores.
7. La rotura de tuberías de agua y/o desagüe pueden generar además de corte del servicio, focos infecciosos y vectores, en algunas zonas donde existen silos de percolación que son pocos en la zona y se ubican en la zona de desembarque de embarcaciones artesanales.

3.1.3.3. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación para lograr reducir al mínimo los impactos negativos y brindar la tranquilidad a la población fueron:

1. Para evitar los accidentes de peatones, se implementó una buena señalización con mayor incidencia en las zonas donde se concentra el flujo de cruce de peatones. En cuanto a los accidentes automovilísticos, hubo una señalización informativa donde indicaba el sentido del desvío, facilitando una orientación adecuada y evitando obstaculizar el flujo de las calles donde se ejecutó el proyecto. Las señalizaciones fueron determinantes para disminuir la velocidad y el riesgo de accidentes. Las señalizaciones estuvieron dirigidas tanto a los conductores de vehículos como a los transeúntes.
2. Se coordinó con las autoridades locales u organismos locales para brindar charlas sobre “Seguridad del tránsito y el uso de vías públicas”, en donde se realizaron las excavaciones.
3. Se realizaron las excavaciones necesarias y mínimas, con el fin de disminuir el levantamiento de polvo, lo que pudiese afectar temporalmente al entorno, como las viviendas aledañas donde se ejecutó el proyecto.
4. Se controló la emisión sonora provocada por las maquinarias, verificando que todas estén implementadas con el sistema de silenciadores.

5. Con respecto a la utilización de canteras, se implementó un programa de restauración de las mismas, considerando que posteriormente ya no se utilizaba para fines similares, siempre y cuando sea responsabilidad exclusiva del usuario.
6. Con respecto al transporte de materiales, a fin de disminuir la contaminación del ambiente con material fino proveniente del transporte de diferentes zonas donde se ejecutó la obra, las tolvas de los camiones fueron cubiertas con mantas, evitando así la emisión de dichas partículas de material fino e inerte.
7. A fin de evitar que la población acumule la basura en los puntos de acumulación de material de corte se instruyó a los pobladores y coordinó con las autoridades locales un adecuado servicio de recolección de basura.
8. El material que no fue reutilizado en su totalidad, se eliminó en un botadero municipal de la zona sin alterar la calidad ambiental en la ejecución del proyecto.
9. Se coordinó con el gobierno local las medidas a adoptarse para obtener una buena conformación de botadero y para que cuando se colmate se proceda a su forestación.

3.2. Cálculos y resultados

3.2.1. Cálculo de demanda de agua

Para poder realizar un cálculo de la demanda de agua se analizaron 4 variables: periodo de diseño, población actual y futura, dotación de agua y cálculo de caudales.

Los datos para el diseño de la red de agua potable y el cálculo del consumo máximo diario y máximo horario se presentan en las Tablas 12 y 13 respectivamente.

Una vez realizado el cálculo de la demanda de agua, se diseñó una red en la zona de proyecto con su respectivo diámetro, utilizando el programa WaterCAD v8i.

WaterCAD permite desarrollar un análisis hidráulico en estado estático, una simulación en periodos extendidos y análisis de flujo contraincendios. También realiza un análisis de calidad de agua, dimensionamiento óptimo de redes (manual o automático) y calibración de modelos (manual o automático).

Cuando se escoge cualquier tipología de red (mallada, ramificada, o mixta), el programa realiza su análisis y determina los siguientes componentes:

- El caudal de conducción
- La presión en cada nodo
- El nivel de agua en cada tanque de agua
- La concentración de componentes químicos
- El tiempo de permanencia del agua

- La procedencia del agua
- Diámetros optimizados

Tabla 12. Datos para el diseño de la red de agua potable

DISEÑO		
A.- POBLACION ACTUAL	1261.00	Año 2017 (Último censo)
B.- TASA DE CREC. ANUAL (%) (r)	2.00	Fuente: El INEI (2017)
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)- (t)	20.00	Se utiliza la recomendación del Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento, acerca Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución
D.- POBLACION FUTURA	1765.00	Se utilizará el método aritmético, debido a que es una población pequeña. Pf = Po*(1+ r*t/100) =1261 x (1+(2 x 20 /100)) = 1765
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	150.00	En este proyecto, se trabajará de manera que a mediano plazo las casas que no cuentan con un sistema de alcantarillado, se adhieran. Lo cual conlleva a una mejora en infraestructura sanitaria.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Cálculo del consumo máximo diario y máximo horario

F. CAUDALES DE DISEÑO			
VARIACION DIARIA: Según el R.N.E., usar los siguientes valores de acuerdo al promedio anual de la demanda.			
$K1 = 1.30$			
VARIACION HORARIA: Este valor depende de las actividades y hábitos de la población, según el RNE:			
$K2 = 2.0$			
Consumo promedio	=	$Q_p = D * P_d = \frac{150 \text{ lppd} * 1765}{86400 \text{ seg}}$	= 3.0642 l/seg
		$Q_p = 3.0642 \text{ Lts/seg}$	
Consumo Máximo Diario	=	$Q_p * K1 = 3.06402 \text{ Lts/seg} * 1.3$	
		$Q_{md} = 3.983 \text{ Lts/seg}$	
Consumo Máximo Horario	=	$Q_p * K2 = 3.06402 \text{ Lts/seg} * 2$	
		$Q_{mh} = 6.128 \text{ Lts/seg}$	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se explica el procedimiento que se requiere para diseñar un sistema de agua potable en el programa *WaterCad*:

1. Al entrar al programa, se hace click a la opción *Calculation Options* y aparece una ventana donde se muestran dos opciones: *Steady State /EPS Solver* y *Transient Solver*. La primera opción es para calcular o diseñar en periodo estático o periodo extendido; la segunda opción es para realizar el análisis de calidad de agua. En este proyecto se trabajó en periodo estático considerando el Q_{mh} (ver Figura 20).

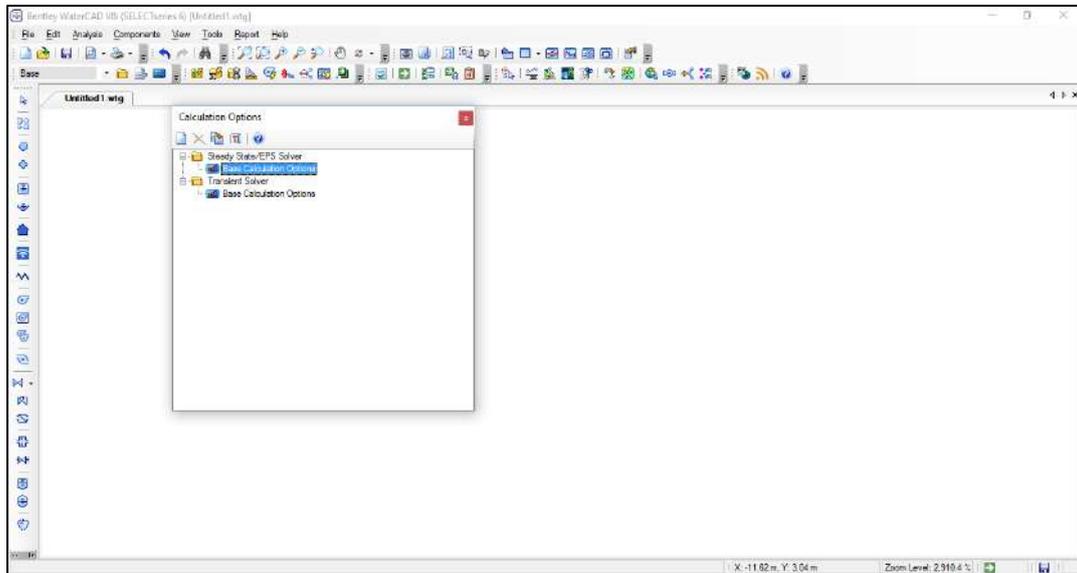


Figura 20. Ventana *Calculation Options*

Fuente: Elaboración propia.

2. El siguiente paso es entrar a la opción *ModelBuilder Wizard* donde aparece una ventana que permite importar archivos, en este caso se importaron la red ya trazada en el plano de *AutoCad* en formato *Dxf* (ver Figura 21).

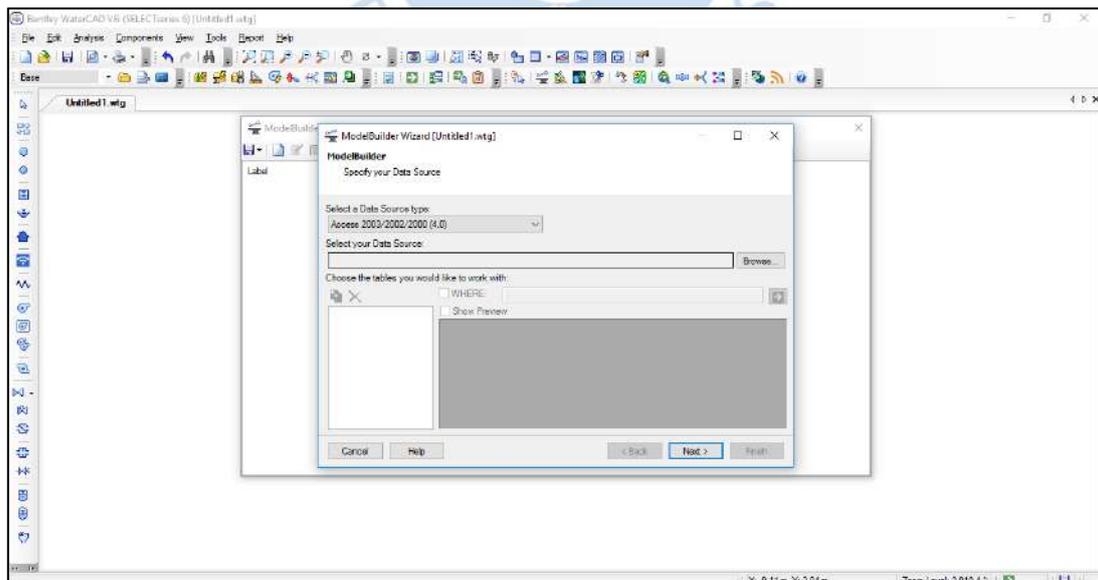


Figura 21. Ventana *ModelBuilder Wizard*

Fuente: Elaboración propia.

3. Después de importar la red ya trazada en *AutoCad*, aparece un mensaje final donde anuncia que se ha creado la red en *WaterCad* con 44 tuberías y 44 nodos (ver Figura 22).

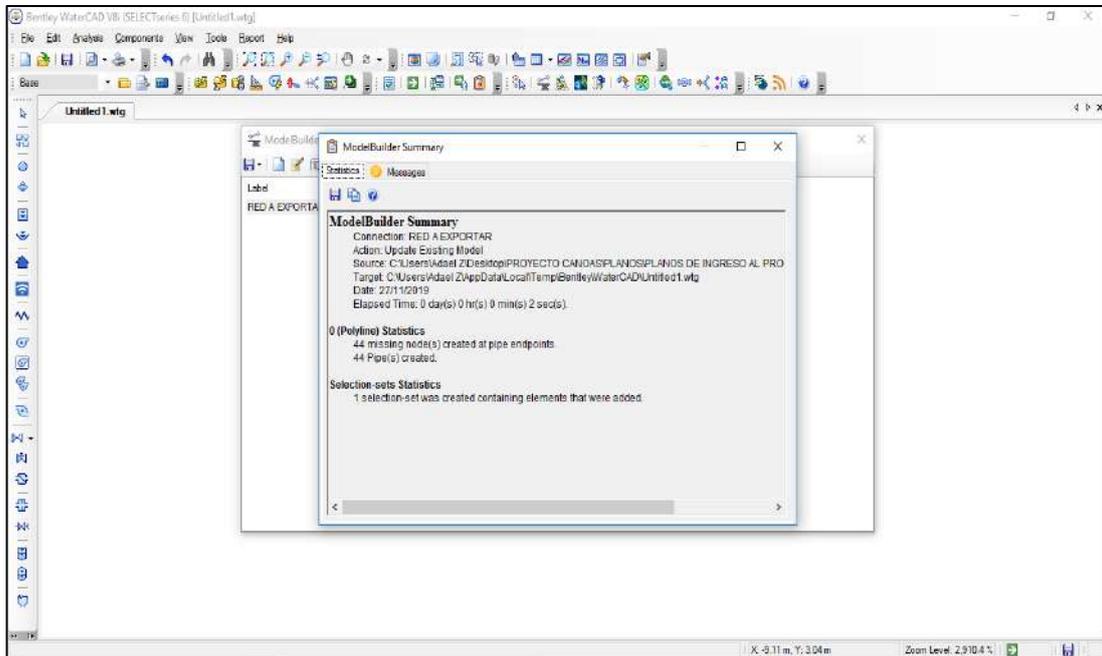


Figura 22. Anuncio final de *ModelBuilder Wizard*

Fuente: Elaboración propia.

4. Se muestra como queda la red en *WaterCad*, al importarse del *AutoCad* (ver Figura 23).

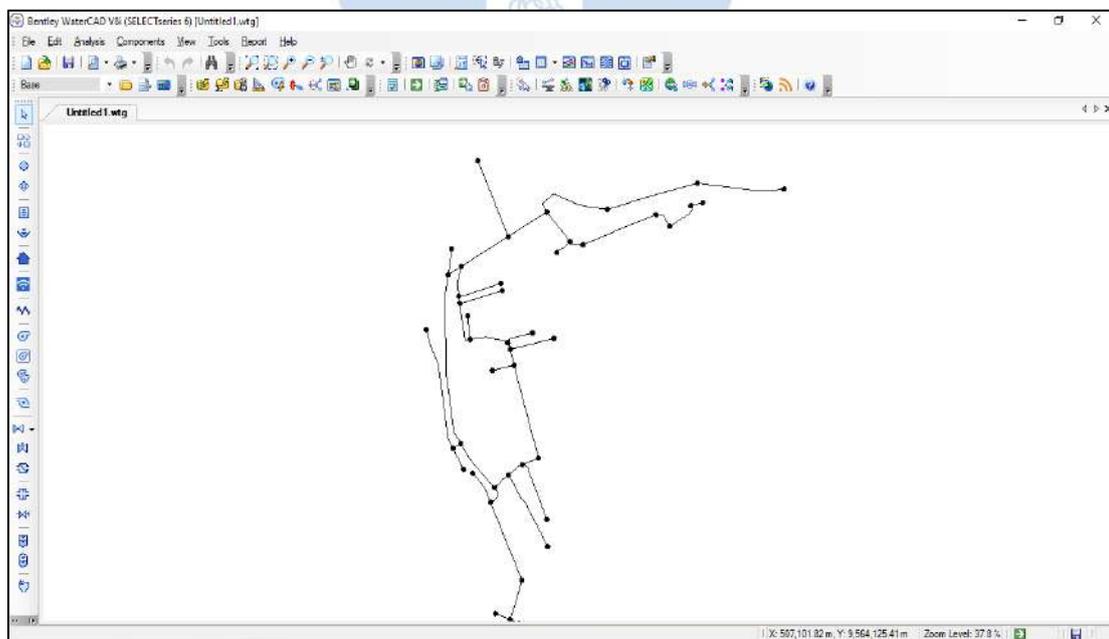


Figura 23. Red plasmada en el programa *WaterCad*

Fuente: Elaboración propia.

5. Luego se crean las características que tendrá la red, se entra a la ventana *Prototypes* en donde se insertan las características de diseño de la red, el valor de coeficiente de fricción, tipo de tubería, diámetro, etc. (ver Figuras 24 y 25).

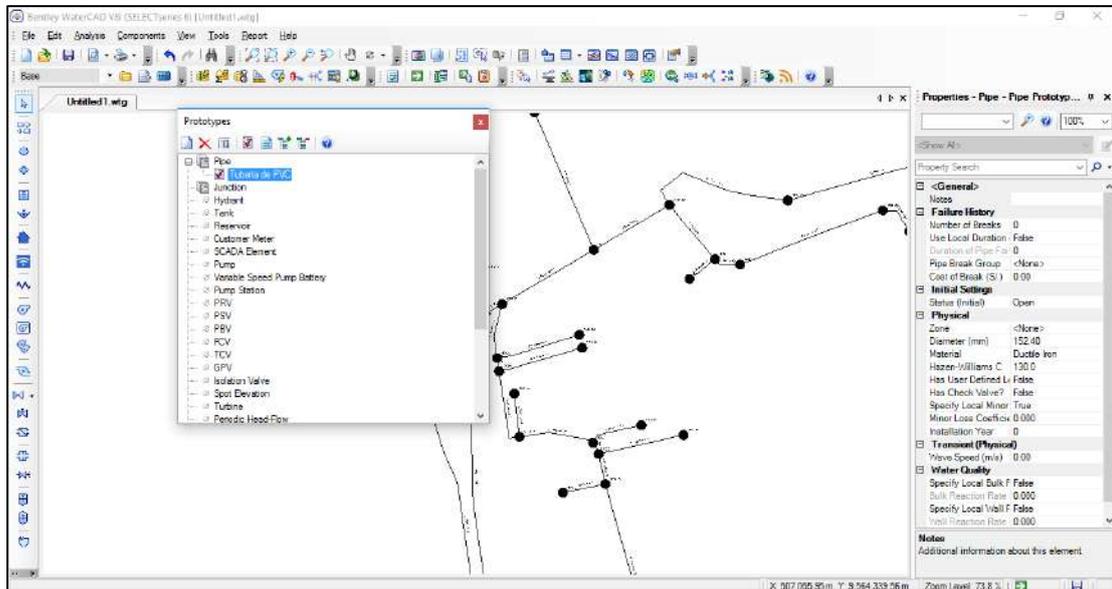


Figura 24. Ventana *Prototypes*
Fuente: Elaboración propia.

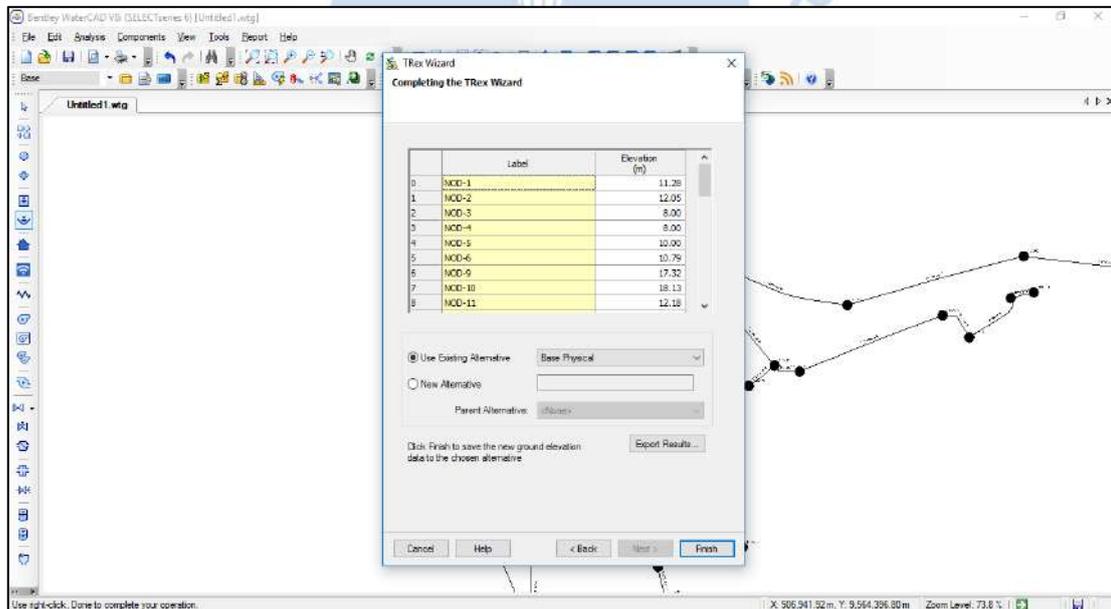


Figura 25. Ventana *TRex Wizard*
Fuente: Elaboración propia.

6. Una vez insertada la red, se inserta el plano topográfico de curvas de nivel con la opción *TRex Wizard*, además, esa opción muestra la elevación de cada nodo, dado que, el programa genera una triangulación y da un valor promedio.

7. Después que se triangula la elevación en cada nodo, se halla la dotación de agua en cada nodo, este paso se realiza de forma manual. Primero se debe saber cuántos lotes le pertenece a cada nodo (el área de influencia de cada nodo brinda una cantidad de lotes). Después de hallar la cantidad de lotes por nodo, se halla la cantidad de caudal que necesita cada nodo, para ello se divide el Qmh de diseño entre el número de lotes del proyecto. El plano de los lotes del proyecto se presenta en la Figura 26.
- En este proyecto el Qmh es 6.13 Lt/s que al dividirlo por los 226 lotes, arroja 0.027 Lt/s/lote (ver Tabla 14).

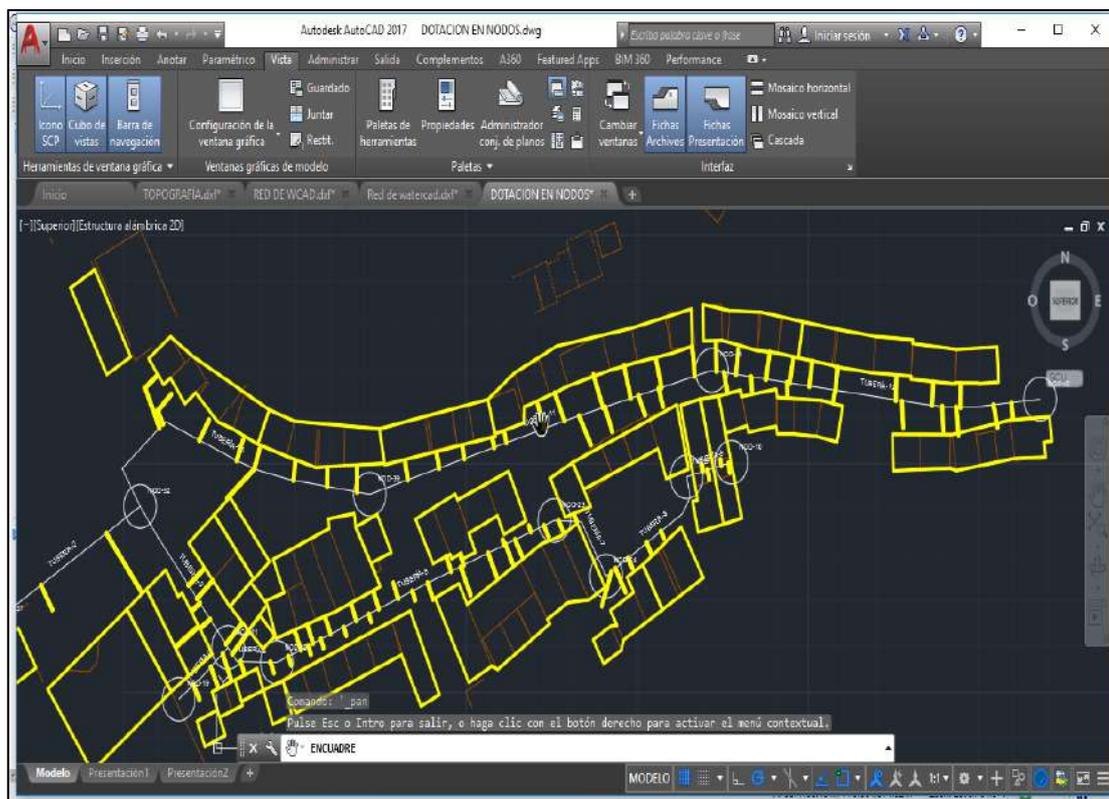


Figura 26. Plano de lotes del barrio Señor de los Milagros
Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar se multiplica el número de lotes que tiene cada nodo por el caudal que requiere cada lote, el resultado de esa multiplicación da el caudal del nodo.

Tabla 14. Caudales por cada nodo

Consumo Maximo Horario	$Q_{mh} = Q_p * K_2 =$	$3.064 * 2$
Qmh	=	6.13 l/s
N° Total de lotes	=	226 lotes
Dotación por lote	=	0.027 l/s

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 15 presenta la demanda por cada nodo.

Tabla 15. Caudal de demanda por nodo

	# DE LOTES	Q demanda (l/s)		# DE LOTES	Q demanda (l/s)
NOD-1	4	0.108	NOD-23	13	0.352
NOD-2	3	0.081	NOD-24	3	0.081
NOD-3	3	0.081	NOD-25	3	0.081
NOD-4	4	0.108	NOD-26	2	0.054
NOD-5	1	0.027	NOD-27	5	0.136
NOD-6	9	0.244	NOD-28	3	0.081
NOD-7	6	0.163	NOD-29	1	0.027
NOD-8	2	0.054	NOD-30	2	0.054
NOD-9	4	0.108	NOD-31	3	0.081
NOD-10	2	0.054	NOD-32	9	0.244
NOD-11	6	0.163	NOD-33	17	0.461
NOD-12	12	0.325	NOD-34	4	0.108
NOD-13	0	0.000	NOD-35	4	0.108
NOD-14	14	0.380	NOD-36	4	0.108
NOD-15	4	0.108	NOD-37	5	0.136
NOD-16	1	0.027	NOD-38	3	0.081
NOD-17	2	0.054	NOD-39	9	0.244
NOD-18	4	0.108	NOD-40	5	0.136
NOD-19	1	0.027	NOD-41	19	0.515
NOD-20	0	0.000	NOD-42	10	0.271
NOD-21	3	0.081	NOD-43	10	0.271
NOD-22	5	0.136	NOD-44	2	0.054
TOTALES				226	6.128

Fuente: Elaboración propia.

8. La opción *Demand Control Center*, permite asignar las demandas de caudal en cada nodo. En este caso al hallar el caudal de demanda por nodo en Excel, el programa permite copiar los valores en orden y pegarlas en la ventana del programa (ver Figura 27).

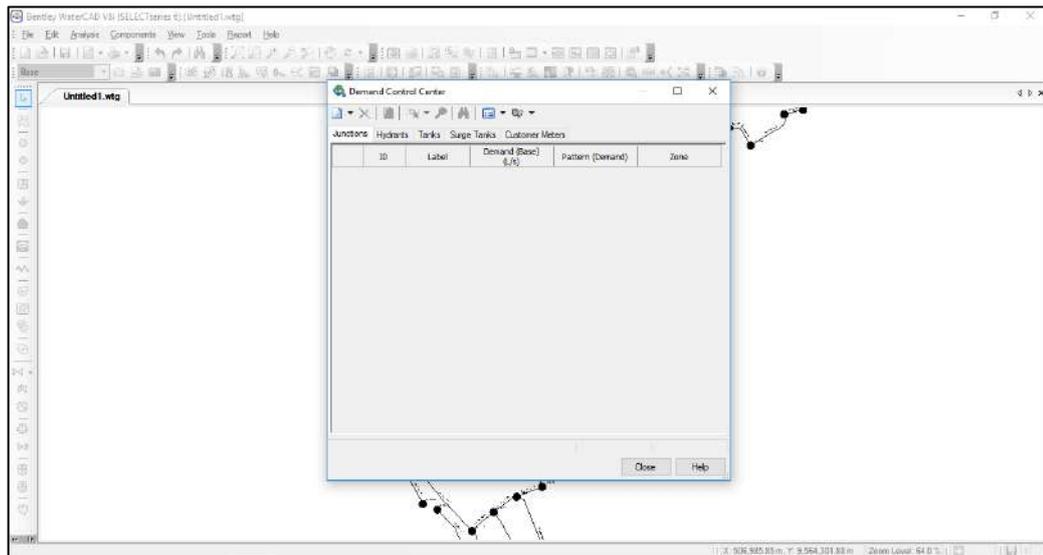


Figura 27. Opción *Demand Control Center*
Fuente: Elaboración propia.

9. Una vez insertada en la red las curvas de nivel, se añaden las propiedades de diseño: el diámetro de diseño del caudal de demanda en cada nodo. Con la opción *Validate* y la opción *Compute*, el programa comienza a correr y verifica que no haya ninguna falla. Una vez finalizado se ingresa a la opción *Flex table*, que muestra las presiones y las velocidades (ver Figuras 28 y 29).

ID	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (l/s)	Velocity (m/s)
109: 0 (Polylin)	205	85.61 R-1	NOD-37	110.00	PVC	150.0	6.07	1.60
101: 0 (Polylin)	201	80.74 NOD-37	NOD-15	110.00	PVC	150.0	3.55	0.94
98: 0 (Polyline)	98	50.10 NOD-37	NOD-32	110.00	PVC	150.0	2.38	0.63
82: 0 (Polyline)	82	31.44 NOD-15	NOD-3	110.00	PVC	150.0	1.96	0.52
35: 0 (Polyline)	35	7.50 NOD-3	NOD-4	110.00	PVC	150.0	1.77	0.47
86: 0 (Polyline)	86	44.86 NOD-4	NOD-27	110.00	PVC	150.0	1.55	0.41
53: 0 (Polyline)	53	16.69 NOD-15	NOD-16	110.00	PVC	150.0	1.40	0.39
118: 0 (Polylin)	119	177.93 NOD-16	NOD-5	110.00	PVC	150.0	1.41	0.38
89: 0 (Polyline)	89	42.76 NOD-27	NOD-1	110.00	PVC	150.0	1.34	0.35
50: 0 (Polyline)	50	20.61 NOD-13	NOD-14	110.00	PVC	150.0	1.19	0.32
32: 0 (Polyline)	32	7.71 NOD-1	NOD-2	110.00	PVC	150.0	1.17	0.31
87: 0 (Polyline)	87	40.17 NOD-32	NOD-11	110.00	PVC	150.0	1.11	0.29
104: 0 (Polylin)	104	88.26 NOD-32	NOD-39	110.00	PVC	150.0	1.03	0.27
58: 0 (Polyline)	58	17.50 NOD-2	NOD-18	110.00	PVC	150.0	0.98	0.26
47: 0 (Polyline)	47	15.70 NOD-11	NOD-12	110.00	PVC	150.0	0.92	0.24
100: 0 (Polylin)	100	99.49 NOD-13	NOD-5	110.00	PVC	150.0	-0.83	0.22
62: 0 (Polyline)	62	18.97 NOD-20	NOD-21	110.00	PVC	150.0	0.80	0.21
115: 0 (Polylin)	115	99.53 NOD-18	NOD-20	110.00	PVC	150.0	0.80	0.21
116: 0 (Polylin)	116	103.53 NOD-39	NOD-42	110.00	PVC	150.0	0.75	0.21
111: 0 (Polylin)	111	87.98 NOD-14	NOD-33	110.00	PVC	150.0	0.73	0.19
65: 0 (Polyline)	65	19.55 NOD-21	NOD-22	110.00	PVC	150.0	0.63	0.17
110: 0 (Polylin)	110	86.81 NOD-12	NOD-23	110.00	PVC	150.0	0.59	0.16
38: 0 (Polyline)	38	9.72 NOD-5	NOD-6	110.00	PVC	150.0	0.57	0.15
70: 0 (Polyline)	70	20.11 NOD-22	NOD-13	110.00	PVC	150.0	0.36	0.10
90: 0 (Polyline)	90	42.59 NOD-33	NOD-7	110.00	PVC	150.0	0.27	0.07
112: 0 (Polylin)	112	96.51 NOD-42	NOD-43	110.00	PVC	150.0	0.27	0.07
117: 0 (Polylin)	117	127.78 NOD-6	NOD-44	110.00	PVC	150.0	0.27	0.07
67: 0 (Polyline)	67	21.83 NOD-23	NOD-24	110.00	PVC	150.0	0.24	0.06
83: 0 (Polyline)	83	34.99 NOD-24	NOD-6	110.00	PVC	150.0	0.16	0.04
108: 0 (Polylin)	108	86.52 NOD-22	NOD-41	110.00	PVC	150.0	0.14	0.04
92: 0 (Polyline)	92	48.65 NOD-3	NOD-34	110.00	PVC	150.0	0.11	0.03
94: 0 (Polyline)	94	48.90 NOD-4	NOD-35	110.00	PVC	150.0	0.11	0.03
96: 0 (Polyline)	96	49.43 NOD-2	NOD-36	110.00	PVC	150.0	0.11	0.03

Figura 28. Opción *Flex Table*
Fuente: Elaboración propia.

ID	Length (Conc'd) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
106: 0 (Polyline)	102	85.61 R-1	NOD-37	110.00	PVC	150.0	6.07	1.60
101: 0 (Polyline)	101	60.74 NOD-37	NOD-15	110.00	PVC	150.0	3.55	0.94
98: 0 (Polyline)	98	50.10 NOD-37	NOD-32	110.00	PVC	150.0	2.38	0.63
82: 0 (Polyline)	82	31.44 NOD-15	NOD-3	110.00	PVC	150.0	1.96	0.52
35: 0 (Polyline)	35	7.50 NOD-3	NOD-4	110.00	PVC	150.0	1.77	0.47
86: 0 (Polyline)	86	44.86 NOD-4	NOD-27	110.00	PVC	150.0	1.55	0.41
53: 0 (Polyline)	53	16.69 NOD-15	NOD-16	110.00	PVC	150.0	1.48	0.39
218: 0 (Polyline)	119	177.93 NOD-16	NOD-5	110.00	PVC	150.0	1.43	0.38
89: 0 (Polyline)	89	42.76 NOD-27	NOD-1	110.00	PVC	150.0	1.34	0.35
58: 0 (Polyline)	50	20.61 NOD-13	NOD-14	110.00	PVC	150.0	1.19	0.32
32: 0 (Polyline)	32	7.71 NOD-1	NOD-2	110.00	PVC	150.0	1.17	0.31
87: 0 (Polyline)	87	40.17 NOD-32	NOD-11	110.00	PVC	150.0	1.11	0.29
104: 0 (Polyline)	104	88.26 NOD-32	NOD-39	110.00	PVC	150.0	1.03	0.27
58: 0 (Polyline)	58	17.50 NOD-2	NOD-18	110.00	PVC	150.0	0.98	0.26
47: 0 (Polyline)	47	15.70 NOD-11	NOD-12	110.00	PVC	150.0	0.92	0.24
100: 0 (Polyline)	100	59.49 NOD-13	NOD-5	110.00	PVC	150.0	-0.83	0.22
62: 0 (Polyline)	62	18.97 NOD-20	NOD-21	110.00	PVC	150.0	0.80	0.21
115: 0 (Polyline)	115	99.53 NOD-18	NOD-20	110.00	PVC	150.0	0.80	0.21
116: 0 (Polyline)	116	102.53 NOD-39	NOD-42	110.00	PVC	150.0	0.79	0.21
111: 0 (Polyline)	111	87.98 NOD-14	NOD-33	110.00	PVC	150.0	0.73	0.19
65: 0 (Polyline)	65	19.55 NOD-21	NOD-22	110.00	PVC	150.0	0.63	0.17
110: 0 (Polyline)	110	86.91 NOD-12	NOD-23	110.00	PVC	150.0	0.59	0.16

Figura 29. Ventana final de resultados
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, las Tablas 16 y 17 muestran los resultados de diseño del sistema de agua potable.

Tabla 16. Resultados caudales y velocidad en el diseño del sistema de agua potable con el programa *WaterCad*.

nodo inicial	nodo final	longitud de tramo (m)	diametro (mm)	material	hazen - william "c"	caudal (l/s)	velocidad (m/s)
R-1	NOD-37	85.61	110	PVC	150	6.07	1.6
NOD-37	NOD-15	60.74	110	PVC	150	3.55	0.94
NOD-37	NOD-32	50.1	110	PVC	150	2.38	0.63
NOD-15	NOD-3	31.44	110	PVC	150	1.96	0.52
NOD-3	NOD-4	7.5	110	PVC	150	1.77	0.47
NOD-4	NOD-27	44.86	110	PVC	150	1.55	0.41
NOD-15	NOD-16	16.69	110	PVC	150	1.48	0.39
NOD-16	NOD-5	177.93	110	PVC	150	1.43	0.38
NOD-27	NOD-1	42.76	110	PVC	150	1.34	0.35
NOD-13	NOD-14	20.61	110	PVC	150	1.19	0.32
NOD-1	NOD-2	7.71	110	PVC	150	1.17	0.31
NOD-32	NOD-11	40.17	110	PVC	150	1.11	0.29
NOD-32	NOD-39	88.26	110	PVC	150	1.03	0.27
NOD-2	NOD-18	17.5	110	PVC	150	0.98	0.26
NOD-11	NOD-12	15.7	110	PVC	150	0.92	0.24
NOD-13	NOD-5	59.49	110	PVC	150	-0.83	0.22
NOD-20	NOD-21	18.97	110	PVC	150	0.8	0.21
NOD-18	NOD-20	99.53	110	PVC	150	0.8	0.21

Continuación a Tabla 16. Resultados caudales y velocidad en el diseño del sistema de agua potable con el programa *WaterCad*.

nodo inicial	nodo final	longitud de tramo (m)	diametro (mm)	materia	hazen - william "c"	caudal (l/s)	velocidad (m/s)
NOD-39	NOD-42	103.53	110	PVC	150	0.79	0.21
NOD-14	NOD-33	87.98	110	PVC	150	0.73	0.19
NOD-21	NOD-22	19.55	110	PVC	150	0.63	0.17
NOD-12	NOD-23	86.81	110	PVC	150	0.59	0.16
NOD-5	NOD-6	9.72	110	PVC	150	0.57	0.15
NOD-22	NOD-13	20.11	110	PVC	150	0.36	0.1
NOD-33	NOD-7	42.59	110	PVC	150	0.27	0.07
NOD-42	NOD-43	96.51	110	PVC	150	0.27	0.07
NOD-6	NOD-44	127.78	110	PVC	150	0.27	0.07
NOD-23	NOD-24	21.83	110	PVC	150	0.24	0.06
NOD-24	NOD-9	34.99	110	PVC	150	0.16	0.04
NOD-22	NOD-41	86.52	110	PVC	150	0.14	0.04
NOD-3	NOD-34	48.66	110	PVC	150	0.11	0.03
NOD-4	NOD-35	48.96	110	PVC	150	0.11	0.03
NOD-2	NOD-36	49.4	110	PVC	150	0.11	0.03
NOD-18	NOD-25	24.5	110	PVC	150	0.08	0.02
NOD-27	NOD-28	24.88	110	PVC	150	0.08	0.02
NOD-14	NOD-31	36.63	110	PVC	150	0.08	0.02
NOD-21	NOD-38	64.23	110	PVC	150	0.08	0.02
NOD-7	NOD-8	10.61	110	PVC	150	0.05	0.01
NOD-9	NOD-10	13.5	110	PVC	150	0.05	0.01
NOD-7	NOD-17	17.41	110	PVC	150	0.05	0.01
NOD-6	NOD-26	24.85	110	PVC	150	0.05	0.01
NOD-1	NOD-30	30.51	110	PVC	150	0.05	0.01
NOD-11	NOD-19	18.34	110	PVC	150	0.03	0.01
NOD-16	NOD-29	26.97	110	PVC	150	0.03	0.01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Demanda y presión de agua potable

NODO	ELEVACION (m)	DEMANDA (L/s)	PRESION (m H20)
NOD-37	8.03	0.14	34.12
NOD-15	7.68	0.11	33.7
NOD-16	7.97	0.03	33.37
NOD-3	8	0.08	33.25
NOD-4	8	0.11	33.22
NOD-29	8.19	0.03	33.15
NOD-32	8.8	0.24	33.05
NOD-28	9.18	0.08	31.92
NOD-27	9.19	0.14	31.91
NOD-44	9	0.27	31.91

Continuación a Tabla 17. Demanda y presión de agua potable

NODO	ELEVACION (m)	DEMANDA (L/s)	PRESION (m H2O)
NOD-34	9.8	0.11	31.45
NOD-35	10.14	0.11	31.09
NOD-5	10	0.03	30.93
NOD-39	11.27	0.24	30.47
NOD-13	10.47	0	30.4
NOD-6	10.79	0.24	30.13
NOD-1	11.28	0.11	29.74
NOD-11	12.18	0.16	29.62
NOD-31	11.24	0.08	29.61
NOD-26	11.52	0.05	29.4
NOD-19	12.43	0.03	29.37
NOD-25	11.96	0.08	29.03
NOD-2	12.05	0.08	28.95
NOD-14	12.55	0.38	28.29
NOD-12	13.56	0.32	28.22
NOD-18	13.19	0.11	27.8
NOD-22	13.69	0.14	27.2
NOD-23	14.85	0.35	26.9
NOD-21	14.28	0.08	26.61
NOD-30	14.41	0.05	26.61
NOD-41	14.71	0.14	26.17
NOD-33	14.94	0.46	25.85
NOD-36	15.42	0.11	25.59
NOD-38	15.43	0.08	25.47
NOD-24	16.7	0.08	25.04
NOD-20	16	0	24.91
NOD-42	16.81	0.51	24.86
NOD-7	16	0.16	24.79
NOD-8	16	0.05	24.79
NOD-17	16	0.05	24.79
NOD-9	17.32	0.11	24.43
NOD-10	18.13	0.05	23.62
NOD-43	26	0.27	15.68

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4

Metrado y presupuesto

4.1. Metrados

Consisten en la correcta lectura de los planos y sucesivamente la cuantificación de los materiales requeridos para la ejecución del proyecto.

En el Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones con sustento legal amparado en la Resolución Directoral N°073-2010/Vivienda/VMCS-DNC brinda los parámetros necesarios para una correcta realización del metrado. Con este dispositivo legal, se puede obtener información técnica y legal en los siguientes aspectos:

- Clasifica y enumera las partes o partidas que conforman la ejecución de la obra o proyecto.
- Nociones del proceso constructivo.
- Unidad de medida de cada una de las partidas y de las sub partidas.
- La norma de medición.

Los metrados realizados en este proyecto se presentan en la Tabla 18, elaborados en función de las partidas y sub partidas del presupuesto asignado para el proyecto.

Tabla 18. Tabla de Metrados

Partida	ESPECIFICACIONES	TOTAL	UND
Sub Ppto	REDES DE AGUA POTABLE		
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES		
01.01.	Cartel de Identificación de Obra de 5.40 x 3.60 m.	1.00	Und
01.02.	Caseta para Oficina, Almacén y Guardianía	3	Mes
01.03.	Servicios Higiénicos para el Personal de Obra	3	Mes
01.04.	Seguridad Durante Ejecución de Obra		
01.04.01	Cinta Plástica Señalizadora para Limite de Seguridad de la Obra	7,414.80	ml
01.04.02	Tranquera Tipo Baranda de 2.40x1.20 para señal protección (Provisional durante la obra)	5.00	Und
01.04.03	Puente Madera Cruce Peatonal	10.00	Und
01.05.	Obras de Demolición		
01.05.01	Rotura de Losa de Concreto, E=0.20 m.	60.81	m2

Continuación a Tabla 18. Tabla de Metrados			
Partida	ESPECIFICACIONES	TOTAL	UND
Sub Ppto	REDES DE AGUA POTABLE		
01.05.02	Rotura de Vereda de Concreto, E=0.10 m.	59.45	m2
01.05.03	Rotura de Cuneta de Concreto, E=0.15 m.	20.56	m3
01.05.04	Rotura de Enrocado, E=0.20 m.	63.18	m2
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.	Trazo, Nivelación y Replanteo de Red de Agua Inicio de Obra	3,707.40	ml
02.02.	Trazo, Nivelación y Replanteo de Red de Agua Final de Obra	3,707.40	ml
02.03.	Movilización y Desmovilización de Maquinaria y Equipo	1.00	Glb
03.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ADECUACION DE ZANJAS		
03.01.	Excavación Manual de Zanjas p/Red Matriz de Agua Potable en Terreno Normal	2,055.52	m3
03.02.	Excavación Manual de Zanjas p/Conexiones Domiciliarias de Agua Potable en Terreno Normal	949.20	m3
03.03.	Refine y Nivelación de Zanja p/ Tubería DN=110 mm	1,275.24	m2
03.04.	Refine y Nivelación de Zanja p/ Conexión domiciliaria	791.00	m2
03.05.	Cama de arena gruesa p/Tubería DN=110 mm, E=0.10 m. - Red Matriz de Agua Potable	127.53	m3
03.06.	Cama de arena gruesa p/conexiones domiciliarias de agua potable, E=0.1 m.	79.10	m3
03.07.	Capa de Protección con Arena Gruesa sobre clave de Tubo de la Red Matriz de Agua potable, DN=110 mm, E=0.30 m.	493.11	m3
03.08.	Capa de Protección con Arena Gruesa sobre clave de Tubo de Conexiones Domiciliarias de Agua Potable, DN=21 mm, E=0.20 m.	158.20	m3
03.09.	Relleno con Material Propio Seleccionado Compactado	1,756.08	m3
03.10.	Eliminación de Material Excedente	1,560.80	m3
04.00.00	RED MATRIZ DE AGUA		
04.01.00	Suministro e Instalación de Tubería PVC (C-10) NTP 399.002:2015, DN=110 mm	2,125.40	ml
04.02.00	Prueba Hidráulica para Tubería de Agua DN=110 mm.	2,125.40	ml
05.00.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA		
05.01.00	Suministro e Instalación de Tubería PVC (C-10) NTP 399.002:2015 , DN=21mm	1,582.00	ml
05.02.00	Suministro e Instalación de Conexión Domiciliaria de Agua DN=21mm	226.00	Und
05.03.00	Prueba Hidráulica para Tubería de Agua, DN=21mm	1,582.00	ml
06.00.00	ACCESORIOS DE RED		
06.01.00	Suministro e Instalación de Válvula Control F°F°, DN=110 mm	4.00	Und
06.02.00	Suministro e Instalación de Tee(PVC), DN=110 mm , C-10 - NTP 399.002:2015	15.00	Und
06.03.00	Suministro e Instalación de Codo 90° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	4.00	Und
06.04.00	Suministro e Instalación de Codo 45° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	14.00	Und

Continuación a Tabla 18. Tabla de Metrados

Partida	ESPECIFICACIONES	TOTAL	UND
Sub Ppto	REDES DE AGUA POTABLE		
06.05.00	Suministro e Instalación de Codo 22.5° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	18.00	Und
06.06.00	Suministro e Instalación de Tapón (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	15.00	Und
06.07.00	Suministro e Instalación de Cruz (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	1.00	Und
06.08.00	Suministro e Instalación de Válvula de Purga DN=110 mm	4.00	Und
06.09.00	Suministro e Instalación de Hidratante contra Incendio DN=110 mm	3.00	Und
06.10.00	Suministro e Instalación de Cajas de Concreto para instalación de válvulas	4.00	Und
06.11.00	Empalme a la Red Existente	7.00	Und
06.12.00	Anclajes de concreto para Accesorios, Fc=140 kg/cm2.	84.00	Und
07.00.00	REPOSICIONES		
07.01.00	Reposición de Pavimento Rígido		
07.01.01	Perfilado, Nivelación y Compactación de Sub Rasante	60.81	m2
07.01.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón Grueso, E=0.20 m	60.81	m2
07.01.03	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.20 m.	60.81	m2
07.01.04	Losa de Concreto E=0.20m y F'c = 210 Kg/cm2.	60.81	m2
07.01.05	Junta Construcción E=1"	143.14	ml
07.02.00	Reposición de Vereda		
07.02.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	59.45	m2
07.02.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.10 m.	59.45	m2
07.02.03	Concreto F'c =175 Kg/cm2, E=0.10 m.	59.45	m2
07.03.00	Reposición de Cuneta		
07.03.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	137.07	m2
07.03.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.10 m.	137.07	m2
07.03.03	Encofrado y Desencofrado	25.96	m2
07.03.04	Acero Corrugado Grado 60, Fy=4,200 Kg/cm2.	805.82	kg
07.03.05	Concreto F'c =175 Kg/cm2.	20.56	m3
07.04.00	Reposición de Enrocado e=0.20 m.		
07.04.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	63.18	m2
07.04.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.15 m.	63.18	m2
07.04.03	Roca Embebida en Concreto P: 1:8 +60% PG	63.18	m2
08.00.00	OTROS		
08.01.00	Limpieza Final de Obra	2,224.44	Gbl
08.02.00	Mitigación de efectos Negativos de Impactos Ambiental	1.00	Gbl

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Presupuesto

Consiste en obtener un costo aproximado y anticipado de todas las partidas valoradas del proyecto a ejecutar.

Las partidas que se deben tener en cuenta en un presupuesto son:

- Obras Preliminares
- Obras Provisionales
- Estructuras
- Arquitectura
- Instalaciones Sanitarias
- Instalaciones eléctricas
- Y demás especialidades dependiendo del Proyecto.

El presupuesto de este proyecto se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Tabla de Presupuesto

Partida	ESPECIFICACIONES	UND	TOTAL	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Sub Ppto	REDES DE AGUA POTABLE				
01.00.	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.00	Cartel de identificación de obra de 5.40 x 3.60 m.	Und	1	1667.6	1667.6
01.02.00	Caseta para Oficina, Almacén y Guardianía	Mes	3	69.68	209.04
01.03.00	Servicios Higiénicos para el Personal de Obra	Und	3	4500	13500
01.04.00	Seguridad Durante Ejecución de Obra				
01.04.01	Cinta Plástica Señalizadora para Limite de Seguridad de la Obra	ml	7,414.80	0.85	6302.58
01.04.02	Tranquera Tipo Baranda de 2.40x1.20 para señal protección (Provisional durante la obra)	Und	5	350	1750
01.04.03	Puente Madera Cruce Peatonal	Und	10	493.66	4936.6
01.05.00	Obras de Demolición				
01.05.01	Rotura de Losa de Concreto, E=0.20 m.	m2	60.81	209.62	12746.99
01.05.02	Rotura de Vereda de Concreto, E=0.10 m.	m2	59.45	88.76	5276.78
01.05.03	Rotura de Cuneta de Concreto, E=0.15 m.	m3	20.56	114.23	2348.57
01.05.04	Rotura de Enrocado, E=0.20 m.	m2	63.18	88.51	5592.06
02.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.01.00	Trazo, Nivelación y Replanteo de Red de Agua Inicio de Obra	ml	3,707.40	2.57	9528.02
02.02.00	Trazo, Nivelación y Replanteo de Red de Agua Final de Obra	ml	3,707.40	1.9	7044.06
02.03.00	Movilización y Desmovilización de Maquinaria y Equipo	Glb	1	6445.35	6445.35

Continuación a Tabla 19. Tabla de Presupuesto

Partida	ESPECIFICACIONES	UND	TOTAL	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ADECUACION DE ZANJAS				
03.01.00	Excavación Manual de Zanjas p/Red Matriz de Agua Potable en Terreno Normal	m3	2,055.52	45.38	93279.5
03.02.00	Excavación Manual de Zanjas p/Conexiones Domiciliarias de Agua Potable en Terreno Normal	m3	949.2	45.38	43074.7
03.03.00	Refine y Nivelación de Zanja p/ Tubería DN=110 mm	m2	1,275.24	5.38	6860.79
03.04.00	Refine y Nivelación de Zanja p/ Conexión domiciliaria	m2	791	4.81	3804.71
03.05.00	Cama de Arena Gruesa p/Tubería DN=110 mm, E=0.10 m. - Red Matriz de Agua Potable	m3	127.53	77.98	9944.79
03.06.00	Cama de Arena Gruesa p/Conexiones Domiciliarias de Agua Potable, E= 0.10 m.	m3	79.1	77.98	6168.22
03.07.00	Capa de Protección con Arena Gruesa sobre clave de Tubo de la Red Matriz de Agua potable, DN=110 mm, E=0.30 m.	m3	493.11	77.98	38452.72
03.08.00	Capa de Protección con Arena Gruesa sobre clave de Tubo de Conexiones Domiciliarias de Agua Potable, DN=21 mm, E=0.20 m.	m3	158.2	77.98	12336.44
03.09.00	Relleno con Material Propio Seleccionado Compactado	m3	1,756.08	88.73	155816.98
03.10.00	Eliminación de Material Excedente	m3	1,560.80	19.78	30872.62
04.00.00	RED MATRIZ DE AGUA				
04.01.00	Suministro e Instalación de Tubería PVC (C-10) NTP 399.002:2015, DN=110 mm	ml	2,125.40	27.83	59149.88
04.02.00	Prueba hidráulica para tubería de agua DN=110 mm.	ml	2,125.40	5.43	11540.92
05.00.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA				
05.01.00	Suministro e Instalación de Tubería PVC (C-10) NTP 399.002:2015, DN=21mm	ml	1,582.00	3.88	6138.16
05.02.00	Suministro e Instalación de Conexión Domiciliaria de Agua DN=21mm	Und	226	366.52	82833.52
05.03.00	Prueba Hidráulica para Tubería de Agua, DN=21mm	ml	1,582.00	5.65	8938.3
06.00.00	ACCESORIOS DE RED				
06.01.00	Suministro e Instalación de Válvula Control F°F°, DN=110 mm	Und	4	650.02	2600.08
06.02.00	Suministro e Instalación de Tee (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	15	139.71	2095.65
06.03.00	Suministro e Instalación de Codo 90° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	4	103.51	414.04
06.04.00	Suministro e Instalación de Codo 45° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	14	95.65	1339.1
06.05.00	Suministro e Instalación de Codo 22.5° (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	18	95.65	1721.7
06.06.00	Suministro e Instalación de Tapón (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	15	73.91	1108.65

Continuación a Tabla 19. Tabla de Presupuesto					
Partida	ESPECIFICACIONES	UND	TOTAL	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
06.07.00	Suministro e Instalación de Cruz (PVC), DN=110 mm, C-10 - NTP 399.002:2015	Und	1	248.58	248.58
06.08.00	Suministro e Instalación de Válvula de Purga DN=110 mm	Und	4	709.03	2836.12
06.09.00	Suministro e Instalación de Hidratante contra Incendio DN=110 mm	Und	3	1359.03	4077.09
06.10.00	Suministro e Instalación de Cajas de Concreto para instalación de válvulas	Und	4	671.49	2685.96
06.11.00	Empalme a la Red Existente	Und	1	499.02	499.02
06.12.00	Anclajes de concreto para accesorios, Fc=140 kg/cm ² .	Und	84	142.39	11960.76
07.00.00	REPOSICIONES				
07.01.00	Reposición de Pavimento Rígido				
07.01.01	Perfilado, nivelación y compactación de Sub Rasante	m ²	60.81	8.8	535.13
07.01.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón Grueso, E=0.20 m	m ²	60.81	15.44	938.91
07.01.03	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.20 m.	m ²	60.81	21.77	1323.83
07.01.04	Losa de Concreto E=0.20m y F'c = 210 Kg/cm ² .	m ²	60.81	103.36	6285.32
07.01.05	Junta Construcción E=1"	ml	143.14	6.72	961.9
07.02.00	Reposición de Vereda				0
07.02.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	m ²	59.45	12.21	725.88
07.02.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.10 m.	m ²	59.45	19.39	1152.74
07.02.03	Concreto F'c =175 Kg/cm ² , E=0.10 m.	m ²	59.45	71.84	4270.89
07.03.00	Reposición de Cuneta				
07.03.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	m ²	137.07	12.21	1673.62
07.03.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.10 m.	m ²	137.07	19.39	2657.79
07.03.03	Encofrado y Desencofrado	m ²	20.56	55.96	1150.54
07.03.04	Acero Corrugado Grado 60, Fy=4,200 Kg/cm ² .	kg	25.96	5.94	154.2
07.03.05	Concreto F'c =175 Kg/cm ² .	M3	805.82	412.27	332215.41
07.04.00	Reposición de Enrocado e=0.20 m.				
07.04.01	Colocación, Nivelación y Compactación de Hormigón, E=0.15 m.	m ²	63.18	12.21	771.43
07.04.02	Colocación, Nivelación y Compactación de Afirmado, E=0.15 m.	m ²	63.18	25.64	1619.94
07.04.03	Roca Embebida en Concreto P: 1:8 +60% PG	m ²	63.18	264.89	16735.75
08.00.00	OTROS				
08.01.00	Limpieza Final de Obra	Gbl	2,224.44	2.54	5650.08
08.02.00	Mitigación de efectos Negativos de Impactos Ambiental	Gbl	1	12000	12000

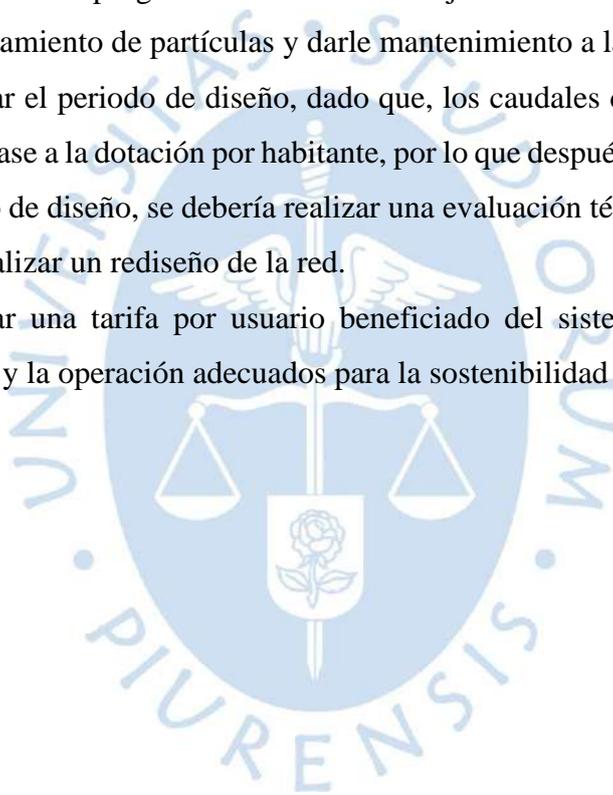
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. La elaboración del nuevo diseño permitió que los 1261 pobladores que actualmente habitan en el Barrio Señor de los Milagros y las 3 Instituciones Educativas puedan tener un buen servicio de agua potable de calidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores.
2. De acuerdo a la Norma Técnica de Diseño "Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural", la presión estática de la red no debe ser mayor a 60 m.c.a y menor a 5 m.c.a, por lo que, al revisar la presión máxima y mínima que posee el sistema (ver Tabla 17), se concluye que el diseño cumple la normativa vigente, porque presenta una presión máxima de 34.12 m.c.a. y una presión mínima de 15.68 m.c.a.
3. De acuerdo a la Norma Técnica de Diseño "Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural", la velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, por lo que, al revisar la velocidad máxima admisible que posee la red (Ver tabla N°16), se concluye que el diseño cumple la normativa vigente, pues presenta una velocidad máxima de 1.6 m/s.
4. La inversión inicial del Proyecto a precios de mercado ascendió a S/. 1 068 970,01 (costo directo, a eso falta incluir los gastos generales, utilidades e IGV). La inversión pública por habitante a costo directo fue de S/. 847,72, lo que significa que es un proyecto de gran rentabilidad social por el impacto que ha generado.
5. Los programas de diseño fueron una solución eficiente para los sistemas de agua potable. El software WaterCAD, permitió generar múltiples escenarios, que permite variar diferentes elementos o componentes en la red con resultados óptimos.

Recomendaciones

1. Se encontraron tramos donde las velocidades fueron bajas, esto podría generar problemas de sedimentación de partículas pequeñas; por lo que se recomienda, que se coloquen válvulas de purga en las zonas más bajas o zonas de inflexión para poder limpiar el asentamiento de partículas y darle mantenimiento a la red.
2. Se debe respetar el periodo de diseño, dado que, los caudales de diseño se encuentran calculados en base a la dotación por habitante, por lo que después que se llegue al último año del periodo de diseño, se debería realizar una evaluación técnica para determinar si es necesario realizar un rediseño de la red.
3. Se debe asignar una tarifa por usuario beneficiado del sistema que permita dar el mantenimiento y la operación adecuados para la sostenibilidad del mismo.





Referencias bibliográficas

- Aguilar, D. (20 de Setiembre de 2019). *Aspectos socio económicos del distrito de Canosa de Punta Sal*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos42/canoas-punta-sal/canoas-punta-sal.shtml>
- Climate-data. (10 de Setiembre de 2019). *Clima Punta Sal: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Punta Sal. Recuperado el 10 de Setiembre 2019*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/tumbes/punta-sal-874930/>
- CONAGUA. (2017). *Comisión Nacional del agua*. Obtenido de El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>
- Google. (2019). *Earth Google*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-3.94778867,-80.939342,28.03741375a,1340.82254689d,35y,0h,0t,0r>
- INDECI. (2019). *Instituto Nacional de Defensa Civil*. Obtenido de <https://www.indeci.gob.pe/>
- INEI. (2018). *Institun Nacional de Estadística e Informatic*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1565/
- IngenieríaCivil. (2019). *Tutoiales al día de Ingeniería Civil*. Obtenido de Red de Distribución de Agua Potable: ¿Abierta o Cerrada?: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>
- MP. (2014). *Madrid Poceros*. Obtenido de Estudios de los diferentes sistemas de abasto de edificios: <http://madridpoceros.es/lesson/objetivo-del-curso/estudios-de-los-diferentes-sistemas-de-abasto-de-edificios/>
- MVCS. (2018). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural: <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOL%C3%93GICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-EN-EL-%C3%81MBITO-RURAL.pdf>
- MVCS. (16 de Mayo de 2018). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en

el Ámbito Rural RM 192 2018:
https://www.academia.edu/38151414/Norma_Tecnica_de_Dise%C3%B1o_Opciones_Tecnol%C3%B3gicas_para_Sistemas_de_Saneamiento_en_el_%C3%81mbito_Rural_RM_192_2018_VIVIENDA

OMS. (2007). *El agua potable y el saneamiento: El reto del decenio para zonas urbanas y rurales.* Obtenido de

https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/mdg_es.pdf

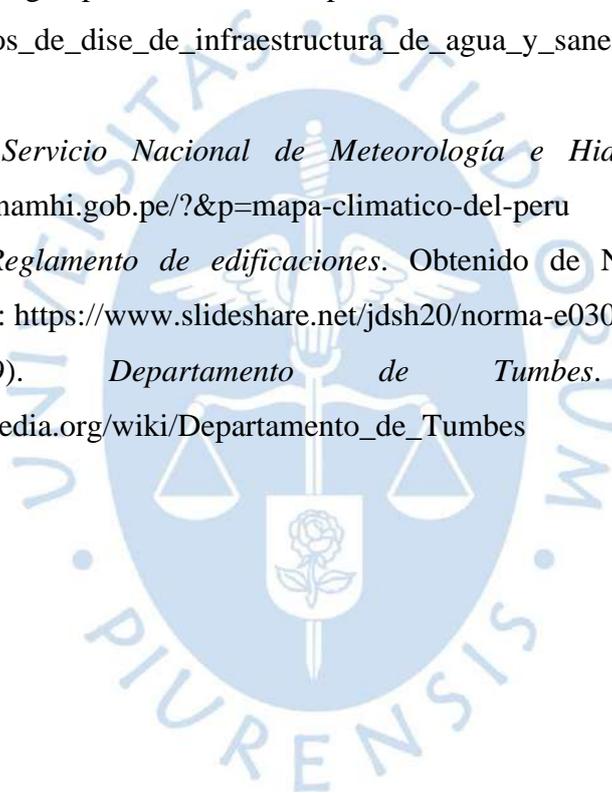
PRONASAR. (2016). *Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centro poblados rurales.* Obtenido de

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

SENAMHI. (2019). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.* Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>

SENCICO. (2017). *Reglamento de edificaciones.* Obtenido de Norma E 030. Diseño sísmoresistente: <https://www.slideshare.net/jdsh20/norma-e030-2018-v01>

Wikipedia. (2019). *Departamento de Tumbes.* Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Tumbes



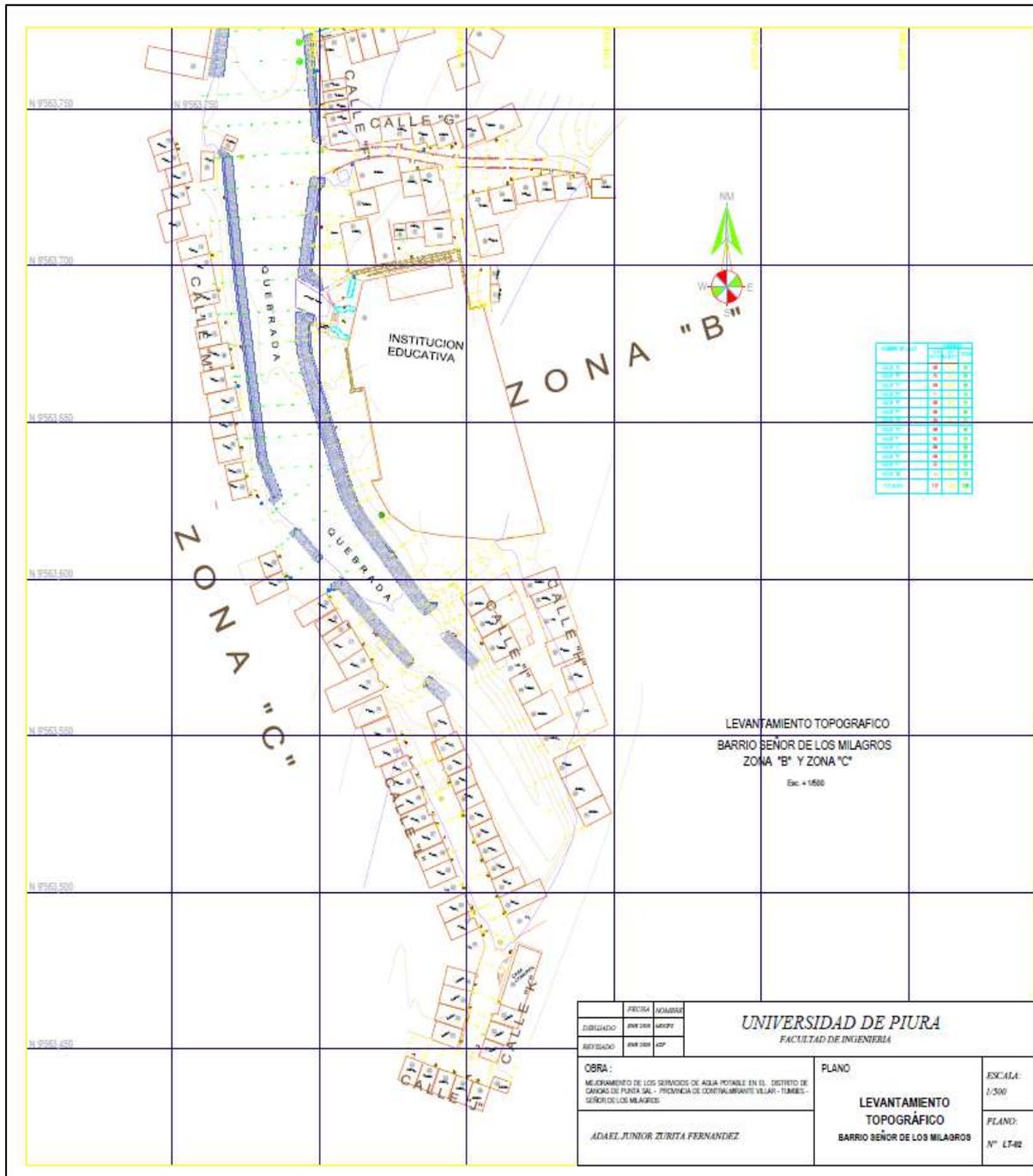
Anexos





Anexo A. Planos el sistema de agua potable

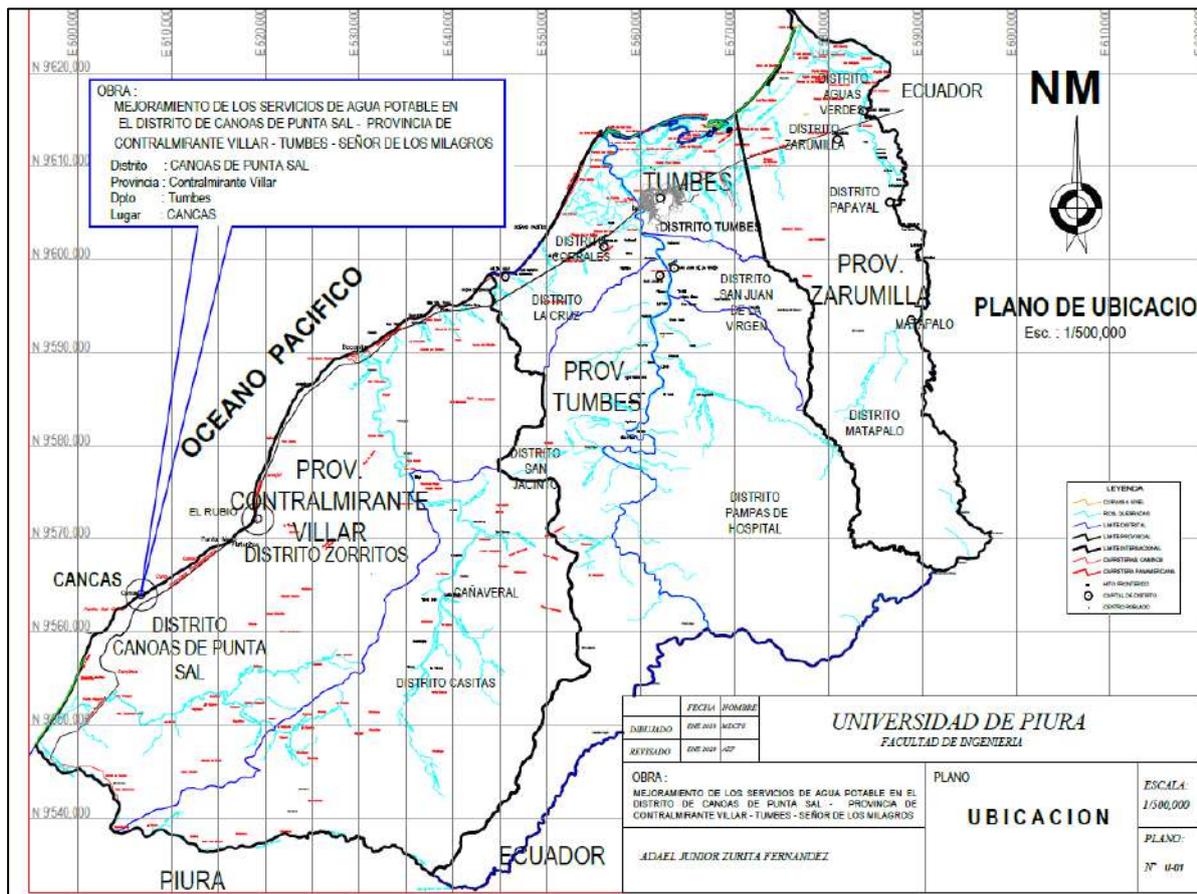
A1. Levantamiento topográfico del barrio Señor de los Milagros (1)



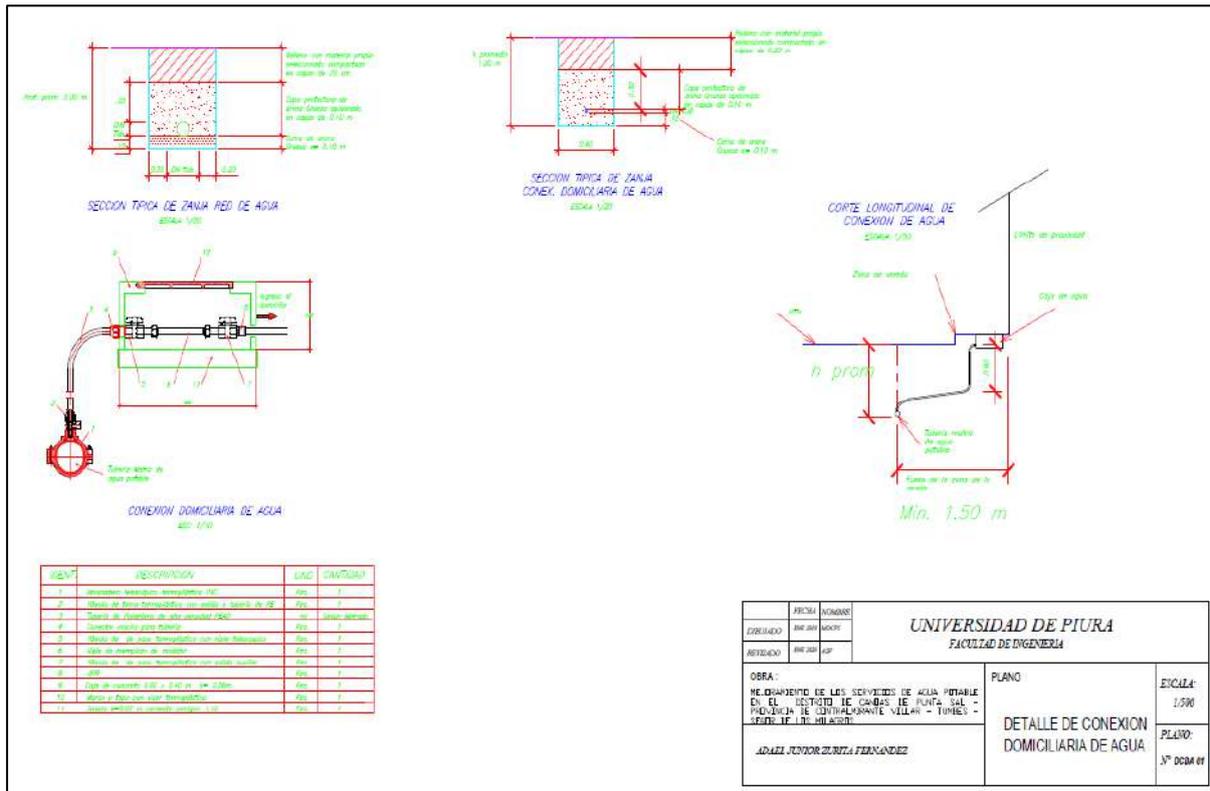
A2. Levantamiento topográfico del barrio Señor de los Milagros (2)



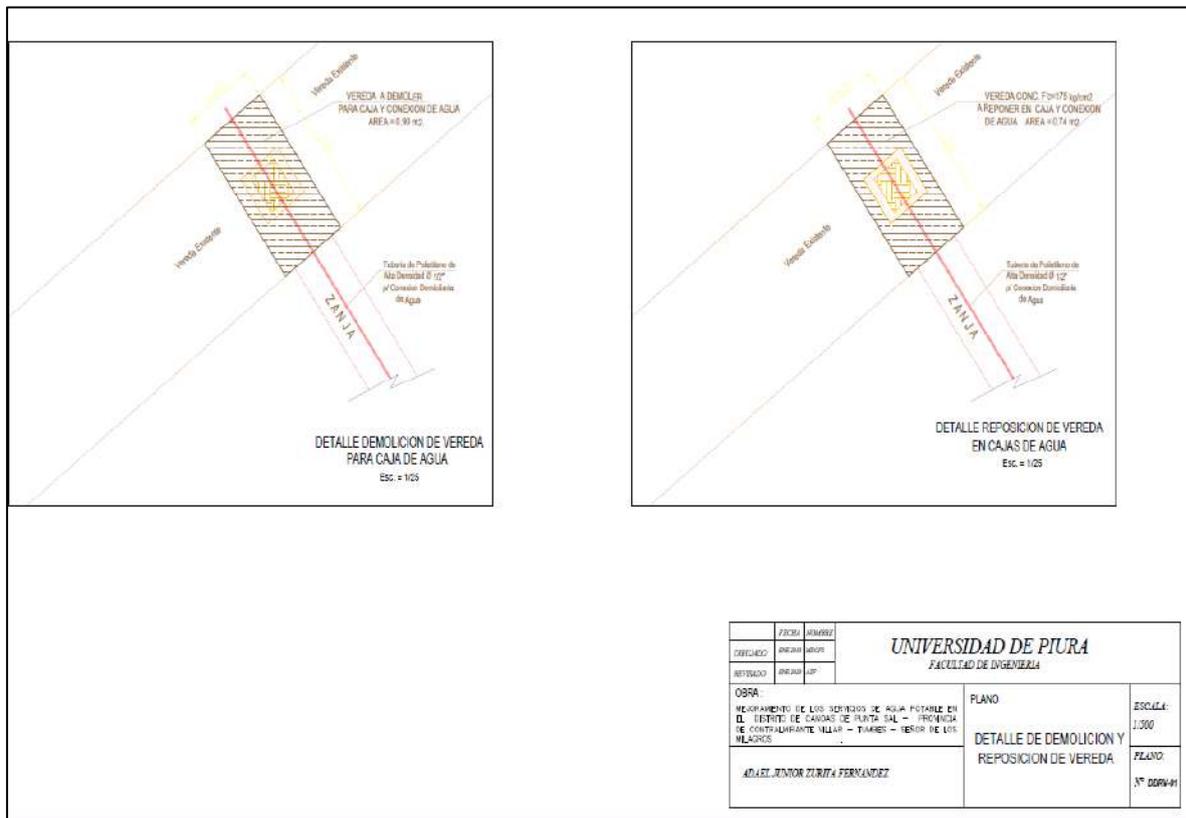
A3. Mapa de Ubicación



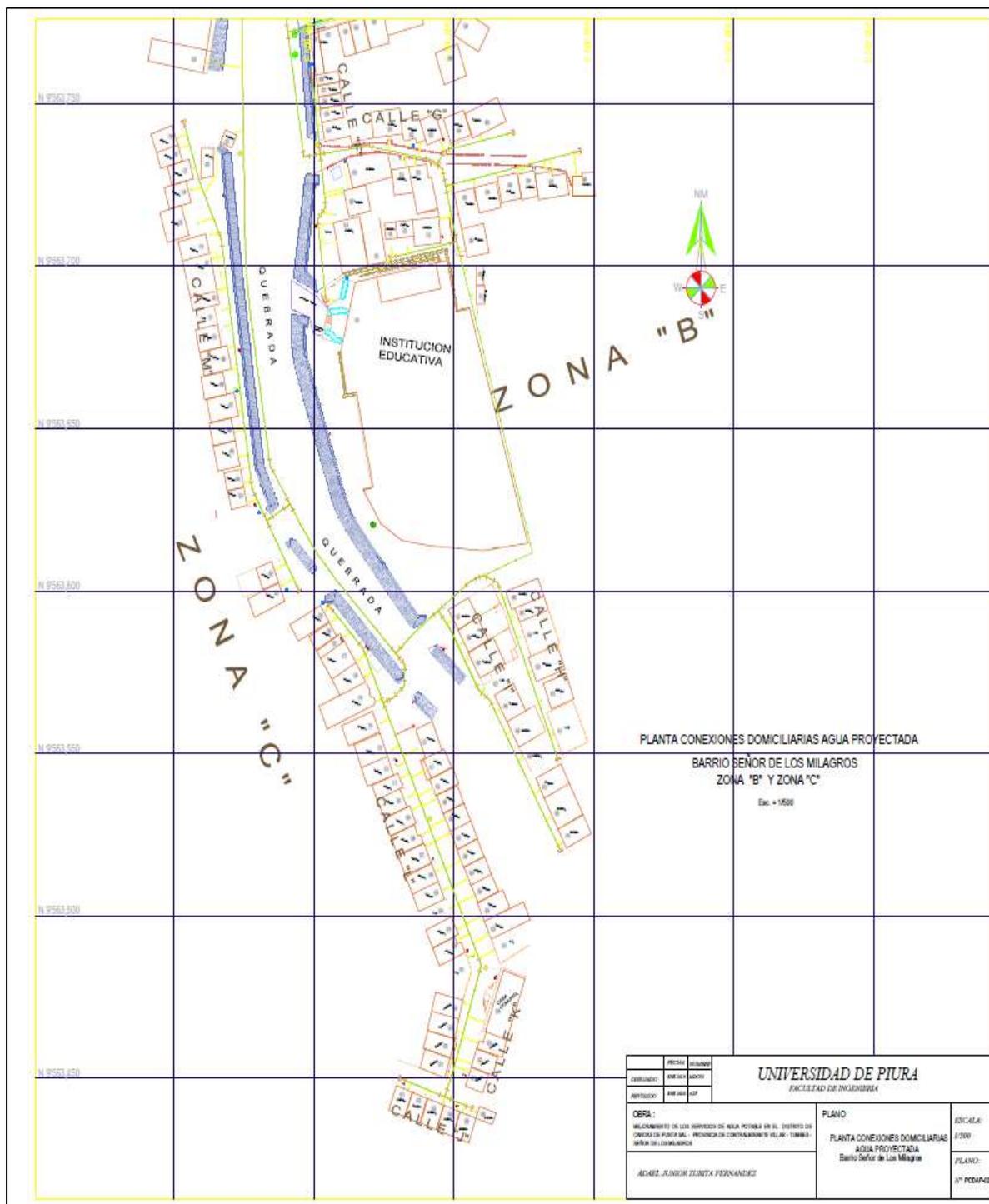
A6. Conexión domiciliar



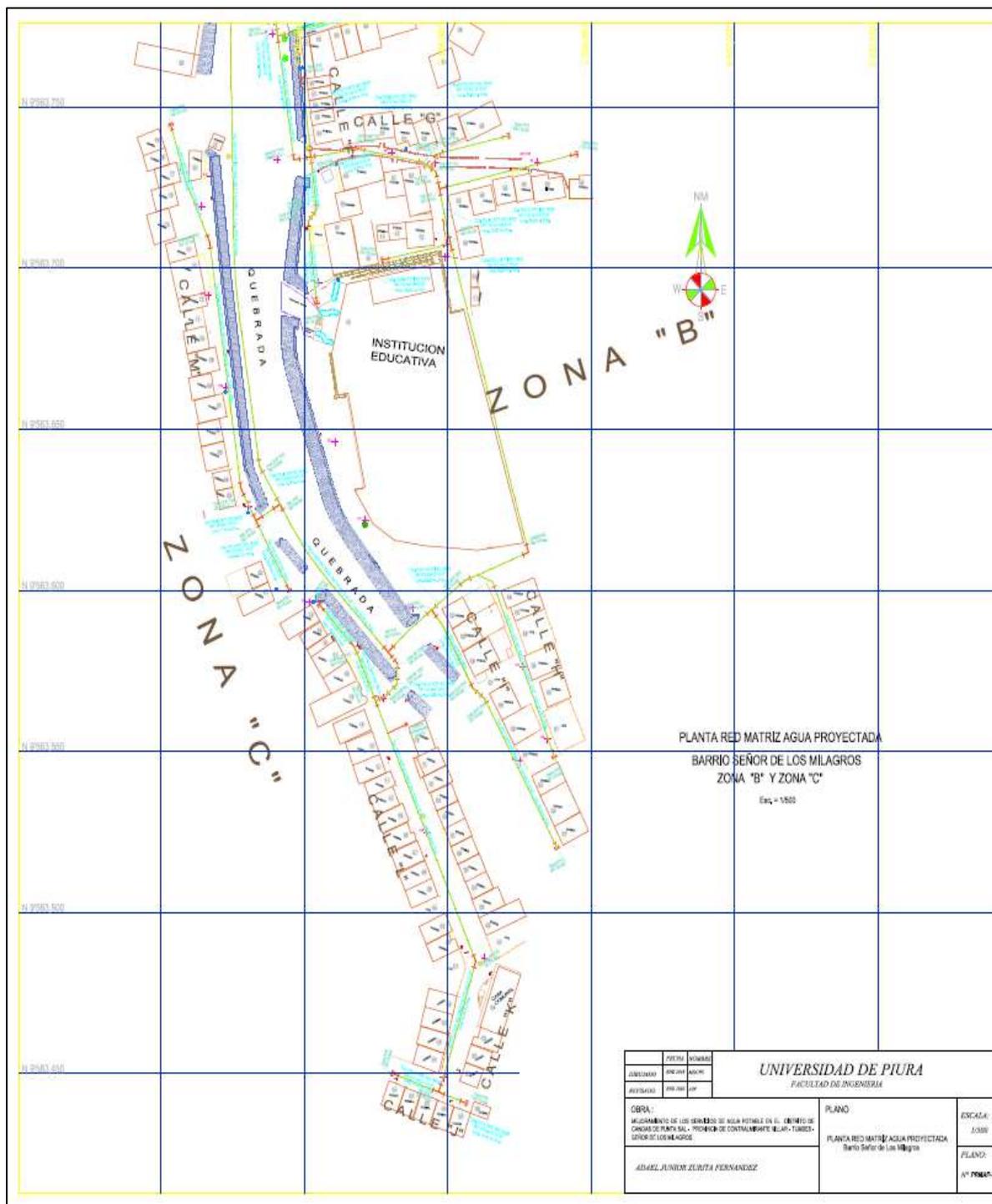
A7. Demolición y reposición de vereda



A8. Red de conexiones domiciliarias



A10. Red Matriz. Planta proyectada



PLANTA RED MATRIZ AGUA PROYECTADA
 BARRIO SEÑOR DE LOS MILAGROS
 ZONA "B" Y ZONA "C"
 Esc. = 1:500

UNIVERSIDAD DE PIURA		FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA:	PROYECTO:	PLANO:	ESCALA:
ELABORADO:	PROYECTADO:	PLANTA RED MATRIZ AGUA PROYECTADA	1:500
REVISADO:	APROBADO:	Barrio Señor de los Milagros	PLANO:
ADAEL JUNIOR ZURITA FERNANDEZ			Nº 0004-10

Anexo B. Estudio de mecánica de suelos



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTUDIO DE SUELOS

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE
AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE
CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.**



**SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS
DE PUNTA SAL**

**UBICACIÓN : REGION : TUMBES
PROVINCIA: CONTRALMIRANTE VILLAR
DISTRITO : CANOAS DE PUNTA SAL
LUGAR : BARRIO SEÑOR DE LOS
MILAGROS**

Tumbes, Febrero 2016



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

CONTENIDO

Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación de la Obra: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.**

I. GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Ubicación
- 1.3 Objetivos
- 1.4 Características del Proyecto
- 1.5 Sismicidad
- 1.6 Geología de Área en Estudio

II. TRABAJO DE CAMPO – LABORATORIO Y GABINETE

- 2.1 Excavación de Calicatas
- 2.2 Descripción de Perfil y Clasificación S.U.C.S
- 2.3 Muestreo de Suelos Alterados o Inalterados
- 2.4 Ensayos de Laboratorio
- 2.5 Trabajos de Gabinete

III. CIMENTACIÓN

- 3.1 Análisis de Cimentación
 - 3.1.1 Tipo y Profundidad de Cimentación
 - 3.1.2 Calculo de Capacidad Admisible de Carga

IV. TRATAMIENTO DE RELLENO DE ZANJAS

V. PROBLEMAS ESPECIALES EN LOS SUELOS QUE SUBYACEN EN LA ZONA EN ESTUDIO

- 5.1 Suelos Colapsables
- 5.2 Ataque Químico a las Estructuras
- 5.3 Suelos Expansivos

VI. ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTE DE AGUA

VII. CONCLUSIONES

VIII. RECOMENDACIONES

IX. ILUSTRACIONES

X ANEXOS

- Cuadros de Análisis de Suelos
- Perfil de las excavaciones
- Plano de Ubicación de Calicatas

SUELO MAS EIRL

 DR. CESAR FERNANDO HERAZO VARGAS MOYA
 CP. 136433



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

I. GENERALIDADES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

1.1 INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objetivo, realizar la evaluación Física, Mecánicas de los materiales encontrados hasta la profundidad donde descansaran las diferentes obras de ingeniería proyectadas, tales como obras lineales, no lineales y redes de agua, según sea el caso.

Del punto de vista de la Mecánica de Suelos la zona comprendida para los trabajos, presenta condiciones que permite encontrar las propiedades índices de los suelos, mediante los ensayos rutinarios de laboratorio.

Como producto terminado, de las investigaciones efectuadas, se tendrá las características de los diferentes materiales que conforman el sustento de las obras indicadas.

1.2 UBICACIÓN

El área en estudio se encuentra ubicada en El Barrio Señor de los Milagros, Distrito de Canoas de Punta Sal, Provincia de Contralmirante Villar y Región Tumbes.

Para trasladarse al terreno donde se proyecta la obra, desde la ciudad de Tumbes, se debe realizar un recorrido de 75Km. En carretera pavimentada no siendo dificultosa para ningún tipo de movilidad.

1.3 OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo realizar la verificación de las condiciones geológicas y geotécnicas del suelo de fundación para las estructuras proyectadas que conforman el proyecto: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

1.4 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto contempla la ejecución de obras para la instalación de redes de agua potable como son:

- **Obras Lineales.-** Para el caso de las obras lineales, estos resultados permitirán definir las actividades del proceso constructivo dependiendo del tipo de suelo encontrado (suelo normal, semirocoso o rocoso), para estimar los costos unitarios asociados al presupuesto de la obra en la partida de excavaciones.
- **Obras no Lineales.-** Para el caso de las obras no lineales como reservorio apoyado, cámara de bombeo, Cámara de registro de alcantarillado y obras menores se determinarán los parámetros de resistencia del suelo para el cálculo de la Capacidad Admisible del terreno para absorber las diferentes cargas.

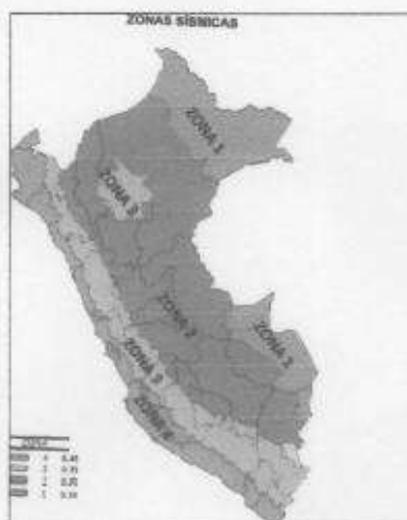


LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELOS MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

1.5 SISMICIDAD

El terreno en Estudio se ubica en el Distrito de Canoas de Punta Sal que pertenece a la provincia de Contralmirante Villar, Región de Tumbes, por lo que se encuentra Ubicado en la zona 4 del Mapa de zonificación sísmica del Perú, de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, que modifica la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismoresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-VIVIENDA, Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA.



A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

1.6 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en la faja costera su geografía está compuesta por una parte baja conformada por la Zona Urbana y otra parte altas conformadas por cerros y Terrazas (menores 1,000 m.s.n.m las mismas que están cubiertas por regular vegetación y quebradas poco profundas. En esta zona convergen depósitos aluviales (Qr - Al y Qp - Al), pertenecientes al sistema cuaternario reciente y al sistema cuaternario, ambos de la era cenozoica. Los suelos son de tipo arcillosos en la parte alta y en la parte baja suelos Arenosos.

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 ING. ENR. FERRAZO KEZATO YARGA ROLAN,
 CIP. 134980



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L
 JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

II. TRABAJO DE CAMPO – LABORATORIO Y GABINETE

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

2.1 EXCAVACION DE CALICATAS

Con la finalidad de verificar los puntos de excavación de las calicatas en el terreno, se realizó el reconocimiento ocular para la verificación de las características de los suelos superficiales; determinándose la excavación de 04 calicatas de 1.50 x 1.50 x 200 de profundidad.

2.2 DESCRIPCION DEL PERFIL Y CLASIFICACION S.U.C.S Y AASHTO

Con la información obtenida en el Laboratorio se clasifica el suelo, los cuales se indican en el perfil Estratigráficos (ver anexo).

2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, que modifica la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismoresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-VIVIENDA, Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, se han realizado los siguientes ensayos:

2.3.1 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO: ASTMD – 422

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, 3/8”, N° 4, 10, 30, 40, 60, 200; de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.

2.3.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTMD – 2216

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.

SUELOS MÁS E.I.R.L

 ING. CIVIL FERNANDO RENATO PAREDES
 R.P. 138633



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522060 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

2.3.3 LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (ASTMD – 423)

Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.

LIMITE PLASTICO (ASTMD – 424)

El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

INDICE DE PLASTICIDAD

Es la diferencia que existe entre el límite líquido y el plástico.

2.4 TRABAJOS DE GABINETE

Con la información obtenida en el campo y laboratorio se realizan los diferentes cálculos Matemáticos, cuadros y gráficos, para la obtención de los resultados finales.

SUELOS MÁS E.I.R.L.

ING. CIRO FERNANDO HERAZO VARGAS
RPM. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

III. CIMENTACIÓN

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

3.1 ANALISIS DE CIMENTACION

3.1.1 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Basado en los trabajos de campo y Perfiles Estratigráficos y características de las estructuras a construir, se recomienda cimentar

- **ZONA DE TRABAJO(TERRENO NORMAL)**

Línea de Agua Potable:

Se recomienda cimentar las Tuberías de agua potable a una profundidad de cimentación mínima de 1.0 – 1.50mt. Apoyándose sobre Suelos Arenoso Inestables considerar entibados a profundidades mayores a 1.50mt.

3.1.2 CALCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

- **Parámetros e hipótesis de Cálculo**

Tomando en cuenta la estratigrafía encontrada y la profundidad en la que se ha encontrado el suelo de emplazamiento del proyecto, se ha considerado una profundidad mínima de cimentación.

El nivel freático no fue hallado a 2.0 mts de profundidad en las calicatas.

- Por el tipo de material aplicaremos las fórmulas de capacidad de cargas dadas por el Rr. Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte general, que está dada por la fórmula:

a) Para cimientos corridos

$$Q_c = 2/3C * N'c + (Y * D_f * N'q) / 10 + (0.50 * Y * B * N'Y) / 10$$

b) Para zapata aislada

$$Q_c = 1.3 * (2/3 * C) * N'c + Y * D_f * N'q / 10 + 0.4 * YBNY / 10$$

Donde:

Y :	PESO VOLUMETRICO
Ø :	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO
Qc :	CAPACIDAD PORTANTE
Nc, Nq, Ny :	COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE CARGA , TENIENDO EN CUENTA FALLA LOCAL
F :	FACTOR DE SEGURIDAD (3)
PT :	PRESIÓN DE TRABAJO Qc/F
B :	ANCHO DE ZAPATA O CIMENTO
Df :	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN
C = :	COHESIÓN DE FALLA GENERAL
C' = :	COHESIÓN DE FALLA LOCAL = 2/3C

SUELOS MÁS E.I.R.L.
ING. CIVIL FERNANDO HERRERO PERAZA MORA
RPM. 128830



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

IV. TRATAMIENTO DE RELLENO DE ZANJAS

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

Para el tratamiento de zanjas se debe seguir el siguiente tratamiento:

- Para los rellenos de zanjas se podrá usar el mismo material excavado, pero seleccionado que no contenga partículas mayores de 2" y trozos de arcillas.
- Se debe compactar con plancha o tamper en espesores por capa no mayores de 0.15mt.
- Se debe colocar el material con su humedad óptima para poder llegar a la compactación deseada.
- Se debe realizar ensayos de Densidad de campo para comprobar su compactación.
- Para relleno se debe compactar al 90% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado.

SUELOS MÁS E.I.R.L.

ING. CIVIL FRANCISCO ESPINOZA VILLAR
C.R. 177880



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**V. PROBLEMAS ESPECIALES EN LOS SUELOS QUE SUBYACEN EN
LA ZONA EN ESTUDIO.**

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

5.1 SUELOS COLAPSABLE

Los suelos encontrados donde se proyecta la obra no presentan condiciones de colapso inmediato debido al grado de cohesión de sus partículas.

5.2 ATAQUE QUÍMICO A LAS ESTRUCTURAS

Según reconocimiento a la zona y lugares anexos en las calicatas excavadas muestran niveles moderados de elementos químicos agresivos al concreto y acero.

5.3 SUELOS EXPANSIVOS

En las excavaciones no ha encontrado arcillas expansivas que pueden crear cambios volumétricos en el terreno.

SUELOS MÁS E.I.R.L.

ING. CÉSAR FERRASO KEATO TAPAS S.C.S.A.
CIP. 174422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

SUELOS MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VI. ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTE DE AGUA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

• CANTERA EL BRAVO

El Área prospectada se localiza en el Sector El Bravo lado izquierdo de la carretera panamericana Norte, se puede establecer la Zona de explotación a 10 minutos de la ciudad de Canoas de Punta Sal.

• CARACTERISTICAS FISICAS – MECANICAS

En Base a los resultados de Laboratorio y reconocimiento de campo, se procederá a la descripción de las principales características de los depósitos aluviales del Cauce de la Quebrada el Bravo.

• CLASIFICACION:

- GP (Grava Arenosa) = Aceptable distribución Granulométrica
- Porcentaje de Grava = 48 – 55%
- Porcentaje de Arena = 35 – 48%
- Porcentaje de Fino = Inter a 1.0%
- Tipo de Material = Aluvial
- Potencia = 60.00m³
- Tamaño Max. = 3"
- Rendimiento = 55%
- % de P.M de 2" = 30%

Uso y Tratamiento:

Relleno (85%)

Sub Base (80%) Deberá ser procesado (zarandeada)

SUELO MAS E.I.R.L.

 ING. CIVIL FRANCISCO BERATO
 CIP 111032



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

• **CANTERA CARPITAS**

Ubicada en el km 1183 +300 de la carretera Panamericana Norte y pertenece a la Municipalidad de Cancas.

El acceso está en regular estado de conservación y se ubica al lado derecho a 1500mt. del eje de la vía.

Esta cantera conformada por depósitos aluviales de grava arenosa rodada de edad cuaternaria.

La explotación puede realizarse mediante tractor y/o cargador frontal en cualquier época del año. Esta Cantera puede ser utilizada para los siguientes usos:

- Rellenos, Sub base, base, etc.

- **FUENTES DE AGUA**

Las fuentes de abastecimiento para la Obra, **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES**. Pueden ser utilizadas del Rio Tumbes, previo análisis para su uso.

SUELO MAS E.I.R.L

 ING. CAROL FERRAZO REATO VARGAS MOLAN
 D.P. 135880



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945821 - RPM #088277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

CANTERA EL BRAVO - CANOAS DE PUNTA SAL



MATERIAL (HORMIGON)

SUELO MAS EIRL

ING. CIRO FERNANDO PUERTO VARGAS MORAN
CP 110002



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 529090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

CANtera CARPITAS - CANOAS DE PUNTA SAL



MATERIAL (AFIRMADO)

SUELO MAS E.I.R.L.

ING. CIVIL FERRASIN KENATO YAPAS BOGARA
CIP. 132442



SUELOS MAS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VII. CONCLUSIONES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

1. El área donde se ha realizado el Estudio de Mecánica de Suelo, pertenece al terreno donde se proyecta la Obra: **MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**
2. El terreno evaluado presenta una topografía Plana.
3. Los Suelos encontrados son los que se indica en los Perfiles de las excavaciones.
4. En las excavaciones de las calicatas a la profundidad de 2.0mt. no se ha encontrado nivel freático.
5. Es necesario mejorar el suelo de cimentación de las estructuras a colocar sobre él.

SUELOS MAS E.I.R.L.

ING. CIRO FERNANDO ESCOTO VARGAS ROJAS
CIP. 138420



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

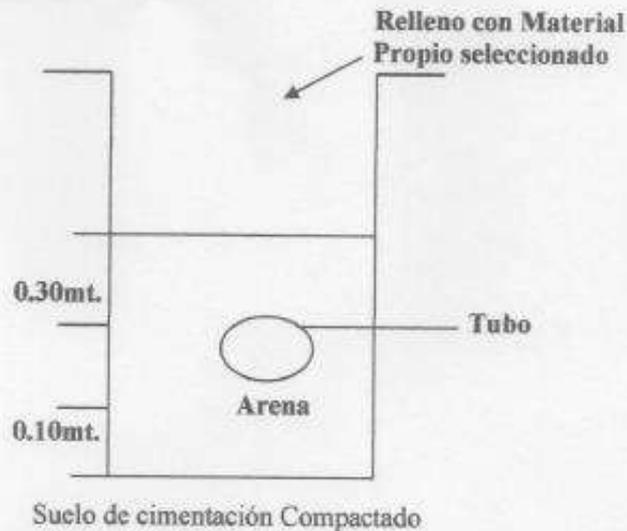
VIII. RECOMENDACIONES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

1. Para el relleno de las zanjas, luego de colocado las tuberías se podrá emplear el mismo material de la zona descartando los rellenos contaminados y se compactara por capas al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado.
2. Mejorar el suelo de cimentación de la siguiente manera

- RED DE AGUA POTABLE



3. Se recomienda entibados a profundidades mayores de 1.50mts. por el material inestable que se encuentra el zona.
4. Se recomienda eliminar todo material contaminado y reemplazarlo con material adecuado
5. Para el caso de la instalación de tuberías se recomienda el empleo de tuberías de PVC, para evitar el ataque de los agentes químicos.
6. La calidad y permanencia de la obra obedece a un estricto control de los parámetros de calidad, antes y durante el proceso constructivo.

SUELO MAS EIREL

 DR. GREGORIO HERRERO VARGAS HERRERA
 CIP. 138820



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

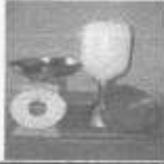
VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 01



SUELOS MÁS E.I.R.L.

ING. CÉSAR HERRERA HERRERO FAPCAL 130823
COP. 130823



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

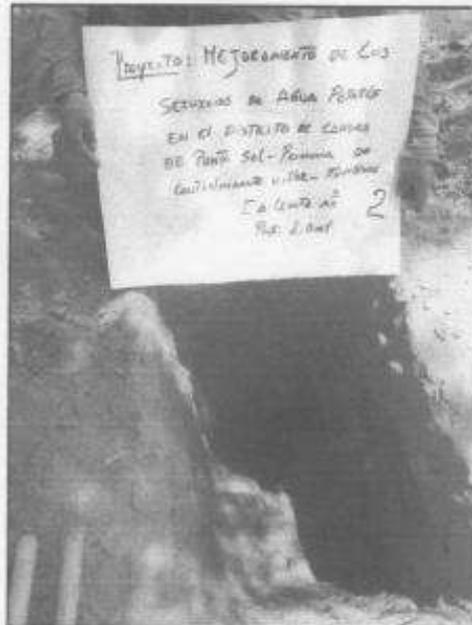
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 02



Proyecto: Mejoramiento de los
Servicios de Agua Potable
En el Distrito de Canoas
de Punta Sal - Provincia de
Contralmirante Villar - Tumbes
La Calicata 2
Por: J. Díaz

SUELOS MÁS E.I.R.L.
[Signature]
ING. CIVIL FERNANDO KERRATO YAPAS MORA
CIP. 135640



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 03



SUELOS MÁS E.I.R.L.
ING. CÉSAR FERRANDO BARRATO VARGAS MORA
CIP. 126320



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 04



SUELO MAS E.I.R.L.

ING. CESAR FERNANDO GUERRERO VARGAS MORÁN
CEP. 138820



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 04



SUELO MAS E.I.R.L.
ING. CÉSAR FERRANDO GARCÍA VALEZ
CIP. 118822



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 529090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.
SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL
FECHA : Febrero, 2016

ANALISIS DE SUELOS

CALICATA N° 02 SECTOR "C"

MILLAS SERIE AMERICANA KILOMETRAJE	DESCRIP . % PESO	M-1 RET. - PASA	M-2 RET. - PASA	M-3 RET. - PASA		
Profundidad(m)		0.0 - 0.40	0.40 - 1.0	1.0 - 2.0		
2 ½"						
2 "						
1 ½"						
1"						
¾"			0	100		
½ "			3	97		
¾ "			8	89		
¼"						
N° 4		RELLENO INAPROPIADO	13	76	0	100
N° 10			20	56	6	94
N° 20						
N° 30			16	40	17	77
N° 40			11	29	23	54
N° 50						
N° 60			8	21	20	34
N° 100						
N°200			9	12	24	10
-200						
Límite Líquido %			-	-		
Límite Plástico %			-	-		
Índice Plasticidad			N.P	N.P		
Humedad Natural			6.2	6.5		
Clasificación S.U.C.S.			SP - SM	SP - SM		
Clasificación AASHITO			-	-		

Observaciones C= Calicata; M = Muestra

SUELOS MÁS E.I.R.L.
ING. CIVIL FERRASO RESAYO FERRASO VILLAR
CIP. 128822



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.
SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL
FECHA : Febrero, 2016

ANALISIS DE SUELOS

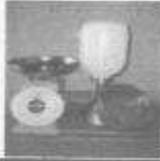
CALICATA N° 03 SECTOR "B"

MILLAS SERIE AMERICANA KILOMETRAJE	DESCRIP % PESO	M-1 RET. - PASA	M-2 RET. - PASA	M-3 RET. - PASA	M-4 RET. - PASA			
Profundidad(m)		0.0 - 40	0.40 - 0.75	0.75 - 1.10	1.10 - 2.0			
2 ½"								
2 "								
1 ½"								
1"								
¾"								
½ "								
3/8 "								
¼"								
N° 4		RELLENO INAPROPIADO	0	100	0	100	0	100
N° 10			5	95	2	98	6	94
N° 20								
N° 30			20	75	34	64	21	73
N° 40			17	58	21	43	16	57
N° 50								
N° 60			26	32	16	27	20	37
N° 100								
N°200			7	25	23	4	12	25
-200								
Límite Líquido %			-	-	-	-	-	-
Límite Plástico %			-	-	-	-	-	-
Índice Plasticidad			N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Humedad Natural			5.5	5.2	5.2	5.2	5.8	5.8
Clasificación S.U.C.S.			SM	SM	SP	SP	SM	SM
Clasificación AASHITO			-	-	-	-	-	-

Observaciones C= Calicata; M = Muestra

SUELO MAS E.I.R.L.

DR. GIL VELAZCO HERRERO VARGAS BOWEN
 DEP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.
SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL
FECHA : Febrero, 2016

ANALISIS DE SUELOS

CALICATA N° 04 SECTOR "C"

MILLAS SERIE AMERICANA KILOMETRAJE	DESCRIP % PESO	M-1 RET. - PASA	M-2 RET. - PASA
Profundidad(m)		0.0 - 0.30	0.30 - 2.0
2 ½"			
2 "			
1 ½"			
1"			
¾"			
½ "			
3/8 "			
¼"			
N° 4		RELLENO	0 100
N° 10		INAPROPIADO	4 96
N° 20			
N° 30			23 73
N° 40			16 57
N° 50			
N° 60			21 36
N° 100			
N°200			12 24
-200			
Límite Líquido %			-
Límite Plástico %			-
Índice Plasticidad			N.P
Humedad Natural			5.7
Clasificación S.U.C.S.			SM
Clasificación AASHITO			-

Observaciones C= Calicata; M = Muestra

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 ING. ENIL FERRERINO ESCOBAR FERRERINO
 CIP. 136632



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

MUESTRA : ARENA FINA MAL GRADUADA

PROCEDENCIA: C1 - M3 - PROF. 0.90- 2.0mts.

**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$Q_c = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C_{nc} + Y D_f N_q + 0.4 Y B N_y$$

Donde:

- q_d = Capacidad de Carga Limite en Kg/cm²
- C = Cohesión de suelo en Kg/cm²
- Y = Peso volumétrico del suelo en gr/cm³
- D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- N_c N_q, N_y = Factores de carga obtenidas del gráfico
- Q_c = capacidad portante q_d/FS

DATOS:

Ø =	30°
C =	0.0
Y =	1.66
D _f =	1.50
B =	1.50
N _c =	18
N _q =	9
N _y =	6

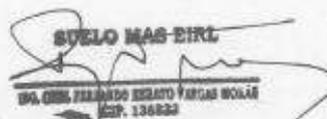
$$q_d = 2.83 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$Q_c = 0.94 \text{ Kg/cm}^2$$

NOTA: Se recomienda mejoramiento de suelo para aumentar la Capacidad Portante.

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 ING. OHS FERRANDO ESPARTE PARGAS MOLLE
 Exp. 136823



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

UBICACION : BARRIO SEÑOR DE LOS MILAGROS – CANOAS DE PUNTA SAL

MUESTRA : CALICATA N°01

PROFUNDIDAD: 0.0 –2.0mt.

FECHA : Febrero, 2016

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.35	M1	× ×	Relleno inapropiado (Arcilla + Basura) Estado compacto y poco húmedo	R	-
0.55	M2	/// ///	Arcilla de baja a mediana plasticidad color marrón oscuro. Estado compacto y mediano contenido de humedad	CL	-
1.10	M3	Arena fina mal graduada color marrón con poco limo Estado poco compacto y poco húmedo.	SP-SM	-

SUELO MAS E.I.R.L.

DR. CNL. FERNANDO HERAZO VARGAS N° 11
IMP. 138882



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

UBICACION : BARRIO SEÑOR DE LOS MILAGROS – CANOAS DE PUNTA SAL

MUESTRA : CALICATA N°02

PROFUNDIDAD: 0.0 – 2.0mt.

FECHA : Febrero, 2016

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.40	M1	X X	Relleno inapropiado (Arcilla + Basura) Estado compacto y poco húmedo	R	-
0.60	M2	. o . o	Arena con poca grava color marrón. Estado poco compacto y poco húmedo	SP-SM	-
1.0	M3	. .	Arena fina mal graduada con poco Limo. Estado poco compacto y poco húmedo.	SP-SM	-

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 ING. CIRO FERNANDO BERATO RPPC 14 80616
 CIP. 138652



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

UBICACION : BARRIO SEÑOR DE LOS MILAGROS – CANOAS DE PUNTA SAL

MUESTRA : CALICATA N°03

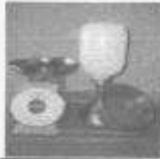
PROFUNDIDAD: 0.0 – 3.0mt.

FECHA : Febrero, 2016

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.40	M1	X X	Relleno inapropiado (Arcilla + Basura) Estado compacto y poco húmedo	R	-
0.35	M2	.	Arena Limosa color marrón. Estado poco compacto y poco húmedo	SM	
TUBO DE AGUA -0.90mts.					
0.35	M3	.	Arena fina mal graduada color beige. Estado poco compacto y poco húmedo	SP	
0.90	M4	.	Arena Limosa color marrón. Estado poco compacto y Mediano contenido de humedad	SM	

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 DEL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL
 EXP. 131823



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL – PROVINCIA DE CONTRALMIRANTE VILLAR – TUMBES.

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

UBICACION : BARRIO SEÑOR DE LOS MILAGROS – CANOAS DE PUNTA SAL

MUESTRA : CALICATA N°04

PROFUNDIDAD: 0.0 – 3.0mt.

FECHA : Febrero, 2016

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.30	M1	X X	Relleno inapropiado (Arcilla + Basura) Estado compacto y poco húmedo	R	-
1.70	M2	.	Arena Limosa color marrón. Estado poco compacto y poco húmedo	SM	-

SUELOS MÁS E.I.R.L.

 ING. CIVIL FERNANDO HERATO PÉREZ MORA
 CIP. 138632



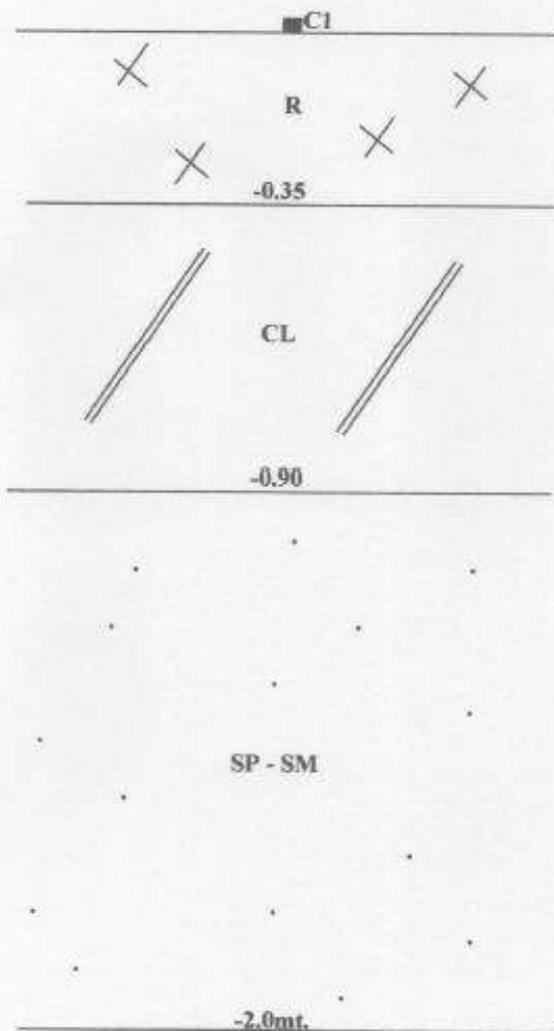
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO



SUELOS MÁS E.I.R.L.

DR. ING. RICARDO HERAYO PAPAUA S.M.C.
 CIP. 136828



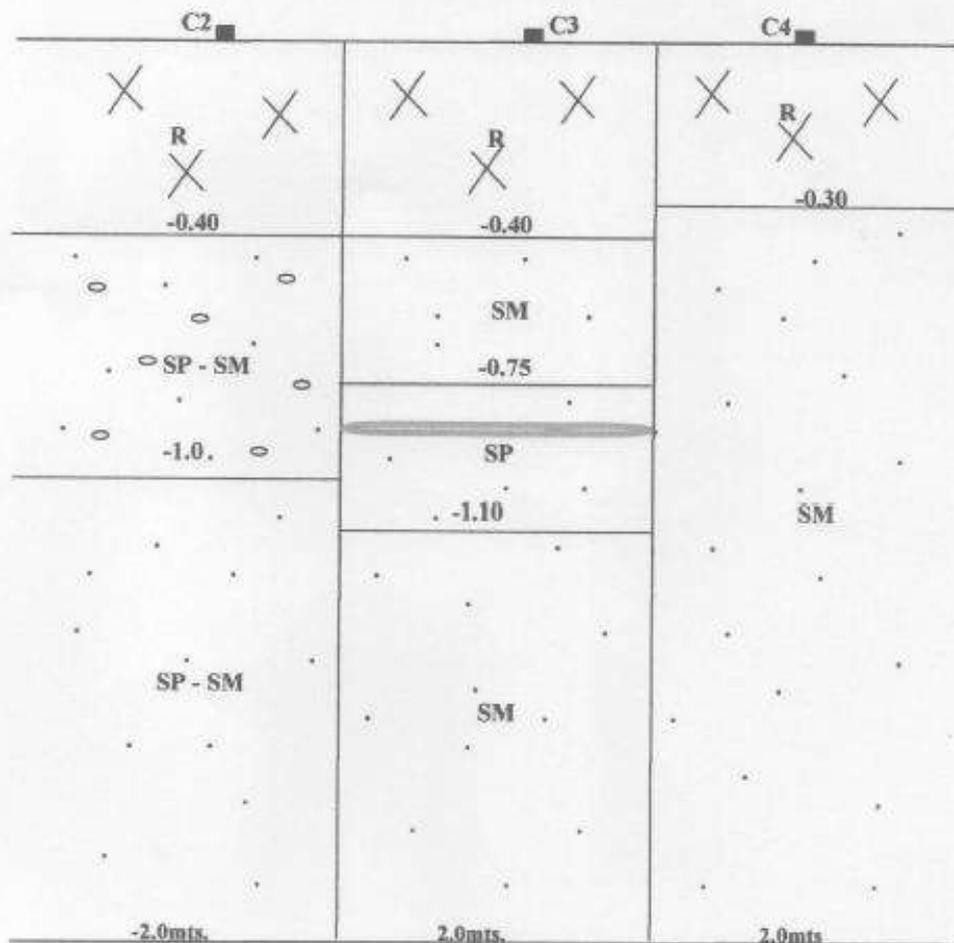
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945821 - RPM #688277 - Tumbes

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE CANOAS DE PUNTA SAL - PROVINCIA DE
CONTRALMIRANTE VILLAR - TUMBES.**

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANOAS DE PUNTA SAL

PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO



SUELOS MAS E.I.R.L

ING. GINO FERRERO ESCOTO VARGAS ROJAS
 DEP. 158838

