



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de la norma OS.050 - software watercad, para el  
mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa,  
Pisco 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Cárdenas Escalante, Aldair Manuel (ORCID: 0000-0003-0037-0960)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo con mucho cariño a mi familia ya que ellos fueron la motivación para culminar mis estudios universitarios.

A la consciencia divina, que es amor infinito y creador.

## **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de poder desarrollar mi proyecto de investigación y lograr el gran anhelo de titularme como Ingeniero Civil. Así mismo agradecer a mi asesor el Mg. VILLEGAS MARTINEZ, Carlos Alberto. Por su paciencia, consejos y disposición de su valioso tiempo.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	21
3.2 Variables y Operacionalización .....	21
3.3 Población, Muestra y Muestreo .....	22
3.4 Técnica de Instrumento y Recolección de Datos .....	22
3.5 Procedimiento .....	23
3.6 Método de análisis de datos .....	24
3.7 Aspectos éticos .....	24
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Periodos de Diseño Máximos para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Alcantarillado Sanitario.....	9
Tabla 2: Coeficiente de Fricción “C” .....	16
Tabla 3: Resumen de Censos Nacionales .....	28
Tabla 4: Resumen Tasas de Crecimiento Calculadas.....	29
Tabla 5: Resumen Población Futura Calculada .....	30
Tabla 6: Ubicación de las Estaciones Topográficas .....	31
Tabla 7: Caudal Promedio Diario Anual .....	37
Tabla 8: Resumen Caudal de Diseño.....	37
Tabla 9: Caudales Unitarios .....	39
Tabla 10: Demanda y Cotas en los Nodos de la Red de Distribución 1 de 2 ...	40
Tabla 11: Demanda y Cotas en los Nodos de la Red de Distribución 2 de 2 ...	40
Tabla 12: Darwin Designer/Tuberías propuestas .....	41
Tabla 13: Reporte de Nodos .....	42
Tabla 14: Reporte de Tuberías 1 de 3.....	43
Tabla 15: Reporte de Tuberías 2 de 3.....	44
Tabla 16: Reporte de Tuberías 3 de 3.....	45
Tabla 17: Reporte Lotes Mz. A y Mz. B.....	46
Tabla 18: Reporte Lotes Mz. C y Mz. D .....	46
Tabla 19: Reporte Lotes Mz. E y Mz. F .....	46
Tabla 20: Reporte Lotes Mz. G y Mz. H .....	47

Tabla 21: Reporte Lotes Mz. I y Mz. J.....	47
Tabla 22: Reporte Lotes Mz. K y Mz. L.....	47
Tabla 23: Reporte Lotes Mz. M y Mz. N.....	48
Tabla 24: Reporte Lotes Mz. Ñ y Mz. O.....	48
Tabla 25: Reporte Lotes Mz. P y Mz. Q.....	48
Tabla 26: Reporte Lotes Mz. R y Mz. S.....	49
Tabla 27: Reporte Lotes Mz. T.....	49
Tabla 28: Costo Total de Tuberías del Diseño Optimizado.....	49
Tabla 29: Lista de Sectores Aislados.....	50

## Índice de figuras

Figura 1: Customer meter .....	17
Figura 2: Terrain extractor (Trex) .....	18
Figura 3: Asignación de demanda al nodo más cercano.....	18
Figura 4: Darwin designer .....	19
Figura 5: Análisis de segmentación.....	20
Figura 6: Ubicación del departamento de Ica.....	25
Figura 7: Ubicación de la provincia de Pisco.....	25
Figura 8: Ubicación del distrito de Túpac Amaru Inca .....	26
Figura 9: Vista satelital del A.H. Las Dunas de Villa.....	26
Figura 10: Ingreso a la zona de estudio desde la Panamericana Sur .....	26
Figura 11: Transferencia de datos.....	32
Figura 12: Procesamiento de datos.....	32
Figura 13: Reservorio apoyado n° 04.....	33
Figura 14: Tramo de línea de aducción, calle n° 02 .....	33
Figura 15: Levantamiento topográfico .....	34
Figura 16: Parque del A.H. Las Dunas de Vila .....	34
Figura 17: Presión del servicio de agua potable.....	35
Figura 18: Calidad del servicio de agua potable.....	36
Figura 19: Esquema de la red de distribución de agua potable.....	38
Figura 20: Customer meter.....	39
Figura 21: Asignación de cotas mediante la aplicación del TRex.....	39
Figura 22: Asignación de demandas mediante la aplicación del loadbuilder ...	40
Figura 23: Ventana darwin designer.....	41
Figura 24: Ventana darwin designer – costo/propiedades de las tuberías .....	42

Figura 25: Sectores aislados.....	50
Figura 26: Presiones y elevaciones en nodos.....	51
Figura 27: Velocidades en la red de distribución.....	51



## Resumen

La presente investigación denominada “Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021”, tuvo como objetivo realizar la aplicación de la Norma OS.050 y del software WaterCAD para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable del AA.HH. Las Dunas de Villa, metodológicamente el enfoque de estudio es cuantitativo, con el diseño de investigación no experimental, del tipo aplicada y con nivel explicativo, la población de estudio fueron los 34 nodos de la red de distribución de agua potable, para recopilar información de campo, se empleó el instrumento de ficha de recolección de datos, para el diseño de las redes de agua potable se empleó el software WaterCAD, con el método de modelamiento estático, con el tipo de redes cerradas, para el cálculo hidráulico se aplicó la ecuación de Hazen y Williams, obteniéndose resultados precisos de caudales, presiones y accesorios necesarios para el funcionamiento de las redes de agua potable, de tal manera que estas puedan funcionar de manera sectorizada mejorando el abastecimiento, y por lo cual se concluye que la aplicación de la Norma OS.050 y del software WaterCAD influyen en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable.

**Palabras clave:** Norma OS.050, software watercad, modelamiento, presión y caudal

## **Abstract**

The present investigation called "Application of the OS.050 Standard - WaterCAD Software, for the improvement of drinking water supply, Dunas de Villa, Pisco 2021", had as objective to carry out the application of the OS.050 Standard and the WaterCAD software for the improvement of the drinking water supply of the AA.HH. Las Dunas de Villa, methodologically the study approach is quantitative, with the non-experimental research design, of the applied type and with an explanatory level, the study population was the 34 nodes of the drinking water distribution network, to collect information field, the data collection sheet instrument was used, for the design of the drinking water networks the WaterCAD software was used, with the static modeling method, with the type of closed networks, for the hydraulic calculation the Hazen equation and Williams, obtaining precise results of flows, pressures and accessories necessary for the operation of drinking water networks, in such a way that they can function in a sectorized manner, improving supply, and for which it is concluded that the application of the OS standard. 050 and the WaterCAD software influence the improvement of the drinking water supply.

**Keywords:** OS.050 standards, watercad software, modeling, pressure and flow

## I. INTRODUCCIÓN

Según la iniciativa Agua Segura para Todos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, se estima que más de 1,420 millones de personas, incluyendo 450 millones de niños, habitan en lugares donde la falta del elemento hídrica es extremadamente alta, significando que 1 de 5 niños en el planeta, le hace falta del recurso hídrico para suplir sus requerimientos de consumos cotidianos (UNICEF, 2021).

A su vez el informe del Programa Conjunto de Monitoreo, presenta las aproximaciones de las viviendas sobre el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado e higiene ejecutados de manera óptima en los últimos 100 años, conjuntamente evalúa los progresos en la realización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) eso a fin de tener una visión a "garantizar respecto al agua potable su disponibilidad, administración sostenible y alcances de cierre de brechas antes de 2030" (OMS-UNICEF, 2021).

Según el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021 "El Valor del Agua", elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, indica que en el Caribe y en América Latina, los escasos hídrica en zonas del territorio ha conllevado a una lista de disputas, ya que sectores como la energía hidroeléctrica, agricultura y minería, se disputan por los carentes recursos, ya que los impedimentos en el momento de la obtención son los procesos de distribución ideales, ya que está vinculada con una reglamentación defectuoso, así mismo la escasos de incentivos y/o financiación. Estos factores mencionados anteriormente reflejan el valor limitado que generalmente se asigna al agua en esta parte del mundo (UNESCO, 2021).

Se estima que, por haber tomado agua no potable, ausencia de alcantarillado o limpieza en las manos, a cada año mueren aproximadamente 829.00 personas. Estas falencias vienen representando un 60% de las defunciones por diarrea en el planeta la cual consta de un aproximado de 300.000 niños menores de cinco años, que representa el 5,3% de todas las defunciones del grupo de edades (Prüss-Üstün et al., 2019).

Los habitantes de las zonas urbanas de Perú reciben servicio de agua potable y alcantarillado a través de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento. Estas suministran a alrededor de 13,5 millones de habitantes; de estos, 7,9 millones son proporcionados por ríos y lagos y 5,6 millones por galerías filtrantes, manantiales y pozos (Cordero, 2017).

Las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento del país son responsables de proporcionar a la población a un costo razonable y cantidades suficientes, agua que satisface estándares de calidad para el consumo humano, porque, como la forma en que accedemos y cualquiera que sea la cantidad de oferta, el agua que los peruanos bebemos debe ser óptima calidad y que no afecte nuestra salud. La manera de asegurar una calidad óptima de agua que una EPS brinda a los habitantes es la ejecución y seguimiento a los controles de calidad (SUNASS, 2017).

En el Perú la seguridad alimentaria se ve influenciada por una mala calidad de agua, falta de recursos hídricos y un saneamiento deficiente. Así mismo estos se traducen directamente en la salud de las personas que sufren de enfermedades diarreicas agudas, las cuales se ven reflejadas en la desnutrición de los niños, siendo esta una de las causas principales de mortalidad infantil (INEI, 2020).

En la región de Ica, los resultados del análisis de los índices de competitividad regional, realizados en los diversos departamentos del Perú, concluyen que la región de Ica, tiene un problema de continuidad en el abastecimiento de agua potable, el cual tiene un promedio de 12.1 horas al día, ubicándose así en el puesto n° 19 a nivel nacional (IPE, 2015).

En esta manera, se observa que los pobladores del AA.HH. Las Dunas de Villa, la cual se ubicada en el distrito de Túpac Amaru Inca, de la provincia de Pisco y del departamento de Ica, se ven en la necesidad de recurrir a la compra de agua mediante cisternas, esto sucede debido a que el abastecimiento del servicio de agua potable presenta poca continuidad, una baja presión y fugas sus redes de distribución.

Respecto al problema descrito se define el nombre de esta investigación: Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021, la cual busca realizar un rediseño optimizado a las redes de distribución de agua potable y sus componentes que la conforman, mediante el uso de software WaterCAD aplicando la Norma OS.050 que es la que nos brinda los parámetros de diseño. De acuerdo al interés a las necesidades y problemáticas actuales se hace vital importancia tener una red de distribución de agua potable, el cual satisfaga con los estándares de calidad y así mismo pueda cumplir con los parámetros que nos brindan los reglamentos. Para un inicio en el diseño de las redes de distribución de agua potable, es vital importancia contar con los datos de las redes de distribución de agua potable existente, realizar un levantamiento topográfico, el cálculo del tamaño de la poblacional y las principales actividades de la población.

Es por eso que, en la investigación actual, se planteó el siguiente problema general: ¿En qué medida la aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD influyen en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021? Asimismo, los problemas específicos: ¿En qué medida influye el cálculo del tamaño de la población en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021? ¿En qué medida influye el cálculo de la configuración topografía de la zona en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021? ¿En qué medida influye el cálculo de los diámetros óptimos en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021?

La necesidad al acceso al agua potable para el consumo de los habitantes del AA.HH. en estudio a través de una red de distribución, conexiones domiciliarias y de acuerdo a la topografía de la zona. Por este motivo, la **justificación teórica**, debido a que se aplicará la Norma OS.050 y del Software WaterCAD permitiendo al investigador el uso de los conocimientos de saneamiento, los conceptos que se desarrollaron en su etapa académica y emplearlos a una realidad dada.

En efecto la **justificación técnica**, consiste en realizar un rediseño optimizado a las redes de distribución de agua potable y sus componentes que la conforman,

que cubran la dotación necesaria y de acuerdo a las normas y reglamentos correspondientes.

Este proyecto de investigación se realiza para mejorar el abastecimiento de agua potable. Es por esta razón que la **justifica social**, se sustenta en mejorar la calidad de vida de los habitantes, conllevando a una consolidación y desarrollo social, a fin de que puedan desarrollar sus actividades básicas.

En tal sentido la **justificación económica**, se sustenta que, ante la baja presión de los servicios actuales y fugas en las redes de distribución de agua potable, hace que las familias recurran a la compra de agua mediante camiones cisternas, así mismo hace que otras que no tienen los recursos suficientes para la compra, se desplacen a zonas aledañas y como consecuencia pierdan horas y esfuerzo en el acarreo de agua a través de baldes, tiempo que pueden usar en realizar otras actividades.

El presente trabajo tiene como **objetivo general** determinar la aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa 2021. Y los **objetivos específicos** que se desarrollaran a lo largo de este proyecto de investigación son: Determinar el tamaño de la población para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021, determinar el cálculo de la configuración topográfica de la zona para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021 y Determinar el cálculo de los diámetros óptimos para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.

Con respecto a hipótesis del proyecto de investigación, se menciona que la **hipótesis general** consiste en la aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD influyen en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa 2021. Y las **hipótesis específicas** son: El cálculo del tamaño de la población influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021, el cálculo de la configuración topografía de la zona influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Vila, Pisco 2021, el cálculo de los diámetros óptimos influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a ROQUE CONTRERAS (2017), teniendo como **objetivo** diseñar el sistema de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa. La **metodología** es investigación de tipo aplicada y de nivel exploratoria – descriptiva, no experimental. Obteniendo **resultados**, se proyectó para 6554 habitantes, para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad: compuesto por una captación para fuente superficial, la línea de conducción está compuesta por 5 695 m. de tuberías de Ø 5" PVC y de 160 m. de tuberías de Ø 6" PVC, un tanque de almacenamiento de 150 m<sup>3</sup>, y una red de distribución que consta que 5 circuitos, las cuales consta de tuberías de PVC de Ø 1/2" de 5 688 m, Ø 3/4" de 4 335 m, Ø 1" de 2 158 m, Ø 1 1/2" de 3 355 m, Ø 2" de 1 544 m, Ø 2 1/2" de 1 550 m, Ø 3" de 739 m y Ø 4" de 2 156 m, los cálculos fueron realizados en el programa WaterCAD. La **conclusión** se elaboró un diseño que abastezca de agua potable las 24 horas a las viviendas, la cual cubrirá la demanda de 4,000 pobladores, mejorándoles exponencialmente la calidad de vida.

CAGUANA FONSECA Y TIPANTUÑA LEMA (2018), teniendo como **objetivo** diseñar el tratamiento de la captación de agua y la red de distribución de agua potable para la parroquia Pasa del cantón Ambato Provincia de Tungurahua-Ecuador. La **metodología** es investigación de tipo aplicada y de nivel exploratoria – descriptiva, no experimental. Obteniendo **resultados**, se proyectó para 8 525 habitantes, para el diseño de la red de distribución de agua potable se realizó mediante el programa Epanet 2.0, la cual está compuesta por 1 877 m de tubería PVC y con diámetros 50 mm, 63 mm, 90 mm, 110 mm y 160 mm, no se realizará modificaciones los 3 tanques de almacenamiento disponibles, ya que estas satisfacen el total del volumen requerido. La **conclusión** la red existente ha superado su vida útil ya que cuenta con más 50 años, por lo que no se encuentra en óptimas condiciones de suplir las necesidades básicas de los habitantes, se diseñó un sistema optimizado para la nueva red de distribución de agua potable, la cual cumple las especificaciones técnicas basadas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

MARROQUÍN PAÍZ (2017), teniendo como **objetivo** el diseño del sistema alcantarillado para la aldea Cerro Gordo y la colonia Linda Vista, así mismo elaborar el diseño de la red de distribución de agua potable para el caserío Joyitas, Jutiapa-Guatemala. La **metodología** es una investigación cuantitativa y de tipo observacional. Obteniendo **resultados**, la población de diseño es de 2,516 habitantes, el estudio consta inicialmente del diseño del sistema de distribución de agua por gravedad : compuesto de una captación de agua subterránea, 1 307 m. de tuberías para línea de conducción, un reservorio para almacenamiento con capacidad de 36 m<sup>3</sup> y una red de distribución con 2 215 m compuesta por línea central y ramales abiertos de PVC y con diámetros 2", 1 ½", 1 ¼", 1" considerando la norma ASTM D-2241; segundo: la red de alcantarillado se cuenta con 45 buzones de alturas que varían de 1,20 m hasta 2,10 m, estas se conectan con 2 120 metros de tuberías de colectores de material PVC y estas son de diámetros 6", 8" y 10" tomando en cuenta la norma ASTM F-949. La **conclusión** el diseño del sistema de suministro de agua se llevó a cabo teniendo en cuenta la guía de los estándares de salud para el diseño de los sistemas rurales y se llevó a cabo el diseño del sistema de aguas residuales sanitarios teniendo en cuenta las reglas generales del diseño de aguas residuales.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a ALBERTO HARO Y HURTADO TARAZONA (2019), teniendo como **objetivo** realizar el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la localidad de Irhua, distrito de Taricá - Ancash. La **metodología** es del tipo descriptivo, no experimental. Obteniendo **resultados** se diseñó un sistema de captación de tipo ladera, línea de conducción es de tubería HDPE C-10 de 60 mm con una longitud de 2 313.62 m, reservorio rectangular de 7 m<sup>3</sup>, para aducción y distribución se definieron un total de 3 070.77 m de conducción con tuberías de ¾", 1" y 2". La **conclusión** la aplicación del software WaterCAD influencia en la obtención de resultados optimizados, así mismo se aprecia que se reduce ampliamente los tiempos en el modelamiento del sistema de agua potable.

LUYO MEDINA (2021), teniendo como **objetivo** elaborar el diseño que conlleve al mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado La



Isla, distrito de Asia, provincia de Cañete, departamento de Lima. La **metodología** utilizada consistió en un estudio de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental. Obteniendo **resultados** se proyectó para 60 pobladores, el cual tiene una demanda total de 0.084 l/s, la red de distribución es de tubería PVC C-10 de 1", la cual consta de 1 760.26 m, obteniendo presión máxima de 40 m.c.a en el nodo N-70 y presión mínima de 11 m.c.a en el nodo N-23, se realizó el diseño para un cruce aéreo de 36 m de longitud. La **conclusión** el diseño mediante programa WaterCAD V8I, brinda resultados más precisos, por lo que garantiza la funcionalidad del abastecimiento de agua en las redes diseñadas.

GUILLEN HUARANCCA (2021), teniendo como **objetivo** la aplicación del software watercad para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de Espite – Ayacucho – 2020. La **metodología** utilizada es del tipo aplicada, nivel explicativo, método científico y diseño no experimental. Obteniendo **resultados** se realizó el cálculo de la población de diseño de 386 habitantes, un periodo de diseño de 20 años y una dotación de 100l/d en base a lo descrito se realizó el diseño de dos líneas de conducción para dos captaciones diferentes las cuales se dirigen al reservorio 01 y 02 ambas captaciones son de 1" de diámetro, las líneas de aducción son de 1 ¼" y 1" de diámetro para el sector 01 y 02 respectivamente y para el caso de las redes de distribución son de ¾" y 1" de diámetro para ambos sectores, se realizó el diseño optimizado de 3746.56 ml. de tuberías. La **conclusión** concluye que la aplicación del software WaterCAD influye en la optimización del modelamiento de las redes de agua potable.

Como **artículos científicos** tenemos a NOOR R. KADHIM, KHALID A. ABDULRAZZAQ Y ATHRAA H. MOHAMMED (2021), teniendo como **objetivo** la evaluación y el análisis de la red de distribución de agua de la localidad de AL-Karada de Iraq para determinación de las zonas de escasez de agua pura y sus posibles causas. La **Metodología** fue la recopilación de información sobre la densidad poblacional, datos históricos sobre la red de agua, estas se obtuvieron del Baghdad Water Departamento, Ministerio de Comercio y empresas que

instalaron las redes de agua. Obteniendo **resultados** del análisis de la red con el software WaterCAD se corroboraron que las presiones se encuentran dentro de los límites aceptables y la velocidad de flujo no se han excesiva en algún tramo de tubería debido a la baja demanda diaria promedio, de la misma manera se tiene que el uso de bombas de agua domestica por parte de todas las viviendas conduce a una disminución de la presión de agua siempre que el área está más lejos de la fuente de agua, por lo tanto el agua no llega al último punto como planificado, presencia de grietas en la tubería debido al envejecimiento y procesos constructivos deficientes. La **conclusión** que la red de abastecimiento de agua, está dentro del esquema óptimo de las operaciones si se trabaja dentro de los rangos de diseño, de la misma manera se describe que el coeficiente de Hazen Williams (C) y el desgaste de las tuberías influyen en los resultados del análisis hidráulico.

BUDHATHOKI (2019), teniendo como **objetivo** describir el estado de los servicios de agua potable y alcantarillado de la República Democrática Federal de Nepal, mediante el análisis de información complementaria y así mismo de fuentes literarias publicadas e inéditas. La **metodología** fue el reconocimiento exhaustivo de numerosas fuentes literarias publicadas e inéditas relacionada con WASH de la República Democrática Federal Nepal. Obteniendo **resultado** se muestra que alrededor del 97% de los habitantes cuenta con servicio básico de saneamiento y el 87% cuenta con servicio básico de abastecimiento de agua, se pone en énfasis que dicha cobertura real de suministro de agua podría estar por debajo, ya que todas no se encuentran en estado funcional, 54 distritos de Nepal han sido declarados zona libre de defecación al aire libre, un 25% de las instalaciones sanitarias presentes requieren un mejoramiento, ya que cuentan con deficiencias en su construccional. La **conclusión** es que la República Democrática Federal de Nepal, ha logrado un rápido progreso en la cobertura de saneamiento, la implementación del Plan SHM 2011 en todo el país ha sido de gran éxito para alcanzar a las comunidades marginadas, pobres y remotas, se tiene que hacer énfasis en que el gobierno priorice esfuerzos en consolidar los servicios de agua equitativos ya que existe disparidad en el uso de fuente mejoradas de suministro de agua entre ricos y pobres.

CHUPIN Y MOROZ (2020), teniendo como **objetivo** de detallar la composición de las estructuras, en particular el transporte de agua potable y agua procedentes de alcantarillado, así como el argumento para el lugar de la captación de agua. La **metodología** aplicada es del tipo descriptivo, fue mediante la revisión bibliográfica. Obteniendo **resultado** se obtuvieron los costos del ciclo de vida en función del caudal y la velocidad del agua transportada, la longitud de las tuberías y los costos específicos de electricidad. La **conclusión** los resultados obtenidos permiten determinar los diámetros económicamente óptimas de aplicación del transporte de agua potable y aguas residuales, logrando optimizar el suministro de agua y los sistemas de alcantarillado.

### **Bases Teóricas**

Las teorías que se van a utilizar para el desarrollo del proyecto de investigación se refieren en forma resumida dentro de este ítem.

### **Periodo de Diseño**

Es el tramo de tiempo en el que la capacidad de producción del sistema de agua potable, cubre las necesidades de demanda proyectada, reduciendo el valor operación, costos de inversión y mantenimiento durante el período de evaluación del proyecto. Los máximos períodos de diseño para los componentes de sistemas de agua potable y alcantarillado son los siguientes:

**Tabla 1: Periodos de Diseño Máximos para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Alcantarillado Sanitario**

<b>COMPONENTE</b>	<b>TIEMPO (AÑOS)</b>
- Fuente de Abastecimiento	20
- Obras de Captación	20
- Pozos	20
- Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano	20
- Reservorio	20
- Tuberías de Conducción, impulsión y distribución	20
- Estación de Bombeo de Agua	20
- Equipo de Bombeo	10
- Estación de Bombeo de Aguas Residuales	20
- Colectores, emisores e interceptores	20
- Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	20

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU)

## **Factores determinantes para el periodo de diseño**

A continuación, indicamos los siguientes factores:

### ➤ Factores de Orden Material

La vida útil de los elementos que constituyen del sistema; es decir, la vida probable de los materiales que componen la obra y del equipo a instalarse. Considerando el sistema de abastecimiento de agua potable, la duración está en un rango de 15 a 25 años. Para nuestro caso tomaremos un valor promedio de 20 años.

La flexibilidad de las instalaciones de ser ampliadas o sustituidas parcialmente. Este factor ha sido solucionado en otros países constituyendo los servicios de abastecimiento de agua de tal manera que permitan su ampliación de acuerdo a la demanda, de modo que, los futuros habitantes sufragan sus propias necesidades ya que, un proyecto de ampliación muy superior a la necesaria, requiere una excesiva inversión de capital por parte de la población actual, pero es preferible que desde un comienzo, tenga una capacidad definida para un número de años, principalmente en lo que se refiere a líneas de conducción y reservorios de almacenamiento.

### ➤ Factores de Crecimiento Poblacional

Los proyectos estiman el lapso de tiempo de funcionamiento normal de un sistema en base a un periodo de diseño, para el cual se determina la población futura en el año final de ese período y con el cual se diseñan las estructuras y redes hidráulicas. Sin embargo, el crecimiento poblacional durante el funcionamiento del sistema puede ser abruptamente afectado por diversos factores que no fueron contemplados al momento de establecer la tasa de crecimiento, los cuales pueden ser, por ejemplo: Migración excesiva a la zona del proyecto debido a desastres naturales o fenómenos sociales como terrorismo, ocurridas en otras zonas urbanas cercanas, o la industrialización del lugar ya que origina mayor capacidad adquisitiva de la población, etc.

Un importante incremento de la población durante el periodo de funcionamiento del sistema implica también un incremento extra por factores asociados a la reproducción de esa misma población. Para determinar en cuanto excede la población al final del período de diseño debe hacerse una proyección del

incremento no considerado al inicio del proyecto, y sumarse a la población de diseño. De hecho, esto exigirá una mayor demanda. Con ello podrá determinarse si el sistema puede o no durar el tiempo que se estimó para su funcionamiento óptimo, siendo lo más probable que esté saturado mucho antes del año final del período.

Por consiguiente, debe hacerse un análisis de los factores sociales que puedan ocurrir alrededor de la zona de estudio, la probabilidad de ocurrencia de algún desastre natural y las posibilidades de industrialización de la zona que genere una migración importante de personas y por consiguiente una mayor demanda.

➤ Factores de Orden Económico

Se debe analizar las fuentes de financiamiento tanto para la construcción de los sistemas, como para su mantenimiento periódico a lo largo del período de diseño. Por lo general los sistemas pueden colapsar antes del tiempo final estimado cuando las actividades de mantenimiento no se realizan por falta de presupuesto, ya que estas actividades están a cargo de los municipios.

Actualmente el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones o más conocido como (Invierte.pe) exige que la inversión de un proyecto, este sustentada claramente en la forma de financiamiento tanto para la ejecución como para su mantenimiento a lo largo de los años del periodo de diseño, para que sea programada anualmente y no haya justificación para no realizar las actividades de mantenimiento.

➤ Factores de Orden Técnico

Los factores de orden técnico se analizan para la complejidad de los sistemas a construir, ya que de un correcto servicio de mantenimiento depende la duración de éstos.

Muchas veces el cálculo de tuberías, válvulas y accesorios de los proyectos de sistemas integrales en ciudades pequeñas, dan resultados menores que a los límites mínimos recomendados por el Reglamento Nacional de Edificaciones o por las recomendadas por el Ministerio de Salud, lo que permite alargar más el período de diseño, siendo este, un factor netamente técnico.

## Estudio Topográfico

El levantamiento topográfico, es uno de los estudios fundamentales de todo proyecto de saneamiento, esta es el conjunto de operaciones que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica de planimetría, considerando las diferencias de cotas que presenten y a su vez las interferencias para un correcto trazado de las redes de distribución, así mismo se pueden realizar los perfiles longitudinales y secciones transversales, las cuales mediante su interpretación se pueden localizar las zonas críticas del diseño y tener las consideraciones respectivas. Para la ejecución de un levantamiento topográfico se cuenta con varios instrumentos, como el nivel, teodolito y la estación total.

## Población de Diseño

“[...] 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 establecido por el organismo oficial que regula estos indicadores” (Norma OS-050, 2006 pág. 3).

## Calculo de la Población Futura

Es la población proyectada al tiempo del horizonte de diseño, esta es la cantidad de población la cual se tiene que tener en cuenta que se va abastecer.

### ➤ Método Aritmético

$$P_f = P_o(1 + r.t)$$

$$r = \frac{\frac{P_f}{P_o} - 1}{t}$$

Dónde:

P<sub>o</sub>: Población actual

P<sub>f</sub>: Población final

r: Tasa de crecimiento poblacional

t: Periodo de diseño

➤ Método de Crecimiento Geométrico

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

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

Dónde:

P<sub>o</sub>: Población actual

P<sub>f</sub>: Población final

r: Tasa de crecimiento poblacional

t: Periodo de diseño

➤ Método de Crecimiento Exponencial

$$P_f = P_o \cdot e^{rt}$$

$$r = \frac{\ln\left(\frac{P_f}{P_o}\right)}{t}$$

Dónde:

P<sub>o</sub>: Población actual

P<sub>f</sub>: Población final

r: Tasa de crecimiento poblacional

t: Periodo de diseño

e: Base de los logaritmos neperianos

ln: Logaritmo neperiano

### Consumo

El consumo es una determinada cantidad de agua que se asigna para cualquier uso en un tiempo determinado que generalmente es un día.

Existen varios tipos a tomar en cuenta para el diseño:

- Consumo Doméstico: Es el que beben las personas y lo usan para preparar sus alimentos, para el aseo personal, de la vivienda, lavandería, etc.

- Consumo de Uso Público: Es el de escuelas, comisarías, cuarteles, riego de jardines, fuentes y piscinas públicas, etc.

- Consumo Industrial y Comercial: Destinado para comercios e industrias: Almacenes, fábricas, centros manufactureros, restaurantes, hoteles, etc.

- Consumo por Pérdida y Desperdicio: En la red pública se debe al

funcionamiento defectuoso de válvulas y grifos. En el interior de los inmuebles se debe al mal funcionamiento de griferías y aparatos sanitarios.

### **Variaciones de Consumo**

El abastecimiento que se brinda a las conexiones domiciliarias, se ve afectado por el coeficiente de variación de consumo, la cual se ve referida a la demanda promedio diario anual, estos deben de ser establecidos mediante un análisis comprobada de información estadística, caso contrario se asumirá los siguientes valores de coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5” (Norma OS-100, 2006).

### **Dotación de Agua**

Es la cantidad de agua potable que requiere cada habitante de la población para poder satisfacer sus necesidades básicas, esta es expresada en unidades de litros/habitante/día, conocida la dotación de agua, es necesario proceder con los cálculos de los valores del consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario, las cuales estas servirán para la obtención del caudal de diseño.

### **Demanda contra incendio**

“[...] Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatoria demanda contra incendio” (Norma OS-100, 2006 pág. 2).

### **Caudales 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” (Norma OS-050, 2006 pág. 3).

#### ➤ Caudal Promedio Diario Anual

Es el consumo que se espera realice la población de diseño durante un periodo de un día.

$$Q_p = \frac{Dot. P_d}{86400}$$



Dónde:

$Q_p$ : Caudal promedio en l/s

Dot: Dotación en l/hab/día

$P_d$ : Población de diseño

➤ Caudal Máximo Diario

Es el máximo consumo que se espera realice la población en un día.

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

Dónde:

$Q_{md}$ : Caudal máximo diario en l/s

$Q_p$ : Caudal promedio en l/s

$K_1$ : Coeficiente de variación diaria ( $K_1=1.3$ )

➤ Caudal Máximo Horario

Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día.

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

Dónde:

$Q_{mh}$ : Caudal máximo horario en l/s

$Q_p$ : Caudal promedio en l/s

$K_2$ : Coeficiente de variación horario ( $K_2=1.8 - 2.5$ )

### **Redes de Distribución de Agua Potable**

Es el conjunto de tuberías, válvulas y grifos que permiten distribuir el agua a la población. Comprende los circuitos principales a la red matriz y las redes secundarias o tuberías de distribución. Las tuberías se distribuyen en la población en forma de mallas y tienen diferente grado de importancia, así tenemos a la tubería matriz que es la de mayor importancia y resistencia, distribuye su caudal de agua a zonas determinadas donde existen las tuberías secundarias que agua a todos los puntos del sistema.

### **Análisis Hidráulico**

En un principio las redes de distribución se trazarán en circuitos cerrados en forma de mallas, su dimensionamiento se llevará a cabo en función de los cálculos hidráulicos, garantizando el caudal y una adecuada presión en cualquier

punto de la red. Si se aplica la fórmula de Hazen y Williams, los coeficientes de fricción son los establecidos en la Tabla 2, en caso de usar otras tuberías que no es encuentren identificadas, se deberá de realizar una justificación técnica del valor a utilizar.

**Tabla 2: Coeficiente de Fricción "C"**

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

Fuente: Norma OS.050 (2006)

### **Diámetros Mínimos**

"[...] El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda" (Norma OS-050, 2006 pág. 4).

### **Velocidades Máximas**

"[...] La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s" (Norma OS-050, 2006 pág. 4).

### **Presiones Máximas y Mínimas**

"[...] 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 10m" (Norma OS-050, 2006 pág. 4).

### **Válvulas**

"[...] La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. 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" (Norma OS-050, 2006 pág. 6).

## Hidrante contra incendio

“[...] Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m” (Norma OS-050, 2006 pág. 6).

## Software WaterCAD

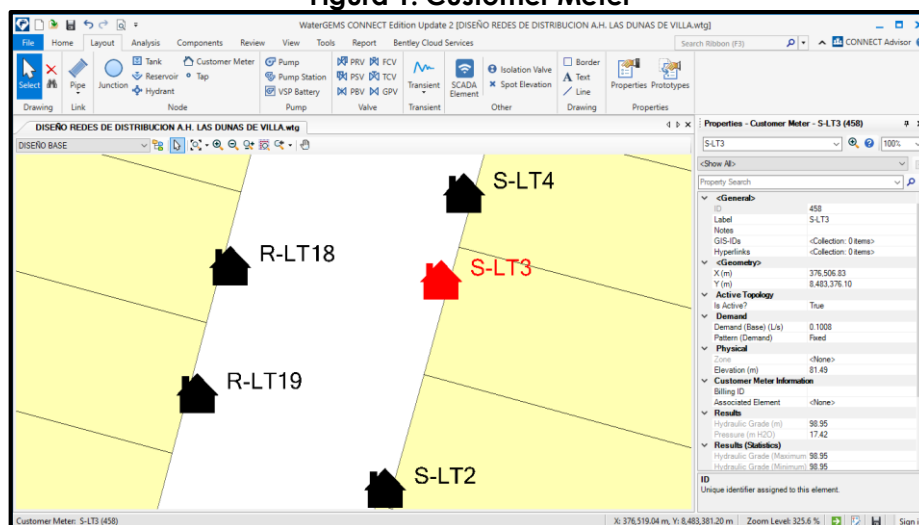
El software WaterCAD tiene como base de su algoritmo de cálculo el método de gradiente hidráulico o también conocido como el método de la red simultanea este método emplea formulas matriciales, el cual aprovechan el procesamiento numérico de las computadoras modernas.

WaterCAD es una herramienta de uso intuitivo y confiable, la cual ahorra recursos y ayuda en la elección de decisiones para una infraestructura de agua. Esta puede analizar, diseñar y optimizar rápidamente un sistema de distribución de agua potable, desde la calidad de agua, análisis del caudal contra incendio, modelamiento de bombas hasta la gestión de costo energía.

### ➤ Customer Meter

Mediante el uso de la herramienta Customer Meter, podemos asignar los datos de la demanda de cada predio de acuerdo a su tipo de consumo, así mismo también la cota en la que se encuentra la conexión domiciliaria, a través de la alimentación de estas informaciones podemos tener resultados específicos para cada predio, el Customer Meter en el modelo tiene la simbología de una casa, la cual a su vez se puede asignar una codificación.

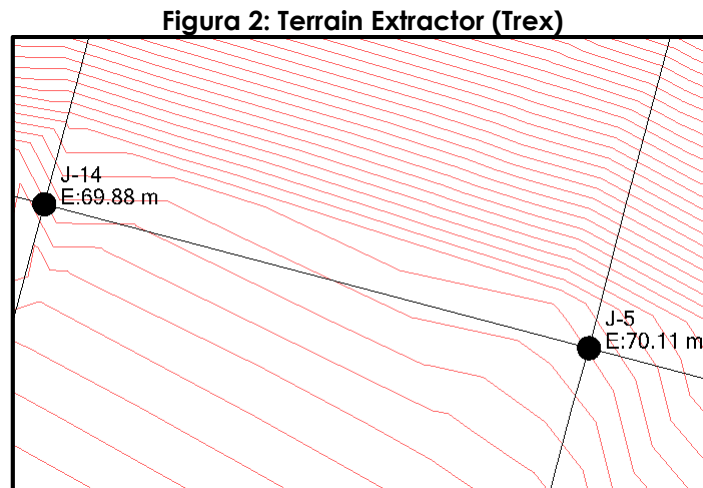
Figura 1: Customer Meter



Fuente: Software WaterCAD

➤ Terrain Extractor (Trex)

Mediante el uso de la herramienta Terrain Extractor (Trex), se pueden asignar automáticamente las elevaciones a cualquier nodo, cota de caja de agua, hidrante, bomba, tanque, depósito y válvula; esto lo realiza a partir de un modelo digital de terreno e importara dicha información de altimetría dentro del diseño hidráulico.

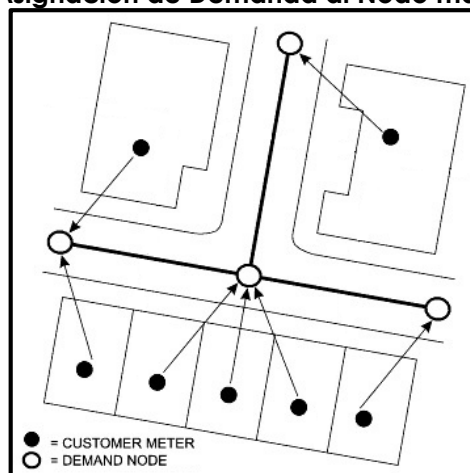


Fuente: Software WaterCAD

➤ LoadBuilder

Mediante el uso de la herramienta LoadBuilder, se pueden asignar las demandas de los lotes al nodo más cercano o a la tubería más cercana, esto mejora el rendimiento de los cálculos ya que es la forma más próxima a lo real en comparación con otros métodos como es el método de áreas, método de longitud unitaria, etc.

**Figura 3: Asignación de Demanda al Nodo más Cercano**

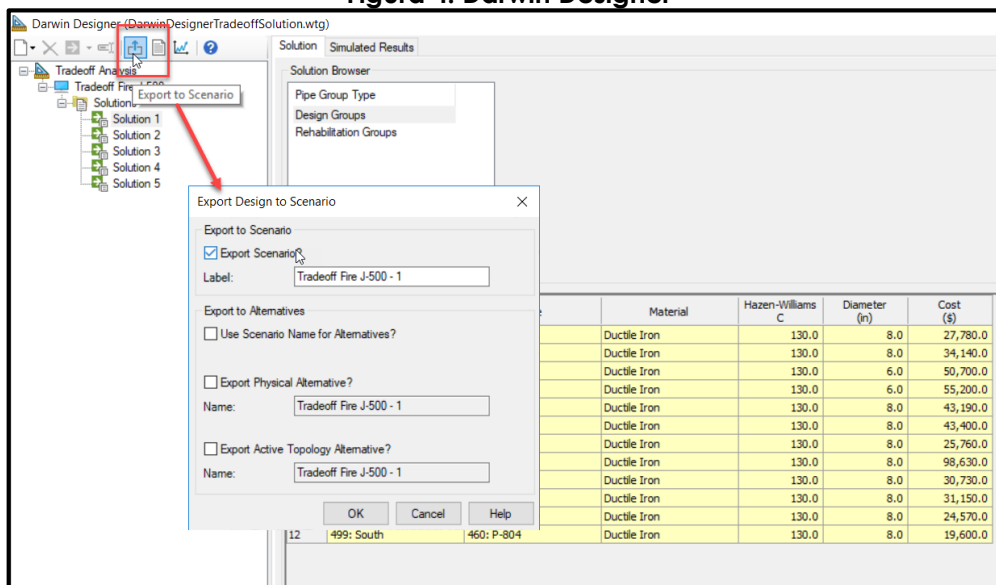


Fuente: <https://communities.bentley.com/>

## ➤ Darwin Designer

Mediante el uso de la herramienta Darwin Designer, se pueden realizar nuevos diseños de tuberías, proyectos de rehabilitaciones de tuberías, mejoramiento y ampliaciones de tuberías de manera automatizada, esto es debido al uso de algoritmos genéticos eficientes que tiene como finalidad primordial encontrar la solución óptima y económicamente más rentable, así mismo restricciones de diseño que son pre establecidas por el modelador, respetando los parámetros máximos y mínimos normados de diseño.

**Figura 4: Darwin Designer**

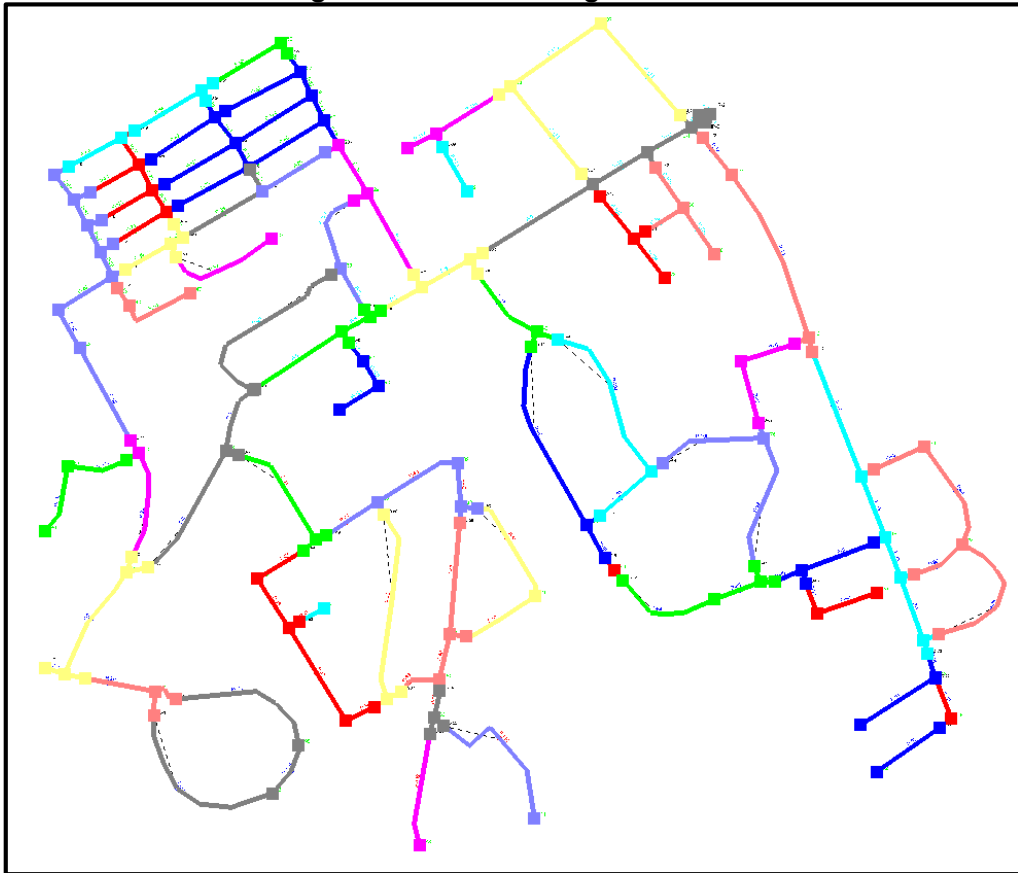


Fuente: <https://communities.bentley.com/>

## ➤ Criticality Analysis - Segmentation Analysis

Mediante el uso de la herramienta Criticality Analysis, se puede evaluar e identificar los elementos más críticos en un sistema de distribución de agua, mediante este proceso se puede realizar el análisis de segmentación de los tramos de tuberías y ver los resultados sobre el rendimiento del sistema, esto nos ayuda en la identificación rápida de segmentos mayores a 500 metros de longitud donde deberán ser provistas de válvulas de interrupción, así mismo se puede realizar sectorizaciones para un correcto abastecimiento.

Figura 5: Análisis de Segmentación



Fuente: Water Distribution Design and Modeling Fundamentals - Bentley Institute Course Guide

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

##### Tipo de investigación

De acuerdo a las características del proyecto de investigación, se trata de una investigación **Aplicada** en la solución de problemas prácticos, la cual se aplica dentro de los alcances de la ciencia.

##### Diseño de investigación

La investigación fue **no experimental** ya que se observaron fenómenos ya existentes, de modo que estas no son provocadas por el investigador y que esta situación puede ser **transversal**, porque los datos se recopilaban en una sola medida.

##### Nivel de investigación

El nivel de investigación actual fue **Descriptivo - Explicativo**. Con referencia al primer nivel indicado, es el acto de representar las características de los fenómenos, hechos, situaciones, cosas, personas y otros seres vivos, de modo que alguien lea o interpreta la investigación, lo impide tener en cuenta. Refiriéndose al nivel explicativo, es un proceso que va más allá de la simple descripción de un objeto.

##### Enfoque de investigación

La investigación fue **cuantitativa**, cuyo objetivo es obtener conocimientos básicos y elegir el modelo más apropiado, para que podamos comprender la realidad de una manera más adecuada, porque los datos tienen como objetivo estudiar y analizar a través de conceptos y variables que pueden ser medibles con indicadores numéricos.

#### 3.2 Variables y Operacionalización

Las variables que constituyen el presente trabajo de investigación se presentan a continuación:

- Variable Independiente: Aplicación de la Norma OS.050 – Software WaterCAD
- Variable Dependiente: Mejoramiento del abastecimiento de agua potable

### **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población**

Se menciona que la población es un conjunto o proporción de la totalidad de la población materia de la investigación (Baena, 2017). Por otro lado, se tiene que la población son las unidades de análisis que son una proporción del total del universo, para lo cual se debe de realizar una adecuada delimitación con el fin de conseguir los resultados planteados en los objetivos (Cabezas, 2018).

En la presente investigación la población de estudio son los 34 nodos de la red de distribución de agua potable del AA.HH. Las Dunas de Villa del distrito de Túpac Amaru Inca, Pisco, Ica.

#### **Muestra**

La muestra es la parte de la población que se aprecia que representa un todo y se clasifica para extraer información sobre la variable en estudio (Muñoz, 2016). Por otro lado, se tiene que la muestra es una proporción del universo total de una población de estudio específica (Cabezas, 2018).

Para la investigación la muestra está conformada por las tuberías de las redes de distribución de agua potable del AA.HH. Las Dunas de Villa del distrito de Túpac Amaru Inca, Pisco, Ica.

#### **Muestreo**

El muestreo ***no probabilístico por conveniencia*** es un método de muestreo no probabilística y no fortuita que se utiliza para establecer muestras basadas en la posibilidad de acceso, la disposición de los individuos que forman pieza de la muestra, en un paréntesis de tiempo definido o alguna otra descripción real para un proyecto en particular (Cabezas, 2018).

### **3.4 Técnica de Instrumento y Recolección de Datos**

#### **Técnicas de Investigación**

La técnica que se utilizó principalmente fue la observación directa, constituida como un método que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de una conducta o en la situación a través de un sistema clasificados de categoría y subcategoría (Hernández, 2014).



## **Instrumentos de recolección de datos**

Las herramientas de investigación es el medio a través del cual el investigador utiliza para medir el desenvolvimiento o las características de las variables. Estos incluyen: cuestionarios, entrevistas, clasificación según escalas entre otros (Chávez, 2007)

### **Validez**

La validez se define como la medida en la que el instrumento proporciona información que realmente reflejan aspectos interesantes para la investigación (Landeau, 2007).

### **Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento para determinar la fase respectiva del uso de un instrumento en el mismo individuo o la misma intención produce resultados iguales (Hernández, 2014).

## **3.5 Procedimiento**

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

- Etapa preliminar de gabinete, Consiste en recopilar información en instituciones públicas, privadas e Internet y referencias bibliográficas; Tratamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar relacionada con el campo de la influenza de estudio.
- Etapa de campo, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades, interferencias y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto a realizar, se considerando el desarrollo de las siguientes actividades: El reconocimiento de campo de las áreas que abarca el proyecto, recolección de datos de las viviendas mediante fichas y el levantamiento topográfico mediante uso de un equipo topográfico como es una estación total, wincha y un prisma.
- Etapa final de gabinete, Comprende principalmente las tareas de procesamiento de las informaciones recolectadas en campo para la obtención resultados que sirvan al proceso de diseño, por ejemplo, la información topográfica levantada en campo será procesada mediante el software AutoCAD Civil 3D para obtener las curvas de niveles, estos

posteriormente serán exportados al software WaterCAD el cual se modelaran las redes de distribución de agua potable, obteniendo finalmente los resultados para su verificación según los parámetro establecidos por las normas.

### **3.6 Método de análisis de datos**

La información que se obtenga en la etapa preliminar de gabinete se plasmará y se corroborará en la etapa de campo, así mismo en esta etapa de recolectará datos importantes in situ de vital importancia, para posteriormente pasar a la etapa de gabinete, la cual, mediante la aplicación de software y herramientas, finalmente se realizará el análisis de los resultados conseguidos, las cuales a través de esta se darán las conclusiones y recomendaciones.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación basa los aspectos éticos en la averiguación y corroboración propia de las fuentes informativas, así mismo reconociendo los derechos de autoría de las mismas. Todos los datos adquiridos de los trabajos de campo fueron respetados y aplicadas de la misma manera que fueron obtenidas, manteniendo la imparcialidad del caso.

## IV. RESULTADOS

### 5.1 Descripción de la zona del Trabajo de Investigación

#### 4.1.1 Ubicación geográfica

El A.H. Las Dunas de Villa está ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 zona 18 sur en las coordenadas 8483284.32 N 376473.55 E a una altitud promedio de 73.38 msnm, se encuentra ubicado en el Distrito de Túpac Amaru Inca, Provincia de Pisco, Departamento de Ica, ubicado a 75.1 km de la ciudad de Ica.

- El A.H. Las Dunas de Villa tiene como límites:
- Por el Norte: Asociación “Las Colinas de Villa”.
- Por el Sur: Con Propiedad de Terceros.
- Por el Este: Con Propiedad de Terceros.
- Por el Oeste: Asentamiento Humano “Nuevo Amanecer”.

Figura 6: Ubicación del Departamento de Ica



Fuente: <https://en.m.wikipedia.org/>

Figura 7: Ubicación de la Provincia de Pisco



Fuente: <https://en.m.wikipedia.org/>

**Figura 8: Ubicación del Distrito de Túpac Amaru Inca**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9: Vista Satelital del A.H. Las Dunas de Villa**



Fuente: Google Earth

#### **4.1.2 Accesibilidad**

El acceso hacia la zona del proyecto es vehicular a través de la Panamericana Sur, viniendo del sur girando a la izquierda entramos por la Avenida Manco Cápac, continuamos por las Prolongación Manco Cápac pasamos por el A.H. Pachacútec, A.H. Nuevo Amanecer y A.H. Carlos García, al final se ubica el A.H. Las Dunas de Villa.

**Figura 10: Ingreso a la Zona de Estudio desde la Panamericana Sur**



Fuente: Google Earth

### **4.1.3 Clima**

El clima del área de la investigación, está ubicado en la zona costera se caracteriza por ser templado, cálido, delicioso y diverso, una de sus particularidades es la sensibilidad a los cambios diurnos, esto debido a la influencia de factores locales, su área más desértica al sur origina una gradiente térmica muy importante entre el continente y océano adyacente, lo que hace que el flujo de viento se acelere superficialmente al mar por la mañana y cambie de sentido con una mayor intensidad al mediodía y por la tarde, formando vientos fuertes llamados paracas.

La temperatura promedio es de 24°C, siendo la temperatura mínima de 18°C y la máxima de 30°C tanto en la zona urbana como en el valle. La humedad promedio es de 62.3%.

### **4.1.4 Topografía y Tipos de Suelos**

La topografía general en la zona de estudio está conformada por terreno plano con pendientes desde 0% hasta 2% en la parte sur e inclinado con pendientes desde 8% hasta 10% en la parte norte.

De acuerdo a la información recopilada, del Estudio de Microzonificación Sísmica para el Ámbito Pisco, San Clemente, Túpac Amaru Inca, San Andrés y Paracas, elaborado por el Centro Peruano - Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) diciembre de 2011, podemos decir que el suelo de la zona de estudio esta predominada por arena mal graduada con limo (SP-SM), la arena es de color beige claro, de una compacidad media a suelta, lo que indica que el suelo tiene un comportamiento dinámico correspondiente a un suelo tipo S-2 de la Norma E-0.30 de diseño sismo resistente. Presenta humedad variable desde muy baja a alta, se define además como una zona con periodos de 0.24 a 0.26 seg.

La capacidad de carga admisible varia de 0.60 kg/cm<sup>2</sup> a 0.9 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que no es recomendable la construcción de edificaciones no mayor a tres pisos, a la profundidad de cimentación de 1.50 m a 2.00 m.

#### 4.1.5 Características Urbanas y de Vivienda

Con respecto a las características urbanas se muestra un desarrollo constante, con viviendas en su mayoría de un piso, el material predominante de las construcciones es de material noble, por ser el más accesible a los moradores y considerando que la construcción de las viviendas es mediante el sistema de autoconstrucción, el uso de suelo de la zona de estudio se caracteriza principalmente para el uso de vivienda, esto debido al terremoto del 15 de agosto del 2017, que migraron a la zona del proyecto de investigación en su mayoría de los damnificados de Pisco, Túpac Amaru Inca y centro aledaños, las vías internas se encuentran pavimentadas en su mayoría y con respecto a las veredas no se encuentran en su totalidad.

### 5.2 OE1: Determinar el tamaño de la población para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.

#### 4.2.1 Datos Censales

Se tomará a continuación los siguientes Censos Nacionales:

- Censos Nacionales 1981: VIII de Población y III de Vivienda
- Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda
- Censos Nacionales 2005: X de Población y V de Vivienda
- Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda
- Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Dando como resultado la siguiente tabla:

**Tabla 3: Resumen de Censos Nacionales**

<b>AÑO DEL CENSO NACIONAL</b>	<b>DISTRITO TUPAC AMARU INCA (Hab.)</b>	<b>PROVINCIA PISCO (Hab.)</b>	<b>DEPARTAMENTO ICA (Hab.)</b>
1981	-	78623	433897
1993	9542	104512	565686
2005	11742	116865	665592
2007	14676	125879	711932
2017	17664	139166	793901

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2.2 Determinación de la Tasa de Crecimiento

- MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO

$$r = \frac{\frac{P_f}{P_o} - 1}{t}$$

AÑO	TOTAL	r
1993	9542	0.01921
2005	11742	0.12494
2007	14676	0.02036
2017	17664	<b>r=0.0548</b>

**r=5.48%**

- MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO

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

AÑO	TOTAL	r
1993	9542	0.01744
2005	11742	0.11798
2007	14676	0.01870
2017	17664	<b>r=0.0514</b>

**r=5.14%**

- MÉTODO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL

$$r = \frac{\ln\left(\frac{P_f}{P_o}\right)}{t}$$

AÑO	TOTAL	r
1993	9542	0.01729
2005	11742	0.11152
2007	14676	0.01853
2017	17664	<b>r=0.0491</b>

**r=4.91%**

Tabla 4: Resumen Tasas de Crecimiento Calculadas

MÉTODO DE CRECIMIENTO	TASA DE CRECIMIENTO (r%)
Aritmético	5.48%
Geométrico	5.14%
Exponencial	4.91%

Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.3 Determinación de la Población de Diseño

Para determinar la población actual se hizo un conteo de lotes durante el trabajo de campo y se encontró un promedio total de 5 habitantes por vivienda, debido a que en la gran mayoría de lotes viven hasta 2 familias o se encuentran en etapa de subdivisión de lote.

- N° Lotes - Vivienda : 348 unidades
- Densidad poblacional : 5 hab/lote
- Población actual : 1,740 habitantes

Se está tomando en cuenta 20 años de vida útil del proyecto y 3 años adicionales para el desarrollo, financiamiento, construcción y operación de las obras. En consecuencia, la proyección será al año 2044 considerando 2021 como el año actual. Teniendo todos los datos sustentados se, estos se reemplazar en la formular de los métodos de crecimiento.

- MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO

$$P_f = 1,740(1 + 0.0548 \times 23) = 3,933.10 \cong 3,934 \text{ hab.}$$

- MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO

$$P_f = 1,740 (1 + 0.0514)^{23} = 5,510.77 \cong 5,511 \text{ hab.}$$

- MÉTODO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL

$$P_f = 1,740 \times e^{0.0491 \times 23} = 5,382.67 \cong 5,383 \text{ hab.}$$

Tabla 5: Resumen Población Futura Calculada

MÉTODO DE CRECIMIENTO	POBLACIÓN FUTURA
Aritmético	3934 Hab.
Geométrico	5511 Hab.
Exponencial	5383 Hab.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, la población futura a adoptarse para el diseño será de 5511 habitantes, que corresponder al método geométrico por ser un valor más conservador.



### 5.3 OE2: Determinar el cálculo de la configuración topográfica de la zona para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.

#### 4.3.1 Trabajos de Campo

Se comenzó realizando un recorrido por todas las calles del A.H. Las Dunas de Villa, el cual luego se evaluó los puntos que tengan mayor visibilidad, iniciando por la zona más alta donde se encuentra ubicado el reservorio apoyado (RA-4) el cual dota al A.H. mediante una línea de aducción de PVC de 315mm Clase 10, seguidamente con la ayuda del GPS GARMIN ETREX 64SC se ubicó un punto de apoyo en la esquina norte del cerco perimétrico del (RA-4) , el cual se estableció con el fin de ubicar el norte magnético, para iniciar el levantamiento topográfico con la Estación Total TOPCON GTS-320.

Luego de realizar el levantamiento del tramo que recorre la línea de aducción se comenzó a levantar los puntos del A.H. comenzando por la ubicada entre la Calle Los Ángeles y Calle 2.

#### 4.3.2 Ubicación de Estaciones Topográficas

Tabla 6: Ubicación de las Estaciones Topográficas

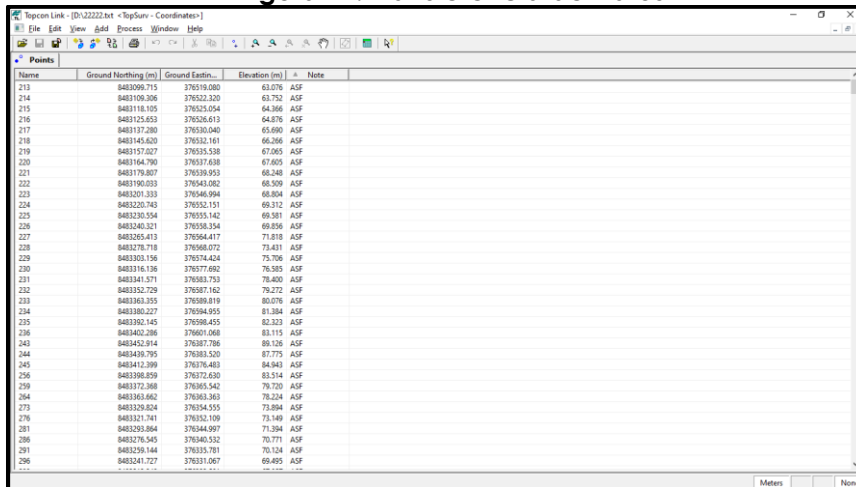
ESTACIÓN	X	Y	COTA
EST-1	376223.57	8483565.75	99.54
EST-2	376261.69	8483613.87	94.47
EST-3	376289.37	8483653.49	92.95
EST-4	376369.39	8483593.44	95.80
EST-5	376447.03	8483543.17	95.67
EST-6	376390.94	8483463.35	90.20
EST-7	376476.64	8483438.97	88.78
EST-8	376561.53	8483416.21	83.83
EST-9	376640.29	8483395.60	82.55
EST-10	376617.76	8483322.78	78.66
EST-11	376577.19	8483335.26	77.88
EST-12	376493.36	8483357.24	80.10
EST-13	376409.24	8483379.15	82.21
EST-14	376371.91	8483389.74	82.59
EST-15	376350.81	8483310.46	72.19
EST-16	376435.63	8483288.26	72.95
EST-17	376521.51	8483265.93	70.34
EST-18	376599.33	8483244.42	71.59
EST-19	376578.55	8483164.11	68.52
EST-20	376536.01	8483175.71	68.11
EST-21	376448.56	8483193.59	67.98
EST-22	376369.45	8483213.18	68.73
EST-23	376326.48	8483223.81	68.70
EST-24	376309.53	8483148.48	63.15
EST-25	376387.54	8483127.71	63.20
EST-26	376472.38	8483105.41	62.44
EST-27	376558.36	8483083.53	62.93

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.3 Trabajo de Gabinete

Se ha efectuado la transferencia de datos, mediante el software Topcon Link, desde la estación total a extensión texto, el cual seguidamente se importó al software AutoCAD Civil 3D para el procesamiento de datos, obteniendo los planos topográficos con curvas maestras de 5 m y para las ordinarias de 1m.

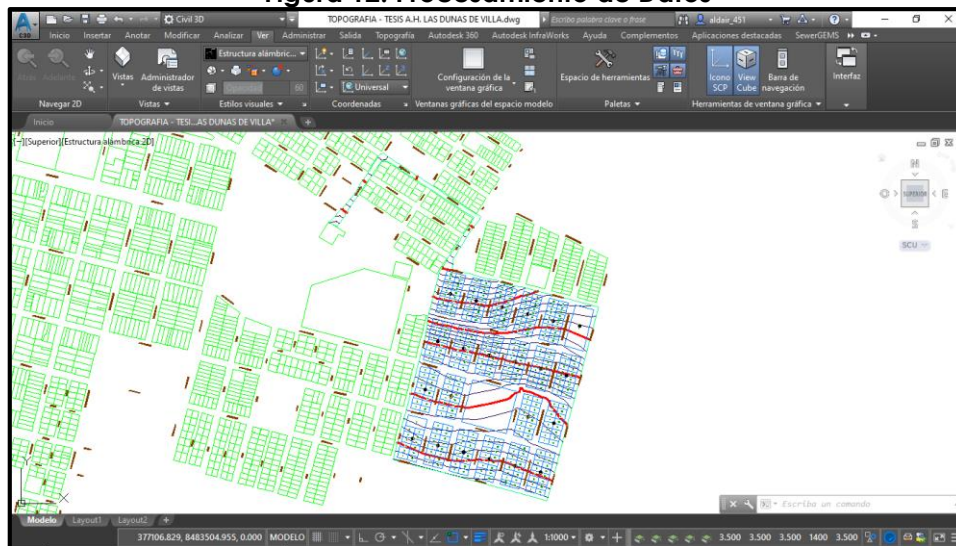
Figura 11: Transferencia de Datos



Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)	Note
213	8483209.715	376519.000	63.076	ASF
214	8483196.206	376522.200	63.752	ASF
215	8483118.105	376525.054	64.306	ASF
216	8483125.653	376526.613	64.876	ASF
217	8483137.280	376520.040	65.090	ASF
218	8483145.620	376531.161	66.206	ASF
219	8483157.627	376535.538	67.065	ASF
220	8483164.780	376537.638	67.805	ASF
221	8483179.807	376539.953	68.248	ASF
222	8483190.853	376543.002	68.509	ASF
223	8483201.233	376546.094	68.804	ASF
224	8483220.743	376551.151	69.512	ASF
225	8483230.554	376555.142	69.581	ASF
226	8483240.321	376558.254	69.856	ASF
227	8483255.413	376564.417	71.818	ASF
228	8483278.718	376568.072	73.431	ASF
229	8483303.156	376574.424	75.706	ASF
230	8483316.136	376577.692	76.585	ASF
231	8483341.571	376583.733	78.400	ASF
232	8483352.729	376587.162	79.272	ASF
233	8483363.355	376589.819	80.076	ASF
234	8483380.227	376594.955	81.384	ASF
235	8483392.445	376598.455	82.223	ASF
236	8483402.286	376601.068	83.115	ASF
243	8483452.914	376387.786	89.126	ASF
244	8483436.795	376383.520	87.775	ASF
245	8483412.399	376376.483	84.943	ASF
246	8483398.859	376372.630	83.514	ASF
249	8483372.388	376365.542	79.720	ASF
264	8483363.682	376363.383	78.224	ASF
273	8483329.824	376354.555	73.894	ASF
276	8483321.241	376352.109	73.549	ASF
281	8483293.864	376344.997	71.394	ASF
286	8483278.545	376340.532	70.771	ASF
291	8483259.144	376335.181	70.124	ASF
296	8483241.727	376331.067	69.495	ASF

Fuente: Software Topcon Link

Figura 12: Procesamiento de Datos



Fuente: Software AutoCAD Civil 3D

#### 4.3.4 Equipos Utilizados para el Levantamiento Topográfico

- 01 Estación Total Topcon GTS-320
- 02 Prisma reflector
- 01 GPS GARMIN ETREX 64sc
- 01 Cinta métrica 50m
- 01 Software Topcon Link
- 01 Software AutoCAD Civil 3D

**Figura 13: Reservorio Apoyado N° 04**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 14: Tramo de Línea de Aducción, Calle N° 02**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 15: Levantamiento Topográfico**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 16: Parque del A.H. Las Dunas de Vila**



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.5 Presión de los servicios de agua potable en las viviendas

Mediante la recolección de datos con fichas, se tiene definido gráficamente las viviendas que cuentan con baja presión del servicio de agua potable.

Figura 17: Presión del Servicio de Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia – Software QGIS

### 4.3.6 Calidad de agua potable recibida en las viviendas

Mediante la recolección de datos con fichas, se tiene definido gráficamente las viviendas que cuentan con mala calidad de agua potable (turbiedad).

Figura 18: Calidad del Servicio de Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia – Software QGIS

**5.4 OE3: Determinar el cálculo de los diámetros óptimos para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.**

**4.4.1 Variaciones de Consumo**

Debido a que no se cuenta con un estudio de análisis de información estadística comprobada de variaciones de consumo en la zona del proyecto, se está considerando los valores que nos brindan la Norma Técnica OS-100

Para el diseño se tomará los valores de variaciones de consumos más conservadores que serán los siguientes:

- Máximo anual de la demanda diaria :  $K_1 = 1.3$
- Máximo anual de la demanda horaria :  $K_2 = 2.5$

**4.4.2 Caudales de Diseño**

**4.4.2.1 Caudal Promedio Diario Anual**

**Tabla 7: Caudal Promedio Diario Anual**

CONSUMO	HAB.	DOTACIÓN (l/hab/día)	CAUDAL PROMEDIO ANUAL (l/s)
Vivienda	5511	220	14.0326
Educación Inicial	30	20	0.0069
TOTAL			14.0395

Fuente: Elaboración Propia

**4.4.2.2 Caudal Máximo Diario**

$$Q_{md} = 1.3 \times 14.0395 = 18.2514 \text{ l/s}$$

**4.4.2.3 Caudal Máximo Horario**

$$Q_{mh} = 2.5 \times 14.0395 = 35.0988 \text{ l/s}$$

**Tabla 8: Resumen Caudal de Diseño**

CONSUMO	HAB.	DOTACIÓN (l/hab/día)	CAUDAL PROMEDIO ANUAL (l/s)	CAUDAL MÁXIMO DIARIO K1 (l/s)	CAUDAL MÁXIMO HORARIO K2 (l/s)
Vivienda	5511	220	14.0326	18.2424	35.0815
Educación Inicial	30	20	0.0069	0.009	0.0173
TOTAL			14.0395	18.2514	35.0988

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2.4 Elección de Caudal de Diseño

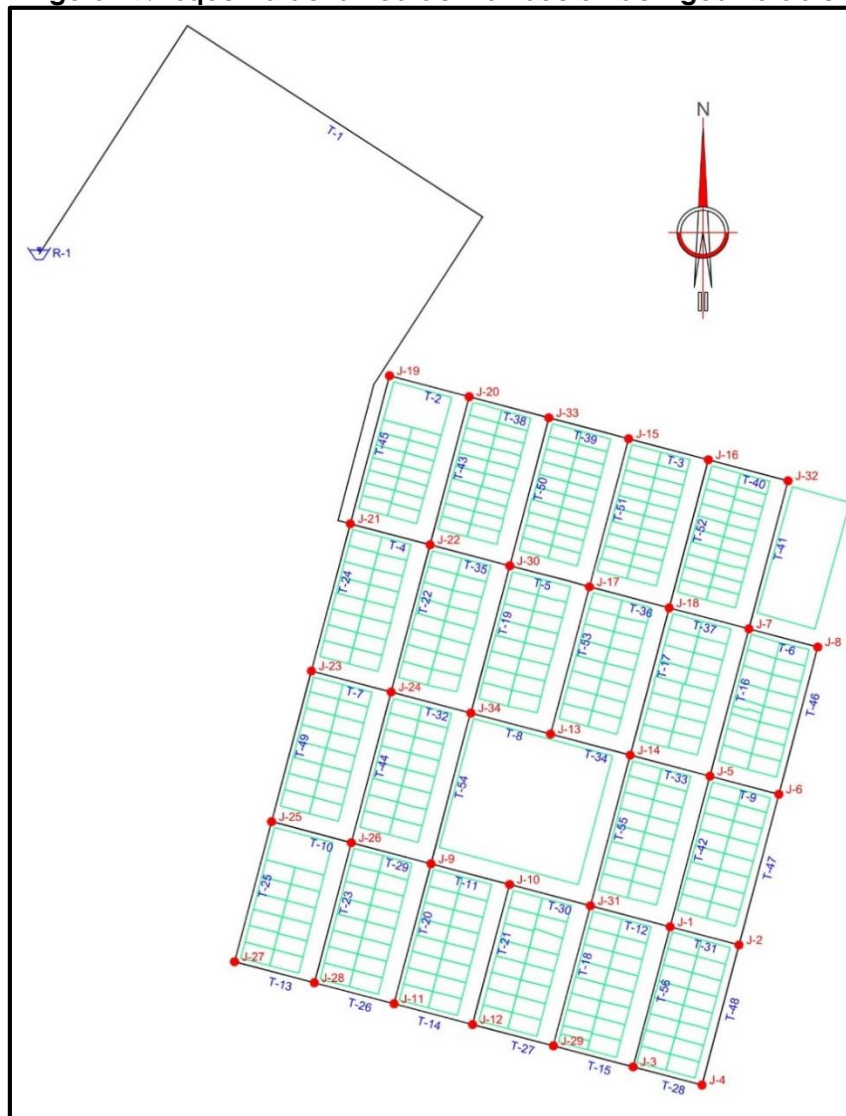
Finalmente, el caudal de diseño a adoptarse para el diseño de las redes de distribución de agua potable será el caudal máximo horario que es 35.0988 l/s.

#### 4.4.3 Diseño Hidráulico de la Red de Distribución de Agua Potable Aplicando la Norma OS.050 en el Software WaterCAD

##### 4.4.3.1 Esquematzación de la Red de Distribución de Agua Potable

Se realizó el trazado de las redes de distribución respetando los límites de propiedad de los lotes, a su vez se definió cuáles serán las redes de distribución primaria y secundaria.

Figura 19: Esquema de la Red de Distribución de Agua Potable



Fuente: Software WaterCAD



#### 4.4.3.2 Asignación de consumo para cada Predio

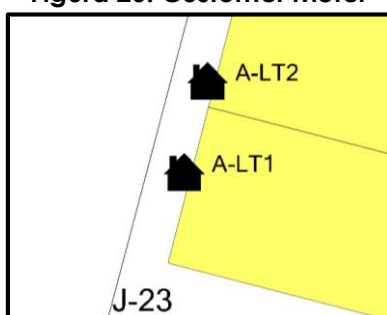
Se realizó la asignación de demanda para cada predio según el tipo de consumo, mediante la aplicación del Customer Meter.

Tabla 9: Caudales Unitarios

TIPO DE CONSUMO	CAUDAL UNITARIO (l/s)	CANT. PREDIOS	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)
Vivienda	0.1008	348	35.0815
Educación Inicial	0.0173	1	0.0173
TOTAL			35.0988

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20: Customer Meter

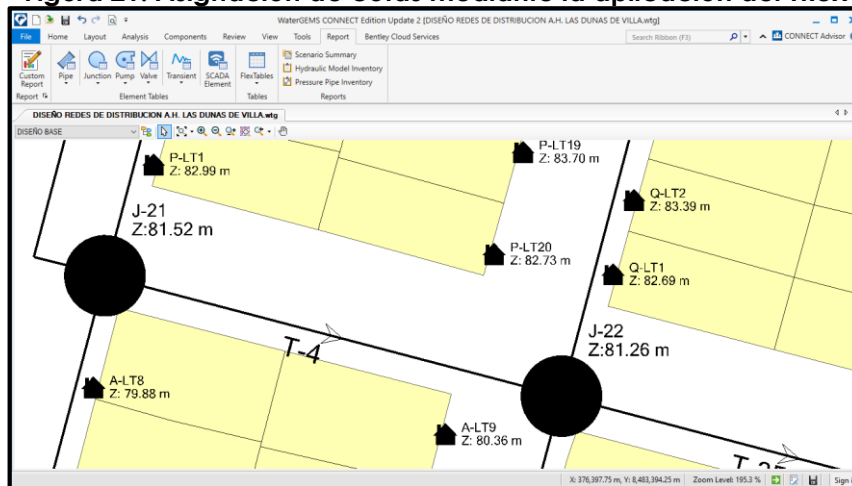


Fuente: Software WaterCAD

#### 4.4.3.3 Asignación de cotas a los nodos y a los predios

Se realizó la asignación de cotas a los nodos y a los predios, mediante la aplicación del TRex, el cual importa la información de las curvas de nivel, realizando las triangulaciones e interpolaciones para a lograr la asignación de cota a todo elemento del modelo.

Figura 21: Asignación de cotas mediante la aplicación del TRex

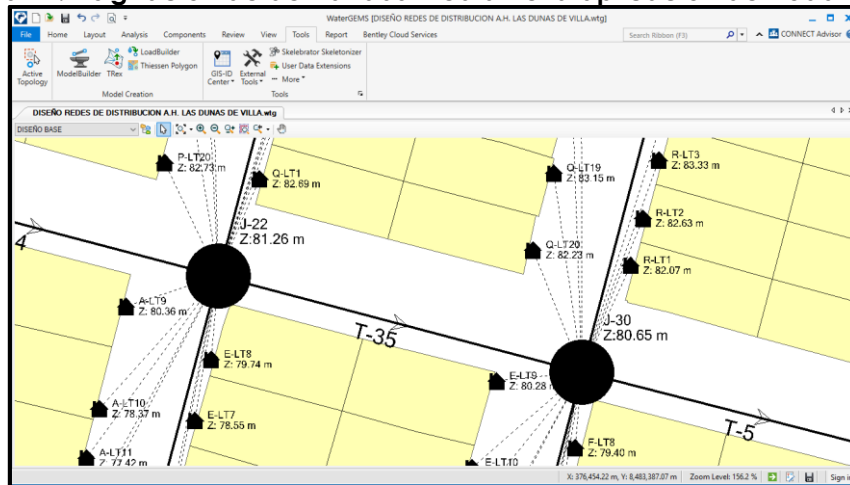


Fuente: Software WaterCAD

#### 4.4.3.4 Asignación de demandas al nodo más cercano

Mediante la aplicación del LoadBuilder se realizó la asignación automática de demandas, para este caso se realizó al nodo más cercano, ya que se aproxima a lo real, de esta manera es que se asocia la demanda de cada predio al nodo más cercano.

Figura 22: Asignación de demandas mediante la aplicación del LoadBuilder



Fuente: Software WaterCAD

Tabla 10: Demanda y Cotas en los Nodos de la Red de Distribución 1 de 2

NODO	COTA (m)	DEMANDA (l/s)
J-1	67.85	1.51
J-2	68.19	0.81
J-3	62.68	0.81
J-4	62.88	0.40
J-5	70.11	1.71
J-6	71.17	0.81
J-7	77.38	1.31
J-8	78.30	0.40
J-9	68.31	1.21
J-10	67.79	0.81
J-11	63.22	0.81
J-12	63.00	0.81
J-13	71.33	0.81
J-14	69.88	1.21
J-15	86.00	1.11
J-16	83.89	1.01
J-17	79.27	1.71

Fuente: Software WaterCAD

Tabla 11: Demanda y Cotas en los Nodos de la Red de Distribución 2 de 2

NODO	COTA (m)	DEMANDA (l/s)
J-18	77.84	1.81
J-19	90.06	0.30
J-20	89.57	0.81
J-21	81.52	0.81
J-22	81.26	1.81
J-23	71.85	0.81
J-24	72.36	1.51
J-25	68.72	0.60
J-26	68.70	1.43
J-27	63.16	0.40
J-28	63.23	0.81
J-29	62.45	0.91
J-30	80.65	1.81
J-31	67.41	1.21
J-32	83.38	0.60
J-33	88.85	1.21
J-34	72.53	1.01

Fuente: Software WaterCAD

#### 4.4.3.5 Asignación de fuente inagotable de agua al modelo

Debido a que únicamente se están diseñando las redes de distribución de agua potable, para este caso en específico se adoptará un reservorio como nuestra fuente inagotable de agua potable que abastecerá a las redes de distribución de agua potable, la cual mediante el levantamiento topográfico se obtuvo el dato de elevación de 101.92 msnm.

#### 4.4.3.6 Diseño optimizado de las redes de distribución de agua potable

Se utilizó el Darwin Designer para la estimación de los costos y para encontrar una solución óptima aplicando los parámetros de la Norma OS-050, las cuales son velocidad máxima, la presión mínima y máxima, estas serán las restricciones que deben de cumplir nuestro diseño optimizado.

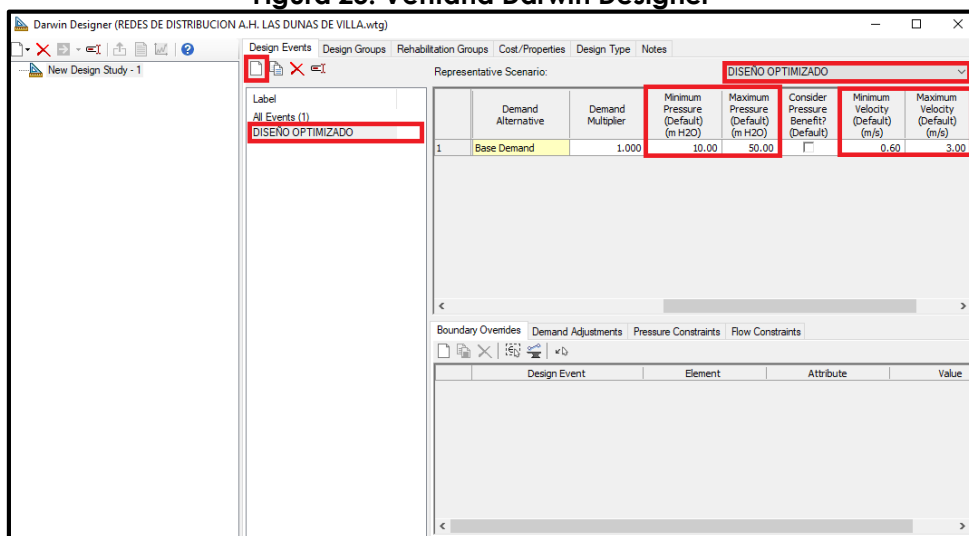
A continuación, se presentará la siguiente tabla que contiene el tipo de material, diámetros y costos de las tuberías a emplearse en el diseño optimizado de las redes de distribución de agua potable.

**Tabla 12: Darwin Designer/Tuberías propuestas**

PN	DN (mm)	Material	D Int. (mm)	Hazen William "C"	COSTO (S/. /m)
7.5	75	PVC	69.4	150	10.79
7.5	90	PVC	83.4	150	14.92
7.5	110	PVC	102	150	21.70

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 23: Ventana Darwin Designer**



Fuente: Software WaterCAD

**Figura 24: Ventana Darwin Designer – Costo/Propiedades de las tuberías**

Material	Diameter (mm)	Hazen Williams C Factor	Unit Cost (\$/m)
PVC	69.4	150.0	10.79
PVC	83.4	150.0	14.92
PVC	102.0	150.0	21.70

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 13: Reporte de Nodos**

NODO	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (l/s)	COTA PIEZOMETRICA (m)	PRESION (m H2O)
J-1	67.85	1.51	98.35	30.44
J-2	68.19	0.81	98.35	30.09
J-3	62.68	0.81	98.36	35.61
J-4	62.88	0.40	98.36	35.40
J-5	70.11	1.71	98.36	28.19
J-6	71.17	0.81	98.36	27.13
J-7	77.38	1.31	98.40	20.98
J-8	78.30	0.40	98.37	20.03
J-9	68.31	1.21	98.73	30.36
J-10	67.79	0.81	98.55	30.69
J-11	63.22	0.81	98.55	35.26
J-12	63.00	0.81	98.49	35.42
J-13	71.33	0.81	98.97	27.58
J-14	69.88	1.21	98.45	28.51
J-15	86.00	1.11	98.95	12.93
J-16	83.89	1.01	98.54	14.62
J-17	79.27	1.71	99.05	19.74
J-18	77.84	1.81	98.48	20.60
J-19	90.06	0.30	100.37	10.29
J-20	89.57	0.81	100.17	10.58
J-21	81.52	0.81	101.44	19.89
J-22	81.26	1.81	100.14	18.84
J-23	71.85	0.81	99.67	27.76
J-24	72.36	1.51	99.46	27.04
J-25	68.72	0.60	99.19	30.40
J-26	68.70	1.43	98.92	30.16
J-27	63.16	0.40	98.87	35.64
J-28	63.23	0.81	98.82	35.52
J-29	62.45	0.91	98.43	35.91
J-30	80.65	1.81	99.41	18.72
J-31	67.41	1.21	98.42	30.95
J-32	83.38	0.60	98.45	15.04
J-33	88.85	1.21	99.41	10.53
J-34	72.53	1.01	99.31	26.73

Fuente: Software WaterCAD

Tabla 14: Reporte de Tuberías 1 de 3

TUBERÍA	NODO INICIO	NODO FIN	LONGITUD (m)	DIAMETRO INT. (mm)	MATERIAL	HAZEN - WILLIAMS "C"	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA (m)
T-1	R-1	J-21	522.22	285.00	PVC	150	35.10	0.55	0.4754
T-2	J-19	J-20	44.00	102.00	PVC	150	5.54	0.68	0.1958
T-3	J-15	J-16	44.05	69.40	PVC	150	3.02	0.80	0.4166
T-4	J-21	J-22	44.00	102.00	PVC	150	15.42	1.89	1.3029
T-5	J-30	J-17	44.03	102.00	PVC	150	7.72	0.94	0.3616
T-6	J-7	J-8	38.01	69.40	PVC	150	0.76	0.20	0.0280
T-7	J-23	J-24	44.00	102.00	PVC	150	5.83	0.71	0.2150
T-8	J-34	J-13	44.02	69.40	PVC	150	2.73	0.72	0.3453
T-9	J-5	J-6	38.01	102.00	PVC	150	0.74	0.09	0.0040
T-10	J-25	J-26	44.00	83.40	PVC	150	3.86	0.71	0.2669
T-11	J-9	J-10	43.36	83.40	PVC	150	3.16	0.58	0.1815
T-12	J-31	J-1	44.00	69.40	PVC	150	1.15	0.30	0.0695
T-13	J-27	J-28	44.00	83.40	PVC	150	1.52	0.28	0.0478
T-14	J-11	J-12	43.36	102.00	PVC	150	2.99	0.37	0.0615
T-15	J-29	J-3	44.00	83.40	PVC	150	1.79	0.33	0.0646
T-16	J-7	J-5	81.67	69.40	PVC	150	0.60	0.16	0.0388
T-17	J-18	J-14	81.73	69.40	PVC	150	0.50	0.13	0.0273
T-18	J-31	J-29	77.51	69.40	PVC	150	-0.25	0.07	0.0073
T-19	J-30	J-34	81.75	83.40	PVC	150	1.61	0.29	0.0979

Fuente: Software WaterCAD

Tabla 15: Reporte de Tuberías 2 de 3

TUBERIA	NODO INICIO	NODO FIN	LONGITUD (m)	DIAMETRO INT. (mm)	MATERIAL	HAZEN - WILLIAMS "C"	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA (m)
T-20	J-9	J-11	77.52	69.40	PVC	150	1.41	0.37	0.1780
T-21	J-10	J-12	77.50	69.40	PVC	150	0.77	0.20	0.0580
T-22	J-22	J-24	81.83	69.40	PVC	150	2.83	0.75	0.6863
T-23	J-26	J-28	77.54	83.40	PVC	150	1.67	0.31	0.0996
T-24	J-21	J-23	81.91	102.00	PVC	150	13.03	1.59	1.7743
T-25	J-25	J-27	77.55	69.40	PVC	150	1.93	0.51	0.3187
T-26	J-28	J-11	44.00	69.40	PVC	150	2.39	0.63	0.2685
T-27	J-12	J-29	44.65	102.00	PVC	150	2.95	0.36	0.0619
T-28	J-3	J-4	38.00	83.40	PVC	150	0.66	0.12	0.0087
T-29	J-26	J-9	44.00	83.40	PVC	150	3.21	0.59	0.1901
T-30	J-10	J-31	44.65	69.40	PVC	150	1.58	0.42	0.1272
T-31	J-1	J-2	38.00	69.40	PVC	150	0.26	0.07	0.0039
T-32	J-24	J-34	44.00	102.00	PVC	150	4.70	0.58	0.1442
T-33	J-14	J-5	44.00	83.40	PVC	150	2.15	0.39	0.0900
T-34	J-13	J-14	44.02	69.40	PVC	150	3.38	0.89	0.5128
T-35	J-22	J-30	44.00	102.00	PVC	150	11.30	1.38	0.7327
T-36	J-17	J-18	44.02	69.40	PVC	150	3.57	0.94	0.5672
T-37	J-18	J-7	44.00	83.40	PVC	150	1.99	0.36	0.0785
T-38	J-20	J-33	44.01	69.40	PVC	150	4.21	1.11	0.7669
T-39	J-33	J-15	44.09	69.40	PVC	150	3.16	0.84	0.4528

Fuente: Software WaterCAD

Tabla 16: Reporte de Tuberías 3 de 3

TUBERIA	NODO INICIO	NODO FIN	LONGITUD (m)	DIAMETRO INT. (mm)	MATERIAL	HAZEN - WILLIAMS "C"	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA (m)
T-40	J-16	J-32	44.00	69.40	PVC	150	1.29	0.34	0.0854
T-41	J-32	J-7	82.02	69.40	PVC	150	0.68	0.18	0.0490
T-42	J-5	J-1	83.30	69.40	PVC	150	0.29	0.08	0.0105
T-43	J-20	J-22	82.22	69.40	PVC	150	0.53	0.14	0.0307
T-44	J-24	J-26	83.35	69.40	PVC	150	2.45	0.65	0.5346
T-45	J-21	J-19	82.24	83.40	PVC	150	5.84	1.07	1.0764
T-46	J-8	J-6	81.65	69.40	PVC	150	0.36	0.09	0.0149
T-47	J-6	J-2	83.32	69.40	PVC	150	0.29	0.08	0.0103
T-48	J-4	J-2	77.53	69.40	PVC	150	0.25	0.07	0.0074
T-49	J-23	J-25	83.33	102.00	PVC	150	6.39	0.78	0.4827
T-50	J-33	J-30	82.21	69.40	PVC	150	-0.16	0.04	0.0035
T-51	J-15	J-17	82.07	69.40	PVC	150	-0.97	0.26	0.0947
T-52	J-16	J-18	82.02	69.40	PVC	150	0.73	0.19	0.0559
T-53	J-17	J-13	81.73	83.40	PVC	150	1.46	0.27	0.0817
T-54	J-34	J-9	83.38	69.40	PVC	150	2.56	0.68	0.5805
T-55	J-14	J-31	83.30	69.40	PVC	150	0.53	0.14	0.0310
T-56	J-3	J-1	77.52	69.40	PVC	150	0.33	0.09	0.0122

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 17: Reporte Lotes Mz. A y Mz. B**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
A-LT1	J-23	0.1008	26.76
A-LT2	J-23	0.1008	26.31
A-LT3	J-23	0.1008	25.07
A-LT4	J-23	0.1008	24.61
A-LT5	J-21	0.1008	25.14
A-LT6	J-21	0.1008	24.44
A-LT7	J-21	0.1008	23.03
A-LT8	J-21	0.1008	21.53
A-LT9	J-22	0.1008	19.75
A-LT10	J-22	0.1008	21.73
A-LT11	J-22	0.1008	22.69
A-LT12	J-22	0.1008	24.63
A-LT13	J-22	0.1008	24.90
A-LT14	J-24	0.1008	25.01
A-LT15	J-24	0.1008	25.59
A-LT16	J-24	0.1008	26.30
B-LT1	J-25	0.1008	29.78
B-LT2	J-25	0.1008	29.46
B-LT3	J-25	0.1008	29.15
B-LT4	J-25	0.1008	28.91
B-LT5	J-23	0.1008	29.10
B-LT6	J-23	0.1008	28.61
B-LT7	J-23	0.1008	28.30
B-LT8	J-23	0.1008	28.02
B-LT9	J-24	0.1008	27.47
B-LT10	J-24	0.1008	27.87
B-LT11	J-24	0.1008	28.09
B-LT12	J-24	0.1008	28.54
B-LT13	J-26	0.1008	28.57
B-LT14	J-26	0.1008	28.74
B-LT15	J-26	0.1008	29.03
B-LT16	J-26	0.1008	29.49

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 18: Reporte Lotes Mz. C y Mz. D**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
C-LT1	J-27	0.1008	35.08
C-LT2	J-27	0.1008	34.48
C-LT3	J-27	0.1008	33.78
C-LT4	J-27	0.1008	33.16
C-LT5	J-25	0.1008	32.68
C-LT6	J-25	0.1008	32.16
C-LT7	J-26	0.0173	30.86
C-LT11	J-26	0.1008	31.29
C-LT12	J-26	0.1008	31.74
C-LT13	J-28	0.1008	32.64
C-LT14	J-28	0.1008	33.10
C-LT15	J-28	0.1008	34.04
C-LT16	J-28	0.1008	34.98
D-LT1	J-28	0.1008	34.79
D-LT2	J-28	0.1008	33.83
D-LT3	J-28	0.1008	33.29
D-LT4	J-28	0.1008	32.03
D-LT5	J-26	0.1008	31.89
D-LT6	J-26	0.1008	31.27
D-LT7	J-26	0.1008	30.81
D-LT8	J-26	0.1008	30.48
D-LT9	J-9	0.1008	30.47
D-LT10	J-9	0.1008	30.99
D-LT11	J-9	0.1008	31.22
D-LT12	J-9	0.1008	31.84
D-LT13	J-11	0.1008	32.07
D-LT14	J-11	0.1008	33.22
D-LT15	J-11	0.1008	34.03
D-LT16	J-11	0.1008	34.44

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 19: Reporte Lotes Mz. E y Mz. F**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
E-LT1	J-24	0.1008	26.09
E-LT2	J-24	0.1008	25.52
E-LT3	J-24	0.1008	24.87
E-LT4	J-24	0.1008	24.24
E-LT5	J-22	0.1008	23.90
E-LT6	J-22	0.1008	22.90
E-LT7	J-22	0.1008	21.55
E-LT8	J-22	0.1008	20.37
E-LT9	J-30	0.1008	19.10
E-LT10	J-30	0.1008	20.67
E-LT11	J-30	0.1008	21.77
E-LT12	J-30	0.1008	24.09
E-LT13	J-30	0.1008	24.32
E-LT14	J-34	0.1008	24.73
E-LT15	J-34	0.1008	25.26
E-LT16	J-34	0.1008	26.06
F-LT1	J-34	0.1008	26.47
F-LT2	J-34	0.1008	25.56
F-LT3	J-34	0.1008	24.97
F-LT4	J-30	0.1008	24.32
F-LT5	J-30	0.1008	23.99
F-LT6	J-30	0.1008	22.90
F-LT7	J-30	0.1008	20.97
F-LT8	J-30	0.1008	19.97
F-LT9	J-17	0.1008	20.39
F-LT10	J-17	0.1008	21.51
F-LT11	J-17	0.1008	22.44
F-LT12	J-17	0.1008	23.45
F-LT13	J-13	0.1008	24.15
F-LT14	J-13	0.1008	24.67
F-LT15	J-13	0.1008	25.53
F-LT16	J-13	0.1008	26.20

Fuente: Software WaterCAD



**Tabla 20: Reporte Lotes Mz. G y Mz. H**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
G-LT1	J-11	0.1008	34.77
G-LT2	J-11	0.1008	34.15
G-LT3	J-11	0.1008	33.18
G-LT4	J-11	0.1008	32.17
G-LT5	J-9	0.1008	32.08
G-LT6	J-9	0.1008	31.52
G-LT7	J-9	0.1008	31.19
G-LT8	J-9	0.1008	30.67
G-LT9	J-10	0.1008	31.00
G-LT10	J-10	0.1008	31.40
G-LT11	J-10	0.1008	32.23
G-LT12	J-10	0.1008	32.60
G-LT13	J-12	0.1008	33.06
G-LT14	J-12	0.1008	33.79
G-LT15	J-12	0.1008	34.20
G-LT16	J-12	0.1008	34.68
H-LT1	J-12	0.1008	35.17
H-LT2	J-12	0.1008	34.47
H-LT3	J-12	0.1008	33.94
H-LT4	J-12	0.1008	33.43
H-LT5	J-10	0.1008	32.72
H-LT6	J-10	0.1008	32.44
H-LT7	J-10	0.1008	31.90
H-LT8	J-10	0.1008	31.35
H-LT9	J-31	0.1008	31.30
H-LT10	J-31	0.1008	31.85
H-LT11	J-31	0.1008	32.63
H-LT12	J-31	0.1008	33.35
H-LT13	J-29	0.1008	33.53
H-LT14	J-29	0.1008	34.42
H-LT15	J-29	0.1008	34.96
H-LT16	J-29	0.1008	35.26

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 21: Reporte Lotes Mz. I y Mz. J**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
I-LT1	J-26	0.1008	29.80
I-LT2	J-26	0.1008	29.12
I-LT3	J-26	0.1008	28.64
I-LT4	J-26	0.1008	28.47
I-LT5	J-24	0.1008	28.63
I-LT6	J-24	0.1008	28.28
I-LT7	J-24	0.1008	27.58
I-LT8	J-24	0.1008	27.44
I-LT9	J-34	0.1008	26.97
I-LT10	J-34	0.1008	27.49
I-LT11	J-34	0.1008	27.92
I-LT12	J-34	0.1008	28.39
I-LT13	J-9	0.1008	28.28
I-LT14	J-9	0.1008	28.64
I-LT15	J-9	0.1008	29.21
I-LT16	J-9	0.1008	29.62
J-LT1	J-13	0.1008	26.63
J-LT2	J-13	0.1008	25.86
J-LT3	J-13	0.1008	24.73
J-LT4	J-13	0.1008	24.49
J-LT5	J-17	0.1008	23.14
J-LT6	J-17	0.1008	22.41
J-LT7	J-17	0.1008	21.85
J-LT8	J-17	0.1008	20.21
J-LT9	J-18	0.1008	21.05
J-LT10	J-18	0.1008	21.65
J-LT11	J-18	0.1008	22.27
J-LT12	J-18	0.1008	22.99
J-LT13	J-14	0.1008	24.20
J-LT14	J-14	0.1008	24.72
J-LT15	J-14	0.1008	26.12
J-LT16	J-14	0.1008	27.12

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 22: Reporte Lotes Mz. K y Mz. L**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
K-LT1	J-14	0.1008	27.04
K-LT2	J-14	0.1008	26.32
K-LT3	J-14	0.1008	25.57
K-LT4	J-14	0.1008	24.20
K-LT5	J-18	0.1008	23.29
K-LT6	J-18	0.1008	22.73
K-LT7	J-18	0.1008	22.04
K-LT8	J-18	0.1008	21.29
K-LT9	J-7	0.1008	21.65
K-LT10	J-7	0.1008	22.04
K-LT11	J-7	0.1008	22.44
K-LT12	J-7	0.1008	23.02
K-LT13	J-5	0.1008	23.86
K-LT14	J-5	0.1008	25.25
K-LT15	J-5	0.1008	26.25
K-LT16	J-5	0.1008	26.90
L-LT1	J-31	0.1008	30.48
L-LT2	J-31	0.1008	30.17
L-LT3	J-31	0.1008	30.02
L-LT4	J-31	0.1008	29.75
L-LT5	J-14	0.1008	29.44
L-LT6	J-14	0.1008	29.21
L-LT7	J-14	0.1008	29.02
L-LT8	J-14	0.1008	28.74
L-LT9	J-5	0.1008	28.53
L-LT10	J-5	0.1008	28.70
L-LT11	J-5	0.1008	28.86
L-LT12	J-5	0.1008	29.11
L-LT13	J-1	0.1008	29.45
L-LT14	J-1	0.1008	29.60
L-LT15	J-1	0.1008	29.76
L-LT16	J-1	0.1008	30.05

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 23: Reporte Lotes Mz. M y Mz. N**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
M-LT1	J-29	0.1008	35.49
M-LT2	J-29	0.1008	35.35
M-LT3	J-29	0.1008	34.77
M-LT4	J-29	0.1008	34.07
M-LT5	J-29	0.1008	33.87
M-LT6	J-31	0.1008	32.93
M-LT7	J-31	0.1008	32.72
M-LT8	J-31	0.1008	32.08
M-LT9	J-31	0.1008	31.49
M-LT10	J-1	0.1008	31.08
M-LT11	J-1	0.1008	31.58
M-LT12	J-1	0.1008	32.44
M-LT13	J-1	0.1008	32.59
M-LT14	J-3	0.1008	33.45
M-LT15	J-3	0.1008	34.06
M-LT16	J-3	0.1008	34.78
M-LT17	J-3	0.1008	35.27
N-LT1	J-3	0.1008	35.22
N-LT2	J-3	0.1008	34.52
N-LT3	J-3	0.1008	33.83
N-LT4	J-3	0.1008	33.48
N-LT5	J-1	0.1008	32.78
N-LT6	J-1	0.1008	32.15
N-LT7	J-1	0.1008	31.21
N-LT8	J-1	0.1008	30.71
N-LT9	J-2	0.1008	30.78
N-LT10	J-2	0.1008	31.44
N-LT11	J-2	0.1008	31.79
N-LT12	J-2	0.1008	32.25
N-LT13	J-4	0.1008	33.06
N-LT14	J-4	0.1008	33.82
N-LT15	J-4	0.1008	34.50
N-LT16	J-4	0.1008	34.95

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 24: Reporte Lotes Mz. Ñ y Mz. O**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
Ñ-LT1	J-1	0.1008	29.98
Ñ-LT2	J-1	0.1008	29.77
Ñ-LT3	J-1	0.1008	29.46
Ñ-LT4	J-5	0.1008	29.22
Ñ-LT5	J-5	0.1008	29.04
Ñ-LT6	J-5	0.1008	28.84
Ñ-LT7	J-5	0.1008	28.66
Ñ-LT8	J-5	0.1008	28.26
Ñ-LT9	J-6	0.1008	27.46
Ñ-LT10	J-6	0.1008	27.86
Ñ-LT11	J-6	0.1008	27.95
Ñ-LT12	J-6	0.1008	28.46
Ñ-LT13	J-2	0.1008	28.75
Ñ-LT14	J-2	0.1008	28.98
Ñ-LT15	J-2	0.1008	29.21
Ñ-LT16	J-2	0.1008	29.49
O-LT1	J-5	0.1008	26.55
O-LT2	J-5	0.1008	26.08
O-LT3	J-5	0.1008	24.99
O-LT4	J-5	0.1008	24.01
O-LT4A	J-7	0.1008	23.48
O-LT5	J-7	0.1008	23.28
O-LT6	J-7	0.1008	22.82
O-LT7	J-7	0.1008	21.92
O-LT8	J-7	0.1008	21.64
O-LT9	J-8	0.1008	20.92
O-LT10	J-8	0.1008	21.57
O-LT11	J-8	0.1008	22.08
O-LT12	J-8	0.1008	23.43
O-LT13	J-6	0.1008	23.91
O-LT14	J-6	0.1008	24.67
O-LT15	J-6	0.1008	25.54
O-LT16	J-6	0.1008	26.06

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 25: Reporte Lotes Mz. P y Mz. Q**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
P-LT1	J-21	0.1008	18.42
P-LT2	J-21	0.1008	17.77
P-LT3	J-21	0.1008	17.01
P-LT4	J-21	0.1008	16.29
P-LT5	J-19	0.1008	14.10
P-LT6	J-19	0.1008	13.92
P-LT7	J-19	0.1008	13.23
P-LT14	J-20	0.1008	13.42
P-LT15	J-20	0.1008	13.79
P-LT16	J-20	0.1008	14.43
P-LT17	J-22	0.1008	15.41
P-LT18	J-22	0.1008	15.68
P-LT19	J-22	0.1008	16.41
P-LT20	J-22	0.1008	17.37
Q-LT1	J-22	0.1008	17.42
Q-LT2	J-22	0.1008	16.72
Q-LT3	J-22	0.1008	16.01
Q-LT4	J-22	0.1008	15.53
Q-LT5	J-22	0.1008	14.77
Q-LT6	J-20	0.1008	14.03
Q-LT7	J-20	0.1008	13.31
Q-LT8	J-20	0.1008	12.51
Q-LT9	J-20	0.1008	12.03
Q-LT10	J-20	0.1008	11.14
Q-LT11	J-33	0.1008	10.92
Q-LT12	J-33	0.1008	11.46
Q-LT13	J-33	0.1008	12.30
Q-LT14	J-33	0.1008	13.13
Q-LT15	J-33	0.1008	13.41
Q-LT16	J-33	0.1008	14.08
Q-LT17	J-30	0.1008	14.97
Q-LT18	J-30	0.1008	15.39
Q-LT19	J-30	0.1008	16.22
Q-LT20	J-30	0.1008	17.15

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 26: Reporte Lotes Mz. R y Mz. S**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
R-LT1	J-30	0.1008	17.30
R-LT2	J-30	0.1008	16.74
R-LT3	J-30	0.1008	16.04
R-LT4	J-30	0.1008	15.22
R-LT5	J-33	0.1008	14.58
R-LT6	J-33	0.1008	14.06
R-LT7	J-33	0.1008	13.12
R-LT8	J-33	0.1008	12.54
R-LT9	J-33	0.1008	12.10
R-LT10	J-33	0.1008	11.34
R-LT11	J-15	0.1008	12.79
R-LT12	J-15	0.1008	13.64
R-LT13	J-15	0.1008	14.40
R-LT14	J-15	0.1008	14.77
R-LT15	J-15	0.1008	15.29
R-LT16	J-15	0.1008	15.94
R-LT17	J-17	0.1008	16.41
R-LT18	J-17	0.1008	17.20
R-LT19	J-17	0.1008	17.74
R-LT20	J-17	0.1008	18.42
S-LT1	J-17	0.1008	18.77
S-LT2	J-17	0.1008	18.41
S-LT3	J-17	0.1008	17.52
S-LT4	J-17	0.1008	17.14
S-LT5	J-17	0.1008	16.68
S-LT6	J-15	0.1008	15.77
S-LT7	J-15	0.1008	15.18
S-LT8	J-15	0.1008	14.67
S-LT9	J-15	0.1008	14.07
S-LT10	J-15	0.1008	13.65
S-LT11	J-16	0.1008	14.73
S-LT12	J-16	0.1008	14.97
S-LT13	J-16	0.1008	15.54
S-LT14	J-16	0.1008	16.32
S-LT15	J-16	0.1008	16.79
S-LT16	J-18	0.1008	17.26
S-LT17	J-18	0.1008	17.88
S-LT18	J-18	0.1008	18.33
S-LT19	J-18	0.1008	18.85
S-LT20	J-18	0.1008	19.40

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 27: Reporte Lotes Mz. T**

N° DE LOTE	NODO ASOCIADO	DEMANDA (l/s)	PRESION (m H2O)
T-LT1	J-18	0.1008	19.79
T-LT2	J-18	0.1008	19.04
T-LT3	J-18	0.1008	18.71
T-LT4	J-18	0.1008	18.20
T-LT5	J-18	0.1008	17.64
T-LT6	J-16	0.1008	16.96
T-LT7	J-16	0.1008	16.67
T-LT8	J-16	0.1008	16.14
T-LT9	J-16	0.1008	15.46
T-LT10	J-16	0.1008	15.20
T-LT11	J-32	0.1008	15.47
T-LT12	J-32	0.1008	15.85
T-LT13	J-32	0.1008	16.23
T-LT14	J-32	0.1008	16.92
T-LT15	J-32	0.1008	17.50
T-LT16	J-32	0.1008	17.96
T-LT17	J-7	0.1008	18.50
T-LT18	J-7	0.1008	19.00
T-LT19	J-7	0.1008	19.30
T-LT20	J-7	0.1008	19.88

Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 28: Costo Total de Tuberías del Diseño Optimizado**

PN	DN (mm)	Material	Costo (S./ml)	Longitud (ml)	Costo (S./.)
7.5	75	PVC	10.79	2131.42	S/22,998.02
7.5	90	PVC	14.92	667.18	S/9,954.33
7.5	110	PVC	21.70	554.61	S/12,035.04
<b>Total</b>					<b>S/44,987.38</b>

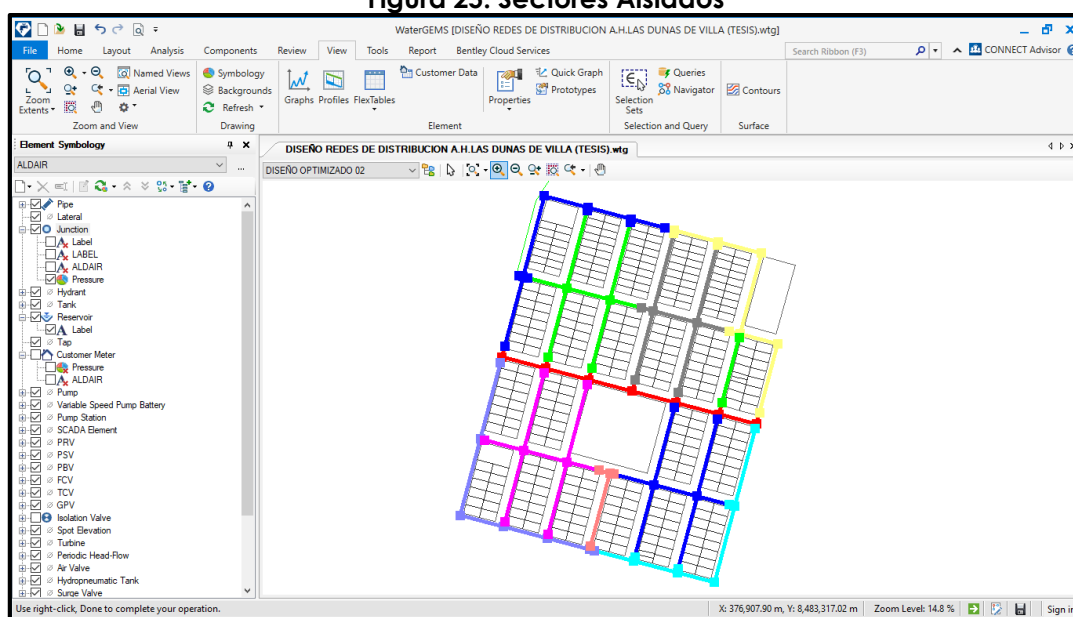
Fuente: Elaboración Propia

Dando como resultado que con el diseño optimizado resulta económicamente un coste del 38% menos, frente a un diseño convencional considerando tuberías PVC de diámetro 110mm en toda la red ya que esta asciende a S/. 72,764.66

#### 4.4.3.7 Ubicación de válvulas de aislamiento

Mediante el análisis de segmentación del módulo de Criticality Analysis las redes de distribución fueron provistas de válvulas de interrupción que permiten aislar sectores de redes no mayores a 500 metros de longitud de tubería establecido por la Norma Técnica OS.050.

**Figura 25: Sectores Aislados**



Fuente: Software WaterCAD

**Tabla 29: Lista de Sectores Aislados**

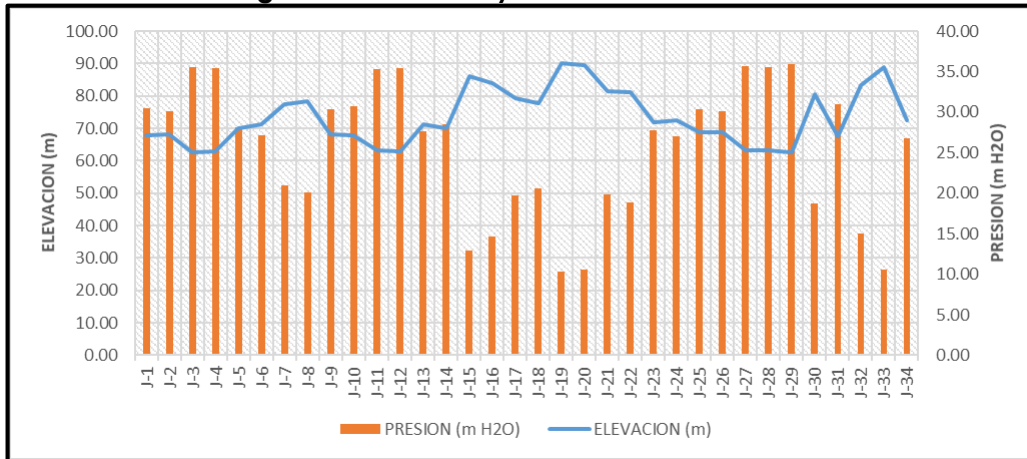
Segment	Affected Elements <Count>	Isolation Nodes <Count>	Pipes <Count>	Affected Customer Meters <Count>	Segment Length (m)	Water Volume of Segment (L)	Segment Color
Segment - 1	7	13	19	78	366.06	2,123.2	255,0,0
Segment - 2	2	6	7	27	420.39	1,590.3	0,0,255
Segment - 3	2	6	7	36	414.02	2,191.7	0,255,0
Segment - 4	4	5	8	29	292.90	1,422.6	0,255,255
Segment - 5	5	6	10	34	307.23	1,800.9	28,128,255
Segment - 6	2	6	7	27	419.00	1,901.7	255,0,255
Segment - 7	2	6	7	35	387.92	1,692.9	28,128,128
Segment - 8	1	3	3	8	89.56	357.6	55,128,128
Segment - 9	5	6	10	44	310.40	1,193.0	55,255,128
Segment - 10	4	6	9	31	290.13	1,992.3	0,0,255
Segment - 11	0	2	1	0	66.24	250.6	0,255,0

Fuente: Software WaterCAD

#### 4.4.3.8 Ubicación de válvulas de aire y purga

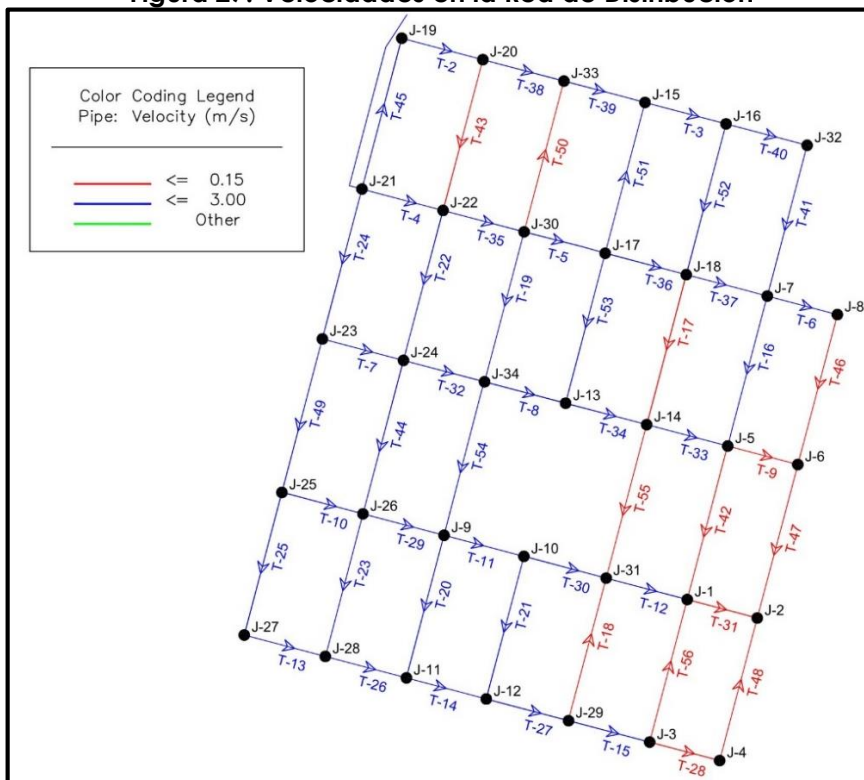
En la red de distribución de agua potable se ubicaron las cotas más altas para dotarlas de válvulas de aire, a su vez se ubicaron las cotas más bajas y tramos en las cuales las velocidades se aproximan a cero para dotarlas de válvulas de purga.

**Figura 26: Presiones y Elevaciones en Nodos**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 27: Velocidades en la Red de Distribución**



Fuente: Software WaterCAD

## V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, la discusión de los resultados se desarrolló en relación con los resultados de las investigaciones de autores citados, siendo esta de vital importancia en el desarrollo de la investigación pues estas soluciones que se obtuvieron deberán ser comparados con dichas teorías.

GUILLEN HUARANCCA (2021) en su proyecto de investigación concluye que los resultados de la aplicación del software WaterCAD ha contribuido de manera significativa en la obtención de un modelo optimizado de la red de agua potable, puesto que a través de esta se tienen los datos precisos de los caudales y velocidades de los tramos de tuberías y las presiones de los nodos, dicha metodología de modelamiento ahorra tiempo, recursos y se realiza una mejor toma de decisiones en la elaboración de un proyecto.

LUYO MEDINA (2021) en su proyecto de investigación concluye que en el diseño de la línea de conducción es de suma importancia el estudio topográfico, ya que con dicha información se podrá calcular los diámetros de tuberías óptimas, ubicaciones adecuadas de las válvulas de aire y purga, la cual brindaran un mantenimiento y control adecuado durante el periodo de diseño, así mismo mediante la aplicación del software WaterCAD V8I, se obtuvieron resultados precisos, el cual garantizan un óptimo desenvolvimiento del diseño de abastecimiento de agua.

ALBERTO HARO Y HURTADO TARAZONA (2019) en su investigación proyecto de concluye que el software WaterCAD garantiza un cálculo hidráulico óptimo y eficiente en la obtención del diseño de sistema de agua potable, para que seguidamente con esa seguridad elaborar los planos hidráulicos.

NOOR R. KADHIM, KHALID A. ABDULRAZZAQ Y ATHRAA H. MOHAMMED (2021) en su artículo científico concluye que mediante el software WaterCAD se pueden corroborar las presiones y velocidades de una red hidráulica estén dentro de los parámetros de la norma, del mismo modo precisa que el uso en paralelo de bombas de agua por parte de las viviendas conduce a una disminución de la presión de agua, afectando a las zonas más alejadas y altas, además se indica que el coeficiente de Hazen Williams (C) y el desgaste de las tuberías influyen significativamente en los resultados del análisis hidráulico.

El presente trabajo de investigación se ha logrado aplicar la Norma OS.050 y el software WaterCAD en el modelamiento de las redes de distribución de agua potable, obteniendo valores dentro de los parámetros fijados, así como la cantidad de 2136.07 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 75mm, 668.62 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 90mm, 555.29 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 110m.

En cuanto a las presiones se puede apreciar que la presión mínima en toda la red es de 10.29 mca y la máxima es de 35.91 mca, en consecuencia, se fundamenta el uso de tubería de PVC Clase 7.5 ya que la tubería de PVC Clase 5 tiene una presión máxima de trabajo de 35.00 mca. En cuanto a las velocidades se pueden apreciar que en el plano de flujo ninguna supera los 3.00 m/s, pero existen tuberías que están por debajo de los 0.15 m/s en consecuencia se deben de adoptar válvulas de purga para dichos tramos.

En cuanto a la presión de agua en los lotes estas se ven influenciadas por la configuración topográfica de la zona, pudiendo apreciar que la presión mínima es de 10.92 mca para el lote 11 de la Mz. Q y la presión máxima es de 35.49 mca para el lote 1 de la Mz. M, esto significa que los lotes ubicados a mayor altura se ven reducida la presión en comparación con lotes ubicados a menor altura, corroborando lo que LUYO MEDINA (2021) y NOOR R. KADHIM, KHALID A. ABDULRAZZAQ Y ATHRAA H. MOHAMMED (2021) indican en sus investigaciones.

En cuanto a las válvulas de interrupción, se realizó el aislamiento de 11 sectores los cuales no superan la longitud 500 metros lineales de tuberías.

En cuanto al uso de la herramienta Darwin Designer en la aplicación el software WaterCAD, podemos decir que se puede llegar a una solución ajustada en el aspecto económico y respetando parámetros que nos indica la Norma OS-050, del mismo modo se precisa que se tienen que tener conocimientos teóricos previos, para el uso adecuado del software, ya que al ser alimentada de información esta tiene que ser precisa, así mismo al realizar la interpretación de los resultados para una correcta toma de decisiones en el proceso de modelación hidráulica, corroborando lo que GUILLEN HUARANCCA (2021) y ALBERTO HARO Y HURTADO TARAZONA (2019) indican en sus investigaciones.

## **VI. CONCLUSIONES**

A la culminación del presente estudio, presento las siguientes conclusiones:

**COG.** Se logró aplicar la Norma OS.050 y el software WaterCAD, puesto que primera nos brinda las disposiciones específicas para un correcto desarrollo de diseño, logrando el funcionamiento óptimo durante todo el periodo de diseño establecido y mediante la segunda podemos elaborar el diseño hidráulico optimizado de las redes de distribución de agua potable.

**COE1.** Se logró determinar el tamaño de la población de diseño la cual es de 5511 habitantes, mencionar que es un dato esencial que influye en el proceso de diseño del sistema de agua potable, puesto que nos muestra cual es la cantidad de personas que deberá ser abastecida durante el periodo de diseño.

**COE2.** Se logró terminar la configuración topográfica, la cual muestra que la zona ubicada al norte es la más elevada con pendientes desde 8% hasta 10% y la zona ubicada al sur es la más baja con pendientes desde 0% hasta 2%, el cual es una información esencial que influye en la adecuada ubicación de las válvulas de aire y purga para un correcto funcionamiento del sistema de agua potable, a su vez nos permite predecir las zonas que tendrán problemas por falta de presión.

**COE3.** Se logró determinar los diámetros óptimos los cuales son 2136.07 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 75mm, 668.62 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 90mm y 555.29 ml de tubería de PVC PN 7.5 DN 110mm, estos diámetros influyen para obtención de una adecuada velocidad, presión en la red y desenvolvimiento durante el periodo de diseño.



## VII. RECOMENDACIONES

A la culminación del presente estudio, presento las siguientes recomendaciones:

- Para una correcta aplicación de la Norma OS.050 se recomienda saber adecuadamente los parámetros de diseño que se necesitan cumplir, así como también saber conceptos básicos de proyectos hidráulicos.
- Para una correcta obtención de los diámetros de tubería se recomienda haber realizado un adecuado cálculo de la población de diseño y caudal de diseño.
- Para un correcto levantamiento topográfico se recomienda tener la menor cantidad de errores, ubicar adecuadamente las estaciones donde se tenga la mayor visibilidad de la zona de trabajo, realizar el levantamiento con equipos recién calibrados y que se encuentren en condiciones óptimas.
- Para un correcto funcionamiento de las redes de distribución de agua potable se recomienda realizar la dotación por sectores, así mismo se pueda dotar a las viviendas de tanques elevados para su almacenamiento y uso en las horas que no son abastecidos.
- Para un correcto cálculo de la población de diseño se recomienda recurrir a fuentes de información confiables como son los Censos Nacionales elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en caso que no existiera información se recomienda la elaboración propia de un empadronamiento.

## REFERENCIAS

- ROQUE CONTRERAS (2017). *Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa* [UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA].  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8064/>
- CAGUANA FONSECA Y TIPANTUÑA LEMA (2018). *Diseño de la red de distribución principal de agua potable para la parroquia Pasa del cantón Ambato, provincia de Tungurahua-Ecuador* [UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27807>
- MARROQUÍN PAÍZ (2017). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Joyitas y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo, Jutiapa, Jutiapa* [UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA].  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8006/>
- ALBERTO HARO Y HURTADO TARAZONA (2019). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Irhua, Taricá 2018* [UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46424>
- LUYO MEDINA (2021). *Mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el centro poblado La Isla, del Distrito de Asia, Cañete, Lima* [UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65420>
- GUILLEN HUARANCCA (2021). *Aplicación del software Watercad en el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Espite-Ayacucho – 2020* [UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63927?show=full>
- NOOR R. KADHIM, KHALID A. ABDULRAZZAQ Y ATHRAA H. MOHAMMED (2021). *Hydraulic Analysis and Modelling of Water Distribution Network Using WATERCAD and GIS: AL-Karada Area* [E3S WEB OF CONFERENCES].  
[https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/94/e3sconf\\_icge2021\\_04004/e3sconf\\_icge2021\\_04004.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/94/e3sconf_icge2021_04004/e3sconf_icge2021_04004.html)

- BUDHATHOKI (2019). *Water Supply, Sanitation and Hygiene Situation in Nepal: A Review* [NEPAL JOURNALS ONLINE].  
<https://www.nepjol.info/index.php/jhp/article/view/25513>
- CHUPIN Y MOROZ (2020). *Comprehensive optimization of district systems water supply and sewerage taking into account different ways of transporting water and effluents* [E3S WEB OF CONFERENCES].  
[https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/79/e3sconf\\_mmmaosdphs2020\\_03005/e3sconf\\_mmmaosdphs2020\\_03005.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/79/e3sconf_mmmaosdphs2020_03005/e3sconf_mmmaosdphs2020_03005.html)
- HERNANDEZ (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta Ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- CABEZAS (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica* [ESPE - UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>
- BAENA (2017). *Metodología de la Investigación (3a edición.)*. Grupo Editorial Patria.
- CHAVEZ (2007). *Introducción a la investigación educativa*. Maracaibo: Gráfica González, 2007
- LANDEAU (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Editorial Alfa, 2007
- Norma OS-100 (2006). *Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria* [Reglamento Nacional de Edificaciones].
- Norma OS-050 (2006). *Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano* [Reglamento Nacional de Edificaciones].
- CISMID (2011). *Estudio de microzonificación sísmica para el ámbito Pisco, Sna Clemente, Túpac Amaru, San Andrés y Paracas* [Universidad Naciones de Ingeniería].
- INEI (1981). *Censos Nacionales 1981: VIII de Población y III de Vivienda* [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA].  
<http://censos.inei.gob.pe/censos1981/redatam/>
- INEI (1993). *Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda* [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA].  
<http://censos.inei.gob.pe/censos1993/redatam/>

INEI (2005). *Censos Nacionales 2005: X de Población y V de Vivienda* [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA].  
<http://censos.inei.gob.pe/Censos2005/redatam/>

INEI (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda* [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA].  
<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/>

INEI (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas* [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA].  
<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

BENTLEY INSTITUTE COURSE GUIDA (2018). *Water distribution design and modeling fundamentals - WaterGEMS Connect Edition* [BENTLEY].  
TRNC02775-1/0001

## ANEXOS

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**“Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿En qué medida la aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD influyen en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Aplicar la Norma OS.050 - Software WaterCAD para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa 2021</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD influyen en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa 2021</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p>	<p>Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD</p>	<p>Disposiciones específicas para diseño</p>	Caudal de diseño (l/s)	<p>Norma OS.050</p>
						Análisis hidráulico	
						Presión (m.c.a.)	
						Válvulas (Und.)	
Presión en Nodos	Caudal (l/s)	<p>Software WaterCAD</p>					
<p>Flujo en Tuberías</p>	Diámetros de Tuberías (mm)						
	Velocidad (m/s)						
<p><b>Problemas Específico:</b></p> <p>1. ¿En qué medida influye el cálculo del tamaño de la población en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021?</p> <p>2. ¿En qué medida influye el cálculo de la configuración topografía de la zona en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021?</p> <p>3. ¿En qué medida influye el cálculo de los diámetros óptimos en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>1. Determinar el tamaño de la población para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021</p> <p>2. Determinar el cálculo de la configuración topográfica de la zona para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.</p> <p>3. Determinar el cálculo de los diámetros óptimos para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>1. El cálculo del tamaño de la población influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021</p> <p>2. El cálculo de la configuración topografía de la zona influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021.</p> <p>3. El cálculo de los diámetros óptimos influye en el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b></p>	<p>Mejoramiento del abastecimiento de agua potable</p>	<p>Parámetros Sociales</p>	Cantidad de Lotes (Und.)	<p>Análisis de documentos y fichas de recolección de datos.</p>
						Cantidad de pobladores (Hab.)	
						Tasa de Crecimiento (%)	
						Población de diseño (Hab.)	
					<p>Estudio Topográfico</p>	<p>Cotas (m.s.n.m)</p>	<p>Estación total</p>
					Diámetros Tuberías (mm)		
					Velocidad (m/s)		
					Caudal (l/s)		
					Presión (m.c.a.)		

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE**

**“Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021”**

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD	<p>La finalidad es definir los requisitos mínimos para los proyectos de red de distribución de agua potable, mediante parámetros que se ven influenciados en el análisis hidráulico como la velocidad máxima, presiones mínimas, diámetros mínimos y ubicación de válvulas. Norma OS-050 (2006)</p> <p>El modelamiento numérico mediante software permite la simulación hidráulica de una red de suministro local, por lo que permite estudiar los consumos, potenciales pérdidas de flujos y presiones. Fernández (2016)</p>	<p>A partir de conocer los parámetros de diseño de la Norma OS-050 y de la secuenciación del modelamiento hidráulico mediante el software WaterCAD, se realizará la aplicación de ambas en el modelamiento de las redes de distribución de agua potable.</p>	Disposiciones específicas para diseño	Caudal de diseño (l/s)	Nominal	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> No experimental</p> <p><b>Población:</b> Los 34 nodos de la red de distribución de agua potable</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p> <p><b>Muestra:</b> Las tuberías de la red de distribución de agua potable</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa, análisis documental</p> <p><b>Instrumento de Investigación:</b> Fichas de Recolección de Datos, Instrumento Topográfico y Gabinete</p>
				Análisis hidráulico		
				Presión (m.c.a.)		
			Válvulas (Und.)			
Presión en Nodos	Caudal (l/s)					
Flujo en Tuberías	Diámetros de Tuberías (mm)					
	Velocidad (m/s)					
Mejoramiento del abastecimiento de agua potable	<p>La optimización de un sistema de recursos hídricos se refleja en una adecuada distribución de los recursos, mediante el desarrollo de estrategias, regulación de flujos y toma de decisiones basadas en reglas definidas. (Wurb, 1993)</p>	<p>A partir de la recopilación de datos, levantamiento topográfico y consideraciones de parámetros de diseño de la Norma OS-050, se procederá a realizar el modelamiento de las redes de distribución de agua potable.</p>	Parámetros Sociales	Cantidad de Lotes (Und.)		
				Cantidad de pobladores (Hab.)		
				Tasa de Crecimiento (%)		
				Población de diseño (Hab.)		
			Estudio Topográfico	Cotas (m.s.n.m)		
			Resultados del Modelamiento de la Red de Distribución de Agua Potable - Software WaterCAD	Resultados Económicos		
				Diámetros Tuberías (mm)		
Velocidad (m/s)						
Caudal (l/s)						
Presión (m.c.a.)						

## ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Tesis: "Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

Tesista: Cárdenas Escalante, Aldair Manuel.

1. MANZANA : \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

2. LOTE : \_\_\_\_\_

3. NOMBRE : \_\_\_\_\_

4. ESTADO DEL PREDIO:

<input type="checkbox"/> CONSTRUIDO OCUPADO	<input type="checkbox"/> CERCADO OCUPADO
<input type="checkbox"/> CONSTRUIDO DESOCUPADO	<input type="checkbox"/> CERCADO DESOCUPADO
<input type="checkbox"/> SIN CONSTRUIR BALDÍO	<input type="checkbox"/> OTRO

ESPECIFICAR: \_\_\_\_\_

5. MATERIAL DE PREDIO:

<input type="checkbox"/> NOBLE	<input type="checkbox"/> ESTERA
<input type="checkbox"/> MADERA	<input type="checkbox"/> OTRO

ESPECIFICAR: \_\_\_\_\_

6. NÚMERO DE PISOS : \_\_\_\_\_

7. NÚMERO DE HABITANTES : \_\_\_\_\_

8. USO DE INMUEBLE :

<input type="checkbox"/> PREDIO	<input type="checkbox"/> BODEGA
<input type="checkbox"/> RESTAURANTE	<input type="checkbox"/> COLEGIO
<input type="checkbox"/> IGLESIA	<input type="checkbox"/> OTRO

ESPECIFICAR: \_\_\_\_\_

9. CUENTA CON CONEXIÓN DE AGUA POTABLE:

<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
-----------------------------	-----------------------------

10. HORAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE : \_\_\_\_\_

11. DIAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE : \_\_\_\_\_

12. CALIDAD DE AGUA (TURBIEDAD):

<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> REGULAR
<input type="checkbox"/> BUENA	


13. PRESION DE AGUA POTABLE:

<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> REGULAR
<input type="checkbox"/> BUENA	

14. TIPO DE ALMACENAMIENTO:

<input type="checkbox"/> SIN ALMACENAMIENTO	<input type="checkbox"/> CISTERNA
<input type="checkbox"/> TANQUE ELEVADO	<input type="checkbox"/> CILINDRO

15. OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

  
Marco A. Rodríguez Casavileca  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 117804



## ANEXO 4: COSTO Y FICHA TÉCNICA TUBERÍA PVC



MEXICHEM PERU S.A.  
RUC 20305909611

COTIZACION

FECHA: 21-Dic

SEÑOR: ALDAIR CARDENAS ESCALANTE  
DIRECCION: PISCO - ICA  
COND. PAGO CONTADO - ADELANTADO

Les saludamos cordialmente y a la vez les alcanzamos la siguiente cotizacion:

DESCRIPCION	CANTIDAD UNIDADES	PRECIO UNIDADES	PRECIO TOTAL SOLES
Tubería Presion ntp iso 1452:2011 75 mm C-10 / Inc. Anillo	1,000	9.14	9,140.00
Tubería Presion ntp iso 1452:2011 90 mm C-7.5 / Inc. Anillo	1,000	12.64	12,640.00
Tubería Presion ntp iso 1452:2011 110 mm C-7.5 / Inc. Anillo	1,000	18.39	18,390.00
SUB TOTAL S/			40,170.00
IGV 18%			7,230.60
TOTAL S/			S/ 47,400.60

PRECIOS UNITARIOS SOLES  
NO INCLUYE EL IGV

#### CONDICIONES:

TIEMPO DE ENTREGA: SEGÚN STOCK  
LUGAR DE ENTREGA: PUESTO EN LIMA  
VALIDEZ DE LA OFERTA 30 DIAS

#### CERTIFICACIONES:

Certificacion ISO 9001  
Certificacion ISO 14001  
Certificacion ISO 18001  
Certificados de Conformidad de Productos Esquema Tipo 5  
CERTIFICADO AZUL (EMPRESA HIDRICAMENTE RESPONSABLE)

Carta de garantia de productos x 50 años de vida util en condiciones normales de uso e instalacion  
ASESORAMIENTO TECNICO EN OBRA

ATTE:  
FELIPE QUIÑONEZ JACINTO  
Ejecutivo de Cuenta Infraestructura  
Celular 949-443305  
[felipe.quinonez@wavin.com](mailto:felipe.quinonez@wavin.com)

# Sistema completo de tuberías y accesorios de PVC-U para **AGUA A PRESIÓN**

## Drenaje y alcantarillado enterrado con presión



NTP ISO 1452-2: 2011  
(REVISADA EL 2019)

Factor de Seguridad 2.5

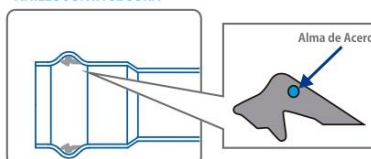
DN	Longitud		PN 5		PN 6.3		PN 7.5		PN 8		PN 10	
			Serie 20		Serie 16		Serie 13.3		Serie 12.5		Serie 10	
(mm)	Total (m)	Util (m) aprox.	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)	e (mm)	Peso (kg/tubo)
63	6.0	5.90	1.6	2.83	2.0	3.52	2.3	4.02	2.5	4.36	3.0	5.18
75	6.0	5.89	1.9	4.00	2.3	4.82	2.8	5.82	2.9	6.02	3.6	7.39
90	6.0	5.89	2.2	5.57	2.8	7.03	3.3	8.23	3.5	8.71	4.3	10.80
110	6.0	5.88	2.7	8.35	3.4	10.45	4.0	12.21	4.2	12.79	5.3	15.96
140	6.0	5.87	3.5	13.77	4.3	16.82	5.1	19.81	5.4	20.39	6.7	25.69
160	6.0	5.85	4.0	18.00	4.9	21.93	5.8	25.77	6.2	27.48	7.7	33.75
200	6.0	5.84	4.9	27.62	6.2	34.72	7.3	40.59	7.7	42.72	9.6	52.67
250	6.0	5.81	6.2	43.76	7.7	54.01	9.1	63.36	9.6	66.70	11.9	81.75
315	6.0	5.77	7.7	68.58	9.7	85.83	11.4	100.12	12.1	106.02	15.0	129.92
355	6.0	5.75	8.7	87.41	10.9	108.82	12.9	127.78	13.6	134.43	16.9	165.11
400	6.0	5.74	9.8	110.98	12.3	138.40	14.5	161.89	15.3	170.46	19.1	210.26
450	6.0	5.70	11.0	140.01	13.8	174.52	16.3	204.59	17.2	215.43	21.5	266.13
500	6.0	5.69	12.3	174.16	15.3	215.30	18.1	252.73	19.1	266.14	23.9	329.06
560	6.0	5.73	13.7	218.95	17.2	273.12	20.3	319.82	21.4	336.46	26.7	414.79
630	6.0	5.62	15.4	275.14	19.3	342.61	22.8	401.51				

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

### CARACTERÍSTICAS DE LOS ANILLOS

Tipo de anillo	Anillo de caucho Junta Segura con alma de acero
Material	SBR (Styrene-Butadiene Rubber) más caucho natural
Norma que cumplen	NTP ISO 4633 / EN 681-1
Color	Negro
Estandares internacionales	NSF STD.61
Dureza (IRHD)	50 ±5

### ANILLO JUNTA SEGURA



**MATERIA PRIMA**  
La materia prima es PVC-U y como estabilizante se utiliza estaño o calcio-zinc. No utilizamos el plomo como estabilizante para la fabricación de tuberías y conexiones.



**¡NUEVO!**  
Tubos con Junta Segura hasta 630 mm.

**USO PREVISTO**  
BT: Bajo tierra (Enterrado)

# Accesorios a Presión Junta Segura PN10

Curvas, uniones y reducciones termoformados incluye anillo junta segura Tee y tapones termoformados con cuerpo inyectado o tee inyectados

CURVA 90°, 45°, 22° 30'				UNIÓN CORREDIZA			
φ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315				φ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315			
TEE REDUC.				REDUCCIÓN			
75 x 63	140 x 90	200 x 75	250 x 160*	75 x 63	140 x 90	200 x 140	
90 x 63	140 x 110	200 x 90	250 x 200*	90 x 63	140 x 110	200 x 160	
90 x 75	160 x 63	200 x 110	315 x 90	90 x 75	250 x 140		
110 x 63	160 x 75	200 x 140	315 x 110	110 x 63	160 x 90	250 x 160	
110 x 75	160 x 90	200 x 160	315 x 140	110 x 75	160 x 110	250 x 200	
110 x 90	160 x 110	250 x 90	315 x 160*	110 x 90	160 x 140	315 x 160	
140 x 63	160 x 140	250 x 110	315 x 200*	200 x 90		315 x 200	
140 x 75	200 x 63	250 x 140	315 x 250*	140 x 75	200 x 110	315 x 250	
φ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315				φ mm 63 75 90 110 140 160 200 250 315			

## COEFICIENTES DE FRICCIÓN

### Rugosidad Absoluta

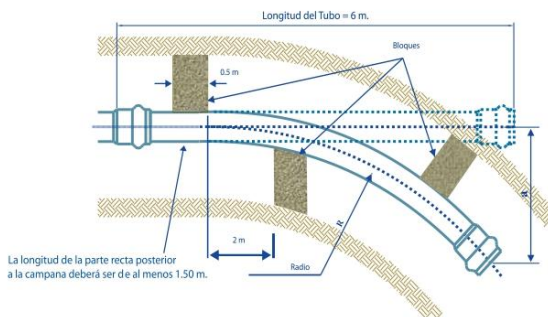
$$k_s = 0.0000015 \text{ m}$$

Coefficiente de Hazen Williams  
 $C_{HW} = 150$

### Coefficiente de Manning

$$n_{\text{Manning}} = 0.009$$

NOTA: Consultar portafolio hasta 630mm



MEXICHEM PERÚ S.A.

Av. Nugget 555, Lima10 - Perú . Telf.: (51-1) 362-0016.

<http://www.pavcowavin.com.pe> / e-mail: [ventasperu@wavin.com](mailto:ventasperu@wavin.com)

## CURVADO DE TUBERÍAS EN ZANJA

DIÁMETRO EXTERNO (mm)	RADIO R (m)	DESVIÓ a (m)
63	19.0	0.94
75	22.6	0.80
90	27.0	0.66
110	33.0	0.54
140	42.0	0.43
160	48.0	0.37
225	68.0	0.27
280	84.0	0.21
315	95.0	0.19
400	135.0	0.15

Según NTP ISO/TR 4191

## TUBO + ANILLO = UNA SOLA PIEZA

- Por ser un sistema integrado, el Sistema **Junta Segura** imposibilita que el aro sea removido, evitando su pérdida y las consecuentes paralizaciones de obra. También evita la incorrecta instalación de los anillos, como sucede a menudo en las tuberías convencionales, no dando lugar a fugas y/o infiltraciones.

## PAVCO Junta Segura

elimina las posibilidades de error en la instalación, sencillamente porque el anillo integrado "es parte del tubo", con lo que el trabajo se limita solamente a la conexión de un tubo. No se produce el desplazamiento del anillo durante la instalación o en servicio.

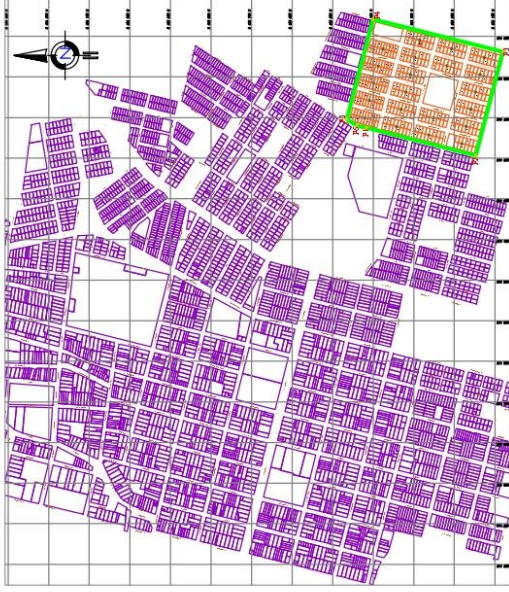
## CERTIFICADO DE SALUBRIDAD

- Los anillos **junta segura** empleada en los tubos cuenta con la certificación \*NSF = National Safety Fundation.
- La NSF internacional certifica que los productos en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano no sean tóxicos. (Esta certificación es obligatoria en la mayoría de los países.)



**Advertencia:** La exposición directa al fuego de tuberías PVC ocasiona la pérdida de sus propiedades físicas y mecánicas.

## **ANEXO 5: PLANOS**



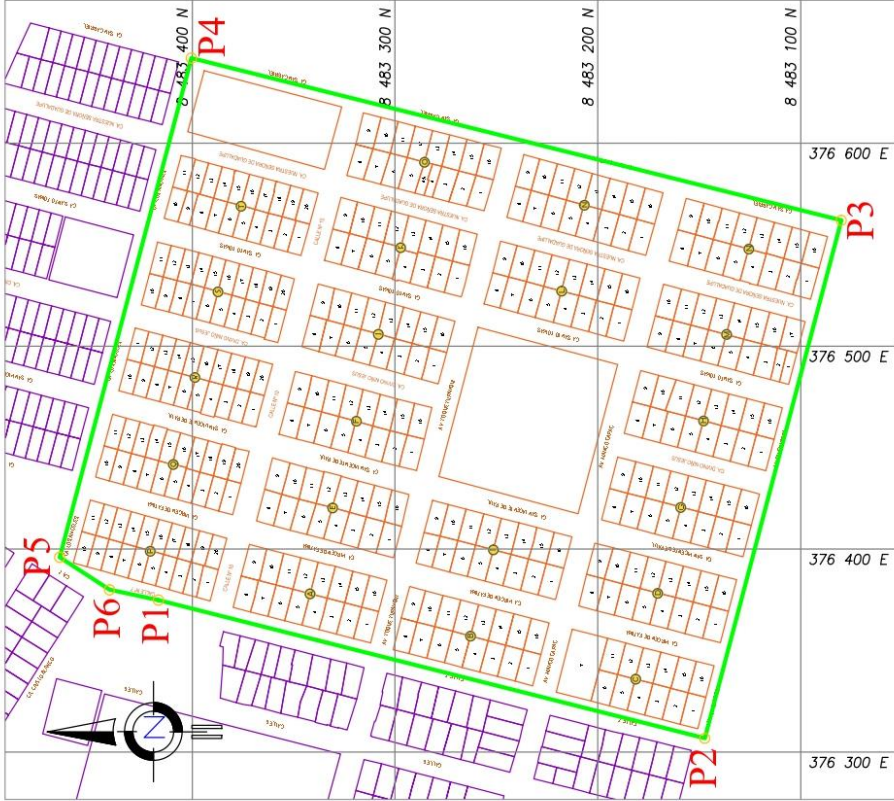
### PLANO DE LOCALIZACION

ESCALA: 1/10,000

CUADRO DE COORDENADAS - UTM WGS84					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	277.81	182° 8' 38"	376374.9230	8483416.6849
P2	P2 - P3	263.85	90° 37' 20"	376306.9262	8483147.3292
P3	P3 - P4	330.29	89° 12' 11"	376562.0328	8483079.9739
P4	P4 - P5	254.29	90° 47' 49"	376641.8995	8483400.4626
P5	P5 - P6	29.33	108° 12' 47"	376596.0300	8483465.3789
P6	P6 - P1	24.64	159° 11' 15"	376580.0559	8483440.7839


Area: 86877.10 m<sup>2</sup>

Perimetro: 1180.21 m




### PLANO DE UBICACION

ESCALA: 1/2,000



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Tesis: "Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

FECHA: MARZO-2021	UBICACION Y LOCALIZACION
ESCALA: INDICADA	FORMA: RECTO
PROYECTO: T. INGENIERIA CIVIL	



**PLANO DE PERIMETRICO**

ESCALA: 1/1.500

376 300 E

376 400 E



Tesis:

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

UNIV: C.E.A.M

Paño:

PERIMETRICO

LÁMINA

AUTOR: CÁRDENAS ESCALANTE ALDAIR MANUEL

FECHA: MARZO-2022

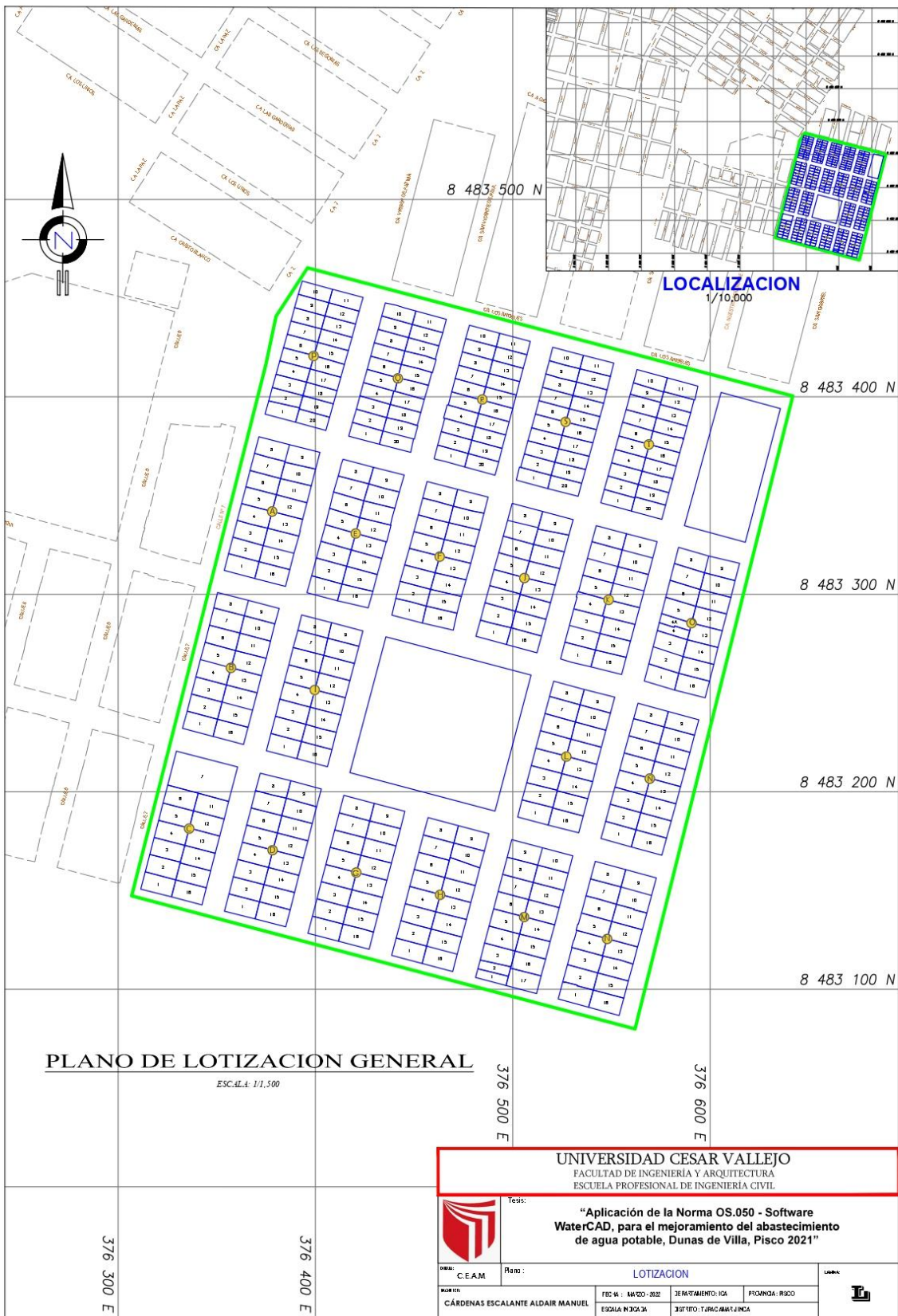
DEPARTAMENTO: ICA

PROYECTO: R300



ESCALA: 1/300.34

INSTITUTO TECNOLÓGICO



**PLANO DE LOTIZACION GENERAL**

ESCALA: 1/1,500

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis:  
**"Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"**

ORG: C.E.A.M	PROF: LOTIZACION	LABOR:
ALUMNO: CÁRDENAS ESCALANTE ALDAIR MANUEL	FECHA: MARZO-2022	DEPARTAMENTO: ICA
	ESCUELA: INGENIERIA	PROFESOR: RISCO
		ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL

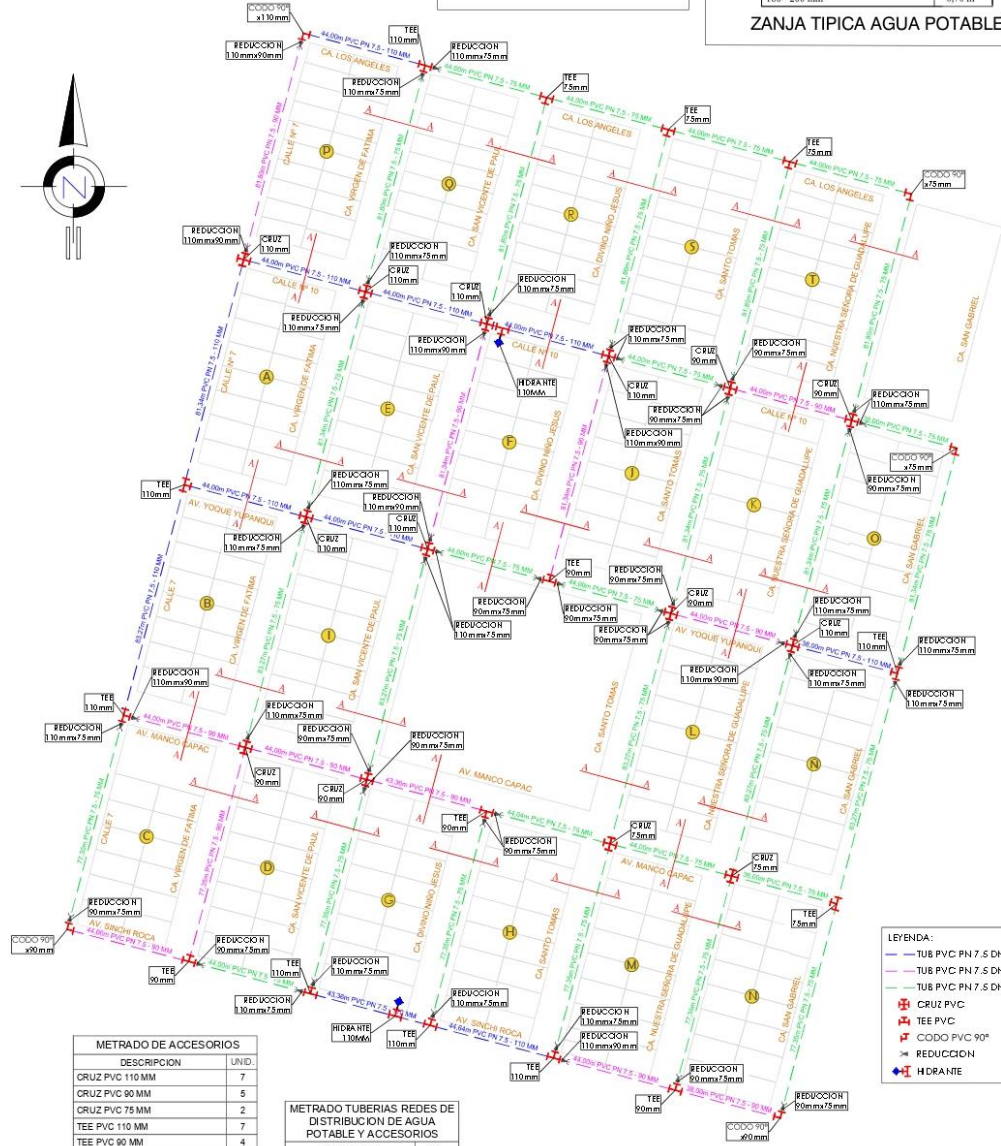
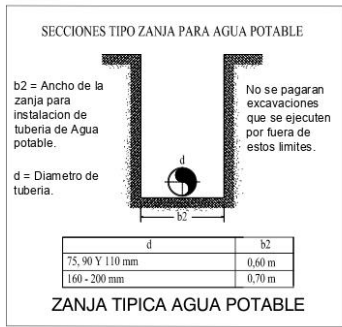
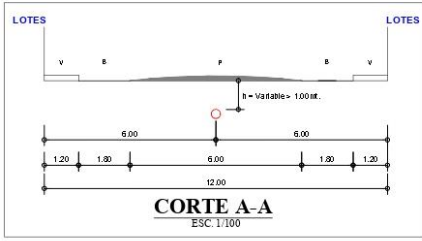


RA-04

**PLANO TOPOGRAFICO**  
ESCALA: 1:1,000

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
*Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Zona de Villa, Piaseo 2021*	
C.I.M. No. 001 CARDENAS ESCALANTE ADAR MARINI	TOPOGRAFIA No. 001 No. 001





**METRADO DE ACCESORIOS**

DESCRIPCION	UNID.
CRUZ PVC 110 MM	7
CRUZ PVC 90 MM	5
CRUZ PVC 75 MM	2
TEE PVC 110 MM	7
TEE PVC 90 MM	4
TEE PVC 75 MM	4
CODO PVC 90° 110 MM	1
CODO PVC 90° 90 MM	2
CODO PVC 90° 75 MM	2
REDUCCION PVC 110 MM x 90 MM	8
REDUCCION PVC 110 MM x 75 MM	20
REDUCCION PVC 90 MM x 75 MM	20
HIDRANTE DN 110 MM	2

**METRADO TUBERIAS REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y ACCESORIOS**

DESCRIPCION	ML.
TUBERIA PVC-BIAXIAL PN 7.5 DN 110 MM	554.61
TUBERIA PVC-BIAXIAL PN 7.5 DN 90 MM	687.18
TUBERIA PVC-BIAXIAL PN 7.5 DN 75 MM	213.42

**LEYENDA:**

- TUB PVC PN 7.5 DN 110 mm
- TUB PVC PN 7.5 DN 90 mm
- TUB PVC PN 7.5 DN 75 mm
- ⊕ CRUZ PVC
- ⊕ TEE PVC
- ⊕ CODO PVC 90°
- REDUCCION
- ⊕ HIDRANTE

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

TÍTULO: REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ELABORADO: CÁRDENAS ESCALANTE AIDAN MARCEL

REVISADO: [ ]

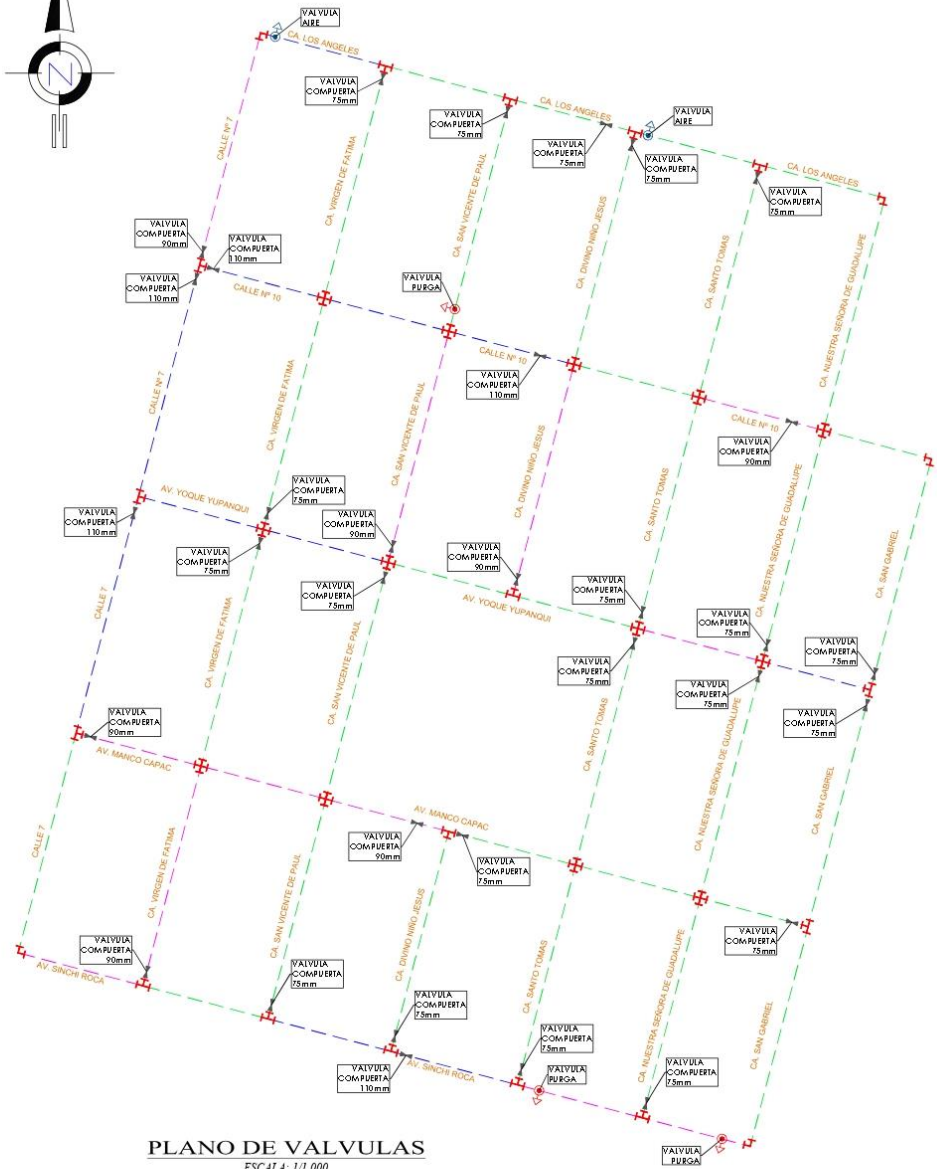
APROBADO: [ ]

FECHA: [ ]

PROYECTO: [ ]

ESCALA: [ ]

**AP-01**



**PLANO DE VALVULAS**  
ESCALA: 1/1,000

METRADO DE VALVULAS	
DESCRIPCION	UNID.
VALVULA COMPUERTA 110 MM	5
VALVULA COMPUERTA 90 MM	7
VALVULA COMPUERTA 75 MM	20
VALVULA PURGA	3
VALVULA AIRE	2

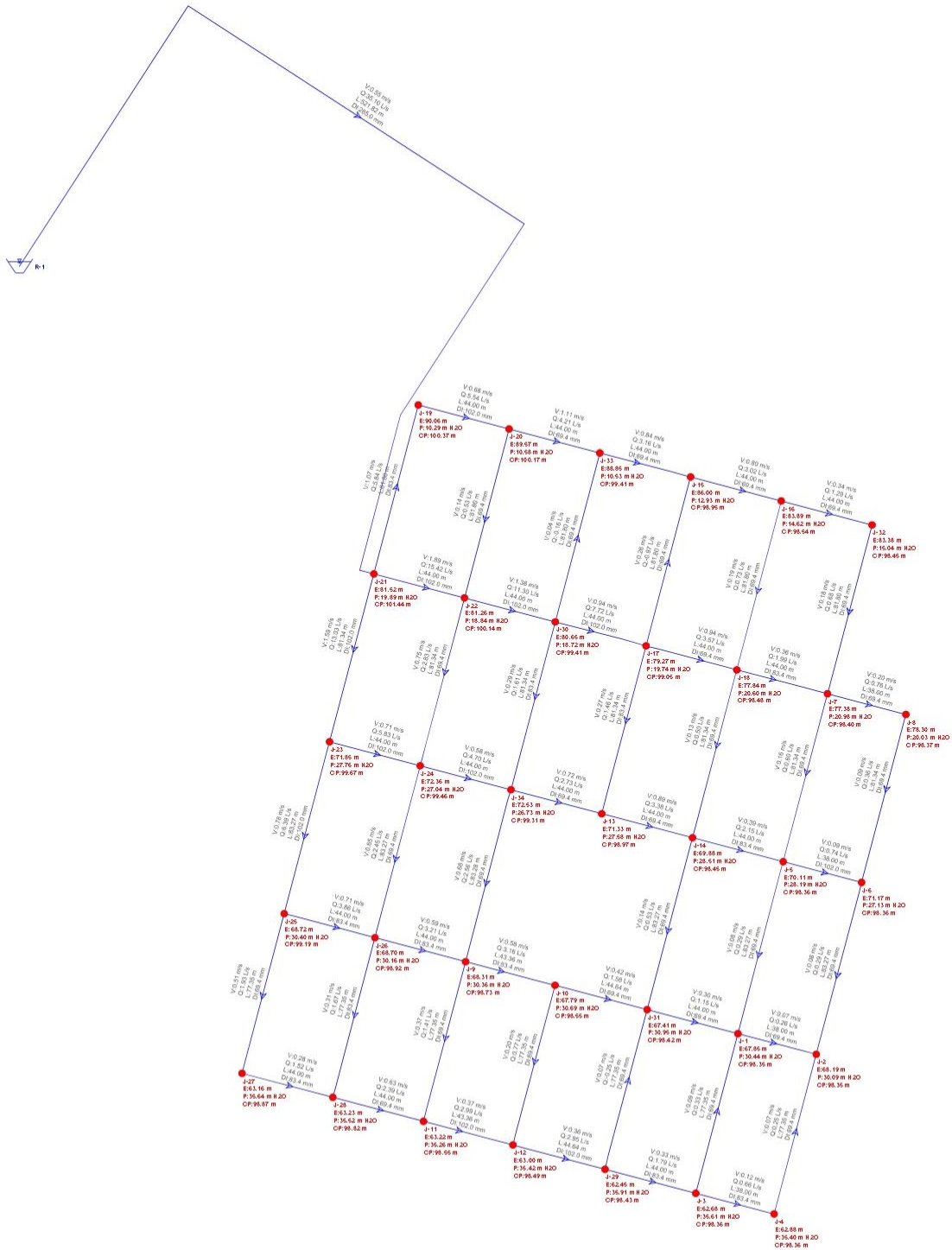
- LEYENDA:
- TUB PVC PN 7.5 DN 110 mm
  - TUB PVC PN 7.5 DN 90 mm
  - TUB PVC PN 7.5 DN 75 mm
  - ⊕ CRUZ PVC
  - ⊕ TEE PVC
  - ⊕ CODO PVC 90°
  - ⊕ VALVULA COMPUERTA
  - ⊕ VALVULA DE AIRE
  - ⊕ VALVULA PURGA

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

C.C.L.A.M:	Ries:	VALVULAS		
CÁRDENAS ESCALANTE AIDAIR MARIBEL	EGG# 881042	EGG# 881042	EGG# 881042	EGG# 881042

**AP-02**



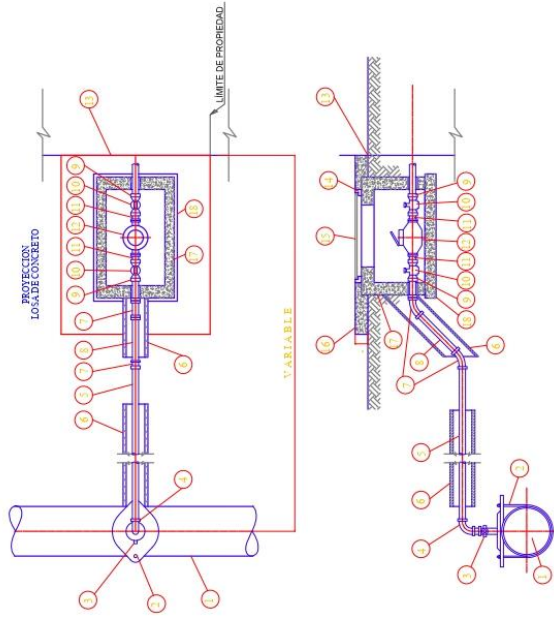
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tema: "Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

CLAS.	PROY.	DIAGRAMA DE FLUJOS		HOJA
CÁRDENAS ESCAÑANTE ALDAM MARIBEL	PROY. : 14920-201	OPERA: 00000000000000000000	PROYECTA: PISCO	AP-03
	ESCALA: HOJAS	OPERA: 1:10000000000000000000		



## DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA LARGA

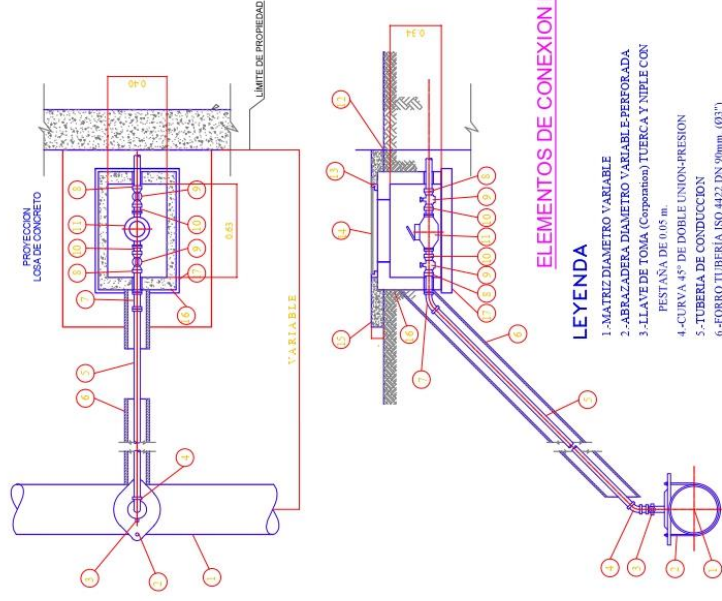


### LEYENDA

- 1.-MATRIZ DIAMETRO VARIABLE
- 2.-ABRAZADERA DIAMETRO VARIABLE-PERFORADA
- 3.-LLAVE DE TOMA (Componentes) TUERCA Y NIPLE CON PESTAÑA DE 0.05 m.
- 4.-CURVA 90° DE DOBLE UNION-PRESION
- 5.-TUBERIA DE CONDUCCION
- 6.-FORRO TUBERIA ISO 4422 DN 90 mm. (Ø3")
- 7.-CODO DE 45°
- 8.-NIPLE LONGITUD MENIMA=0.30 m.
- 9.-UNION PRESION-ROSCA
- 10.-LLAVE DE PASO
- 11.-NIPLE STANDARD CON TUERCA
- 12.-MEDIDOR P/CONEXION DOMICILIARIA
- 13.-LIMITE DE PROPIEDAD
- 14.-MARCO
- 15.-TAPA DE CONCRETO
- 16.-LOSA DE CONCRETO  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
- 17.-CAJA DE MEDIDOR
- 18.-SOLADO DE CONCRETO  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

## ELEMENTOS DE CONEXION DOMICILIARIA LARGA

## DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA CORTA



### LEYENDA

- 1.-MATRIZ DIAMETRO VARIABLE
- 2.-ABRAZADERA DIAMETRO VARIABLE-PERFORADA.
- 3.-LLAVE DE TOMA (Componentes) TUERCA Y NIPLE CON PESTAÑA DE 0.05 m.
- 4.-CURVA 45° DE DOBLE UNION-PRESION
- 5.-TUBERIA DE CONDUCCION
- 6.-FORRO TUBERIA ISO 4422 DN 90mm. (Ø3")
- 7.-CODO DE 45°
- 8.-UNION PRESION-ROSCA
- 9.-LLAVE DE PASO
- 10.-NIPLE STANDARD CON TUERCA
- 11.-MEDIDOR P/CONEXION DOMICILIARIA
- 12.-LIMITE DE PROPIEDAD
- 13.-MARCO
- 14.-TAPA DE CONCRETO
- 15.-LOSA DE CONCRETO  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
- 16.-CAJA DE MEDIDOR
- 17.-SOLADO DE CONCRETO  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

## ELEMENTOS DE CONEXION DOMICILIARIA CORTA



Tesis:

"Aplicación de la Norma OS.050 - Software WaterCAD, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable, Dunas de Villa, Pisco 2021"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD	C. E. A. M.	PROYECTO	DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	FECHA	APR-2021
ALUMNO	CARDENAS ESCALANTE ALDAR MANUEL	FECHA	14-02-2021	PROFESOR	PROF. PEDRO
		ESCALA	1:1000	SUBJECTO	TUBERIA UNICA
					AP-05