

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la
Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia
de Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Mirela Yulicsa Cieza Chavez

ASESOR

Richard Paul Pehovaz Alvarez

<https://orcid.org/0000-0002-3785-2704>

Chiclayo, 2023

**Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en
la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz,
provincia de Chiclayo**

PRESENTADA POR

Mirela Yulicsa Cieza Chavez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Víctor Manuel Tepe Atoche
PRESIDENTE

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
SECRETARIO

Richard Paul Pehovaz Alvarez
VOCAL

Dedicatoria

A Dios,

Por brindarme todos los conocimientos para poder culminar exitosamente mi proyecto de tesis, también por estar presente en cada momento de mi vida y darme fuerzas para continuar en los momentos difíciles, nada hubiese sido posible sin ti... **Gracias Señor.40**

A mi abuelito,

Xenón Flores Silva, aunque no esté presente físicamente, siempre estará dentro de mi corazón, tantas cosas que tenía en mente no fueron posibles por su pronta partida al reino celestial, pero desde donde esté sabe lo importante que era para mi terminar mi carrera profesional, y todos los planes que tenía para él y mi familia... **Un abrazo hasta el cielo abuelito.**

Agradecimientos

A mi madre,

Violeta Chávez Ruiz, por estar siempre conmigo y ser mi soporte en los malos momentos, porque no hay nada más hermoso como su cariño, agradezco infinitamente la motivación que me brindó para poder culminar exitosamente mi proyecto de tesis y por todo el apoyo a lo largo de mi carrera profesional.

A mi asesor,

Por su apoyo incondicional en el desarrollo de mi tesis, agradezco la motivación que me brindó durante el proceso de ejecución y sobre todo por su tiempo para asesorarme de la mejor manera posible, sus conocimientos y enseñanzas me servirán de mucho para mi vida profesional.

INFORME DE TESIS-CIEZA CHÁVEZ MIRELA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1%
9	communities.bentley.com Fuente de Internet	

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
Revisión de literatura.....	18
Materiales y métodos	26
Resultados y discusión	84
Conclusiones	242
Recomendaciones	245
Referencias.....	246
Anexos	250

Lista de tablas

Tabla 1. Valores de coeficiente de rugosidad de Hazzen & Williams de tuberías nuevas	43
Tabla 2. límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	45
Tabla 3. Valores de "n" dados por Horton para ser usados en las fórmulas de Kutter y de Manning	54
Tabla 4. Tensión tractiva crítica para ser utilizada en el dimensionamiento de las tuberías de desagüe, por diferentes investigadores	56
Tabla 5. Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.....	66
Tabla 6. Dirección de viabilidad	67
Tabla 7. Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles.....	68
Tabla 8. Categoría de vías	69
Tabla 9. Periodo de diseño	70
Tabla 10. Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto	70
Tabla 11. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 Tn	71
Tabla 12. Índice de serviciabilidad de un pavimento	71
Tabla 13. Espesores recomendados para estabilización por sustitución de Suelos.....	72
Tabla 14. Valores de Coeficiente de transmisión de carga J.....	72
Tabla 15. Monograma para el cálculo del módulo resiliente	73
Tabla 16. Catálogo de estructuras de pavimento de adoquín con base granular.....	74
Tabla 17. Porcentaje de mortalidad en la Upis-Primero de Mayo-Sector I	80
Tabla 18. Enfermedades recurrentes en el distrito de José Leonardo Ortiz.....	80
Tabla 19. Instrumentos utilizados en un levantamiento topográfico	85
Tabla 20. Herramientas utilizadas en un levantamiento topográfico	85
Tabla 21. Puntos obtenidos del levantamiento topográfico	85
Tabla 22. Cuadro resumen con los ensayos realizados en el laboratorio.....	98
Tabla 23. Características físicas y de resistencia del suelo	99
Tabla 24. Características físicas, ensayo de Proctor modificado	99

Tabla 25. Datos de los censos obtenido del INEI	112
Tabla 26. Tiempo de variación entre los años censados	112
Tabla 27. Proyección de la población mediante el método de interés compuesto	115
Tabla 28. Proyección de la población mediante el método de interés simple.....	117
Tabla 29. Proyección de la población mediante el método exponencial	119
Tabla 30. Comparación de los resultados obtenidos mediante los métodos de interés compuesto, interés simple y método exponencial	120
Tabla 31. Consumos domésticos	121
Tabla 32. Consumos no domésticos para instituciones educativas	122
Tabla 33. Consumos no domésticos para uso comercial.....	122
Tabla 34. Consumos no domésticos para uso industrial	122
Tabla 35. Consumos no domésticos para uso Social	123
Tabla 36. Cálculo de las dotaciones de Agua Potable en la Upis primero de mayo-Sector I	124
Tabla 37. Análisis de la oferta y demanda del servicio de Agua potable	125
Tabla 38. Resultados del diseño de las redes de distribución y aducción de agua potable	
Tabla 39. Resultados del análisis de diseño en los Nodos	139
Tabla 40. Memoria de cálculo de la demanda de alcantarillado	143
Tabla 41. Caudales obtenidos del programa sewerCAD.....	147
Tabla 42. Resultado de la corrección de caudales mínimos.....	151
Tabla 43. Resultado de la corrección de altura de buzón.....	154
Tabla 44. Diseño de las redes de Alcantarillado mediante SewerCAD	158
Tabla 45. Diseño de los buzones obtenidos mediante el software SewerCAD.....	164
Tabla 46. Datos obtenidos del Conteo vehicular.....	169
Tabla 47. Tablas de los resultados de la prueba de bondad de ajuste	180
Tabla 48. Resumen de los resultados obtenidos de la prueba de bondad de ajuste	196
Tabla 49. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel	196
Tabla 50. Precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno.....	198
Tabla 51. Precipitaciones máximas por tiempo de duración de lluvias en horas.....	198

Tabla 52. Precipitaciones máximas por tiempo de duración de lluvias en minutos.....	198
Tabla 53. Regresiones potenciales según periodo de retorno	199
Tabla 54. Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia	202
Tabla 55. Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia	203
Tabla 56. Comparación de análisis de costos unitarios para pavimento	210
Tabla 57. Diseño de Pavimento flexible	211
Tabla 58. Cálculo del caudal obtenido en las calles de la Upis primero de mayo-Sector I	
Tabla 59. Identificación de impactos ambientales	235
Tabla 60. Evaluación de Impactos Ambientales mediante la Matriz de Leopold	236

Lista de figuras

Fig. 1. sistema de agua potable	30
Fig. 2. Curva del coeficiente máximo diario	34
Fig. 3. Curva del coeficiente máximo horario.....	35
Fig. 4. Curva del coeficiente mínimo	36
Fig. 5. Funcionamiento de un piezómetro.....	40
Fig. 7. Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	44
Fig. 8. Diagrama de Cuerpo Libre de la Tensión Tractiva.....	50
Fig. 9. Sección transversal de la Tubería Semillena	57
Fig. 10. Mapa del departamento de Lambayeque	77
Fig. 11. Mapa de la Provincia de Chiclayo	77
Fig. 12. Mapa del distrito de José Leonardo Ortiz	78
Fig. 13. UPIS Primero de Mayo-Sector I.....	78
Fig. 14. Curvas de nivel de la UPIS Primero de Mayo-Sector I	92
Fig. 15. Plano de la ubicación de las calicatas dentro de la Upis primero de mayo-Sector I..	95
Fig.16. Sistema de abastecimiento de agua potable para Chiclayo.....	100
Fig.17. Fuente de almacenamiento de agua potable para la Upis primero de mayo-Sector I	101
Fig.18. Plano existente de la línea de Aducción en la Upis Primero de Mayo-Sector I	102
Fig.19. Plano existente de las redes de distribución de agua potable en la Upis Primero de Mayo-Sector I.....	103
Fig.20. Plano existente de las redes Colectoras de alcantarillado en la Upis Primero de Mayo-Sector I	105
Fig.21. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de alcantarillado en la Upis Primero de mayo-Sector I	106
Fig.22. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de drenaje pluvial en la Upis Primero de mayo-Sector I	108
Fig.23. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de Pavimentación en la Upis Primero de mayo-Sector I	109

Fig.24. Panel fotográfico del diagnóstico de veredas en la Upis Primero de mayo-Sector I.	110
Fig.25. Gráfica de la proyección de la población 2017 - 2041	121
Fig.26. Paso final para agregar los caudales unitarios a las conexiones domiciliarias	128
Fig.27. Tabla con caudales asignados para el primer escenario: Escenario dinámico.....	129
Fig.28. Ventana del waterCAD con los coeficientes de pérdidas locales	130
Fig.29. Ventana del waterCAD con las restricciones de diseño de la velocidad	131
Fig.30. Ventana del waterCAD con las restricciones de diseño de las presiones	131
Fig.31. Ventana del waterCAD con las soluciones de diseño y presupuesto.....	132
Fig.32. Ventana del waterCAD con el dibujo de las redes de distribución y la red de aducción	132
Fig.33. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las longitudes de tubería 6”	146
Fig.34. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las longitudes de tubería 8”	146
Fig.35. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las velocidades.....	147
Fig.36. Dibujo de las redes de Alcantarillado en el programa SewerCAD.....	157
Fig.37. Ubicación de la estación para el estudio de tráfico.....	168
Fig.38. Resumen del conteo vehicular	179
Fig.39. Regresión potencial para periodo de retorno 2 y 5 años	199
Fig. 40. Regresión potencial para periodo de retorno 10 y 25 años.....	200
Fig. 41. Regresión potencial para periodo de retorno 50 y 100 años.....	200
Fig.42. Aplicación de regresión potencial promedio	201
Fig.43. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).....	202

Resumen

El presente proyecto se basa en realizar el diseño de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo-Sector I, en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Dicha urbanización popular cuenta con un área aproximada de 19 hectáreas y una población existente que rodea los 5660 habitantes. En cuanto a los sistemas de saneamiento, el sector cuenta con redes de agua y alcantarillado, que tienen una antigüedad de 27 años aproximadamente, además que estos servicios fueron hechos de manera empírica, sin ningún tipo de estudios previos, razón por la cual presenta muchas deficiencias, como son los colapsos en las tuberías y buzones, además de la escasez de agua, produciendo grandes malestares en la salud de la población, ante esto surge la necesidad del proyecto para dar solución, teniendo en cuenta las deficiencias encontradas en cada uno de los componentes y realizar los diseños con los requerimientos mínimos establecidos en la normativa, con el fin de brindar una mejor calidad de vida para los moradores.

Palabras clave: Agua potable, alcantarillado, pavimentación, enfermedades gastrointestinales.

Abstract

This project is based on carrying out the design of drinking water, sewerage and paving in the Upis Primero de Mayo-Sector I, in the district of José Leonardo Ortiz, province of Chiclayo, department of Lambayeque. Said popular urbanization has an approximate area of 19 hectares and an existing population of around 5,660 inhabitants. As for sanitation systems, the sector has water and sewage networks, which are approximately 27 years old, in addition to these services were made empirically, without any prior studies, which is why it presents many deficiencies, such as collapses in the pipes and mailboxes, in addition to the scarcity of water, producing great discomfort in the health of the population, given this the need for the project arises to provide a solution,

Keywords: Drinking water, sewage, paving, gastrointestinal diseases.

Introducción

La UNESCO, celebra el día mundial del agua todos los 22 de marzo, con la finalidad de concientizar acerca de la crisis que atraviesa el mundo por la escasez de agua dulce, ya que aproximadamente 2200 millones de personas a nivel mundial carecen de este servicio básico, que en gran parte se debe al desmesurado crecimiento poblacional, las crecidas demandas agrícolas e industriales. Así pues, todos los servicios que tengan relación con el consumo de agua y saneamiento son muy importantes para el desarrollo de un país, ya que sin él todos los sectores, tales como el sector salud y educación, se van a ver perjudicados, debido a las diversas enfermedades que se podrían originar a raíz de estos problemas, siendo los más vulnerables los niños y adultos mayores. [1]

Por otro lado, según estudios realizados, aproximadamente 2.2 millones de habitantes padecen de enfermedades gastrointestinales y más del 85 % han fallecido a causa de infecciones agudas. Asimismo, se sabe que todas las actividades humanas consumen agua, por lo que se genera un alto índice de evacuación de aguas residuales, que en su mayoría no tienen un adecuado tratamiento, ocasionando grandes impactos ambientales en los ecosistemas y contaminando las diversas fuentes hídricas. Este problema se ve reflejado en todos los países bajos e intermedios, en donde la economía juega un papel importante, cabe resaltar que el acceso al agua salubre y limpia, así como también al saneamiento, viene siendo un derecho fundamental del ser humano desde el 2010, año en que la Asamblea General de las Naciones Unidas, lo estableció. [2]

Así pues, en el ámbito internacional se pueden ver algunos problemas como los que atravesó la población de Santiago de Chile durante el periodo de los años 70, los cuales fueron aumentando, ya que no contaban con abastecimiento de agua potable y acceso a la evacuación de las aguas servidas, esto como consecuencia del incremento poblacional en barrios informales y además el aumento de pobreza, en la cual la política se ve reflejada. Por ejemplo, en el gobierno de Allende se construyeron 38000 viviendas públicas, que años más tarde se veían sumergidas en un abandono total por parte del estado, dejándoles sin acceso a los servicios básicos por más de 15 años. Sin embargo, en los años 90, las obras de saneamiento se trataron de universalizar, de tal manera que la mayor parte la población tenga acceso a estos servicios, pero aun así la tasa de crecimiento seguía siendo alta, por lo que se generaba una mayor necesidad de mejorar los sistemas de abastecimiento y evacuación de aguas residuales, que hoy en día vienen siendo un problema que ha perdurado durante muchas décadas. [3]

De la misma forma se ve la problemática que atraviesa México, en donde gran parte de su población no tiene acceso al agua salubre y limpia, debido al deficiente sistema de aguas residuales, motivo por el cual mueren más de 1000 niños al año a causa de enfermedades diarreicas. Los mexicanos no tienen una percepción generalizada del derecho fundamental a los servicios de saneamiento, lo que los lleva a considerar como un regalo si las autoridades locales brindan estos servicios a las poblaciones marginadas y vulnerables. Sin embargo, estos problemas deberían ser erradicados por las autoridades, quienes tienen toda la responsabilidad de velar por el bienestar de los moradores y garantizarles una mejor calidad de vida. [4]

En nuestro país existen muchas localidades que no cuentan con instalaciones de agua y alcantarillado, además la falta de pavimentación provoca que los índices de contaminación ambiental se incrementen y dificulten la transitabilidad de los peatones y vehículos, siendo esto uno de los factores principales que prohíben que ciertas localidades mejoren su calidad de vida. Alfredo Palacios, en su artículo hace mención que según estadísticas obtenidas de la FAO, el Perú se ubica dentro del octavo país que posee reservas de agua dulce, sin embargo la calidad de los servicios de agua y alcantarillado es muy deficiente, en donde 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso al agua potable y tienen que consumir agua de norias, y más de 6 millones de peruanos no cuentan con evacuación de aguas residuales, hay otro porcentaje de la población peruana que cuenta con servicios ineficientes, debido a la antigüedad que tienen sus instalaciones, por ejemplo en Lima, más de un millón de habitantes sufren estos problemas, aparte que cada vez se hace más grande la expansión demográfica y el crecimiento poblacional en el país. [5]

La misma situación problemática se presenta en el distrito de José Leonardo Ortiz, que tiene una antigüedad de 55 años y es uno de los distritos que tiene la mayor tasa de crecimiento, siendo esta del 2.19 %. Cuando se crea el distrito de José Leonardo Ortiz, uno de los primeros asentamientos humanos fue la UPIS 1 de mayo, la cual tiene más de 40 años, y cuenta con 5660 habitantes y 1102 viviendas, ésta estuvo imposibilitada por 16 años de los servicios básicos de agua y alcantarillado, en un principio se abastecían del agua de norias para su consumo, y pozos sépticos para las excretas. En el año de 1994, se asignó un proyecto de emergencia para la zona, que no contaba con los estudios requeridos y normativa vigente, razón por la cual hoy en día se muestran muchos problemas, tanto en las redes de agua potable, alcantarillado y pavimentación, siendo uno de los principales problemas el colapso de las tuberías y colmatación de los buzones,

además el escaso servicio de agua potable, ya que solo se les brinda dos veces al día, una en horas de la mañana a partir de las 5 am- 7 am, y otra en horas de la tarde, de 5 pm – 7 pm, lo que obliga a la población a almacenar el agua en bidones para el resto del día, ocasionando diferentes enfermedades, mayormente en épocas de verano. Cabe resaltar que las tuberías son de asbesto cemento, material que hoy en día es considerado como cancerígeno y perjudicial para la salud de las personas.

Con respecto a la falta de pavimentación, se producen ciertos problemas de contaminación ambiental y enfermedades respiratorias, ya que por los ciclones que se presentan y la transitabilidad de los vehículos, quedan muchas partículas en suspensión. Se han obtenido datos de las enfermedades a causa de estos problemas y la tasa de mortalidad debido a infecciones gastrointestinales y diarreicas que es del 25,23%.

Por ende, con el desarrollo del proyecto “diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la UPIS primero de mayo-Sector I”, se pretende solucionar la preocupación que sienten los pobladores de la zona, debido a la falta de agua potable y la acumulación de las aguas servidas en las calles, lo que trae consigo diversas enfermedades gastrointestinales y diarreicas, además que la tasa de mortalidad debido a éstas enfermedades disminuiría notablemente, cabe resaltar que el 25 % de la población a muerto debido a enfermedades infecciosas y parasitarias, según datos obtenidos de los centros de salud más cercanos como son el centro de salud Atusparia y la posta médica Santa Ana. Con la pavimentación, se pretende solucionar los diversos problemas de inundabilidad que se ocasionan en épocas de lluvia, tal como lo fue el niño costero del año 2017, que dejó consecuencias graves en la zona, debido al estancamiento del agua producto de las lluvias, ocasionando que los habitantes estén expuestos a enfermedades como el dengue, además de imposibilitar la transitabilidad de los vehículos y los peatones.

En cuanto al desarrollo técnico del proyecto, se tendrá en consideración el análisis de calicatas, para obtener muestras y realizar el estudio de mecánica de suelos de acorde a la normativa vigente, además se diseñará las redes de agua y alcantarillado teniendo en cuenta la población existente y futura, con el reemplazo de las tuberías de asbesto-cemento, por tuberías del tipo PVC y diámetros que permitan la circulación de los fluidos, tal como lo establece el RNE. Este proyecto contribuye de manera positiva a mejorar la calidad ambiental, ya que, al colapsar las tuberías de alcantarillado, genera olores putrefactos y la proliferación de insectos, además el

deterioro de los suelos. Con la pavimentación se estaría eliminando las partículas en suspensión a causa de los ciclones y la transitabilidad de los vehículos.

La meta principal del proyecto es el diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, con la finalidad de proporcionar a los moradores una mejora en su calidad de vida. Así mismo se han planteado siete objetivos específicos, los cuales nos van a ayudar hacer posible la realización del proyecto y son los siguientes: Efectuar el levantamiento topográfico del área en donde se realizará el proyecto; realizar los diferentes estudios de mecánica de suelos, necesarios para la elaboración del proyecto; realizar un diagnóstico del abastecimiento de agua potable para la Upis Primero de Mayo-Sector I, y en función de esto resolver la problemática de la falta de agua en la zona de estudio; evaluar y diseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado, utilizando los softwares waterCAD y SewerCAD; proponer alternativas para el diseño de pavimentación y elegir la más económica; elaborar el estudio de impacto ambiental, teniendo en cuenta la futura ejecución del proyecto y por último elaborar la ingeniería económica del proyecto a nivel de presupuesto.

En la región Lambayeque se han realizado diversos proyectos de saneamiento y pavimentación, uno de ellos es el proyecto que realizaron dos estudiantes de la universidad Pedro Ruiz Gallo, quienes plantearon un proyecto integral para la habilitación urbana de la asociación pro-vivienda de docentes de dicha universidad, donde se tuvo en cuenta la proyección para 20 años de crecimiento poblacional, así mismo se realizó una simulación de los fluidos mediante softwares y programas que permitieron elegir las pendientes y diámetros adecuados. Con lo que respecta a la pavimentación, se planteó un tipo de pavimento flexible y drenaje pluvial, para la evacuación de aguas producto de las lluvias, evitando posibles inundaciones. [6]

Revisión de literatura

Antecedentes:

Antecedentes Internacionales:

Tumbaco [7], en su proyecto de tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil plantea el “Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Comunidad Manantiales del Cantón Montecristi - Provincia de Manabí-Ecuador”. La necesidad que conlleva al autor de realizar este proyecto es debido a que la comunidad carece del servicio de alcantarillado sanitario, razón por la cual la disposición final de las excretas lo hacen mediante pozos sépticos o letrinas, ocasionando un gran índice de contaminación ambiental y diversas enfermedades que ha afectado a más del 50 % del total de la población. En cuanto al sistema de abastecimiento de agua potable es muy deficiente, ya que el agua es extraída de pozos profundos mediante un sistema de bombeo, para luego ser almacenada en un tanque de reserva y finalmente distribuirla a los moradores, sin un tratamiento de purificación previo. Tumbaco, realiza una simulación de los fluidos mediante el programa SEWERCAD, con la finalidad de comparar sus resultados obtenidos en su diseño, el cual le arroja resultados óptimos y válidos. Así mismo plantea una propuesta para el tratamiento de las aguas residuales, que comprende la decantación primaria y la degradación biológica anaerobia.

Mérida [8], para obtener el título de ingeniero civil, realiza un proyecto aplicativo el cuál es “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva-Guatemala”. El autor pretende resolver los diversos problemas que se presentan en la zona, ya que traen consigo diversas enfermedades como, por ejemplo: en épocas de lluvia se producen inundaciones, que generan la proliferación de insectos, como es el caso del dengue producto del estancamiento de las aguas pluviales. Así mismo, gran parte de la población padece de enfermedades respiratorias, como consecuencia de las partículas en suspensión ocasionadas por la transitabilidad de vehículos y la falta de pavimentación. En cuanto al desarrollo del proyecto, éste cuenta con una longitud aproximada de 3.35 kilómetros de alcantarillado sanitario, 3.67 kilómetros para el drenaje pluvial y la pavimentación que cuenta con un total de 3.8 kilómetros, también se ha realizado el diseño de 3 plantas de tratamiento de aguas

residuales que beneficiarán a un total de 521 viviendas y mejorará notablemente su calidad de vida y desarrollo económico.

Tapia y Sandoval [9], en su tesis “Propuesta de mejoramiento y regulación de los servicios de agua potable y alcantarillado para la ciudad de Santo Domingo”, la cual le permitirá optar por el grado de Magister en Gerencia de Empresas de servicios públicos domiciliarios, menciona a Ecuador como uno de los países que presenta el mayor atraso económico y social, ubicando como uno de sus mayores problemas el crecimiento poblacional y la falta de servicios básicos. Esto debido a que en las ciudades grandes se da las famosas invasiones, ocasionando que las ciudades crezcan sin una planificación urbanística, dejando a miles de personas sin agua y alcantarillado. En el Ecuador la falta de estos servicios se había convertido en motivo de comercialización, ya que solo accedían a éstos las personas que contaban con recursos económicos y podían pagar a empresas privadas por estos servicios. A fines del siglo XX, el gobierno estadounidense influye significativamente en el Ecuador, para que se desarrollen proyectos de saneamiento en muchas de sus ciudades, esto debido a la tasa de mortalidad muy alta que existía, sin embargo, la problemática sigue vigente, por lo que Tapia plantea esta propuesta, la cual beneficiará a miles de personas.

Rodríguez [10] , en su tesis “Diseño del sistema de alcantarillado sector San Antonio y diseño del sistema de agua potable población 12 de octubre, comuna de Quellón -Chile”, nos menciona sobre los métodos para abastecer de agua potable a un sector y la evacuación de las aguas servidas de otro, este proyecto nace de la necesidad de la municipalidad de Quellón de abastecer de servicios básicos a sus comunidades, el alcantarillado se solucionará mediante la conducción de dos colectores, una planta elevadora y una tubería de impulsión, para evitar el colapso de las tuberías. Asimismo, se pretende dar solución a los servicios de agua potable, mediante la instalación de tuberías de PVC y con un diámetro igual a 4” y 6”, con conexiones domiciliarias para 78 viviendas. Además, se contemplará el tratamiento de las aguas residuales y las fuentes de abastecimiento de agua potable.

Chukin, Miño y Soriano [11] en su artículo publicado en la revista Perfiles, que trata sobre modelación matemática del sistema hidráulico de la red de agua potable de la ciudad de Río Bamba, nos dicen que el éxito o el fracaso que se logre con un modelo hidráulico estará siempre ligado a la estimación de un análisis implícito de los parámetros de entrada utilizados para la generación del modelo, así como también la calibración y la validación de este. En este artículo se usa el programa WaterCAD, para poder realizar un

diseño adecuado de las redes de agua potable, la utilización de los modelos matemáticos es muy eficaz y confiable en la toma de decisiones, además que presenta diferentes escenarios que promueven el suministro de agua potable. Los modelos se basan fundamentalmente sobre 2 elementos, el primero que son las líneas o trazo y son las que van a representar al trayecto de las tuberías, y el segundo elemento son los nudos, que se van a ubicar en cada intersección de las avenidas.

Fronteau, Bauwens y Vanrolleghem [12] en su artículo publicado en la revista *Water Science & Technology*, menciona que la modelación matemática ha ido evolucionado paralelamente a la capacidad de las computadoras, ya que dicho proceso ha contribuido al desarrollo de esquemas numéricos los cuales se han ido adaptando a la problemática real y brinda la evaluación de dos escenarios distintos, diseño y análisis. Respecto a las investigaciones realizadas, existen una variedad de programas que permiten obtener resultados fehacientes, sin embargo; los más utilizados tanto para redes de alcantarillado como de distribución de agua potable, son el programa SewerCAD, WaterCAD, Epanet, Epa SWMM, Kypipe, Cabernet, Mouse, Noah 1D, HecRas. En su investigación también recomiendan utilizar 3 parámetros fundamentales para el diseño de redes de saneamiento, el primero que consiste en identificar el tipo de modelación que se va a realizar, el segundo, establecer el grado de conocimiento que se tiene acerca de la zona de estudio y por último disponer de los datos que se van a ingresar al sistema, para evitar posibles errores el programa debe estar calibrado.

Antecedentes Nacionales:

Cueva y Saavedra [13], desarrollaron el proyecto “diseño, ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en el mirador II, la esperanza, Trujillo, la Libertad”, debido a que cada vez va incrementando la población en el Mirador II, dejando a muchas familias sin acceso a los servicios de agua y alcantarillado. Desde mitad del siglo XX, las migraciones a las ciudades grandes para mejorar la calidad de vida han ido incrementando, puesto que no se cuenta con un plan director para acoplar a tanta gente, es que empiezan a formarse los pueblos jóvenes, o las invasiones, siendo éstas las más vulnerables al carecer de los servicios básicos. El Mirado II es un asentamiento humano, que presenta ciertas dificultades e ineficiencias con las redes de agua potable, ya que éstas se hicieron de manera empírica y sin un diseño y estudios previos. Asimismo, no cuenta con un sistema de

alcantarillado adecuado que permita la evacuación de las aguas servidas, razón por la cual nace la necesidad de la elaboración de este proyecto. Su ejecución beneficiará a 240 viviendas y contará con un tendido aproximado de 1.101 ml de tubería del tipo PVC para conexiones domiciliarias, la cual comprende todos los accesorios utilizados para su instalación. También se utilizaron programas de simulación de fluidos como el WATERCAD y el SEWERCAD, que permitieron tener una mejor percepción del diseño realizado.

Malaver y Mendoza [14], desarrollaron el proyecto “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de aguas residuales de la ciudad de Contumazá”, debido al gran problema que se atraviesa de forma global por la falta de servicios básicos en algunas zonas rurales y urbanas marginales. Contumazá cuenta con los servicios de agua y alcantarillado, pero debido a la antigüedad que tienen, más de 30 años y al desmesurado crecimiento poblacional que se ha venido dando durante los últimos años, hacen que éstas instalaciones sean deficientes y presten servicios inadecuados, además que el sistema actual ha colapsado, generando diversas enfermedades a los pobladores, por ello es de suma importancia este proyecto, el cual se realizará teniendo en cuenta un periodo de diseño de 20 años ya que la población es menor a 10000 habitantes, y se espera contar con una población futura de 3266 habitantes. En este proyecto se realizaron los estudios básicos como topografía y estudios de mecánica de suelos, con la finalidad de obtener los parámetros mínimos que permitan realizar su diseño, así como también se realizó una evaluación económica, a nivel de presupuesto siendo este de 9 millones de soles aproximadamente. Con lo que respecta al mejoramiento de las redes de saneamiento se llegó a la conclusión que para ampliarlos se necesitarían un total de 200 metros de tubería y para mejorarlos se va a utilizar un total de 10670 metros de tubería PVC, solamente para el agua potable, en cuanto al alcantarillado los diámetros considerados son de 200 mm.

Rivera y Rivera [15], en su tesis “diseño del mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado del sector cerro colorado, Pacanga – Chepén - la Libertad”, nos hablan de las deficiencias que presentan los servicios de saneamiento, ocasionando distintos problemas en los 1050 habitantes de la zona, el distrito de Chepén cuenta con una alta tasa de crecimiento que es del 2.2 %, razón por la cual los servicios se ven acoplados. Además, hace mención que el sarro presente en las tuberías ha disminuido el diámetro de estas, lo que ocasiona que el agua se distribuya de manera ineficiente, por lo que es necesario hacer

un mejoramiento de estos sistemas, y evitar las enfermedades gastrointestinales que se han venido dando. Con el mejoramiento de las redes de agua y alcantarillado, se estará beneficiando a toda la población y sobre todo garantizando estándares de calidad de vida, que permitan el desarrollo de los habitantes. Así mismo, para su ejecución se desarrollaron los estudios básicos de topografía y 4 calicatas, de las cuales se obtuvo la clasificación de un suelo limo-arenoso, el autor consideró como indicadores principales a los caudales de diseño, la población, las pendientes, presiones y diámetros, además realizó el diseño de un reservorio cuya capacidad es de 80 m³ y el presupuesto total del proyecto que es de S/1'921,314.05 soles.

Carpio [16], para obtener el título profesional de ingeniero civil ambiental en la universidad Santo Toribio de Mogrovejo, plantea un proyecto aplicativo llamado “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de Chota, Cajamarca”, este proyecto nace a raíz de los problemas que se vienen presentando en dicho Distrito, ya que las aguas residuales no cuentan con ningún tipo de tratamiento y son evacuadas directamente al río, ocasionando impactos ambientales relativamente grandes y la contaminación de sus fuentes hídricas, además que presenta deficiencias en sus sistemas de saneamiento debido a la antigüedad que tienen y al crecimiento poblacional que se ha venido dando en los últimos años. Según estudios realizados en la zona, se encontró un alto índice de morbilidad, debido a los factores antes mencionados y las enfermedades gastrointestinales para el 2019 habían aumentado en un 40%. Dentro del desarrollo el autor realizó el diseño de las captaciones de agua, ubicándolas en 3 sectores diferentes, así como también el diseño de un tanque Imhoff para el tratamiento de las aguas servidas y 418 conexiones domiciliarias en el Distrito de Querocoto, con diámetros de 6 pulgadas y 1463 metros de tubería.

Meniconi, Brunone, Frisinghelli, Capponi y Mazzeti [17] en su artículo menciona que en el waterCAD la simulación hidráulica se puede realizar en dos escenarios distintos, el primero que se da de forma estática, cuando se considera un caudal igual a 0, y el segundo que es de forma dinámica, acá se modela con los caudales obtenidos de las demandas, cabe resaltar que se hace un previo cálculo para obtener los datos suficientes e ingresarlos al programa. A la simulación dinámica también se le conoce con el nombre de periodos de tiempo extendido (EPS), este programa da la facilidad de realizar estudios con sustancias conservativas y no conservativas, como, por ejemplo; el cloro y otros productos que

contienen agentes químicos. Otra característica del waterCAD es que en el modelo se puede retener el agua en cada uno de los puntos de salida de la red, cabe resaltar que este programa solo es utilizado para diseñar y analizar redes de agua potable, ya sea redes de aducción, conducción y de distribución, así mismo se hace una simulación de la planta de tratamiento de agua potable. Cuando se tiene un punto de reservorio, es necesario darle una altura de 10 a 15 metros, ya que se estaría diseñando un sistema por gravedad. El programa permite modelar varios de los componentes hidráulicos de las redes de distribución, como las válvulas reguladoras de presión, estaciones de bombeo, controles automatizados, etc. También nos permite trabajar con el AutoCAD civil 3D, en donde se preparan los insumos como las conexiones domiciliarias, las curvas de nivel, el plano de lotización y las redes de distribución, para luego exportarlas.

Valenzuela y Orillo [18] en el año del 2019 desarrollaron un proyecto mediante modelación hidráulica para las redes de distribución en waterCAD en la localidad de Paucartambo-Perú, en donde hace una compatibilización de sus datos obtenidos en campo con el modelo hidráulico el cual le lanza un porcentaje de compatibilidad de 90.37 %, representado un alto índice de confiabilidad, asimismo las simulaciones se realizaron con una red de distribución inicial llamada base. En esta investigación se tuvo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones como una guía, pero en realidad no se usaron las dotaciones que se proponen ahí sino datos reales de campo, ya que son mucho más exactos y brindan una mayor seguridad para realizar proyectos de esta envergadura. Además, se tiene en cuenta los estudios de crecimiento poblacional, para proponer un nuevo diseño de las redes de agua potable y nuevas fuentes de abastecimiento, debido a que los sistemas actuales presentan problemas.

Para llevar a cabo la simulación hidráulica se tuvo en cuenta dos escenarios que cumplieron perfectamente con los parámetros que establece la norma técnica peruana, las presiones y velocidades se encuentran dentro de los rangos y el presupuesto total para la ejecución de este proyecto es de 25773.29 soles.

Antecedentes Locales:

Falla y Ramos [6] , para obtener el título de ingenieros civiles en la universidad Pedro Ruiz Gallo, desarrollaron el proyecto que lleva el nombre de “diseño de la pavimentación y de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la habilitación urbana de la asociación pro-

vivienda de docentes de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo ubicada en el distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque-2019”, con la finalidad de proponer un proyecto integral, que beneficiará a todos los docentes de la universidad nacional de Lambayeque. El área total de la urbanización son aproximadamente 5 hectáreas, cuenta con una proyección de crecimiento habitacional de hasta 20 años y no existen redes matrices cercanas a la zona de estudio, razón por la cual el proyecto contará con redes principales propias, así como también el abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas. Para el desarrollo de la tesis, los autores realizaron estudios básicos de topografía y mecánica de suelos, de los cuales se obtuvo que el suelo existente en la zona presenta un CBR bajo, por lo que se planteó realizar una estabilización de la subrasante, con la finalidad de proporcionar una mejor resistencia a la pavimentación. En cuanto al abastecimiento de agua potable se consideraron las fuentes hídricas propias de la zona, por medio de un pozo tubular que cumple con los estándares de calidad, así mismo, los diámetros obtenidos del diseño varían de 75 mm para uso domiciliario y 250 mm para industrial.

Almestar y Ravines [19], en su tesis para optar por el grado de ingenieros civiles en la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, plantean el proyecto “mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, el cual consiste en mejorar los sistemas de saneamiento, debido a que se encuentran en mal estado, ya que el servicio de agua es escaso, los buzones se encuentran colmatados, y las aguas servidas van a una laguna de oxidación la cual no tiene ningún tipo de tratamiento, ocasionando muchas enfermedades gastrointestinales, parasitarias, diarreicas y dérmicas. Con este proyecto se busca mejorar la calidad de vida de los pobladores, por lo que se ha planteado un sistema de abastecimiento propio de la zona y tratamiento de las aguas servidas, además del cambio de tuberías debido a los diámetros muy reducidos que poseen y mejorar el sistema de bombeo. En cuanto al diseño de las redes de distribución, se eligieron diámetros de 4” a 6” y se verificaron las presiones mínimas de acuerdo con el reglamento nacional de edificaciones, así mismo para la estación de bombeo se determinó una potencia de 22 HP y la profundidad de los buzones obtenidas varían entre 1.20m y 5.60 m, dependiendo de las pendientes calculadas.

Dávila [20] en su proyecto de tesis titulado “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado, pavimentación y la implementación de un sistema de

pretratamiento de las aguas residuales en el centro poblado de Motupillo, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe y departamento de Lambayeque-2021”, con el cual pretende resolver la problemática existente debido a la falta de agua y al excesivo crecimiento poblacional que se viene dando en los últimos años, además de proporcionar a los pobladores una mejor calidad de vida. El agua extraída de la zona es mediante un pozo tubular, el cual no presenta fallas y opera de manera correcta y cuenta con un reservorio que almacena un total de 500 m³, los problemas más comunes que se presentan son el colapso de las tuberías principales y la falta de estos servicios a un promedio de 103 viviendas, razón por la cual se han realizado conexiones empíricas, que han ocasionado fugas y colmatación de tuberías. En el desarrollo se implementaron más redes de distribución y se instalaron válvulas reductoras de presión, así mismo para el tratamiento de aguas residuales se instalaron sistemas de pretratamiento con la finalidad de retener los materiales sólidos y los diámetros obtenidos del diseño fueron de 200 mm para el alcantarillado y 60 a 80 mm para las redes de agua potable.

Sánchez y Silva [21], para obtener el título de ingenieros civiles en la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, plantean el proyecto aplicativo llamado “Estudio definitivo de la Pavimentación de la I etapa y del sistema de Agua Potable, Alcantarillado, Pavimentación de la II etapa del Asentamiento Humano Sagrado Corazón de Jesús-La Victoria, Distrito La Victoria – Provincia Chiclayo – Región Lambayeque-2020”. Los problemas de la falta de pavimentación y el inadecuado abastecimiento de los servicios básicos es un problema muy notable en ambos sectores, razón por la cual los autores plantean un tipo de pavimento flexible con un espesor de la carpeta asfáltica de 3 pulgadas, además se propone realizar una subbase granular para que pueda soportar mejor las cargas vehiculares, siendo ésta de 6 pulgadas. Para su análisis se realizaron la excavación de 8 calicatas en ambas etapas del asentamiento humano, en donde una de ellas tuvo una profundidad aproximada de 4.6 metros y las restantes de 2 metros. Del diseño se obtuvo diámetros de 100 mm para las redes de distribución de agua potable y de ½ pulgada para las conexiones domiciliarias. Así mismo los diámetros obtenidos para el alcantarillado fueron de 200 mm para la red colectora y 160 mm para las conexiones domiciliarias. Los autores realizaron un cronograma de ejecución de obra, en donde el plazo aproximado es de 11 meses, siendo los 06 primeros para la ejecución del saneamiento y los 05 meses restantes para la pavimentación, abarcando un presupuesto total de 3,388,275.70 soles.

Materiales y métodos

Marco Normativo

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizarán las diferentes normas que establecen los parámetros mínimos de diseño, tales como:

Reglamento nacional de edificaciones (RNE), del cual se han utilizado todas las normas correspondientes a obras de saneamiento y pavimentos urbanos. [22]

❖ **OS.010: CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

Hace referencia a todos los sistemas de obtención y transporte de las aguas producto de las diferentes fuentes de abastecimiento, en donde especifica los estudios que se deben realizar con la finalidad de proporcionar estándares de calidad, que aseguren el bienestar de la población. Así mismo hace referencia a la protección de las fuentes hídricas, de tal manera que éstas no queden contaminadas.

❖ **OS.020: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

Está relacionada con el tratamiento que debe tener el agua, antes de ser distribuida a la población, mediante esta norma se forman criterios que servirán para el diseño de plantas de tratamiento, así como también alcances y parámetros que se deben cumplir para su diseño.

❖ **OS.030: ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

Habla sobre el almacenamiento del agua potable, ya que una población debe contar con reservas en épocas en que las escorrentías disminuyen. En donde el volumen de almacenamiento estará relacionado con la cantidad de población que se tenga en un determinado lugar.

❖ **OS.040: ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

Menciona todos los mecanismos que sirven para que se realice el adecuado bombeo del agua, así como los parámetros mínimos que las estaciones de bombeo deben cumplir para el consumo humano, éstas dependen del periodo de diseño y del caudal máximo diario que presenta la zona.

❖ **OS.050: REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

En esta norma se habla de la distribución del agua a la población, que puede darse mediante conexiones simples o múltiples, así mismo indica las condiciones mínimas para realizar un diseño de las redes de distribución en localidades que superan los 2000 habitantes y establece los diámetros mínimos que deben utilizarse en caso de conexiones domiciliarias y de usos industriales.

❖ **OS.070: REDES DE AGUAS RESIDUALES.**

Establece criterios mínimos para el diseño de la evacuación de las aguas residuales, en localidades que superan los 2000 habitantes, así como las especificaciones técnicas, los estudios de topografía, mecánica de suelos, los caudales de diseño entre otros. El diámetro mínimo que se establece en esta normativa para las conexiones es de 100 mm.

❖ **OS.080: ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.**

Así como para el bombeo del agua potable existe una normativa, para las aguas residuales también la hay, ya que es necesario bombear estas aguas en terrenos donde no se cuenta con grandes pendientes, y ocasiona que los sistemas colapsen.

❖ **OS.090: PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Una vez que las aguas han sido recolectadas mediante las redes de alcantarillado sanitario, son trasladadas a una PTAR, siendo esta normativa la que nos brinda los criterios necesarios para su diseño y para el tratamiento de las aguas negras antes de ser reutilizadas o evacuadas a un cuerpo receptor.

❖ **OS.100: CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA.**

En esta normativa, se brinda los criterios que deben ser evaluados ante posibles riesgos que pueden suceder al momento de ejecutar una obra de saneamiento, así como también la población de diseño, la dotación del agua y todo lo concerniente a las operaciones básicas que comprende un proyecto de saneamiento.

❖ **CE.010: PAVIMENTOS URBANOS.**

Esta normativa tiene como finalidad, brindar los parámetros para la rehabilitación, mantenimiento, diseño, rotura, construcción y reposición de los pavimentos urbanos, teniendo como base los estudios de mecánica de suelos, de tal manera que garantice su correcta funcionalidad.

PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA POBLACIONES RURALES Y URBANO MARGINALES (DIGESA).

La presente norma técnica tiene como finalidad generalizar los proyectos de saneamiento en las poblaciones rurales y urbano marginales, debido a que los datos

estadísticos demostraron tasas de morbilidad muy altas y enfermedades infecciosas que atentaban contra la salud de los pobladores. La normativa está dirigida para poblaciones que superan los 2000 habitantes y a las que no se encuentran dentro de los planes integrales o catastro urbano. [23]

DS N° 031-2010-SA REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO.

El reglamento establece los estándares de calidad del agua que deben cumplirse, con la finalidad de evitar enfermedades que atenten contra la vida de los seres humanos, en donde se habla de los procesos químicos que se deben realizar, así como también del monitoreo y fiscalización a los que debe estar sometido, antes de ser distribuido para el consumo humano. [24]

DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

Es la ley que aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Asimismo, hace mención a las sanciones, políticas, incentivos y normas que van a permitir que lo estipulado en este decreto supremo se cumpla sin ninguna objeción. La entidad responsable de la administración de las PTAR es el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, según lo establece el decreto supero del MINAM. [25]

LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO LEY N°26338

Esta normativa abarca todos los servicios de saneamiento, como son los sistemas de agua, alcantarillado, drenaje pluvial y plantas de tratamiento de aguas grises. Los cuales son considerados como servicios básicos de interés social, ya que sin ellos no se puede garantizar una mejor calidad de vida ni desarrollo socioeconómico, así mismo también menciona a todos los organismos responsables de garantizar el cuidado de los recursos hídricos, el bienestar social y la protección del medio ambiente, ya que las aguas servidas son consideradas como principal foco infeccioso y contaminación. [26]

MC-SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS: SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

En el manual de carreteras, está establecido el procedimiento y los criterios que se deben tener en cuenta al momento de realizar el estudio de mecánica de suelos, en donde se explica detalladamente la exploración de cada uno de ellos, la extracción de muestras y

los diferentes ensayos de laboratorio a los que deben ser sometidos, todo esto con la finalidad de obtener datos que faciliten el diseño de un pavimento. Así mismo hace una clasificación de los diferentes tipos de pavimentación existente, tales como son los pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos, cada uno con la metodología de diseño correspondiente. [27]

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS – 2005

En el presente manual se describe cada una de las vías urbanas, así como también los volúmenes de tránsito para cada una de ellas, las velocidades y otros parámetros que facilitan los criterios de diseño y seguridad. [28]

1. Marco Teórico

1.1.SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Como se puede observar en la Figura (01), el sistema de agua potable cuenta con todos los elementos que se muestran, sin importar si se trata de un diseño antiguo o actual. Empezando por las fuentes de abastecimiento de agua, que pueden ser tanto superficiales como subterráneas, cuando hablamos de abastecimientos superficiales, se hace mención a embalses, lagos, ríos, manantiales, hasta incluso el agua producto de las lluvias es considerada como fuente de abastecimiento, la elección adecuada de estas fuentes va a estar relacionada a la ubicación y distancia de la localidad a la cual se requiere proveer, además de tener en consideración el Ph del agua. [29]

Luego viene la captación, que son obras que tienen por finalidad recolectar el agua producto de los diferentes abastecimientos existentes, y son construídas teniendo en cuenta de donde provienen, es decir si son subterráneas o superficiales, ya que para cada una de ellas existe un sistema de captación diferente. Después que el agua pasa a las obras de captación, se procede a trasladarla, para que posteriormente sea tratada, mediante procesos físicos, biológicos y químicos, de tal manera que el agua sea purificada y apta para el consumo humano, cabe resaltar que el agua estará en constante proceso de cloración, para evitar posibles enfermedades. Es necesario almacenar el agua potable mediante reservorios, ya que en épocas de verano cuando no hay escorrentías que permiten que los cauces transporten agua, ésta se escasea, por lo que una localidad debe contar con reservas, para abastecer a su población. Finalmente este procesos concluye con la distribución de agua potable a cada una de las viviendas, que puede ser mediante un sistema de tuberías o de manera general. [29]

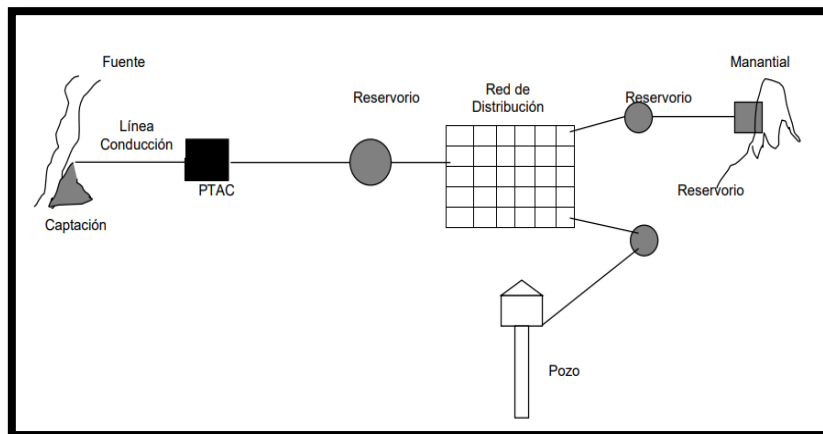


Fig. 1. sistema de agua potable

Fuente: Eduardo Arias Govea

1.1.1. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

Las guías de calidad del agua potable [30] Menciona 5 indicadores de calidad que el agua debe cumplir para garantizar la seguridad y salud de los pobladores, siendo los siguientes:

- **Cobertura:** Este indicador viene siendo expresado en porcentaje y es la relación que existe entre la población servida y la población total, en donde la población servida es equivalente al número de conexiones domiciliarias totales por la densidad, tal como se muestra en la fórmula (1).

$$Cob = \frac{Pobl. servida}{Pobl. total} \times 100 = \frac{N^{\circ} Conex. Dom. Totales \times Densidad}{Pobl. total} \times 100 \dots \dots (1)$$

- **Cantidad:** Es el volumen producido de agua sobre la población servida, y se expresa en lts/ (hab. día), este indicador depende de distintos parámetros, como son: Consumo de agua, periodo de diseño, población y también de los coeficientes de variación, tal como se muestra en la fórmula (2).

$$Cant. agua = \frac{Volumen producido}{Población Servida} \left(\frac{lt}{hab} \cdot día \right) \dots \dots \dots (2)$$

- **Continuidad:** Este indicador es igual al número de horas que se brinda el servicio de agua potable y puede ser continuidad regular y no regular. Para el primer caso donde la continuidad es regular durante todo un año, ésta se calcula dividiendo el número de

horas al día de agua, sobre el número de horas que tiene un día, todo esto multiplicado por 100 para que el resultado sea en porcentaje. En cambio, cuando el agua no es regular durante un año, se le multiplica a la fórmula antes mencionada, el número de días al año con agua potable, tanto en numerador como en el denominador, tal como se muestra en la fórmula (3).

$$\text{Continuidad de agua} = \frac{\text{N}^\circ \text{ horas al día de agua}}{\text{N}^\circ \text{ horas del día}} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

- **Calidad:** En cuanto a la calidad del agua, está referida a los parámetros que exige la normativa para el consumo humano, teniendo en cuenta los diferentes procesos físicos, químicos y bacteriológicos.
- **Costos:** Es el último indicador, el cual establece el precio del agua que deben pagar los pobladores por metro cúbico de consumo.

1.1.2. POBLACIÓN Y DEMANDA

Cuando se habla de la demanda, hace referencia a la cantidad de agua potable que se requiere para una determinada localidad, es decir, es el volumen que cada ciudadano consume bajo los estándares de calidad establecidos, y se expresa en m³/año. Así pues, para poder determinarla es necesario que exista en la zona una continuidad del servicio de 16 horas como mínimo y se realizará mediante medidores instalados. [29]

La población es la cantidad de habitantes que existen en una determinada localidad, en donde, la principal fuente para poder determinarla y proyectarla, es acudir a los censos de población y vivienda que proporciona el INEI, con respecto al cálculo de la población futura, ésta se puede obtener mediante la aplicación de diferentes métodos, como son: método de interés simple, interés compuesto, método de incrementos variables, entre otros. [22]

1.1.3. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño está dividido en periodo de planeamiento y periodo óptimo de diseño, según lo indica el autor Eduardo Arias Govea. [31]

- **Periodo de planeamiento:** Este periodo está relacionado con el tiempo en que se planifican todos los estudios previos, así como las inversiones y beneficios que tendrá el proyecto. También, es un lapso en donde se pueden presentar distintas perspectivas acerca de la validez del proyecto.

- **Periodo Óptimo de diseño:** Es el tiempo en que los sistemas de alcantarillado y agua potable cubren la demanda que se había proyectado, con la finalidad de reducir los costos relacionados al mantenimiento, operación e inversión, a lo largo del tiempo de análisis del proyecto. Este periodo óptimo se subdivide en:

- Periodo óptimo para sistemas sin déficit, se representa mediante la fórmula (4):

$$X^* = \frac{2.6(1 - a)^{1.12}}{r} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

X^* : Periodo óptimo de diseño sin déficit en años

a : Factor de economía de escala adimensional

r : Tasa de descuento

- Periodo óptimo para sistemas con déficit, se representa mediante la fórmula (5):

$$X_i = X^* + \left(\frac{1 - a}{r}\right)^{0.7} + \frac{X}{(X_0 + X^*)^{0.6}} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

X^* : Periodo óptimo de diseño sin déficit en años

a : Factor de economía de escala adimensional

r : Tasa de descuento

X_0 : Periodo de déficit

1.1.4. DOTACIÓN

La dotación está relacionada con el consumo total de agua potable que realiza la población a lo largo de un día, es decir, es la cantidad de agua que cada ser humano necesita para satisfacer sus necesidades básicas en cualquier tipo de actividad y se puede calcular dividiendo el consumo entre el número de habitantes de una determinada localidad, este resultado se expresará en lts/ (hab. día). Así mismo, las dotaciones por cada habitante han sido establecidas por el reglamento nacional de edificaciones, basado en estudios realizados y justificados técnicamente. [31]

1.1.5. CONSUMO

Es la cantidad de agua que se usa para las diferentes actividades que se realizan en una determinada localidad, tales como los que se indican a continuación. [29]

- **Consumo Comercial:** Está relacionado con el consumo de agua en locales donde se realizan actividades comerciales, tales como: Fuentes de soda, tiendas, restaurantes, hoteles, entre otros.
- **Consumo doméstico:** Es el uso que se tiene dentro de cada una de las viviendas, donde cada poblador satisface sus necesidades, además depende de la educación de cada uno de los habitantes consumir el agua de manera racional y controlada, ya que los consumos podrían llegar a ser muy altos y generar grandes volúmenes de pérdida.
- **Consumo social:** Se podría decir que este es considerado como un consumo de necesidad pública, ya que es necesario el agua para albergues y piletas públicas en donde los usuarios puedan acceder fácilmente a este servicio, razón por la cual se le aplica tarifas sociales.
- **Consumo estatal:** Este tipo de consumos son de uso público, y depende mucho del tipo de establecimiento que se trate. Por ejemplo, se tienen los centros educativos, las postas médicas, los hospitales, los municipios y toda entidad pública. Así mismo, se debe tener en cuenta que los consumos estatales, sociales y comerciales son totalmente independientes de la cantidad de habitantes con los que cuenta una localidad específica.
- **Consumo neto:** Este consumo viene a ser la sumatoria de todos los consumos antes mencionados, por eso es por lo que también se le conoce con el nombre de demanda agregada.

1.1.6. PÉRDIDAS DE AGUA

Las pérdidas de agua son conocidas también como índice de agua no contabilizada o no facturada, y se expresa mediante las siguientes siglas (IANC o IANF). Estas pérdidas son expresadas tal como lo indica la fórmula (6): [31]

$$IANF = \frac{\text{Volumen Producido} - \text{Volumen Consumido}}{\text{Volumen producido}} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

1.1.7. CONSUMO TOTAL

El consumo total es igual al consumo neto dividido sobre 1 menos el índice de agua no facturada en porcentaje, tal como se puede apreciar en la fórmula (7). [31]

$$\text{Consumo Total} = \frac{\text{Consumo Neto}}{1 - \frac{IANF}{100}} \dots \dots \dots (7)$$

1.1.8. VARIACIONES DE CONSUMO

Son todos los consumos de agua que cambian a lo largo de un año dependiendo de muchos factores, como, por ejemplo: las costumbres, las estaciones climatológicas, las horas que tiene

un día, entre otros. Estas variaciones de consumo el autor Govea las clasifica como coeficientes. [29]

- **Coeficiente máximo diario (K1):** Este coeficiente está relacionado con la variación máxima que tiene el consumo del agua respecto al consumo promedio diario anual y se expresa mediante K1, el cual está en un rango de 1.3 y 1.8, esto va a depender de la cantidad de habitantes, es decir, este coeficiente es inversamente proporcional a la cantidad de población. Para realizar su cálculo es necesario acudir a los registros diarios que existen del consumo de agua en una localidad. En la Figura (02), se muestra la curva del coeficiente máximo diario.

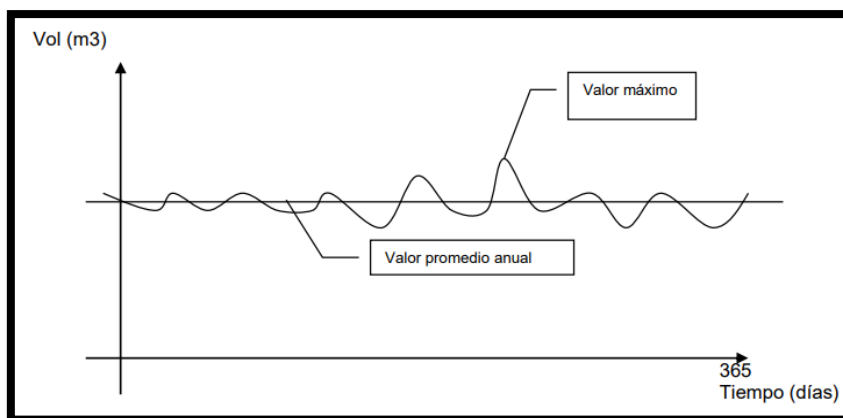


Fig. 2. Curva del coeficiente máximo diario

Fuente: Eduardo Arias Govea

El coeficiente máximo diario se calcula mediante la fórmula (8):

$$K_1 = \frac{\text{Gasto del día de máx. consumo}}{\text{Gasto promedio anual}} \dots \dots \dots (8)$$

- **Coeficiente máximo horario (K2):** Así como el coeficiente máximo diario, variaba respecto al consumo promedio diario anual, el coeficiente máximo horario varía respecto al consumo promedio de ese mismo día y se representa mediante la simbología K2, en donde este coeficiente se va a encontrar en los rangos de 1.8 y 2.5. En poblaciones grandes el coeficiente es menor y si se cuenta con poblaciones reducidas entonces es viceversa, esto se debe al elevado consumo de agua potable en las ciudades grandes, ya que se realizan diversas actividades en diferentes horarios durante el día. El reglamento nacional de edificaciones en la norma OS.100, establece que, para los abastecimientos por conexiones domiciliarias, se tendrán coeficientes de variaciones

de consumo que estén relacionadas con los datos estadísticos obtenidos de la demanda de agua potable en una localidad, en donde SEDAPAL establece que k_1 será igual a 1.3 y k_2 igual a 2.6. En la figura (03), se muestra la curva del coeficiente máximo horario.

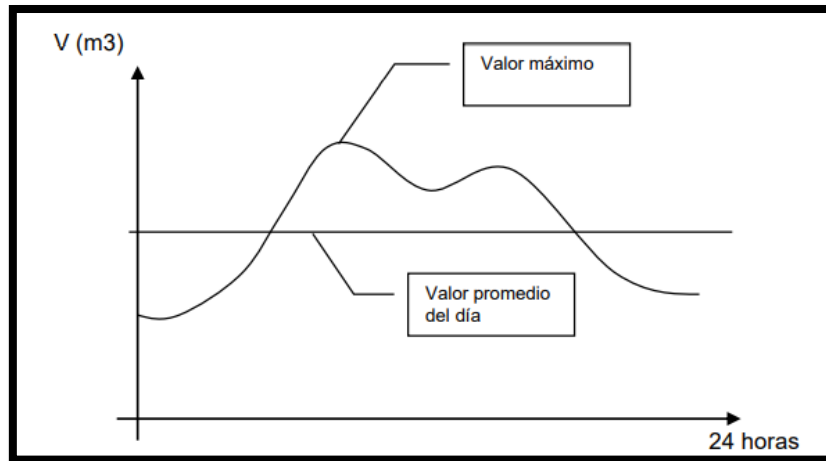


Fig. 3. Curva del coeficiente máximo horario

Fuente: Eduardo Arias Govea

El coeficiente máximo diario se calcula mediante la fórmula (9):

$$K_2 = \frac{\text{Gasto de la hora de máx. consumo}}{\text{Gasto promedio anual}} \dots \dots \dots (9)$$

- **Coefficiente máximo maximorum (K3):** Se expresa mediante K_3 , y es el consumo máximo que se da a lo largo de un día y en una hora máxima. Este coeficiente se puede obtener con la multiplicación de los coeficientes antes mencionados, así mismo este factor es equivalente a un factor de mayoración, en donde tras arduas investigaciones el autor Gorbea, lo expresa mediante la fórmula (10):

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})} \dots \dots \dots (10)$$

En donde P , es la población.

- **Coefficiente mínimo (K4):** Este coeficiente está relacionado con la hora de menor consumo de agua potable sobre el promedio de consumo de ese día. Será calculado teniendo en cuenta los registros de consumo de una determinada localidad. En la figura (04), se muestra la curva del coeficiente mínimo.

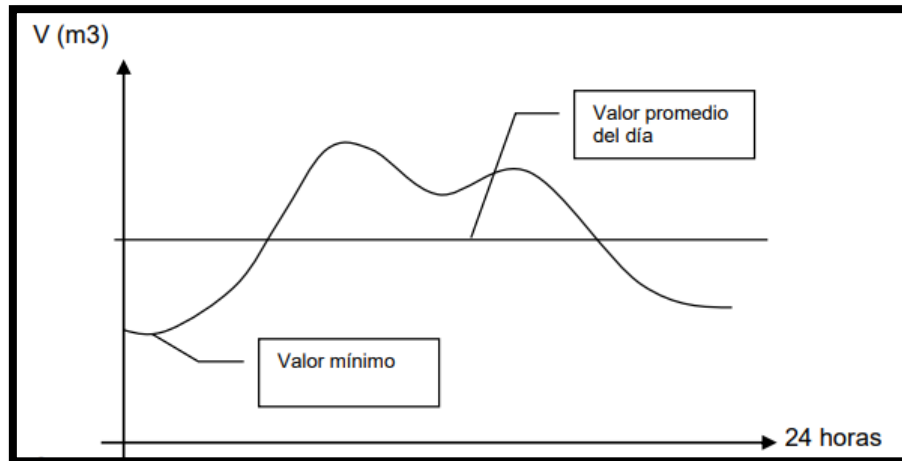


Fig. 4. Curva del coeficiente mínimo

Fuente: Eduardo Arias Govea

1.1.9. CAUDALES DE DISEÑO DE AGUA

Ricardo López Cualla [29] en su libro Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, menciona los diferentes tipos de caudal de diseño existentes para el agua potable y son:

- **Caudal promedio diario:** Este es el consumo promedio diario de agua potable durante un año y se podría decir que es equivalente al consumo neto. Normalmente este caudal promedio es obtenido mediante registros de consumo de agua, pero cuando se carece de éstos se puede calcular mediante la relación existente entre la multiplicación de la población y la dotación, dividida entre el número de horas de un día, pero en segundos, tal como se expresa en la fórmula (11).

$$Q_p = \frac{\text{Población (hab)} \times \text{Dotación} \left(\frac{\text{lt/s}}{\text{hab}} \right)}{86400 \text{ seg/día}} \dots \dots \dots (11)$$

- **Caudal máximo diario:** El caudal máximo diario es el más alto caudal alcanzado a lo largo de un día, el cuál será obtenido a través de un coeficiente de variación diaria si no se contara con datos correspondientes a los registros de consumo diario, se representa mediante la fórmula (12).

$$Q_{md} = Q_p \times K_1 \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

Q_p: Caudal promedio (m³/s)

Q_{md}: Caudal máximo diario (m³/s)

K1: Coeficiente de variación diaria

- **Caudal máximo horario:** Este caudal corresponde a la hora de consumo máximo que se da en el transcurso de un día, y se calcula multiplicando el caudal promedio por el coeficiente de variación horaria, tal como se muestra en la fórmula (13).

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2 \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

Qp: Caudal promedio (m³/s)

Qmh: Caudal máximo horario (m³/s)

K2: Coeficiente de variación horaria

- **Caudal máximo maximorum:** Este caudal se da en la máxima hora durante el día y el día de mayor consumo, se calcula multiplicando el caudal promedio por los coeficientes de variación diaria y horaria, respectivamente, así como se expresa en la fórmula (14).

$$Q_{mm} = Q_p \times K_1 \times K_2 \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

Qp: Caudal promedio (m³/s)

Qmm: Caudal máximo maximorum (m³/s)

K1: Coeficiente de variación diaria

K2: Coeficiente de variación horaria

- **Caudal de bombeo:** Es el caudal que se requiere para impulsar el agua hacia los puntos más elevados de un almacenamiento, el caudal debe ser estimado para un máximo de 16 horas diarias.

1.1.10. RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución sirven para suministrar agua a una población, de tal manera que los caudales estimados puedan circular por ellas sin ninguna dificultad, además de cumplir con los parámetros mínimos establecidos en la normativa, los cuales garantizan la salubridad y seguridad del agua. Hay dos funciones importantes de las redes de distribución, la primera que es brindar un servicio continuo de agua a la población, para las diversas actividades que se

realizan y a cualquier hora del día, y la segunda que corresponde a la protección del agua al momento de ser trasladada, evitando que se mezcle con impurezas o cualquier otro tipo de contaminantes. Existen dos tipos de redes de distribución, según lo indica el reglamento nacional de edificaciones. [22]

- **Redes de distribución a circuito abierto:** Son todas aquellas que solamente dependen de un conducto principal que transporta el agua, de tal manera que al avanzar su recorrido éste va disminuyendo y se distribuye de manera ramificada por medio de conductos laterales. Este tipo de redes de distribución, son recomendables utilizarlas en localidad pequeñas, en donde no se tienen pendientes muy pronunciadas que afecten las presiones, ya que, al tratarse de un solo conducto principal, se tiene un solo diámetro de tubería y el flujo es permanente.
- **Redes de distribución a circuito cerrado:** Este tipo de redes son muy utilizadas en las zonas urbanas, ya que son compuestas por circuitos cerrados, debido a que se caracterizan por contar con varios conductos principales que están ubicados alrededor de una urbanización, por ende, se utilizan varios diámetros de tuberías, garantizando que la presión del agua sea la adecuada para abastecer a poblaciones con gran número de habitantes.

1.1.11. DIÁMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de agua potable se clasifican de acuerdo con la función que cumplen y son: redes primarias, secundarias y terciarias. [31]

- **Redes Primarias:** Estas forman la estructura básica del sistema de distribución, las cuales transportan los caudales desde las plantas de tratamiento hasta los reservorios o tanques elevados que se encuentran en los diferentes distritos. En donde las tuberías no deben tener una separación mayor a 1 km, y las líneas de conducción deberán tener válvulas a una distancia máxima de 1.5 km. Las redes primarias deben contar con un sistema de válvulas de purga en donde los niveles son muy bajos y ventosas en los más altos.
- **Redes Secundarias:** Están conformadas por circuitos mucho menores dentro de las redes de distribución primarias, su distribución mayormente está entre 2 a 4 manzanas,

es decir a 200 o 400 metros de distancia y sirven para abastecer agua en donde las pérdidas de carga sean menores.

- **Redes terciarias:** Estas redes están ubicadas en forma de malla alrededor de toda el área de servicio y están conectadas tanto a las redes de distribución primarias como secundarias. Los diámetros establecidos para estas redes son de aproximadamente 100 mm y pueden llegar hasta 150 mm o 200 mm en casos extremos, como por ejemplo si se habla de zonas industriales o comerciales, las longitudes no deben ser mayores a 400 metros.

1.1.12. APARATOS MECÁNICOS PARA LAS REDES DE AGUA POTABLE:

Todos los aparatos utilizados para los sistemas de agua potable tienen su fundamento en la norma técnica peruana OS.050 que habla acerca de las redes de distribución de agua apta para el consumo humano, dicha norma pertenece al reglamento nacional de edificaciones (RNE), además de algunos criterios tomados por SEDAPAL. Parte de los aparatos mecánicos que se usan en este tipo de redes se muestra a continuación:

- **Válvulas reguladoras de Presión:** Son aquellas que sirven para regular la presión de un tramo de la tubería, en algunas ocasiones se da el caso que se tienen presiones muy elevadas que se acercan al valor máximo permitido de 50 m.c.a, para ello se usan este tipo de válvulas, de tal manera que esas presiones se reduzcan y las velocidades se mantengan en su rango normal. Son mayormente utilizadas cuando se diseñan sistemas por gravedad. [32]
- **Válvulas de control:** Son utilizadas para separar un circuito de otro; es decir cuando ocurren fallas en un tramo dado de la tubería y se quiere evitar que esto perjudique al resto de la población, mayormente son colocadas en todos los nudos, de tal manera que existe un control de todos los ramales. [29]
- **Válvulas de aire:** Tiene la finalidad de eliminar el aire que proviene del agua y se acumula en los puntos más altos de las redes de distribución, además permite la entrada y salida de aire en las líneas de aducción e impulsión. [32]
- **Válvulas de purga:** Son instaladas en las cotas más bajas de las redes de distribución, con la finalidad de prevenir la obstrucción de las tuberías y evitar la sedimentación en la parte inferior de las mismas. El dimensionamiento de cada una de ellas está en función de las velocidades máximas y mínimas que se presentan en la red. [32]

1.1.13. VELOCIDADES:

Las velocidades, cuando se trata de un flujo máximo, están en el rango de 1 m/s a 2m/s y se pueden presentar en las líneas cortas de las redes primarias, como se trata de agua limpia, incolora y libre de impurezas las velocidades mínimas aceptables son de 0.30 m/s. En caso de que se trate de caudales bajos, que tengan tuberías con diámetros mínimos, entonces las velocidades aceptables estarán entre 0.15 m/s y 0.20 m/s. [22]

1.1.14. PRESIONES:

Existen dos tipos de presiones, los cuales se diseñan para dos tipos de escenarios diferentes, el primero en donde se considera un caudal igual a 0, y la presión estática no debe ser mayor a 50 m.c.a , luego tenemos el escenario de la presión dinámica que establece como mínimo 10 m.c.a [31]

1.1.15. FÓRMULAS DE GOBIERNO

Rocha [32] establece a todas a aquellas, que permiten realizar el cálculo de la circulación de los fluidos por medio de tuberías, canales y otros elementos hidráulicos. Dentro de éstas formulaciones tenemos:

- **Altura Piezométrica:** Es la altura que alcanza un fluido medida desde un plano horizontal y se expresa mediante la fórmula (15):

$$\text{Altura piezométrica} = z + \frac{P}{\gamma} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

P: Presión de un sistema (N/m²)

γ : Peso específico del agua (kgf/m³)

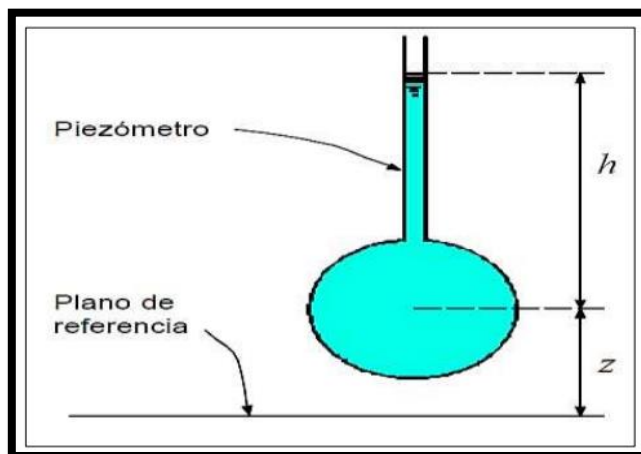


Fig. 5. Funcionamiento de un piezómetro

Fuente: Rocha Felices Arturo

- **Teorema de Bernoulli:** Este teorema es la suma de la energía cinética, energía potencial y altura piezométrica, su fórmula general es la (16):

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + hf_{1-2} \dots \dots \dots (16)$$

$$E_1 = E_2 + hf_{1-2} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

P1 y P2: Puntos de presión de un sistema (N/m²)

V1 y V2: Velocidades en puntos correspondientes dentro de un sistema (m/s)

Z: Elevación (m)

g: Constante gravitatoria (9.84 m/s²)

hf₁₋₂: Disipación de energía entre las secciones 1-2 (m)

E: Energía

γ: Peso específico del agua (kgf/m³)

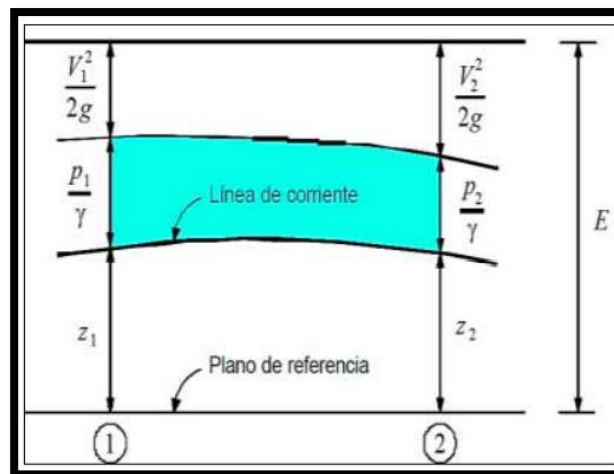


Fig. 6. Teorema de Bernoulli

Fuente: Rocha Felices Arturo

- **Ecuación de Darcy Weisbach:** Esta formulación es muy utilizada al momento de diseñar redes hidráulicas, en donde se utiliza un factor de fricción de Darcy y la relación entre la longitud sobre el diámetro, multiplicado por la relación existente entre la velocidad al cuadrado sobre dos veces la gravedad. Con esta formulación se desea

conocer las pérdidas de carga debido al rozamiento que tiene el agua al estar contacto con el material de la tubería. Se calcula mediante la fórmula (18).

$$h_f = f \times \frac{L}{d} \times \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (18)$$

Donde:

hf: Pérdida de carga debido al rozamiento (m)

f: Factor de fricción de Darcy

L: Longitud de la tubería (m)

d: Diámetro interior de la tubería (m)

V: Velocidad media del agua en la tubería (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

- **Fórmula de Hazzen & Williams:** Sirve para determinar el caudal dentro de conductos cerrados, la cual depende del diámetro, la pendiente y el coeficiente de Hazzen y Williams, tal como se expresa en la fórmula (19), y en la tabla (I), se muestran los valores del coeficiente de Hazzen & Williams, para tuberías nuevas.

$$Q = 0.000426 \times C_H \times D^{2.63} \times S^{0.54} \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

CH: Coeficiente de Hazzen y Williams

S: Pendiente (m/km) = hf/L

D: Diámetro (m)

Tabla 1. Valores de coeficiente de rugosidad de Hazzen & Williams de tuberías nuevas

Tipo de tubería	C
Acero sin costura	120
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro Fundido	100
Hierro fundido dúctil revestido	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de Vinilo (PVC)	150

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano

- **Fórmula de Coolebrook-withe:** Esta formulación se emplea para poder obtener el valor del factor de fricción de Darcy y es aplicable para flujos laminares y turbulentos, en donde depende el número de Reynolds, la rugosidad relativa, así como del factor de fricción, tal como se muestra en la fórmula (20).

$$\frac{1}{\sqrt{h}} = -2 \times \log_{10} \times \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{h}} \right) \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

K/D: Rugosidad relativa

h: Factor de fricción

1.2.SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Valdivia [33] , Menciona que el sistema de alcantarillado consta de diferentes elementos, como: La red de recolección de aguas residuales, los colectores principales y secundarios, emisores y Plantas de tratamiento, tal como se puede apreciar en la figura (07).

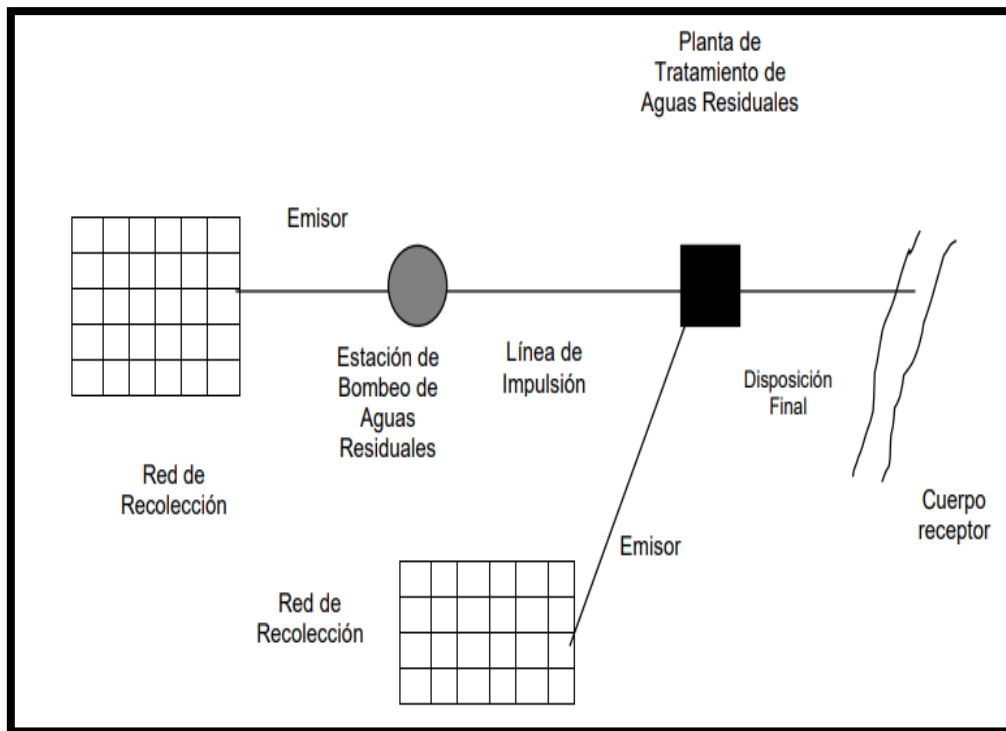


Fig. 7. Sistema de Alcantarillado Sanitario

Fuente: Ing. Pablo Valdivia

Las redes de recolección de aguas residuales son de manera general las que admiten el lavado de las tuberías, ya que están compuestas de cámaras de inspección o buzones.

Luego tenemos los colectores secundarios y principales, los secundarios van a transportar las aguas provenientes de las conexiones domiciliarias, y los colectores principales, reciben las aguas de los colectores secundarios y van a estar compuestos por cámaras de inspección que permitan la identificación de obstrucciones o eliminación de residuos sólidos, que prohíban la circulación de los fluidos.

Una vez que las aguas servidas han sido recolectadas se las traslada mediante los emisores, que son tuberías que reciben las aguas de todos los colectores y las conducen para que posteriormente sean tratadas, en las llamadas plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR, acá es en donde se aplican productos físicos, químicos y biológicos, para lograr la desinfección parcial o total de estas aguas.

Finalmente, el agua que ha sido tratada puede distribuirse para la agricultura, o en algunos casos a los cuerpos receptores de agua, que son los ríos, mares, lagos y riachuelos.

Dentro de las aguas residuales, hay límites que se deben cumplir antes de ser expulsadas por las tuberías, como por ejemplo los que se muestran en la tabla (II):

Tabla 2. límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto supremo N° 003-2010-MINAM

1.2.1. TIPOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO

En la guía del diseño de Alcantarillado por vacío [34], que fue establecida por la dirección Nacional de Saneamiento, los sistemas de alcantarillado los subdivide en dos grupos, tal como se muestra a continuación:

A) POR LA TECNOLOGÍA DE RECOLECCIÓN

❖ **Alcantarillado Convencional:** Este tipo de sistemas es el más utilizado en lo que concierne a la recolección y conducción de las aguas servidas. En su composición se tiene las redes colectoras, que mayormente son construidas con una pendiente relativamente alta y están ubicadas en el centro de las vías principales, con la finalidad de transportar el agua que ha sido evacuada de cada una de las viviendas, mediante un flujo de gravedad, para conducirlo hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. También en su composición están las conexiones domiciliarias, las cuales van en cada una de las viviendas y que transportan las aguas residuales hacia los puntos más cercanos de las alcantarillas. Por último, se tiene el componente más importante de este sistema, que son los buzones de inspección, los cuales están ubicados en la intersección y al inicio de los colectores, además se ubican en los tramos rectos a una distancia aproximada de 250 m.

En cuanto a los diámetros, son utilizados mayormente de 200 mm o mayores, con algunas excepciones también se utilizan las tuberías que presentan un diámetro de

150 mm, los cuales son instalados teniendo en cuenta una profundidad mínima cuyo recubrimiento es de 1 metro.

Estos sistemas pueden presentar ciertas desventajas como, por ejemplo: Al momento de instalar los colectores es necesario realizar grandes excavaciones, lo que implica un incremento notable en el presupuesto de la obra. Otra de las desventajas se presenta cuando se tienen viviendas en cotas inferiores, ya que al momento de realizar la descarga por gravedad de las aguas residuales se presentarán dificultades, también su construcción emana costos elevados, debido a los criterios de diseño que se utilizan los cuales son muy rígidos y exigentes.

❖ **Alcantarillado Simplificado:** También conocido como RAS, este sistema tuvo origen a partir de los años 70 en Brasil, utilizándose como una alternativa frente al sistema convencional. Como ya se había mencionado anteriormente, los sistemas convencionales utilizaban criterios de diseño que elevaban notablemente el presupuesto de una obra de alcantarillado sanitario, lo que prohibía que estos servicios llegaran a las zonas más vulnerables, por ello surge este nuevo sistema en donde se modificaron algunas normas y criterios de diseño, de tal manera que el presupuesto del proyecto no se vea afectado.

En su composición se tiene un conjunto de accesorios y tuberías, que permiten coleccionar las aguas servidas y transportarlas, teniendo en cuenta técnicas y diseños apropiados, de tal manera que se redujeran los costos y llegasen a las zonas más vulnerables. Este tipo de sistema permite utilizar diámetros de hasta 100 mm como mínimo, con excavaciones aceptables de 0.65 m, así mismo las pendientes de los colectores, son mucho menores a las de un sistema convencional.

❖ **Alcantarillado de pequeño diámetro:** Son sistemas que tienen como finalidad el transporte del agua líquida que se obtiene de las aguas residuales domiciliarias, para posteriormente ser conducidas hacia una planta de tratamiento. Se incluyen tanques interceptores en su diseño, con la finalidad de separar cualquier tipo de material que podría obstruir las tuberías. Cuando se habla de un sistema convencional, se podría decir que el diseño es parecido al de un canal abierto, en cambio para un sistema de diámetro reducido se utilizan diseños con tramos, en donde la línea de gradiente hidráulica se encuentra sobre el trazo de la tubería.

Dentro de este sistema se tienen puntos elevados, donde hay un cambio respecto a la tubería de sección llena que pasa a canal abierto, así como los puntos extremos que se encuentran ubicados a largos tramos que resultan críticos en la operación de los sistemas. Una de las ventajas que presenta este sistema son los reducidos costos correspondientes a la excavación y materiales, también el tratamiento de las aguas servidas es reducido, por lo mismo que en su diseño se cuenta con tanques interceptores que realizan un tamizado y separación de los materiales sedimentarios. Respecto a las desventajas, se deben realizar inspecciones que permitan verificar el correcto uso de las tuberías, ya que al contar con pequeños diámetros se podría originar alguna obstrucción. Además, los olores que emanan de este tipo de sistemas es uno de los más grandes problemas que presenta, debido a que de los tanques sépticos se expande el sulfuro de hidrógeno, que contaminan directamente a la atmósfera, pero si el diseño es óptimo, este problema se puede controlar fácilmente. Los sistemas de diámetros pequeños son utilizados mayormente en zonas donde el consumo de agua es mínimo, por ejemplo, 30 lts/hab/día.

❖ **Alcantarillado Condominal:** Este tipo de sistema tuvo origen en Brasil a partir de los años 80, el cual fue empleado para minorar los costos que se obtenían mediante el sistema convencional. Algunas de las características de este sistema son los colectores, ya que son instalados al interior de las viviendas, de tal manera que se considere la menor pendiente posible, para evitar el uso de grandes longitudes de tubería.

Otra de sus características es el trazado de las redes, que se hacen con la finalidad de servir a la población de manera global y no de forma individual. Esta forma de agrupación de población también se le conoce con el nombre de condominio, por lo que en su composición presenta un conjunto de lotes urbanos o también conocidos como manzanas. Además, que el costo de mantenimiento y operacionalización no requiere de costos elevados y se puede realizar de manera sencilla. Todas las aguas residuales obtenidas de los condominios descargan en una red principal, la cual estará diseñada bajo criterios que cumplan los parámetros mínimos establecidos en la normativa.

❖ **Alcantarillado al vacío:** Estos sistemas se basan en la diferencia de presiones que existen entre la atmósfera y la red colectora, mayormente estos sistemas son usados

cuando la topografía del terreno no permite realizar el diseño de un sistema convencional o cualquier otro sistema mencionado anteriormente.

Las características que deben cumplir los terrenos en donde se desea aplicar este tipo de alcantarillado son: Terrenos que cuenten con un nivel freático menor a 1 metro y que presenten características de inundabilidad. Además, los terrenos después de haber sido sometidos a un estudio de mecánica de suelos deberán ser clasificados como suelos rocosos en un 80 %. Por último, que las pendientes no permitan la utilización de un sistema de gravedad, es decir que éstas sean negativas.

B) POR EL TIPO DE AGUAS A RECOLECTAR

En este sistema se diferencia las aguas domésticas de las aguas provenientes de las lluvias y pueden ser:

- Alcantarillado Sanitario
- Drenaje o alcantarillado pluviales
- Alcantarillado Unitario, que viene a ser una combinación tanto del alcantarillado sanitario o de las aguas domésticas con el drenaje pluvial.

1.2.2. TIPOS DE REDES COLECTORAS DE AGUAS RESIDUALES

Alfredo López Cualla [29], divide en 5 tipos los sistemas de recolección de aguas residuales:

- Sistema perpendicular sin interceptor
- Sistema perpendicular con interceptor
- Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero
- Sistema en abanico
- Sistema en bayoneta

Cada uno de los sistemas utilizados, va a depender de la estratigrafía del terreno, en donde exista un aprovechamiento de los desniveles en cada una de las intersecciones de las vías.

1.2.3. CRITERIOS HIDRÁULICOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE AGUAS RESIDUALES

El ingeniero Alcides Franco T. [35] plantea criterios respecto al dimensionamiento hidráulico, criterios operacionales de autolimpieza y por último para el control del sulfuro de hidrógeno. A continuación, se describe cada uno de ellos:

❖ RÉGIMEN HIDRÁULICO DE ESCURRIMIENTO EN TUBERÍAS DE DESAGÜE

Los colectores, las tuberías y los interceptores de las redes de alcantarillado deben ser diseñadas de tal manera que siempre funcionen como conductos libres. En cambio, las

líneas de impulsión y los sifones deben funcionar siempre como conductos forzados, es decir conductos que actúan bajo presión.

❖ CRITERIO OPERACIONAL DE AUTOLIMPIEZA

Este criterio se basa mayormente en utilizar la tensión tractiva como remplazo a las velocidades de autolimpieza, a continuación, se mencionan los criterios que forman parte de la autolimpieza en las tuberías y sistemas de alcantarillado.

- **Velocidades de autolimpieza:** Este criterio consiste en diseñar las tuberías con pendientes suficientes, de tal manera que las velocidades mínimas obtenidas sean de 0.6 m/s, y que la circulación de los fluidos se de a sección media o llena de la tubería, en el caso de tener una sección media entonces la velocidad alcanzada será menor a 0.6 m/s y si la tubería está con la sección llena la velocidad deberá ser mayor.

Metcalf y Eddy [29] Especifican que la velocidad media debe ser 0.30 m/s, ya que con esta velocidad se puede evitar la deposición de materia orgánica. Sin embargo, para prevenir la deposición de partículas sedimentarias como por ejemplo la arena, estos autores consideran que se debe optar por una velocidad media de 0.75 m/s.

- **Lámina mínima:** En Brasil para terrenos que tenían poca pendiente, se recomendaba utilizar una relación entre el tirante y el diámetro del 20 %, además la velocidad mínima utilizada era de 0.60 m/s. Sin embargo, hoy en día las recomendaciones para la velocidad del flujo varían de 0.50 m/s hasta 0.60 m/s, y la relación del tirante hidráulico y el diámetro es superior al 20%. En donde la lámina mínima está representa por el tirante hidráulico.

- **Tensión tractiva:** Es conocida también como tensión de arrastre y su origen se descubrió cuando se realizaron estudios en canales hidráulicos. La tensión tractiva se puede representar como la fuerza tangencial que se ejerce sobre la pared del ducto a causa de la circulación de los fluidos. Las partículas sólidas mayormente son depositadas en la base de las tuberías, esto se debe a que a lo largo del día hay horas en las que los fluidos tienen menor velocidad de arrastre, su valor depende mucho del peso específico del líquido y también de las partículas sólidas, así como las dimensiones y la viscosidad del líquido. En la figura (08) se muestra una imagen del diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que ejerce el agua sobre la tubería.

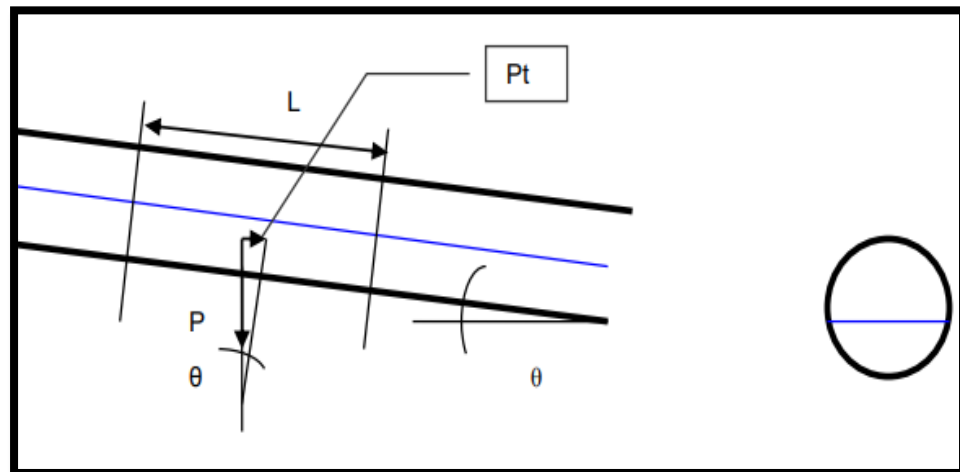


Fig. 8. Diagrama de Cuerpo Libre de la Tensión Tractiva

Fuente: Ingeniero Alcides Franco T.

❖ FORMACIÓN DEL SULFURO DE HIDRÓGENO

Se produce debido a la actividad metabólica que tienen un grupo de bacterias que son denominadas sulfato-reductoras. Mayormente se encuentran en todo tipo de aguas residuales y son almacenadas en la base de los conductos, estas bacterias son del tipo heterótrofas anaerobias facultativas.

El sulfuro de hidrógeno ocasiona que dentro de los conductos se encuentren grandes concentraciones de este gas y debido a las características que poseen las tuberías es muy difícil que exista ductos de ventilación, por lo que se genera la proliferación de las bacterias reductoras. La acumulación de este gas puede ocasionar problemas en las tuberías, como por ejemplo la corrosión directa e indirecta.

1.2.4. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

Alfredo López Cualla [29], fija como los parámetros de dimensionamiento hidráulicos a los siguientes:

- ❖ **Caudal mínimo:** Este caudal se tomará como 1.5 l/s, en caso no se cuente con datos que tengan una validez estadística.
- ❖ **Determinación del diámetro:** Es necesario establecer un diámetro mínimo, de tal manera que se eviten las obstrucciones que se pueden dar en las tuberías, ya sea por materia sólida o sedimentos, los cuales van a prohibir la transitabilidad de los fluidos. Al realizar los cálculos correspondientes al diámetro se debe verificar que el caudal mínimo sea mayor que 0.2 y el caudal máximo no exceda a 0.8, además se debe tener

en cuenta que las condiciones de arrastre deben cumplir con las condiciones que se han planteado. Las fórmulas que se utilizan para cada caso se muestran a continuación:

- Gasto mínimo, se calcula mediante la fórmula (21) y (22), dependiendo del tipo de rugosidad del material:

Para una rugosidad de $n=0.013$

$$D = 3.633 \times t^{-0.231} \times Q^{0.461} \dots \dots \dots (21)$$

Para una rugosidad cualquiera

$$D = 26.95 \times t^{-0.231} \times (Q \times n)^{0.461} \dots \dots \dots (22)$$

- Gasto máximo, se calcula mediante la fórmula (23) y (24), dependiendo del tipo de rugosidad del material:

Para una rugosidad de $n=0.013$

$$D = 1.478 \times t^{-0.231} \times Q^{0.461} \dots \dots \dots (23)$$

Para una rugosidad cualquiera

$$D = 10.96 \times t^{-0.231} \times (Q \times n)^{0.461} \dots \dots \dots (24)$$

DONDE:

t: Tensión tactor (N/m²)

Q: Caudales de diseño (m³/s)

D: Diámetro del conducto (m)

Se debe tener en cuenta que el diámetro que se obtenga del cálculo será un referencial para elegir el inmediato superior del catálogo comercial. El diámetro debe ser como mínimo 100 mm, tal como lo especifica el reglamento nacional de edificaciones.

- ❖ **Pendiente mínima:** La pendiente mínima está definida por los criterios que se usan en la tensión tactor, ya que define como mínima pendiente a aquella que aumenta el radio hidráulico, además que ésta debe proporcionar una tensión tractiva no inferior a 1 Pa y la pendiente que se elija debe permitir el arrastre de las partículas sólidas. Las formulaciones establecidas para el cálculo de la pendiente dependen del tipo de rugosidad que se tenga, tal como se muestra en la fórmula (25) y (26):

Para una rugosidad de $n=0.013$

$$i = 0.000226 \times t^{1.231} \times Q^{-0.461} \dots \dots \dots (25)$$

Para una rugosidad cualquiera

$$i = 3.05 \times 10^{-5} \times t^{1.231} \times (Q \times n)^{-0.461} \dots \dots \dots (26)$$

DONDE:

t: Tensión tactor (N/m²)

i: Pendiente longitudinal (m/m)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

- ❖ **Pendiente máxima:** Esta pendiente está relacionada a una velocidad final de 5 m/s y se obtiene para una rugosidad de n=0.013, mediante la fórmula (27):

$$S_{m\acute{a}x} = 4.65 \times Qf^{-2/3} \dots \dots \dots (27)$$

DONDE:

Smáx: Pendiente máxima (m/m)

Qf: Caudal de diseño final (m³/s)

La formulación para hallar la velocidad crítica depende del radio hidráulico y de la gravedad. Tal como se muestra en la fórmula (28).

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_h} \dots \dots \dots (28)$$

DONDE:

Vc: Velocidad crítica (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Rh: Radio hidráulico (m)

Entonces cuando la velocidad crítica es menor a la velocidad final obtenida, la relación entre el tirante hidráulico y el diámetro será del 50%, de tal manera que se proporcionará un sistema de ventilación al circuito.

- ❖ **Caudal máximo:** El caudal máximo en los colectores según lo especifica Manning para una rugosidad desconocida, se produce a una altura aproximada de 0.94 m, pero debido a la topografía de la zona y la posible inestabilidad hidráulica, es posible que se produzca

un ahogamiento debido al oleaje que se ocasiona en la superficie de los líquidos, razón por la cual se recomienda utilizar una altura de 0.82 m.

❖ **Coefficiente de rugosidad de Manning:** Este coeficiente depende del tipo de tubería que se está empleando, además su valor se ve afectado por diferentes factores tales como los que se mencionan a continuación:

- El número y tipo de uniones, las cuales pueden ser diseñadas en tramos cortos o largos.
- Presencia de una película biológica dentro del ducto, ya que al estar en constante funcionalidad las redes de alcantarillado después de un tiempo se empieza las capas del ducto se revisten de materia microbiana. Este problema lo presenta cualquier tipo de tubería independientemente de su material, es por ello por lo que se recomienda considerar este constituyente y proporcionar al diseño un factor de seguridad que está en el rango de 1.2 a 1.3, dependiendo del coeficiente de rugosidad de Manning.
- Otro factor es la reducción del flujo, que normalmente es ocasionada por los materiales sedimentarios que se depositan en la base de la tubería, además que se pueden incrustar raíces por medio de pequeñas fisuras que éstas podrían presentar.

Debido a los factores antes mencionados el coeficiente de rugosidad de Manning varía de 0.009 a 0.013 siendo este valor adimensional, en donde normalmente se usa 0.013 para casos más conservadores, en la tabla (III), están los valores de la rugosidad de Manning más usados.

Tabla 3. Valores de "n" dados por Horton para ser usados en las fórmulas de Kutter y de Manning

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
Tubería hierro forjado negro comercial	0.012	0.013	0.014	0.015
Tubería fierro forjado galvanizado comercial	0.013	0.014	0.015	0.017
Tubería de latón o vidrio	0.009	0.010	0.011	0.013
Tubería acero remachado en espiral	0.013	0.015*	0.017*	
Tubería de barro vitrificado	0.010	0.013*	0.015	0.017
Tubos comunes de barro para drenaje	0.011	0.012*	0.014*	0.017
Tabique vidriado	0.011	0.012	0.013	0.015
Tabique con mortero de cemento; albañales de tabique	0.012	0.013	0.015*	0.017
Superficies de cemento pulido	0.010	0.011	0.012	0.013
Superficies aplanadas con mortero de cemento	0.011	0.012	0.013*	0.015
Tuberías de concreto	0.012	0.013	0.015*	0.016
Tuberías de duela	0.010	0.011	0.012	0.013
<i>Acueductos de tablón:</i>				
Labrado	0.010	0.012*	0.013	0.014
Sin labrar	0.011	0.013*	0.014	0.015
Con astillas	0.012	0.015*	0.016	
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Superficie de mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueducto semicirculares	0.0225	0.025	0.0275	0.030

Fuente: Libro cálculos hidrológicos e hidráulicos de Máximo Villón

- ❖ **Cálculo de los caudales:** Se determinan 2 tipos de caudales que van a estar tanto al inicio del recorrido como al final y se calcula de la siguiente manera:
 Para el inicio del plan: Este caudal es correspondiente al primero año y se calcula mediante la fórmula (29).

$$Q_i = K_2 \times Q \times pi + Q_{inff} + Q_{ci} \dots \dots \dots (29)$$

Para el final del plan: Corresponde al periodo óptimo de diseño y se calcula mediante la fórmula (30).

$$Q_i = K_2 \times Q \times pi + Q_{inff} + Q_{ci} \dots \dots \dots (30)$$

DONDE:

Qi, Qf: Caudal máximo inicial y final (l/s)

K2: Coeficiente máximo horario

Qpi, Qpf: Caudal promedio inicial y final (l/s)

Qinfi, Qinff: Caudal de contribución por infiltración inicial y final (l/s)

Qci, Qcf: Caudal de contribución singular inicial y final (l/s)

1.2.5. FÓRMULAS DE GOBIERNO

Rocha [32], en su libro hidráulica de tuberías y canales, establece las siguientes fórmulas como parte del cálculo para las redes de alcantarillado:

- **Fórmula de Manning:** Esta fórmula permite calcular la velocidad del agua dentro de una tubería, en donde la ecuación utilizada depende de un coeficiente de rugosidad de Manning, el cual está relacionado con el tipo de tubería que se utilice para transportar los fluidos y además usa el radio hidráulico que es equivalente al diámetro sobre 4 y la pendiente de carga de la línea de alturas piezométricas, también conocida como pérdida de carga por unidad de longitud del conducto. Se calcula mediante la fórmula (31).

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

V: Velocidad (m/s)

R: Radio hidráulico (m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

S: Pendiente de carga de la línea de alturas piezométricas (pérdida de carga por unidad de longitud del conducto) (m/m)

Ahora para calcular la pendiente de carga se divide las pérdidas de carga sobre la longitud total de la tubería, tal como se aprecia en la fórmula (32):

$$S = \frac{h_f}{L} \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga (m)

L: Longitud (m)

La fórmula de Manning también se representa mediante la fórmula (33):

$$D = \left(\frac{0.042}{\sqrt{S}} \times Qpl \right)^{0.375} \dots \dots \dots (33)$$

Donde:

D: Diámetro (m)

S: Pendiente (m/m)

Qpl: Caudal (m³/s)

- **Fórmula de la Fuerza Tractiva:** Esta formulación permite calcular la fuerza que produce el agua en la base de un canal o tubería, en donde la misma tentará arrastrar los sedimentos que se han depositado a lo largo del recorrido del flujo de agua. La formulación se expresa como la multiplicación del peso del agua, el radio hidráulico y la pendiente del canal, así como en la fórmula (34).

$$\tau_0 = \omega \times R \times S \dots \dots \dots (34)$$

Donde:

C: Peso del agua (kg)

R: Radio hidráulico (m)

S: pendiente (m/m)

También se representa mediante la fórmula (35):

$$\sigma = \gamma \times Rh \times S \dots \dots \dots (35)$$

Donde:

σ : Tensión tractiva

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente del canal (m/m)

γ : Peso específico (kgf/m³)

La universidad de Sao Paulo, después de haber realizado diferentes investigaciones establece tensiones tractivas críticas, que deben ser utilizadas al momento de diseñar las redes de alcantarillado, los cuales se presentan en la tabla (IV):

Tabla 4. Tensión tractiva crítica para ser utilizada en el dimensionamiento de las tuberías de desagüe, por diferentes investigadores

Autor	Tensión Tractiva	
	Kg/m ²	Pa
Gustafsson	0.10 – 0.15	1.0 – 1.5
Schultz	0.15 – 0.20	1.5 – 2.0
Lynse	0.20 – 0.39	2.0 – 3.9
Paintal	0.39	3.9
Yao	0.10 – 0.20	1.0 – 2.0

Fuente: Concepción de Sistemas de Desagües Sanitarios. Dpto. de Desagües Sanitarios de la Universidad de Sao Paulo

- **Ecuación de la continuidad:** Esta ecuación está representada como el principio de conservación de masa y se expresa mediante la fórmula (36):

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad (m/s)

A: Área (m²)

- **Para tuberías con sección llena:** Se calcula la velocidad, la cual depende del diámetro y la pendiente, además se toma en cuenta el coeficiente de rugosidad de Manning (n). Para saber si una tubería está con la sección llena o parcialmente llena, es necesario considerar un ángulo en el centro de la tubería, de tal manera que va a permitir obtener los cálculos correspondientes. En la figura (09) se puede observar un esquema de la sección transversal de la tubería:

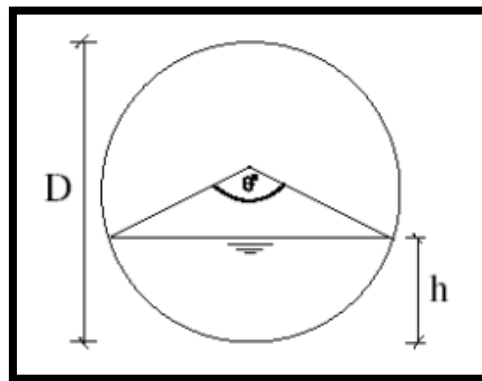


Fig. 9. Sección transversal de la Tubería Semillena

Fuente: Rocha Felices Arturo

Las fórmulas utilizadas, tanto para la velocidad y el caudal son las siguientes:

$$V = \frac{0.397}{n} \times D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (37)$$

$$Q = \frac{0.312}{n} \times D^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (38)$$

Donde:

D: Diámetro de la sección circular (m/s)

V: Velocidad (m/s)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

El ángulo θ se expresará en grados sexagesimales.

- **Para tuberías con sección parcialmente llena:** Para este tipo de tuberías es necesario calcular el radio hidráulico, la velocidad y el caudal, en donde cada una de las fórmulas va a depender del ángulo central θ° y se expresan mediante las fórmulas (39), (40) y (41):

$$R = \frac{D}{4} \times \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ}\right) \dots \dots \dots (39)$$

$$V = \frac{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}}{n} \times \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (40)$$

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15 \times n \times (2\pi\theta^\circ)^{\frac{2}{3}}} \times (2\pi\theta^\circ - 360\operatorname{sen}\theta^\circ)^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (41)$$

Donde:

D: Diámetro de la sección circular (m/s)

V: Velocidad (m/s)

S: Pendiente (m/m)

El ángulo θ se expresará en grados sexagesimales.

- **Pendiente:** La pendiente representa la línea de energía de la tubería y para los proyectos de alcantarillado puede ser calculada mediante la fórmula (42):

$$S = \frac{\tau}{\rho \times g \times \frac{D}{4} \times \left(1 - \frac{360\operatorname{sen}\theta^\circ}{2\pi\theta^\circ}\right)} \dots \dots \dots (42)$$

Donde:

D: Diámetro de la sección circular (m/s)

τ : Tensión tractiva (kg/m²)

S: Pendiente (m/m)

θ : Ángulo (sexagesimales)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

ρ : Densidad (kg/m³)

La pendiente mínima es la que debe garantizar que las velocidades se mantengan de 0.60 m/s a más, y la tensión tractiva mayor a 1 Pa.

- **Radio hidráulico:** El radio hidráulico se representa como la relación entre el área y el perímetro mojado, que simplificado resulta igual al diámetro de la sección sobre 4. Tal como se muestra en la fórmula (43).

$$Rh = \frac{\frac{D^2}{8}}{\frac{D}{2}} = \frac{D}{4} \dots \dots \dots (43)$$

Donde:

Rh: Radio hidráulico (m)

D: Diámetro de la sección circular (m/s)

- **Índice de Pomeroy:** Está relacionado con el fenómeno de corrosión presente en las tuberías de asbesto cemento, concreto y de hierro solubles, que podría ocasionar que las tuberías colapsen o fallen al transportar los fluidos. Su formulación matemática es la (44):

$$z = 3(DBO_5) \times (1.07)^{t-20} \times \frac{P}{\left(S^{\frac{1}{2}} \times Q^{\frac{1}{3}} \times H\right)} \dots \dots \dots (44)$$

Donde:

z: Índice de Pomeroy

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales (mgr/l)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

Q: Caudal promedio (l/s)

H: Ancho del pelo del agua (m)

P: Perímetro (m)

t: Temperatura (°C)

- **Tirante máximo:** El tirante máximo de acuerdo con lo que especifica el reglamento nacional de edificaciones (RNE), debe estar por debajo del 75% de la capacidad del diámetro interno de la tubería, con la finalidad de evitar la acumulación de sulfuro de hidrógeno.

1.2.6. CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA ATENDER EN LOS PROYECTOS:

○ LOCALIZACIÓN DE LOS COLECTORES EN LA VÍA PÚBLICA

La posición de los colectores depende de muchos factores los cuales están relacionados con el reconocimiento de la zona en donde se desea realizar el proyecto, así como de las posibles interferencias que podrían ocurrir como, por ejemplo: las galerías pluviales, cables de electricidad y teléfonos, tuberías de gas, entre otras. La profundidad que van a adoptar las tuberías tiene que ver con el ancho de calzada de la vía, el tráfico, soleras de los predios. [33]

Existen dos tipos de redes:

- **Redes simples:** Se denominan así a las redes que van a estar ubicadas en el eje de las vías, o también se puede trazar en el tercio de la vía en caso éstas no cuenten con bermas.
- **Redes dobles:** Este tipo de redes mayormente se utiliza en urbanizaciones que presentan un alto índice de tráfico y con calzadas que superan los 10 metros. La profundidad que adoptarán las redes es de 2.50 m, de acuerdo con el tipo de suelo que presente la zona, además como su mismo nombre lo indica se instala doble tubería en las vías principales.

○ PROFUNDIDAD DE LOS COLECTORES

Existen profundidades máximas y mínimas, si los colectores se ubican dentro de pasajes entonces deberán adoptar una profundidad de 2 a 2.5 metros, de acuerdo con la estratigrafía del terreno, pero normalmente las profundidades se mantienen en un rango de 3m a 4 m de profundidad, si se desea considerar profundidades mayores entonces deben ser debidamente justificadas ya que los costos de excavación significarían un problema económico.

Con respecto a las profundidades mínimas que debe adoptar las redes colectoras, mayormente se diseñan con la finalidad de proporcionar el recubrimiento mínimo a la tubería, las cuales van a estar a una profundidad aproximada de 0.65 m a 0.90 m, de tal manera que se asegure la circulación de los fluidos sin ocasionar problemas en el alcantarillado. Para calcular la profundidad se suma la distancia existente entre la generatriz inferior del colector hasta el ramal, además la pendiente, la distancia entre el colector público y la caja de inspección y por último el desnivel existente en las vías donde se va a instalar las tuberías. [31]

1.2.7. TRAZO GEOMÉTRICO DE LOS COLECTORES

Los criterios que se deben considerar, según el ingeniero Pablo Valdivia [33] Son los siguientes:

- Se debe contar con un levantamiento topográfico que presente una escala de 1/1000 o 1/500, y las curvas de nivel deben estar ubicadas a una distancia máxima de 0.50 m.
- Realizar un levantamiento del perfil longitudinal de las vías que tengan redes colectoras existentes, y deben realizarse cada 20 metros.
- En el procedimiento se debe trazar y proyectar las redes colectoras en el eje de las vías.
- Los buzones deben ubicarse en cada una de las intersecciones de los ejes de las vías.
- Se debe identificar el sentido de los fluidos, de tal manera que se considere las cotas de tapa y de fondo.
- Los buzones deben estar correctamente codificados, de tal manera que se aprecie la diferencia entre los buzones aguas arriba y aguas abajo.
- Los buzones aguas arriba deben tener una codificación menor a los buzones aguas abajo.

1.2.8. CONSIDERACIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES [22]

- **Caudal mínimo:** Si no existen datos que sean validados o estadísticamente comprobados el menor caudal que se adoptará es de 1.5 m³/s, para cualquier tramo de la tubería.
- **Diámetro mínimo:** El diámetro mínimo es 100 mm, para redes secundarias y en los colectores principales se establece que el diámetro mínimo será de 200 mm, no se debe optar por diámetros inferiores a este.
- **Pendiente mínima:** La pendiente mínima debe garantizar una tensión tractiva no inferior a 1 Pa, la cual se puede calcular mediante la fórmula (45):

$$I_{0min} = 0.0055 \times Q_i^{-0.47} \dots \dots \dots (45)$$

DONDE:

I_{0min} : Pendiente mínima (m/m)

Q_i : Caudal inicial (m³/s)

La fórmula es válida siempre y cuando se tenga un coeficiente de rugosidad de Manning de $n=0.013$.

- **Distancia máxima entre elementos de inspección:** El reglamento nacional de edificaciones en la norma OS.070, nos da parámetros para la ubicación de los buzones, donde aclara que para diámetros de tubería entre 100 a 150 mm, la distancia máxima será de 60 metros, para el caso de diámetros comprendidos entre 200 mm, las distancias no deben ser mayores a 80 m, en diámetros de 250 a 300 mm la distancia máxima será 100 m y por último para diámetros mayores a 300 mm la distancia será de 150 metros como máximo. [36]

1.3.PAVIMENTACIÓN

Para poder realizar un adecuado diseño de pavimentación se requiere realizar todos los ensayos establecidos por la normativa, ya que la obtención de las características físicas y mecánicas, nos proporcionarán valores correlacionales reales. Cabe resaltar que es de mucha importancia establecer qué tipo de pavimento es el que se va a diseñar, y esto se obtiene con un estudio de tráfico, que permita identificar el tipo de vehículos que transitan y el índice medio diario anual. Los pavimentos están formados por una serie de capas que se encuentran sobrepuestas de forma horizontal y se construyen con materiales granulares debidamente compactados, para proporcionar resistencia. [27]

1.3.1. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

Fonseca, [37] Clasifica a los pavimentos en pavimentos de la siguiente manera:

- ✓ **Pavimentos Flexibles:** Son todos aquellos que poseen una capa bituminosa, la cual se encuentra sobre la base y subbase granular, depende mucho del tipo de suelo que se tenga para poder prescindir de alguna de ellas. Este tipo de pavimentos resulta ser mucho más económico que un pavimento rígido en cuando a la construcción, porque el mantenimiento si puede llegar a ser mucho más costoso. Los pavimentos flexibles son diseñados de tal manera que el drenaje pluvial sea evacuado mediante cunetas, para así evitar su deterioro.
- ✓ **Pavimentos Rígidos:** Este tipo de pavimentos se caracterizan por presentar una capa de concreto hidráulico, además en su composición presenta la subrasante, base y subbase, cada una de ellas debidamente compactas. Cuando el suelo presenta un CBR bajo es necesario realizar un proceso de estabilización del terreno, el cual puede darse con diversos productos químicos. Los pavimentos rígidos son muy eficientes y no necesitan de mantenimientos costosos, pero al momento de su ejecución los costos pueden resultar muy altos.

- ✓ **Pavimentos Semirrígidos:** Su composición es muy parecida a la de un pavimento flexible, por lo que en la carpeta de rodadura cuenta con emulsiones de asfalto, sin embargo la diferencia está en la estructura de cada una de sus capas, ya que se encuentran rigidizadas mediante aditivos, tales como: el cemento, la cal, adiciones químicas, entre otros, con la finalidad de mejorar y brindar mayor resistencia a los materiales que en algunas ocasiones no son aptos para realizar proyectos de pavimentación.
- ✓ **Pavimentos articulados:** Se componen básicamente de una capa de rodadura a base de bloques de concreto prefabricado, a los cuales también se les conoce con el nombre de adoquines de concreto, se apoya sobre bases granulares y debidamente compactadas.

1.3.2. CLASIFICACIÓN DE VÍAS:

El manual de diseño geométrico de vías urbanas [28] clasifica a las vías de la siguiente manera:

- **Vías expresas:** Son todas aquellas que presentan un IMDA (Índice Medio Diario Anual) elevado y mayormente conectan ciudades, en donde se permiten velocidades elevadas, los vehículos que transitan por este tipo de vías son considerados como pesados.
- **Vías arteriales:** Este tipo de vías presenta una transitabilidad de vehículos intermedia, sirven como conexiones interurbanas, estas vías deben estar conectadas con las vías expresas, con la finalidad de distribuir el tráfico y evitar acoplamientos innecesarios.
- **Vías colectoras:** Este tipo de vías permite el acceso hacia las viviendas adyacentes, la transitabilidad de los vehículos es controlada mediante un sistema de semaforización, con la finalidad de permitir la circulación de los peatones, además acá es permitido el estacionamiento de los vehículos en las áreas adyacentes.
- **Vías locales:** Permiten la circulación en zonas residenciales, comerciales e industriales, se caracterizan por presentar una densidad vehicular muy baja.

1.3.3. FACTORES QUE CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Fonseca [37] Establece 4 factores importantes, que se deben tomar en cuenta al diseñar un pavimento:

- **Tránsito:** Es importante conocer la cantidad de vehículos que transitan por la zona, porque permite estimar las cargas que va a soportar el pavimento, en este caso se realiza el análisis de los ejes de los vehículos que pueden ser tándem, trídem o simple. Además,

se tomará en cuenta, las velocidades máximas, las presiones de contacto y la canalización del tránsito.

- **Subrasante:** La subrasante permite estimar el espesor de la carpeta de rodadura, ya que si en su composición presenta materiales malos y no ha sido debidamente compactada y estabilizada si así lo requiere, entonces el espesor de la mezcla bituminosa o concreto hidráulico será mucho mayor. Para su diseño se toma en cuenta la cantidad de vehículos, es decir las cargas máximas a las que va a estar sometida. La subrasante debe estar sobre suelos firmes y libres de humedad, debido a que se podrían ocasionar hundimientos y fallas notables en el pavimento.
- **Clima:** Al momento de realizar el diseño de un pavimento es importante tener en cuenta el clima al que va a estar expuesto, debido a que las lluvias y los cambios constantes de temperatura atenta contra la resistencia y los cambios volumétricos del suelo, además influye en la fase de construcción y compactación de las capas inferiores.
- **Materiales disponibles:** Los materiales que se eligen para la estructura del pavimento dependen mucho de la resistencia que se quiere alcanzar y de las condiciones económicas del proyecto. En muchas ocasiones se utilizan materiales cercanos a la zona de estudio, siempre y cuando cumplan las características que establece el manual de pavimentos.

1.3.4. ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tránsito se podría considerar como el elemento más importante para realizar un diseño de pavimentación, tanto el volumen como las dimensiones juegan un papel importante ya que nos permite establecer la resistencia de las vías. [37]

- **Eje sencillo:** Este eje se caracteriza por llevar una o dos ruedas sencillas en sus extremos.
- **Eje tandem:** En los extremos se ubican dos ejes sencillos con rueda doble.
- **Eje tridem:** Son tres ejes sencillos constituidos por doble rueda.
- **Volumen de tránsito:** Está referido a la cantidad de vehículos que transitan en un periodo de tiempo, y puede ser medido diariamente, semanal u horario.
- **Vehículos livianos:** Son vehículos que tienen un peso menor a 5 toneladas, tales como los automóviles, camperos, camionetas, entre otros, que están diseñados para el transporte de personas, limitado a no más de 9 pasajeros.
- **Vehículos comerciales:** Son vehículos que tienen un peso mayor a 5 toneladas, tales como remolques, camiones, buses, etc. Son diseñados para el transporte de carga pesada.

- **Nivel de servicio:** Está relacionado con la calidad de servicio que se brinda en una vía, la cual depende de la velocidad, el tiempo de recorrido, la seguridad, operación y mantenimiento, etc.
- **Transito existente:** Es el tránsito que existe antes de realizar el diseño de pavimentación.
- **Capacidad:** Es la cantidad de vehículos que puede soportar una vía, de tal manera que la circulación vehicular no se vea interrumpida en un tiempo determinado.

1.3.5. MÉTODO AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES:

❖ CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

Todas las consideraciones utilizadas para el diseño de un pavimento flexible mediante el método de AASHTO 93, se establecen en el manual de suelos y pavimentos. [27]

- **Serviciabilidad:** Cuando hablamos de serviciabilidad, se tiene en cuenta dos cosas muy importantes, la serviciabilidad inicial de un pavimento (P_i), que es en donde se indican condiciones de servicio inicial para una vía que es nueva, y la serviciabilidad final (P_f), que son las consideraciones para una vía que requiere mantenimiento.
- **Módulo resiliente (MR):** El módulo resiliente es la recuperación instantánea que tiene el suelo después de haberse aplicado una carga determinada, y se determina como el cociente entre el esfuerzo desviador aplicado repetidamente y la deformación axial recuperable. Se podría decir que el módulo resiliente es el valor más representativo de lo que ocurre en un suelo bajo cargas repetitivas.
- **CBR:** Es un ensayo que se realiza a los suelos en donde se quiere pavimentar, y tiene por finalidad proporcionar la capacidad de resistencia que puede soportar un suelo, al momento de transitar los vehículos.
- **Confiabilidad %:** La confiabilidad está sujeta a la vida útil del pavimento, en donde se ve si un pavimento se encuentra en buenas condiciones o en caso contrario presenta patologías, como baches, piel de cocodrilo, fisuras estructurales, entre otros. El manual de diseño AASHTO brinda los valores de confiabilidad para un periodo de 10 o 20 años, tal como se muestra en la tabla (V):

Tabla 5. Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{F0}	75,000	150,000	65%
	T _{F1}	150,001	300,000	70%
	T _{F2}	300,001	500,000	75%
	T _{F3}	500,001	750,000	80%
	T _{F4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{F5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{F6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{F7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{F8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{F9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{F10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{F11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{F12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{F13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{F14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{F15}		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de diseño AASHTO

- **Número estructural requerido (SNR):** Es obtenido mediante una formulación, en donde se toma en cuenta las consideraciones que establece AASHTO93, éste representa al espesor total del pavimento, el cual será distribuido en base, subbase y carpeta asfáltica. Se expresa mediante la fórmula (46):

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 0.87 \dots \dots \dots (46)$$

En la cual se va a tener en cuenta el módulo resiliente (MR), que es 100 veces el CBR, el diferencial de serviciabilidad (ΔPSI) que como habíamos explicado va estar relacionado con el tipo de vehículos que transitan, el número equivalente de ejes simples (W18) que representa la cantidad de ejes de 8.2 tn, (Z_R) es el coeficiente estadístico de desviación estándar o también puede conocerse con el nombre de confiabilidad. La desviación estándar (S₀) será de 0.45 por criterios empleados y el SNR, que es el número estructural propuesto, se halla mediante la fórmula (47):

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots \dots \dots (47)$$

DONDE:

a1; a2; a3: Son los coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d1; d2; d3: Son los espesores en centímetros de las capas: superficial, base y subbase.

m2; m3: Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

- **(Δ PSI):** Está representada por la diferencia entre la serviciabilidad inicial y final. Es importante tener en cuenta que la serviciabilidad depende del tipo de tráfico que se tenga. Así como se expresa en la fórmula (48).

$$\Delta PSI = P_0 - P_f \dots \dots \dots (48)$$

DONDE:

P0: Serviciabilidad inicial

Pf: Serviciabilidad final

- **Desviación estándar (So):** La desviación estándar es el porcentaje de error que puede existir en una infraestructura vial, que puede estar dada por los tipos de vehículos o en todo caso por factores ambientales. El manual de carreteras establece que debe estar entre el 40 y 50 %, pero según los criterios usados se toma 45%. Se toma un valor basado en criterios, los cuales se aprecian en la tabla (VI).

Tabla 6. Dirección de viabilidad

Pavimento	Error Standard Combinado So	
	Rango	Recomendado
Rígido	0,30 – 0,40	0,35
Flexible	0,40 – 0,50	0,45

Fuente: Manual de diseño AASHTO

- **Valores estimados para el coeficiente de drenaje:** Sirve para determinar el drenaje estimado que va a existir o afecte a la pavimentación y sus valores se expresan mediante la tabla (VII).

Tabla 7. Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO-1993

El método AASHTO 93, para su desarrollo emplea diferentes gráficos, que nos van a permitir hallar el espesor requerido por capa de pavimento.

- **Factor de n° ejes equivalentes:** En el manual de diseño geométrico de vías urbanas [28] Se establece que todos los ejes de vehículos transitados sobre una vía, deben ser equivalentes a un peso de un eje de 80 KN, ya que éste es un eje patrón, es por ello que para determinar el ESAL, se tiene que realizar la conversión y se logra mediante la fórmula (49):

$$F_{EEX} = \frac{N^\circ \text{ de ejes de } 80 \text{ KN que causan det. pérdida de servic.}}{N^\circ \text{ de ejes de } X \text{ KN que causan la misma pérd. de servic}} \dots \dots (49)$$

- **Tasa de crecimiento:** Cuando hablamos de tasa de crecimiento en un pavimento, hace referencia al aumento existente de vehículos, y se determina mediante la fórmula (50):

$$Tn = t_0 \times (1 + r)^{n-1} \dots \dots \dots (50)$$

Donde, Tn representa al tránsito futuro para un perio de t años, el t_0 es el tránsito actual, el r es la tasa anual de crecimiento y n el número de años.

- **Verificación por capas:** Para cada espesor de pavimento es necesario realizar las verificaciones que s emuestran en las fórmulas (51), (52) y (53):

$$e_{asf} \geq \frac{NE_1}{a_{asf}} \dots \dots \dots (51)$$

$$e_{asf} \geq \frac{(NE_2 - e_{asf} \times e_{asf})}{a_{base}} \dots \dots \dots (52)$$

$$e_{asf} \geq \frac{(NE_3 - e_{base} \times a_{base} - e_{asf} \times a_{asf})}{a_{subbase}} \dots \dots \dots (53)$$

DONDE:

NE3: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la subrasante.

NE2: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la subbase.

NE1: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la base.

- **Categoría de la vía:** Para saber el tipo de pavimento que se desea determinar se tiene que categorizar, y se hace según la tabla (VIII) por el ministerio de transportes.

Tabla 8. Categoría de vías

Categoría de la vía				
	I	II	III	Especial
Descripción	Autopistas interurbanas caminos interurbanos principales	Colectoras interurbanas caminos rurales e industriales principales	Caminos rurales con tránsito mediano caminos estratégicos	Pavimentos especiales e innovaciones
Importancia	Muy importante	Importante	Poco importante	Importante a poco importante
Tránsito promedio diario	> 5000	1000 – 10000	< 1000	< 10000

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2014

- **Período de diseño:** Cuando se identifica la categoría del pavimento, entonces se calcula el periodo de diseño para el cuál se va a diseñar y este depende del tipo de categoría que se ha establecido en la tabla (IX).

Tabla 9. Periodo de diseño

Categoría de la vía	Periodo de diseño estructural (años)	
	Rango	Recomendado
I	10 - 30	20
II	10 - 20	15
III	10 - 20	10
Especiales	7 - 20	10 - 15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2014

1.3.6. MÉTODO AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS:

El pavimento rígido se compone de subbase granular y la losa de concreto hidráulico que tiene un $f'c$ de acuerdo con el IMDA. Para su diseño se utiliza el manual de carreteras, ya que proporciona todas las tablas requeridas.

❖ CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para calcular el $f'c$ el manual de carreteras nos brinda la siguiente tabla en donde se indican los rangos de tráfico:

Tabla 10. Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto

Rangos de tráfico pesado expresado en EE		Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto ($f'c$)	
≤	5000001	280	kg/cm ²
>	5000000	300	kg/cm ²
≤	15000001	300	kg/cm ²
>	15000000	350	kg/cm ³

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2014

La resistencia mínima para pavimentos rígidos es de 280 kg/cm². También se debe tener en cuenta el volumen de tránsito para clasificar el tráfico pesado siendo el rango de 150000 hasta 1000000 EE.

Tabla 11. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 Tn

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras

Tabla 12. Índice de serviciabilidad de un pavimento

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos

Con la tabla de la serviciabilidad y de acuerdo al tipo de tráfico que se ha obtenido se calcula el índice de serviciabilidad inicial y final, para luego obtener la diferencia de ambos.

Con el cálculo del estudio de tráfico y el estudio de mecánica de suelos se puede determinar si el suelo para el cual se requiere el diseño de pavimento necesita estabilización o no, esto depende del CBR y del ESAL.

Tabla 13. Espesores recomendados para estabilización por sustitución de Suelos

Cuadro 9.3
Espesores Recomendados para Estabilización por
Sustitución de Suelos

$3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:
1. Coeficiente estructural del material con CBR 10% a=0.021
2. Coeficiente drenaje del material a colocar m=1.0

Fuente: Manual de Carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos

Tabla 14. Valores de Coeficiente de transmisión de carga J

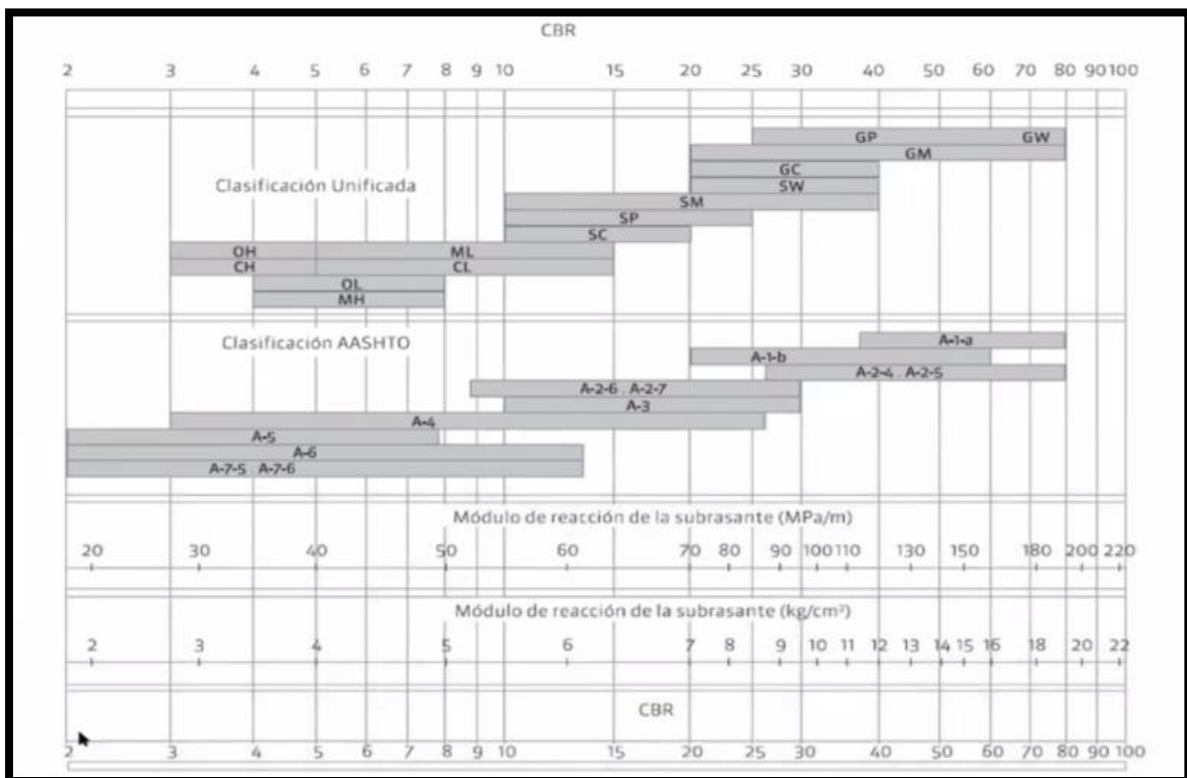
TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
		3.2	3.8-4.4	2.8

Fuente: Manual de Carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos

El valor del coeficiente de transmisión de craza es directamente proporcional al valor final del espesor de la losa de concreto hidráulico.

Para el cálculo del módulo resiliente se utiliza el siguiente monograma, el cual depende del CBR y de la clasificación del suelo.

Tabla 15. Monograma para el cálculo del módulo resiliente



Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos

1.3.7. MÉTODO ICPI PAVIMENTOS INTERTRABADOS:

Los pavimentos intertrabados o también llamados interlocking son utilizados en urbanizaciones, donde el IMDA es bajo, ya que son bloques de concreto que se colocan sobre una base granulada y una cama de apoyo de arena. Para su cálculo el manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos nos brinda unos monogramas el cual depende solo del ESAL y del CBR.

El manual de carreteras recomienda los espesores mínimos de la cama de apoyo respecto al espesor de los adoquines de concreto, para un ESAL menor a 150000 el espesor del adoquín será de 60 mm y la cama de arena igual a 40 mm, en caso se tenga un ESAL comprendido entre 150001 y 7500000 el espesor recomendado del adoquín de concreto será de 80 mm y la cama de arena de 40 mm, por último para

valores comprendidos entre 7500001 y 15000000 el espesor recomendado de los adoquines de concreto es de 100 mm y la cama de arena también se considera con un espesor de 40 mm.

Tabla 16. Catálogo de estructuras de pavimento de adoquín con base granular

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO DE ADOQUIN CON BASE GRANULAR									
PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS									
EE	Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7	
	75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000	
CBR < 6%									
CBR > 6% < 10%									
CBR > 10% < 20%									
CBR > 20% < 30%									
CBR > 30%									

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

1.4. SOFTWARES

❖ WATERCAD:

El WaterCad es un programa que permite realizar simulaciones hidráulicas, las cuales pueden ser realizadas bajo un estado estático, que permite ingresar condiciones de un flujo permanente o también puede realizarse bajo periodos de tiempo prolongados que se representa mediante las siglas (EPS). También se puede analizar estudios de sustancias conservativas y no conservativas, tales como cloro, y otros productos químicos, analizando el decaimiento de las sustancias. Además, puede determinar los tiempos de retención y las edades del agua en cada uno de los puntos de salida de la red e identificar las procedencias del agua desde cada una de las fuentes para cada uno de los nodos. El programa permite modelar varios de los componentes hidráulicos típicos de redes de distribución como: Válvulas reguladoras, estaciones de bombeo, controles

automatizados sensibles a la presión o al caudal. También es posible manejar diferentes escenarios a fin de evaluar el comportamiento de la red frente a diferentes demandas, a calidades del agua variables, condiciones de emergencia como incendios o racionamiento. El ingreso de datos es sencilla y flexible, se ingresan en ventanas de WINDOWS. Los nodos pueden ingresar a través de coordenadas en forma directa; igualmente las longitudes de las tuberías. WATERCAD permite importar planos base del tipo DXF que pueden ser utilizados de fondo (o tapiz) para el trazado de la red. El programa permite exportar la red y sus resultados en archivos con extensión DXF, genera tablas con los resultados que pueden ser personalizados y modificadas según los requerimientos del usuario. El programa emplea las ecuaciones de Hazen y Williams y la ley de Darcy Weisbach junto con la ecuación de Colebrooke – White. Adicionalmente WATERCAD también permite utilizar la ecuación de Manning y usa la metodología de la teoría lineal, para la solución matemática de la red. [34]

❖ SEWERCAD:

SewerCAD es un programa de análisis y diseño de sistemas de drenaje urbano con énfasis en Sistemas Sanitarios, basado en un algoritmo de cálculo de Flujo Gradualmente Variado (FGV). Esto implica, que el motor de cálculo realiza un análisis de línea de energía del fluido a través del método estándar considerando las condiciones de flujo (Subcrítico, Crítico, o Supercrítico).

SewerCAD ofrece la posibilidad de hacer análisis estáticos o cuasi-estáticos (Periodo Extendido). Durante una simulación en Periodo Extendido, las cargas sanitarias con variación en el tiempo o hidrogramas de caudales entrantes (que también pueden ingresarse directamente) son "ruteados" a través del sistema de colectores a gravedad para tener en cuenta el tiempo de viaje del agua a través del sistema por traslación y otros efectos. La metodología que usa SewerCAD se llama de Ruteo Convexo (Convex Routing) que en términos generales implica lo siguiente: Para cada salto de tiempo o salto de cálculo hidráulico, el programa evalúa el caudal de cada tramo basado en el caudal entrante y saliente del salto de cálculo previo.

Otro aspecto característico de SewerCAD es que ofrece la posibilidad de realizar un diseño automatizado (optimización de diámetros) de la Red basado en

criterios como % de capacidad de las tuberías, y rangos mínimos y máximos de velocidad, pendiente y cobertura en los colectores del sistema. También es un modelo multi-plataforma capaz de soportar plataformas como MicroStation, AutoCAD y una interfaz autónoma llamada Stand-Alone. De igual manera, SewerCAD permite el análisis de sistemas a gravedad o sistemas que combinan subsistemas a presión y subsistemas a gravedad. [35]

2. Metodología

2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto presenta un tipo de investigación Aplicada, ya que se pretende solucionar problemas existentes en la zona con respecto a los servicios básicos de agua y saneamiento además de la pavimentación, con la finalidad de proporcionar a los moradores una mejor calidad de vida.

El nivel de investigación es Descriptivo-Cuantitativo, por lo que se va a recopilar información sobre las necesidades básicas que presenta la población, y los problemas existentes en las redes de agua potable y alcantarillado, dicha información servirá para proponer un mejor diseño de los servicios y proponer alternativas de solución a cada problema encontrado.

2.2. POBLACIÓN

3.2.1 ASPECTOS GENERALES

2.2.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, con un área aproximada de 15 hectáreas. Por el Norte limita con el distrito de Lambayeque, por el Sur y Oeste con el distrito de Chiclayo y por el Este con el distrito de Picsi. El distrito de José Leonardo Ortiz tiene como linderos a la acequia Chilape por el Norte, la carretera Ferreñafe por el Este, la acequia Cois por el Sur y por último por el Oeste está la línea Ferrocarril a Lambayeque. Además, se encuentra ubicada a 31 m.s.n.m, a 765 km de la República del Perú. [38]

Macro localización

El proyecto se ubica en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.



Fig. 10. Mapa del departamento de Lambayeque

Fuente: Google



Fig. 11. Mapa de la Provincia de Chiclayo

Fuente: Google



Fig. 12. Mapa del distrito de José Leonardo Ortiz

Fuente: Google

Micro Localización

El proyecto se desarrollará en la UPIS Primero de Mayo-Sector I

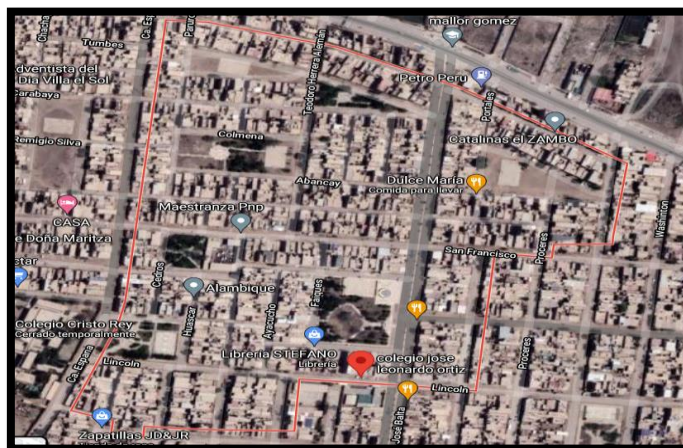


Fig. 13. UPIS Primero de Mayo-Sector I

Fuente: Google

2.2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La UPIS Primero de Mayo-Sector I, tiene un área aproximada de 14 ha, la cual está dividida en parques, área deportiva, colegios y áreas públicas, que ocupan un total de 2 hectáreas aproximadamente. Dentro de la zona se tienen dos colegios nacionales, tales como el colegio José Leonardo Ortiz y la I.E. Inicial N° 024 Urrunaga.

2.2.1.3. POBLACIÓN BENEFICIARIA

La Urbanización Popular Primero de Mayo-Sector I, cuenta con un total de 5660 habitantes, en donde el 70 % de la población es joven y el 30 % está conformada por adultos mayores, asimismo el 47.3% de la población son hombres y el porcentaje restante representa a la cantidad de mujeres. La demanda poblacional es aproximadamente 4 hab/lote y tiene una tasa de crecimiento del 2.22%, según lo indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática. [34]

2.2.1.4. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

- ❖ **Clima y Temperatura:** Presenta un clima cálido y seco, en donde las temperaturas varían de acuerdo con las estaciones del año, en épocas de verano (noviembre-marzo) la temperatura oscila entre 20 °C a 35 °C y en épocas de invierno (julio-octubre) las temperaturas van de 12°C a 17°C aproximadamente. Las precipitaciones hidrológicas y pluviales son muy bajas.

- ❖ **Humedad:** La humedad en el distrito de José Leonardo Ortiz es relativamente alta, siendo esta del 83% del promedio anual, y el promedio mínimo y máximo son del 60% y 84% respectivamente.
- ❖ **Vientos:** Los vientos en la zona son moderados durante todo el año y normalmente van de Este a Oeste, dependiendo de la ubicación del anticiclón del Pacífico.

2.2.1.5. VÍAS DE ACCESO

La zona donde se ubica el proyecto tiene forma ortogonal y está delimitada por la Avenida José Balta, La Avenida Chiclayo y La Avenida España. Siendo éstos los principales accesos al área de influencia. Está a 15 minutos del parque central de la ciudad de Chiclayo y estos accesos se encuentran asfaltados, representando a un 10% de vías en buen estado dentro del casco Urbano.[33]

2.2.1.6. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN

La población pertenece a diferentes sectores laborales y socioeconómicos, tales como:

- **Independiente:** Pertenecen a este sector más del 20% de la población, ya que en la zona se realiza el comercio, por lo general en restaurantes, boticas, bodegas, farmacias, hostales, mototaxis, etc.
- **Dependiente:** Aproximadamente el 40% de la población trabaja de forma dependiente para las diversas entidades de la región Lambayeque, tanto en el sector privado como público.
- **Otros:** El porcentaje restante está conformado por equipamientos mayores, como, por ejemplo, los centros educativos privados y las áreas deportivas.

2.2.1.7. ESTADOS DE SALUD DE LA POBLACIÓN

Según el diagnóstico de Brechas de la municipalidad de José Leonardo Ortiz [35] En la Upis primero de Mayo no se cuenta con centros de atención médica pública, razón por la cual los moradores acuden a los centros más cercanos como son la posta médica Santa Ana y el centro de salud Atusparia, en donde los reportes de enfermedades han ido aumentando con el paso del tiempo, asimismo el índice de mortalidad, siendo una de las causas fundamentales la escasez de agua potable y el inadecuado servicio de saneamiento, ya que esto trae consigo altos índices de mortalidad tal como se indica en la tabla (X).

Tabla 17. Porcentaje de mortalidad en la Upis-Primero de Mayo-Sector I

N°	2015		Atenciones		N°	2017		Atenciones	
	Morbilidad por capítulos de diagnóstico		N°	%		Morbilidad por capítulos de diagnóstico		N°	%
1	Enfermedades infecciosas y parasitarias		27 565	25,23	1	Enfermedades infecciosas y parasitarias		23 814	29,58
2	Enfermedades digestivas		13 498	12,35	2	Enfermedades digestivas		14 810	18,40
3	Enfermedades endocrinas, metabólicas y nutricionales		10 968	10,04	3	Enfermedades endocrinas, metabólicas y nutricionales		9 036	11,23
4	Enfermedades neuropsiquiátricas y de los órganos de los sentidos		9 249	8,47	4	Enfermedades de la piel y del sistema osteomuscular y tejido conjuntivo		7442	9,25
5	Enfermedades dentales y de su estructuras de sostén		9 171	8,39	5	Enfermedades genitourinarias		6 530	8,11
6	Enfermedades de la piel y del sistema osteomuscular y tejido conjuntivo		9 156	8,38	6	Enfermedades neuropsiquiátricas y de los órganos de los sentidos		4 728	5,87
7	Enfermedades genitourinarias		7 914	7,24	7	Complicaciones del embarazo parto y puerperio		4 356	5,41
8	Complicaciones del embarazo parto y puerperio		7 766	7,11	8	Enfermedades cardiovasculares y respiratorias		3 519	4,37
9	Traumatismo y envenenamientos		5 502	5,04	9	Traumatismo y envenenamientos		3 361	4,18
10	Enfermedades cardiovasculares y respiratorias		4 639	4,25	10	Resto de enfermedades		2 605	3,24
11	Resto de enfermedades		3 160	2,89	11	Enfermedades dentales y de su estructura de sostén		204	0,25
12	Enfermedades neoplásicas		664	0,61	12	Enfermedades neoplásicas		91	0,11
Total			109 252	100	Total			80 496	100

Fuente: Gerencia General de Salud-Área de estadística. 2015-2017

Así mismo según el estudio realizado por la municipalidad del distrito de José Leonardo Ortiz, se muestran en la tabla (XI), las enfermedades más recurrentes dentro de la población, siendo las que más predominan, las enfermedades infecciosas, parasitarias y respiratorias.

Tabla 18. Enfermedades recurrentes en el distrito de José Leonardo Ortiz

Enfermedades recurrentes	A quiénes afecta	Causas	Cita representativa
1. Infecciones respiratorias agudas	Población en general	Exposición a personas con enfermedades respiratoria. Mala alimentación Pobreza	"Son las enfermedades respiratorias que se presentan y vas a la posta y a veces no hay médico y así se ponen peor los niños" (Vaso de Leche)
2. Enfermedades diarreicas agudas	Población en general	Falta de higiene en lavado de manos, manipulación de alimentos contaminados. Acceso limitado de agua potable	"Es lo común en nuestro niño las diarreas sobre todo en verano y se agrava porque hay agua por horas nada más"(Poblador adulto mayor)
3. Infecciones de transmisión sexual	Jóvenes, mujeres y hombres adultos.	Falta de información sobre las ITS Estilos de vida de riesgo Alcoholismo y drogadicción	"Ahora hay bastante infección de trasmisión sexual en el distrito, quizás porque en la familia no conversan sobre esos temas" (Promotora de salud)
4. Desnutrición	Niños	Mala alimentación calórico-proteica de calidad. Pobreza	"Co el poco presupuesto que tenemos, no se compra alimentos nutritivos" (Poblador adulto mayor)
5. Enfermedades no transmisibles	Adultos y adultos mayores	Estilos de vida no saludables, como consumo de alimentos chatarra, muchas frituras, consumo de cosas muy saladas. El Stress, las demasiadas preocupaciones.	"Estas enfermedades diabetes e hipertensión, con el estrés por lo mismo que no hay plata o también problemas en el trabajo, se exacerban" "Por no comer bien, a veces comida frita nomas"

Fuente: Diagnóstico de Brechas MDJLO-2017

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Las obras de saneamiento tienen la finalidad de satisfacer a una población determinada, por lo que en su diseño se debe tomar en cuenta el crecimiento poblacional en un periodo de tiempo entre los 10 a 20 años; siendo indispensable calcular la cantidad de habitantes proyectados a 20 años. Esta información nos ayudará a determinar la demanda de agua requerida, los diámetros de las redes de agua potable y alcantarillado, el correcto dimensionamiento de PTAR, etc. Por lo tanto, el estudio comprenderá todo el sector I, de la Upis Primero de Mayo, distrito de José Leonardo Ortiz.

2.4. ESTRATEGIAS DE MUESTREO

✓ **Observación de campo**

Se realizará un reconocimiento de toda la zona de estudio, siendo la urbanización popular Primero de Mayo, con la finalidad de obtener información importante y necesaria para diagnosticar de esta manera, el estado actual en la que se encuentran los sistemas de agua potable y alcantarillado.

✓ **Recolección de datos estadísticos**

Es necesario realizar la recolección de datos estadísticos sobre la población actual de la zona de estudio, como los siguientes: cantidad de habitantes, servicio de agua (todos los días de la semana), abastecimiento de agua en las viviendas, sistema eléctrico de las viviendas, servicio higiénico en las viviendas.

✓ **Estudio topográfico**

En todo proyecto aplicativo, el trabajo de campo cumple un rol esencial, puesto que es necesario tener al alcance toda la información necesaria sobre la topografía que presenta la zona de estudio para conocer la superficie en donde realizaremos el proyecto, el cual comprende el diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

✓ **Estudio de Mecánica de Suelos**

Esta técnica de recolección de datos se lleva a cabo en laboratorio con la finalidad de conocer las características y propiedades que presenta el suelo de la UPIS Primero de Mayo-Sector I.

2.5. MENCIÓN DE INSTRUMENTOS APLICADOS

• **Para la topografía:**

Estación Total

Prisma

Trípode

Nivel

GPS

Brújula.

- **Para el estudio de Mecánica de Suelos:**

Ensayo de Granulometría: Ensayo se realizará conforme NTP 399.128(ASTM D422).

Equipos: Tamices, Balanza, Horno eléctrico, Cuchillos.

Ensayo de Limites de Atterberg: Ensayo se realizará conforme NTP 399.129(ASTM

D4318). Equipos: Recipiente metálico, Brocha, Balanza, Cuchillo, Ranurador,

Espátula, Copa de Casagrande, Maquina de Casagrande.

Ensayo de Proctor Modificado: Ensayo se realizará conforme NTP 399.141(ASTM

D1557). Equipos: Molde cilíndrico, Martillo metálico, Horno, Tamices, Balanza,

Espátula.

Ensayo de Corte Directo: Ensayo se realizará NTP 399.171(ASTM D3080). Equipos:

Maquina de Corte Directo, Caja de corte, Piedras porosas, Papel Filtro.

- **Para el desarrollo en Gabinete:**

Microsoft office 2013: Excel, Word, Power Point

WaterCAD

SewerCAD

AutoCAD 2018

Civil 3D 2018

S10

MSproyect

Útiles de escritorio

2.6.PROCEDIMIENTOS

Para poder realizar el adecuado procesamiento de datos, se realizarán los siguientes pasos:

1. Visita y recolección de datos del área de estudio.
2. Evaluación del sistema de agua y alcantarillado existentes.
3. Identificación de los puntos donde se realizarán las calicatas.
4. Extracción de muestras del suelo, para luego llevarlas al laboratorio y realizar los ensayos de CBR, plasticidad, límites de Atembe, corte directo, Proctor modificado, granulometría, límite líquido.
5. Pruebas para determinar la calidad del agua.

6. Realizar el levantamiento topográfico para determinar las pendientes y cotas de los buzones.
7. Determinar el IMDA, para el diseño de pavimentación.
8. Procesamiento de datos mediante los softwares: Excel, AutoCAD, Civil 3D, Ms Project, WaterCAD, PowerPoint.
9. Diseñar los planos correspondientes a ubicación del proyecto, saneamiento, redes de agua y alcantarillado, obras de detalle de pavimentación, etc.
10. Elaborar el presupuesto del proyecto para posteriormente realizar un estudio de impacto ambiental.

2.7. ESTRATEGIA DE ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar el proyecto, primero se evaluará el sistema de Saneamiento existente, así como la realización de todos los ensayos de mecánica de suelos y estudios básicos de topografía, los cuales permitirán realizar el diseño de las redes de agua, alcantarillado y proponer alternativas de pavimentación. Finalmente, se modelarán los sistemas en los programas antes mencionados como son el WaterCAD y SewerCAD para poder comparar con el diseño que se obtenga del desarrollo en gabinete.

2.8. ASPECTOS ÉTICOS

El autor de la presente investigación tiene conocimiento que el proyecto no se ha llevado ni se encuentra en la etapa de ejecución por ningún otro autor y/o entidad, a su vez se presentan con total seriedad los resultados obtenidos, garantizando autenticidad. Los antecedentes que se han tomado como base para esta investigación se encuentran debidamente citados, en dichos antecedentes se expresan sus objetivos, la metodología empleada, los resultados a los que han llegado y las conclusiones que determinaron al final de todo, además también se describe la diferencia que presenta esta investigación con respecto a las anteriores. El primer antecedente de esta investigación es el proyecto del sistema integral de agua potable, alcantarillado y pavimentación de la urbanización de docentes de la universidad Pedro Ruiz Gallo, en el año 2019, así mismo se tienen antecedentes a nivel nacional e internacional.

Resultados y discusión

En este apartado se van a mencionar los resultados obtenidos de manera clara y precisa, para tener un mayor conocimiento del proyecto planteado se recomienda al lector revisar el apartado de anexos.

1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

a) Introducción: La topografía es de gran importancia para cualquier proyecto de ingeniería que se requiera aplicar, ya que, permite realizar una representación de todos los accidentes que se pueden encontrar en la superficie terrestre, como, por ejemplo: la distancia entre dos puntos, las coordenadas que presentan cada uno de ellos, los desniveles y pendientes, además que permite determinar el área de extensión de la zona en la cual se quiere hacer un estudio. La topografía puede ser representada mediante un dibujo o también gráficamente, con todas las peculiaridades que se le imponen, tiene tres partes fundamentales que la componen.

a.1. Planimetría: Se le conoce con este nombre a los puntos que forman parte importante sobre la superficie de un plano horizontal, o también se podría decir que son los puntos que permiten dibujar sobre un plano el área de estudio.

a.2. Altimetría: La conforman todas las cotas correspondientes a cada uno de los puntos tomados en campo, teniendo como base principal el plano horizontal que se forma con el nivel del mar.

a.3. Taquimetría: En la taquimetría están todos los procedimientos que existen para poder realizar un levantamiento topográfico, mediante instrumentos que hoy en día son muy utilizados, por ejemplo: el teodolito, la estación total, el GPS diferencial, nivel topográfico, GPS, etc. Todos ellos permiten obtener las distancias de un plano, los ángulos que se pueden encontrar y las cotas, también se obtiene una base de datos muy amplia que permite dibujar y obtener todas las características requeridas para un proyecto.

b) Reconocimiento de Campo: Para poder realizar el levantamiento topográfico en la UPIS primero de Mayo Sector-I, se procedió a recorrer el área, de tal manera que se hizo un reconocimiento de terreno preliminar, con la finalidad de tener una mayor planificación en campo, asimismo, poder ubicar los BMS, que servirán para un futuro replanteo.

c) Instrumentos utilizados en campo: Para realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico es necesario contar con los siguientes instrumentos:

Tabla 19. Instrumentos utilizados en un levantamiento topográfico

INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS			
Cantidad	Descripción	Marca	Serie
1	Estación total	Topcon	GTS-236w
1	Trípode	Topcon	GT-101
4	Prisma	Topcon	GT-152
4	Porta prisma	Topcon	GTO-235
1	Brújula	Bruton	-
1	GPS Navegador	Garmin	52036
1	Wincha (100 m)	Kahasa	52036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Herramientas utilizadas en un levantamiento topográfico

HERRAMIENTAS		
Cantidad	Descripción	Longitud
1	Comba	-
15	Estacas de Fierro	0.30 m
25	Estacas de madera	0.30 m

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar el trabajo de gabinete, se utilizan softwares como el Excel, el AutoCAD, el Microsoft Word, civil 3D, etc.

- d) Procedimiento de la planimetría: Para el levantamiento planimétrico se han tomado una serie de puntos de control, los cuales han ido formando una poligonal cerrada, de tal manera que todos los elementos existentes en la zona puedan ser plasmados en un plano horizontal y se pueda identificar el ancho de calle, veredas, casas, buzones, etc.

d.1. Ubicación de los puntos: Los puntos que se muestran a continuación son parte de todo el levantamiento topográfico realizado en la zona.

Se ha realizado un levantamiento topográfico de las calles, pero también ha sido necesario obtener puntos de cada una de las conexiones domiciliarias, para ello hemos utilizado el GPS y hemos ido marcando en cada una de ellas, para posteriormente saber cuántos lotes existen dentro de la UPIS primero de mayo-Sector I.

Tabla 21. Puntos obtenidos del levantamiento topográfico

PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
1	628412	9254166	29.20	calle
2	628378	9254111	28.90	calle
3	628407	9254108	29.05	calle

4	628402	9254060	29.00	calle
5	628371	9254055	28.80	calle
6	628401	9254052	29.00	calle
7	628365	9253992	28.70	calle
8	628395	9253989	28.85	calle
9	628389	9253925	28.75	calle
10	628358	9253920	28.60	calle
11	628402	9253955	28.80	calle
12	628455	9253949	29.10	calle
13	628451	9253919	29.05	calle
14	628512	9253943	29.30	calle
15	628509	9253913	29.20	calle
16	628508	9253905	29.20	calle
17	628506	9253875	29.00	calle
18	628431	9253883	28.60	calle
19	628433	9253913	28.85	calle
20	628409	9254016	28.90	calle
21	628512	9253955	29.30	calle
22	628522	9254039	29.40	calle
23	628519	9254011	29.35	calle
24	628464	9254046	29.15	calle
25	628460	9254016	29.05	calle
26	628410	9254051	29.00	calle
27	628413	9254088	29.05	calle
28	628464	9254054	29.15	calle
29	628467	9254084	29.30	calle
30	628526	9254078	29.45	calle
31	628523	9254049	29.40	calle
32	628470	9254053	29.15	calle
33	628531	9254133	29.50	calle
34	628416	9254129	29.15	calle
35	628527	9254096	29.45	calle
36	628526	9254084	29.45	calle
37	628542	9254097	29.45	calle
38	628542	9254084	29.45	calle
39	628629	9254041	29.90	calle
40	628538	9254050	29.40	calle
41	628566	9254036	29.60	calle
42	628574	9254035	29.60	calle
43	628603	9254032	29.75	calle
44	628611	9254031	29.75	calle
45	628632	9253938	29.80	calle
46	628602	9253942	29.65	calle
47	628593	9253943	29.65	calle

48	628564	9253946	29.50	calle
49	628556	9253947	29.50	calle
50	628526	9253945	29.30	calle
51	628631	9253934	29.80	calle
52	628628	9253904	29.70	calle
53	628521	9253904	29.20	calle
54	628626	9253893	29.70	calle
55	628624	9253863	29.50	calle
56	628622	9253847	29.50	calle
57	628619	9253817	29.40	calle
58	628543	9253826	29.10	calle
59	628469	9253863	28.80	calle
60	628465	9253833	28.75	calle
61	628540	9253856	29.30	calle
62	628537	9253826	29.10	calle
63	628533	9253819	29.10	calle
64	628503	9253822	28.90	calle
65	628464	9253822	28.75	calle
66	628457	9253751	28.60	calle
67	628486	9253742	28.75	calle
68	628457	9253745	28.60	calle
69	628451	9253687	28.35	calle
70	628481	9253684	28.50	calle
71	628533	9253718	28.85	calle
72	628492	9253713	28.65	calle
73	628607	9253701	29.15	calle
74	628543	9253814	29.10	calle
75	628618	9253807	29.40	calle
76	628667	9253667	29.30	calle
77	628627	9253671	29.00	calle
78	628638	9253766	29.30	calle
79	628686	9253841	29.90	calle
80	628677	9253762	29.60	calle
81	628812	9253970	31.00	calle
82	628808	9253938	30.90	calle
83	628693	9253933	30.00	calle
84	628700	9254000	30.20	calle
85	628704	9254042	30.50	calle
86	628701	9254010	30.20	calle
87	628698	9254047	30.50	calle
88	628655	9253938	29.80	calle
89	628668	9254066	30.00	calle
90	628651	9253900	29.70	calle
91	628749	9253880	30.35	calle

92	628647	9253862	29.50	calle
93	628765	9253917	30.50	calle
94	628805	9253912	30.80	calle
95	628799	9253844	30.50	calle
96	628758	9253849	30.20	calle
97	628350	9253814	28.30	calle
98	628355	9253875	28.40	calle
99	628350	9253828	28.30	calle
100	628381	9253759	28.30	calle
101	628411	9253756	28.45	calle
102	628374	9253760	28.30	calle
103	628343	9253762	28.15	calle
104	628425	9253806	28.55	calle
105	628455	9253803	28.70	calle
106	628420	9253750	28.45	calle
107	628317	9253692	27.90	calle
108	628343	9253689	28.00	calle
109	628336	9253604	27.85	calle
110	628296	9253637	27.70	calle
111	628401	9253678	28.15	calle
112	628390	9253598	27.95	calle
113	628396	9253870	28.50	calle
114	628392	9253826	28.40	calle
115	628461	9253862	28.80	calle
116	628641	9254028	29.90	calle
117	628643	9254047	29.90	calle
118	628646	9254079	30.00	calle
119	628517	9253874	29.00	calle
120	628522	9253915	29.20	calle
121	628526	9253949	29.30	calle
122	628518	9254005	29.35	calle
123	628536	9254039	29.40	calle
124	628528	9254102	29.45	calle
125	628545	9254129	29.50	calle
126	628546	9253856	29.30	calle
127	628495	9253820	28.90	calle
128	628509	9253666	28.60	calle
129	628501	9253586	28.30	calle
130	628561	9253660	28.70	calle
131	628446	9253592	28.05	calle
132	628369	9254180	29.00	calle
133	628420	9254165	29.20	calle
134	628355	9253890	28.40	calle
135	628359	9253929	28.60	calle

136	628366	9253998	28.70	calle
137	628372	9254063	28.80	calle
138	628377	9254117	28.90	calle
139	628407	9254114	29.05	calle
140	628416	9254135	29.15	calle
141	628473	9254084	29.30	calle
142	628469	9254046	29.15	calle
143	628466	9254015	29.05	calle
144	628406	9254021	28.90	calle
145	628410	9254059	29.00	calle
146	628413	9254094	29.05	calle
147	628396	9253995	28.85	calle
148	628403	9253966	28.80	calle
149	628398	9253925	28.75	calle
150	628457	9253918	29.05	calle
151	628427	9253913	28.85	calle
152	628461	9253949	29.10	calle
153	628424	9253883	28.60	calle
154	628812	9253980	31.00	calle
155	628812	9253843	30.50	calle
156	628825	9253969	31.00	calle
157	628811	9253827	30.50	calle
158	628795	9253830	30.50	calle
159	628680	9253648	29.30	calle
160	628664	9253650	29.30	calle
161	628499	9253570	28.30	calle
162	628484	9253575	28.30	calle
163	628444	9253580	28.05	calle
164	628427	9253578	28.05	calle
165	628388	9253582	27.95	calle
166	628373	9253588	27.95	calle
167	628329	9253592	27.85	calle
168	628316	9253617	27.85	calle
169	628276	9253631	27.70	calle
170	628289	9253625	27.70	calle
171	628327	9253767	28.15	calle
172	628329	9253785	28.20	calle
173	628335	9253837	28.30	calle
174	628334	9253816	28.30	calle
175	628339	9253878	28.40	calle
176	628339	9253892	28.40	calle
177	628344	9253934	28.60	calle
178	628342	9253923	28.60	calle
179	628350	9253998	28.70	calle

180	628351	9254003	28.70	calle
181	628357	9254061	28.80	calle
182	628356	9254064	28.80	calle
183	628361	9254101	28.85	calle
184	628360	9254094	28.85	calle
185	628364	9254132	28.95	calle
186	628365	9254139	28.95	calle
187	628368	9254170	29.00	calle
188	628412	9254177	29.20	calle
189	628420	9254176	29.20	calle
190	628531	9254144	29.50	calle
191	628548	9254142	29.50	calle
192	628649	9254094	30.00	calle
193	628668	9254077	30.00	calle
194	628697	9254058	30.50	calle
195	628704	9254053	30.50	calle
196	628239	9253519	27.72	calle
197	628224	9253524	27.72	calle
198	628232	9253504	27.72	calle
199	628216	9253509	27.72	calle
200	628249	9253502	27.75	calle
201	628266	9253504	27.85	calle
202	628277	9253514	27.85	calle
203	628206	9253452	27.75	calle
204	628190	9253455	27.75	calle
205	628200	9253425	27.75	calle
206	628186	9253429	27.75	calle
207	628198	9253409	27.75	calle
208	628183	9253413	27.75	calle
209	628189	9253330	27.80	calle
210	628174	9253335	27.80	calle
211	628186	9253318	27.80	calle
212	628171	9253320	27.80	calle
213	628132	9253340	27.83	calle
214	628130	9253324	27.83	calle
215	628117	9253342	27.83	calle
216	628114	9253326	27.83	calle
217	628071	9253347	27.85	calle
218	628069	9253331	27.85	calle
219	628054	9253344	27.85	calle
220	628054	9253332	27.85	calle
221	628030	9253347	27.85	calle
222	628028	9253335	27.85	calle
223	628019	9253348	27.85	calle

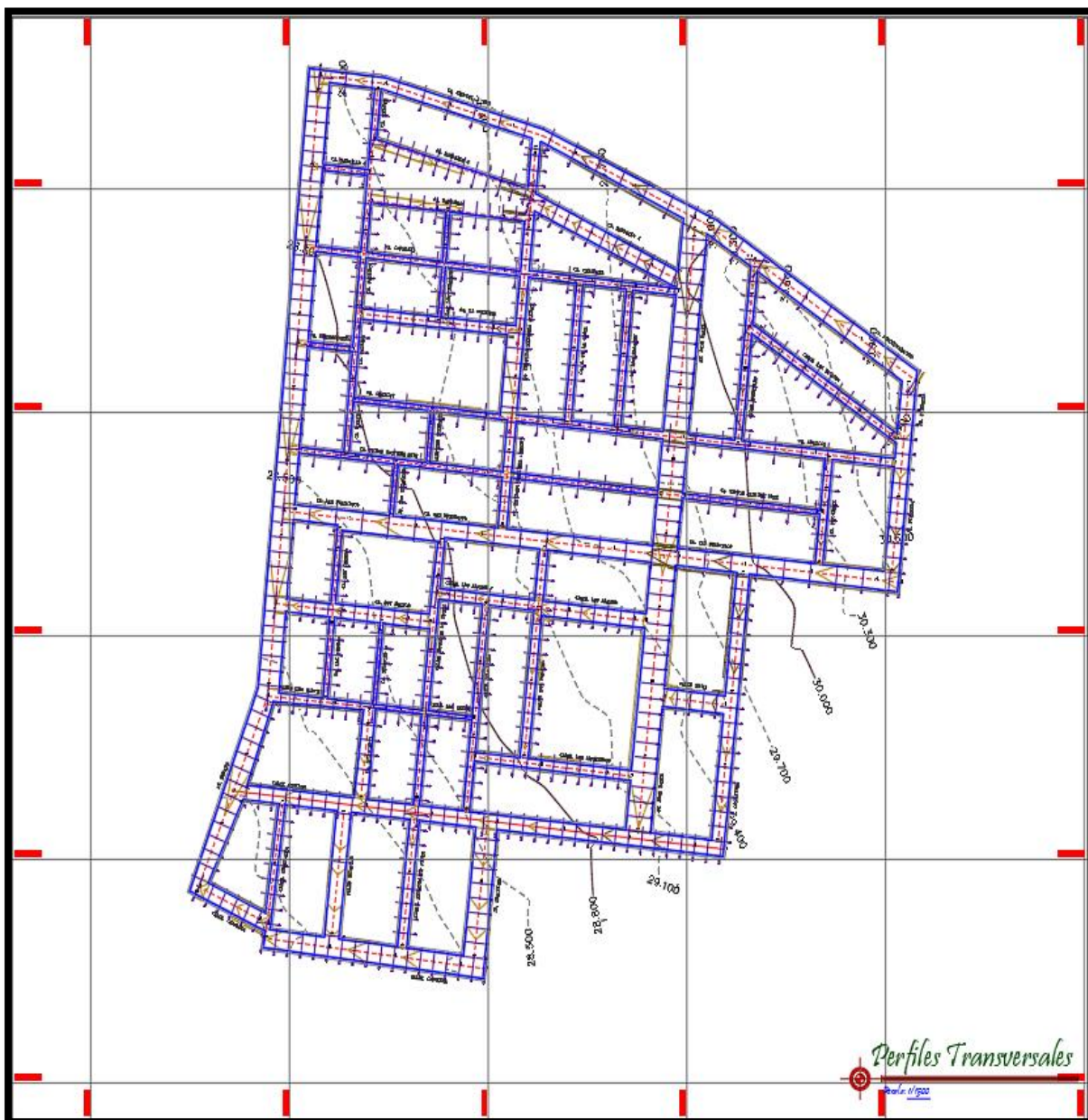
224	628016	9253337	27.85	calle
225	627978	9253352	27.88	calle
226	627976	9253342	27.88	calle
227	627967	9253354	27.88	calle
228	627965	9253343	27.88	calle
229	627927	9253358	27.95	calle
230	627925	9253347	27.95	calle
231	627916	9253364	27.95	calle
232	627914	9253349	27.95	calle
233	627876	9253369	27.98	calle
234	627873	9253353	27.98	calle
235	627863	9253366	27.98	calle
236	627862	9253355	27.98	calle
237	627822	9253370	28.00	calle
238	627820	9253359	28.00	calle
239	627811	9253377	28.00	calle
240	627809	9253360	28.00	calle
241	627771	9253381	28.05	calle
242	627768	9253365	28.05	calle
243	627759	9253382	28.05	calle
244	627756	9253367	28.05	calle
245	627720	9253387	28.10	calle
246	627708	9253388	28.10	calle
247	627706	9253372	28.10	calle
248	627718	9253371	28.10	calle
249	627709	9253291	28.15	calle
250	627697	9253293	28.15	calle
251	627695	9253277	28.15	calle
252	627707	9253276	28.15	calle
253	627697	9253198	28.20	calle
254	627686	9253200	28.20	calle
255	627684	9253180	28.20	calle
256	627696	9253179	28.20	calle
257	627657	9253297	28.15	calle
258	627655	9253281	28.15	calle
259	627644	9253184	28.25	calle
260	627647	9253205	28.25	calle

Fuente: Elaboración propia

- e) Procedimiento de Altimetría: En este procedimiento se determinan las alturas o cotas que presentan cada uno de los puntos topográficos, también se identifica el relieve que presenta la superficie terrestre y su interpretación gráfica en un plano será mediante las curvas de nivel.

Para poder realizar el proceso de altimetría hoy en día se utilizan equipos modernos, como es el caso del nivel topográfico, dicho instrumento remplazó a la estación total debido a la precisión, para ello es importante empezar desde un punto conocido o también llamado como B.M, que debe ser ubicado en una zona visible y fija. Las curvas de nivel serán procesadas mediante programas como el civil 3D, Excel y AutoCAD, el espacio existente entre cada curva considerado es de 0.50 metros, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Fig. 14. Curvas de nivel de la UPIS Primero de Mayo-Sector I



Fuente: Elaboración propia

f) Perfiles longitudinales y secciones transversales:

Sirven para poder determinar las pendientes y en el caso de un proyecto de pavimentación se puede visualizar mucho mejor el relleno y corte de la estructura. En cuanto a las redes de agua y alcantarillado, nos da una mejor visión de la ubicación de las tuberías sobre el plano clave y las cotas de entrada y salida de los buzones. Los perfiles longitudinales deberán ser tomados a partir del eje de la vía, de tal manera que se puedan apreciar los desniveles existentes, en cambio los perfiles transversales son los que permiten visualizar el ancho de las calles o avenidas y su punto de referencia son las veredas.

2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS:

a) Introducción: El estudio de mecánica de suelos es muy importante para poder elaborar un proyecto de saneamiento, pavimentación y drenaje pluvial, no solo es usado en este tipo de proyectos sino en todos los que están relacionados con la ingeniería.

Después de haber realizado el levantamiento topográfico y haber obtenido las secciones correspondientes, es necesario identificar los materiales que componen ese subsuelo. El primer paso para poder realizar un estudio de esta envergadura es determinar la cantidad de calicatas que se realizarán dentro de la zona, para ello se aplican criterios que se establecen tanto en el reglamento nacional de edificaciones como en el manual de carreteras.

El estudio de mecánica de suelos comprende cuatro fases principales, la primera que está relacionada con el planeamiento y coordinación, acá es donde se realiza una inspección y recolección de información que permitirá tener mucho más conocimiento de la zona donde se va a elaborar un proyecto y sobre todo la coordinación con las personas que van a estar a cargo de este.

En segundo lugar, tenemos a la etapa de investigación en campo y laboratorio, alude a las excavaciones que se van a realizar para posteriormente poder obtener la estratigrafía e identificar el tipo de material que lo compone. Por último, tenemos al análisis geotécnico y la caracterización geotécnica, para poder realizar el ensayo de humedad, durabilidad, CBR, Proctor modificado, etc.

b) Ubicación de las calicatas a analizar:

Para obtener la cantidad de calicatas, se han utilizado tanto la norma C.010 pavimentos urbanos del RNE y el manual de carreteras, los cuales nos dan los siguientes parámetros:

- El RNE C.010, nos dice que por cada 3600 metros cuadrados se realizará una calicata, siempre y cuando las vías sean locales, en este caso lo son, ya que dentro de la upis hay vías poco transitables y no presentan un ancho mayor a 6 metros, a excepción de las avenidas principales José Balta y España.
- El manual de carreteras, en la sección de pavimentos urbanos nos menciona que para carreteras que presentan un IMDA 2000 a 401 veh/día, se tendrán que realizar 3 calicatas por kilómetro.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha realizado un cálculo comparando ambas teorías, al final se ha elegido la más exacta.

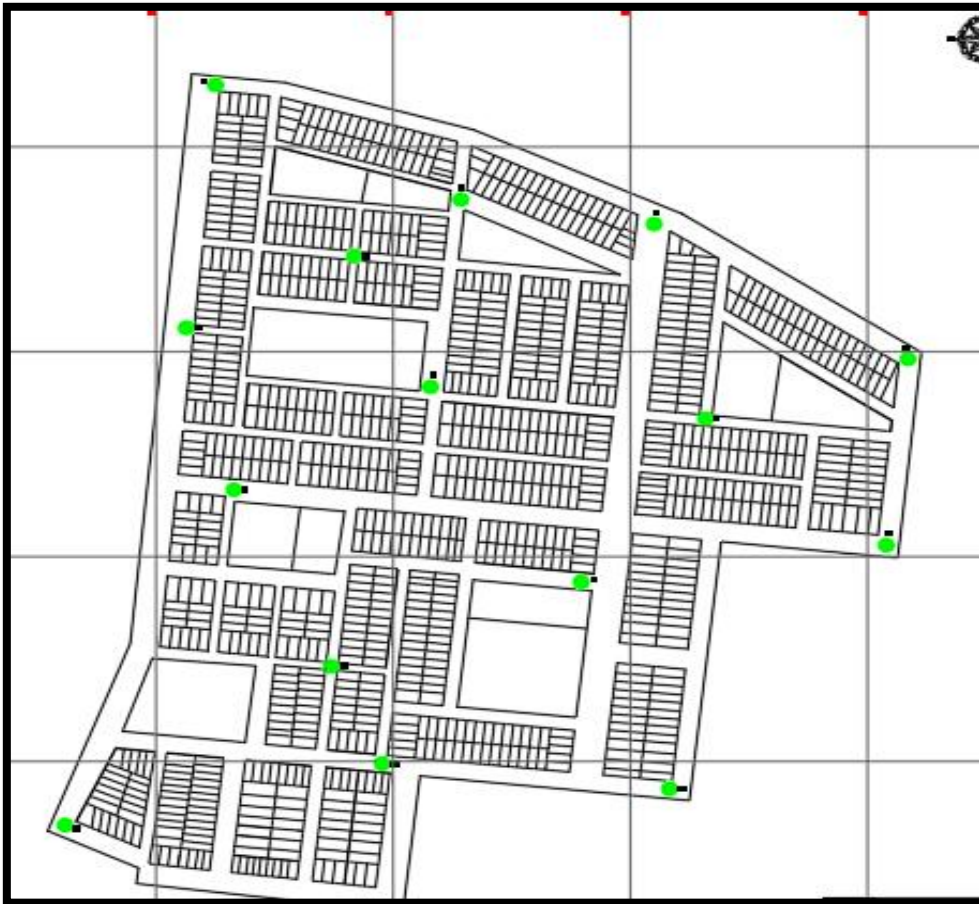
Tabla 22. Cantidad de calicatas a realizar dentro de la Upis primero de mayo-Sector I

CÁLCULO DE CALICATAS		
Área total de vías acumulado:	55534.838	m ²
Total, de kilómetros de vías acumulado:	5.213	km
POR EL RNE-C010-PAVIMENTOS		
n° de calicatas= 15.43		
POR EL MANUAL DE CARRETERAS		
n° de calicatas= 15.64		

Fuente: Elaboración Propia

Para ubicar los puntos de excavación, se ha tenido en cuenta lo que manda el manual de carreteras, en donde se coloca 1 calicata por kilómetro.

Fig. 15. Plano de la ubicación de las calicatas dentro de la Upis primero de mayo-Sector I



Fuente: Elaboración Propia

c) Exploración y muestreo de suelos: La exploración de suelos está referida a las investigaciones que se realizan en la zona de estudio, con la finalidad de obtener toda la información referente a las características mecánicas y físicas del suelo. Para ello se han realizado 15 excavaciones o calicatas a cielo abierto, las cuales han sido llevadas al laboratorio para obtener los ensayos correspondientes.

El muestreo de suelos es la obtención de una pequeña muestra representativa, que permita realizar las pruebas y ensayos de laboratorio correspondientes. Al momento de proceder con la extracción de suelos, es necesario ir anotando las características físicas que presenta, como el color, la profundidad de excavación, el número de calicata, etc.

d) Selección y número de sondaje: Estos se han realizado de acuerdo con lo que establece el RNE en la E-0.50, la cual consiste en hacer perforaciones con 1 metro de ancho y una profundidad que varía entre 1.50 y 1.70 metros, dependiendo del uso

que se le quiere dar, en este caso como son pavimentos urbanos solo es necesario hasta esas profundidades.

Tabla 23. Profundidad de las calicatas realizadas In situ.

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)
C-1	M-1	0.20 - 1.50
C-2	M-2	0.10 - 1.60
C-3	M-3	0.30 - 1.60
C-4	M-4	0.10 - 1.70
C-5	M-5	0.20 - 1.70
C-6	M-6	0.10 - 1.50
C-7	M-7	0.20 - 1.50
C-8	M-8	0.10 - 1.50
C-9	M-9	0.10 - 1.60
C-10	M-10	0.10 - 1.50
C-11	M-11	0.20 - 1.70
C-12	M-12	0.30 - 1.60
C-13	M-13	0.10 - 1.50
C-14	M-14	0.10 - 1.70
C-15	M-15	0.20 - 1.70

Fuente: Elaboración propia

- e) Estudios de laboratorio realizados: Los ensayos que se han realizado a las muestras obtenidas, son con la finalidad de obtener resultados que nos permitan diseñar las redes de agua potable y alcantarillado, además de proponer alternativas de pavimentación. Estos ensayos sirven para obtener las características físicas y mecánicas de la zona de estudio y son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24. Ensayo de laboratorio realizados

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA
Contenido de Humedad	N.T.P. 339.127
Contenido de Sales	N.T.P. 339.152/USBR E-8
Análisis granulométrico	N.T.P. 339.128/ASTM D-4318
Límite líquido	N.T.P. 339.129/ASTM D-4318
Límite plástico	N.T.P. 339.129/ASTM D-4319
Índice de plasticidad	ASTM D-4318
Ensayo de corte directo	ASTM D-3080
Proctor modificado	ASTM D-1557

Fuente: Elaboración propia

f) Propiedades físicas: La humedad es una propiedad física, está dentro de la norma 339.217, y es la cantidad de agua que presenta un suelo, para su ensayo primero se saca el peso húmedo, luego se pasa al horno por un promedio de 24 horas para posteriormente volver a pesar una vez que ya ha secado la muestra. Para calcular el porcentaje óptimo de humedad se divide la resta del peso húmedo menos el peso seco y se divide entre el peso seco, multiplicado por 100.

Para el caso del límite líquido se ha obtenido mediante la copa de Casagrande, para este ensayo es necesario contar con material que haya pasado por la malla N° 40, luego se realizan golpes en la cápsula, de tal manera que se obtenga una ranura en el suelo de aproximadamente 1.27 cm de longitud. La prueba es realizada 3 veces por cada muestra, con diferentes humedades y en un rango de 6 a 35 golpes, al finalizar se obtiene una gráfica del número de golpes vs la humedad del material.

El límite plástico se obtiene mediante rollitos de aproximadamente 3 mm cada uno, se humedece la muestra con agua destilada y se procede a enrollarlos, cuando estos rompen se puede afirmar que ya llegó a su límite plástico. La norma establece algunos criterios, entre los cuales tenemos:

- Un índice plástico obtenido igual a cero, se dice que es un suelo arenoso, es decir no es plástico.
- Un índice plástico menor o igual a 7 es un suelo que presenta baja plasticidad y si está comprendido entre 7 y 17 es un suelo de mediana plasticidad, para que sea de alta plasticidad tiene que ser mayor a 17.

Tabla 25. Cuadro resumen con los ensayos realizados en el laboratorio

CALICATA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		LÍMITES ATTERBERG			CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CONTENIDO DE SALES (%)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
	Pasa #40	Pasa #200	LL (%)	LP (%)	IP (%)			SUCS	AASHTO	
C-1	92.44	78.72	38	21.63	16.37	12.16	0.17	CL	A- 6 (10)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-2	79.19	48.09	29.83	20.67	9.16	10.11	0.18	SC	A- 4 (3)	arenas arcillosas
C-3	83.64	52.60	32.64	17.9	14.74	8.58	0.17	CL	A- 6 (6)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-4	44.71	29.95	31.76	22.16	9.60	18.68	0.18	SC	A-2-4 (0)	arenas arcillosas
C-5	80.94	53.40	30.99	17.73	13.26	9.05	0.17	CL	A- 6 (5)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-6	88.39	32.76	15.85	10.96	4.89	8.47	0.20	SC-SM	A-2-4 (0)	Limo, arena arcillosa
C-7	86.10	69.81	38.47	26.43	12.04	9.72	0.18	ML	A-6 (8)	Limos inorgánicos y arenas muy finas
C-8	81.65	54.82	36.62	17.82	18.80	9.49	0.17	CL	A-6 (8)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-9	88.75	33.21	16.48	11.24	5.24	10.10	0.16	SC-SM	A-2-4 (0)	Limo, arena arcillosa
C-10	82.38	66.24	36.41	16.97	19.44	8.48	0.17	CL	A- 6 (10)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-11	46.72	42.12	22.35	13.52	7.25	12.11	0.18	SC	A- 4 (3)	arenas arcillosas
C-12	96.12	35.18	14.65	19.21	6.23	9.25	0.20	SC-SM	A- 6 (5)	Limo, arena arcillosa
C-13	75.21	50.20	28.95	17.13	15.29	11.23	0.17	CL	A- 6 (10)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad
C-14	81.63	31.70	29.45	20.6	4.98	8.52	0.18	SC	A- 4 (3)	arenas arcillosas
C-15	44.50	51.48	16.78	26.3	8.10	9.94	0.20	CL	A- 6 (8)	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las características físicas y de resistencia del suelo, obteniendo los factores de carga, las densidades y el ensayo de corte directo.

Tabla 26. Características físicas y de resistencia del suelo

CALICATA	RADIO (m)	DENSIDAD (gr/cm ³)	CORTE DIRECTO		FACTORES DE CARGA			CAPACIDAD PORTANTE (Cimentación circular) (kg/cm ²)
			Ø FRICCIÓN INTERNO	COHESIÓN (kg/cm ²)	N'c	N'q	N'y	
C-1	0.75	1.718	9.8°	0.41	6.99	1.80	0.64	1
C-2	0.75	1.879	13°	0.36	7.79	2.19	0.97	1.04
C-3	0.75	1.754	10°	0.40	7.04	1.82	0.66	0.99
C-4	0.75	1.000	14°	0.35	8.06	2.32	1.09	0.95
C-5	0.75	1.752	9°	0.43	6.81	1.72	0.57	1.01
C-6	0.75	1.902	15.2°	0.32	8.40	2.50	1.25	1.05
C-7	0.75	1.694	8.8°	0.40	6.77	1.70	0.55	0.94
C-8	0.75	1.729	10.3°	0.41	7.11	1.86	0.69	1.02
C-9	0.75	1.000	14.6°	0.34	8.23	2.41	1.17	0.95
C-10	0.75	1.722	10.5°	0.38	7.16	1.88	0.71	0.97
C-11	0.75	1.912	13.25°	0.40	7.65	1.92	0.63	0.89
C-12	0.75	1.653	8.6°	0.37	8.12	2.15	0.52	0.98
C-13	0.75	1.852	9.6°	0.39	6.11	1.78	1.10	1.02
C-14	0.75	1.125	14.5°	0.33	8.19	2.39	1.15	0.93
C-15	0.75	1.723	9.1°	0.42	6.79	1.70	0.56	0.99

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el ensayo de Proctor modificado se tiene en cuenta el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, donde especifica que por cada 1 km se realizará un ensayo de CBR, para carreteras de primera clase que tienen un IMDA entre 2001-4000 veh/día, como en nuestro proyecto se tiene un total de 5 km, entonces se realizarán 5 ensayos de CBR.

Tabla 27. Características físicas, ensayo de Proctor modificado

CALICATA	MUESTRA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÓPTIMO DE HUMEDAD (%)	CBR (100%)	CBR (95%)
C-1	M-1	1.80	14.35	10.20	6.20
C-4	M-3	1.90	12.03	14.00	8.60
C-5	M-5	1.81	14.16	10.50	6.40
C-7	M-7	1.79	14.47	10.00	6.10
C-10	M-10	1.80	14.35	10.20	6.20

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle de los cuadros resumen presentados se recomienda revisar los anexos, en donde se muestran los estudios realizados en laboratorio.

3. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE AGUA Y ALCANTARILLADO:

Para poder determinar las deficiencias que existen en la zona de estudio, se ha realizado un diagnóstico de todos los sistemas, para luego proponer un nuevo diseño.

A) SISTEMA DE AGUA POTABLE

a.1. Fuente de abastecimiento: El distrito de José Leonardo Ortiz tiene como fuentes de captación y conducción al agua proveniente del río Chancay-Lambayeque y afluentes. La captación es realizada en la bocatoma Raca-Rumi en el río Chancay, teniendo una capacidad de 75 m³/s. Luego de la captación el agua ingresa al reservorio Tinajones mediante un canal que tiene una longitud de 16 km y una capacidad de 70 m³/s. El agua pasa por dos plantas de tratamiento para su desinfección, la primera que se abastece mediante dos tramos, Boró-Chéscope y Chéscope-Planta y la segunda que se ubica en la avenida Leguía y Sáenz Peña, distrito de José Leonardo Ortiz.

Fig.16. Sistema de abastecimiento de agua potable para Chiclayo



Fuente: Diagnóstico de Brechas Municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz

a.2. Almacenamiento: Luego que el agua ha llegado a la planta ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, es conducida hacia los reservorios. Para el caso de la upis Primero de Mayo-Sector I, el tanque elevado se encuentra ubicado en la Avenida

Venezuela y la calle Nicaragua, en un área de 600 m², existen 2 tanques elevados con una capacidad de 1000 m³ y 2000 m³ para abastecer a más de 10 urbanizaciones. La Upis Primero de Mayo-Sector I, se abastece del tanque elevado de 1000 m³ y tiene una altura de 17.20 metros. La caseta de bombeo cuenta con una antigüedad de 16 años, en su composición estructural presenta muros de albañilería confinada y es de forma circular.

Fig.17. Fuente de almacenamiento de agua potable para la Upis primero de mayo-Sector I

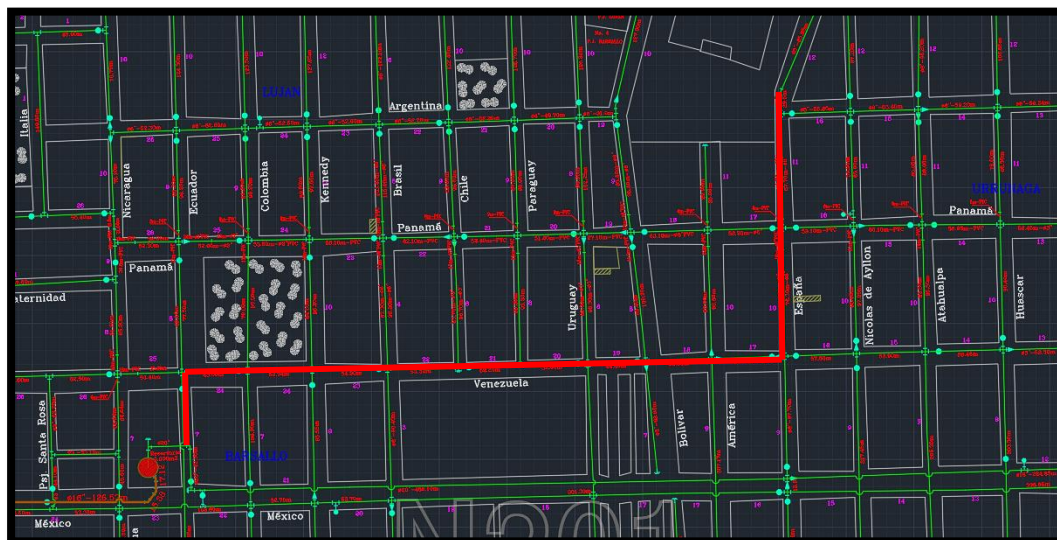


Fuente: Elaboración propia

a.3. Línea de aducción: De los planos obtenidos de EPSEL, se puede observar que el diámetro de la línea de aducción es de 6", lo que implica que haya velocidades reducidas y presiones muy bajas dentro de la tubería, además esto ocasiona que en la parte inferior

se asienten sedimentos y reduzcan el diámetro interior. El material de la tubería es de Asbesto-cemento y presenta una antigüedad de 27 años, del punto de almacenamiento a la Upis primero de mayo existe un tendido de red de 901.25 metros.

Fig.18. Plano existente de la línea de Aducción en la Upis Primero de Mayo-Sector I



Fuente: EPSEL

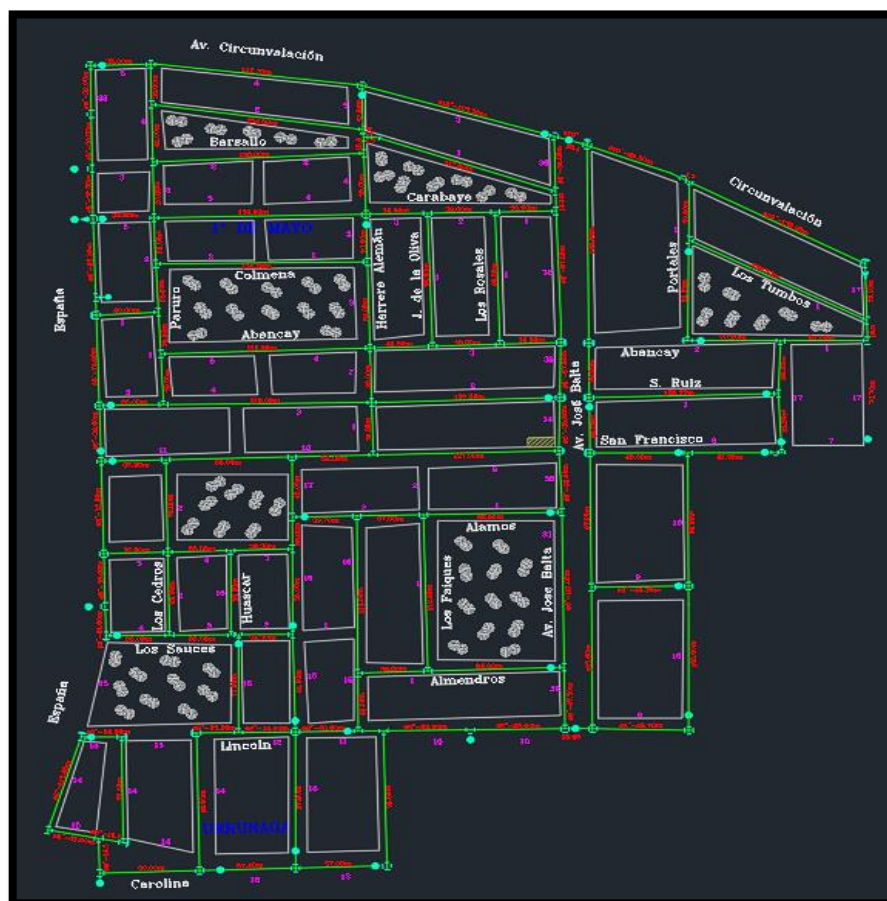
a.4. Red de distribución: En cuanto a la red de distribución, se encuentra en mal estado ya que presenta diámetros muy reducidos en las redes principales, siendo éstos de 6 y 4 pulgadas respectivamente, lo que ha ocasionado la acumulación de sedimentos en las tuberías disminuyendo sus diámetros y evitando la autolimpieza de estas. Otro problema que se encuentra en las redes de distribución es que son hechas de asbesto-cemento, un material que actualmente ha sido rechazado por la norma técnica peruana y demostrado a nivel internacional que es perjudicial para la salud de la población, ya que a largo plazo puede ocasionar problemas cancerígenos.

También se ha encontrado que el sistema existente no cumple con la separación mínima de 2 metros que establece el reglamento nacional de edificaciones OS.100 entre las redes de alcantarillado y agua potable, según los planos brindados por EPSEL. Lo mismo pasa con las redes de distribución que se encuentran a una distancia menor a 1.20 del límite de propiedad.

Los sistemas existentes han sido ejecutados de manera empírica; es decir sin ningún estudio previo, se han realizado debido a la necesidad de la población por la falta de servicios básicos. Anteriormente se abastecían de agua extraída de norias, estando propensos a diferentes enfermedades intestinales. Las velocidades muy bajas en los sistemas de distribución ocasionan que se obtengan presiones reducidas, lo que dificulta

el paso de los fluidos por el conducto de la tubería, razón por la cual algunas viviendas carecen de agua potable y tienen que ser abastecidas por cisternas.

Fig.19. Plano existente de las redes de distribución de agua potable en la Upis Primero de Mayo-Sector I



Fuente: EPSEL

a.4. Conexiones domiciliarias: Las conexiones domiciliarias según el censo realizado en el 2017, son un total de 1102, de las cuales el 100 % cuenta con los servicios de agua potable. En el diagnóstico realizado se ha encontrado que ninguna vivienda cuenta con medidor, por lo que no se puede calcular el consumo diario de agua potable.

B) SISTEMA DE ALCANTARILLADO

b.1. Cuerpo receptor: Los desagües provenientes del distrito de José Leonardo Ortiz son evacuados a las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en la salida a Puerto Eten, aproximadamente a 40 minutos de la zona. La descarga final en las lagunas de oxidación es tratada mediante procesos químicos, y en su gran mayoría las redes emisoras son obstruidas por los agricultores, con la finalidad de utilizar las aguas

servidas en los regadíos de los pastizales que sirven de alimento al ganado vacuno, convirtiéndose en foco infeccioso que pone en peligro la vida de los pobladores.

b.2. Red emisor: La red que conduce las aguas residuales de la zona de estudio, va hacia la avenida Leguía, en donde se reúne con los caudales provenientes de otras urbanizaciones y posteriormente van a desembocar a las lagunas de oxidación. El sistema existente se conecta con otras urbanizaciones aledañas, es decir; no tiene una tubería emisora que distribuya el flujo directamente a la red emisora final, son varias las descargas que llegan y conforman un solo flujo.

b.2. Colectores principales: Las redes colectoras principales presentan diámetros muy reducidos siendo estos de 6 pulgadas, además que las tuberías utilizadas son de asbesto-cemento, material rechazado en la actualidad por la norma técnica peruana. Las tuberías tienen una antigüedad de 27 años, es decir el periodo de uso ya pasó, esos sistemas se encuentran en mal estado, hay colapsos frecuentes de las tuberías y la colmatación de buzones, esto debido a las pendientes bajas que se tiene.

Dentro del sistema existen un total de 80 buzones o cámaras de inspección, los cuales van a una profundidad de 1.20 a 3.8 metros, de tal manera que no abastecen a la población, por las profundidades tan bajas que tienen, las pendientes van del 0.02% al 4% aproximadamente. El colapso de las redes de alcantarillado es un problema para la sociedad, ya que las aguas grises estancadas producen diversas enfermedades, y en los últimos años el foco de infecciones gastrointestinales a incrementado en un 75% aproximadamente según los reportes obtenidos del puesto de salud Atusparia.

b.3. Colectores Secundarios: Las redes colectoras secundarias tienen diámetros de 4" y en algunos tramos es inferior, sin embargo, en el reglamento se establece que el diámetro mínimo para redes de alcantarillado en zonas urbanas es de 4", esto también influye bastante en el colapso de las tuberías, todo el sistema de saneamiento presenta el mismo tipo de material que es asbesto-cemento.

b.4. Conexiones domiciliarias: Las conexiones domiciliarias son en total 1102 y un promedio de 25 conexiones tienen las cajas de registro en mal estado. El servicio se brinda al 100% de la población.

Fig.20. Plano existente de las redes Colectoras de alcantarillado en la Upis Primero de Mayo-Sector I



Fuente: EPSEL

En el plano se muestran las zonas que se encuentran en mal estado dentro de la Upis primero de mayo-Sector I, los sistemas están colapsados y no tienen ningún tipo de solución por parte de las autoridades, el colapso continuo de estos sistemas provoca la proliferación de insectos, asimismo el aumento masivo de diversas enfermedades.

A continuación, se muestran algunas fotografías de las calles de la zona con mayor problemática y que tienen que ser atendidas de emergencia, para evitar que los ciudadanos estén expuestos a contraer enfermedades que puedan atentar contra su vida.

Fig.21. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de alcantarillado en la Upis Primero de mayo-Sector I

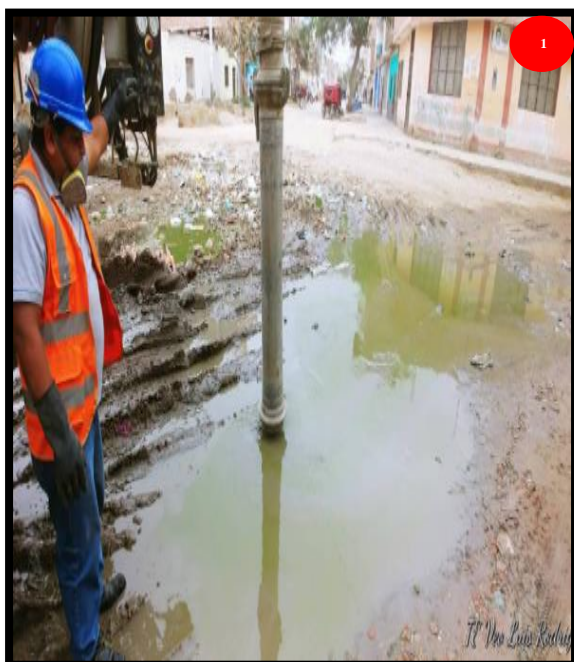


Fig.20.01. Colapso de redes de alcantarillado, Av. España y Carolina, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.20.02. Colapso de redes de alcantarillado, Calle Abancay y Portales, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

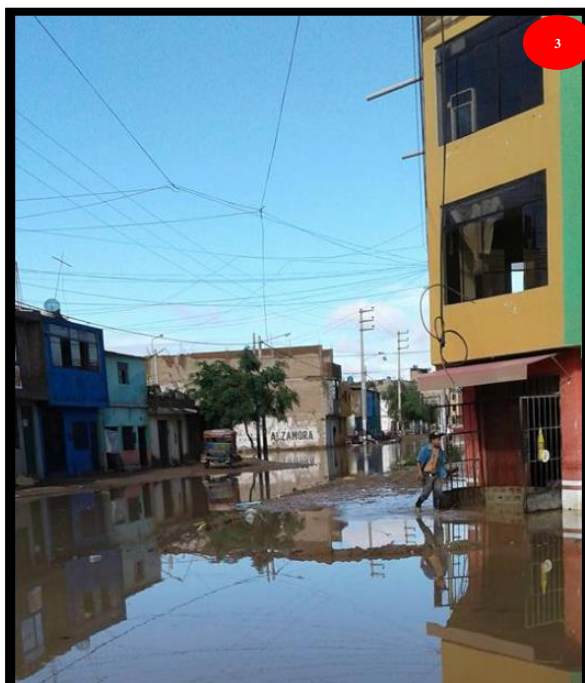


Fig.20.03. Colapso de redes de alcantarillado, Calle Víctor Sánchez y Teodoro Herrera, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

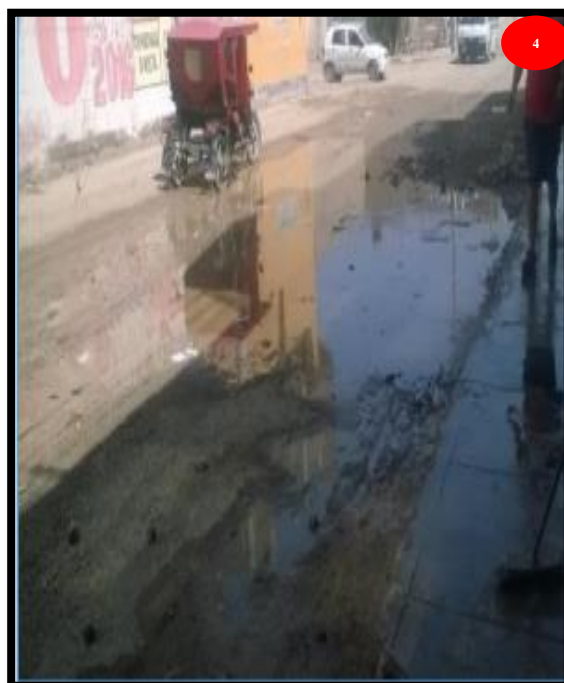


Fig.20.04. Colapso de redes de alcantarillado, Calle Carabaya y Paururo, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.20.05 Colapso de redes de alcantarillado, Calle los Álamos y Los Cedros, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.20.06. Colapso de redes de alcantarillado, Calle Conquista y Roma, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.20.07. Colapso de redes de alcantarillado, Calle Carolina y Huáscar, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

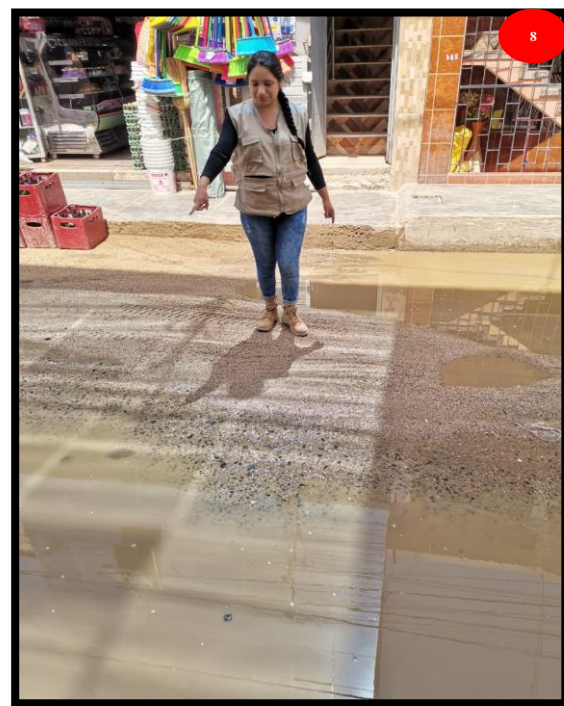


Fig.20.08. Colapso de redes de alcantarillado, Av. Balta y circunvalación, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

C) SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN

c.1. Sistema de drenaje pluvial: La upis primero de mayo y en general el distrito de José Leonardo Ortiz no cuenta con un sistema de drenaje pluvial, si bien es cierto en Lambayeque no llueve muy seguido y la intensidad es muy baja durante todo el año, pero hay excepciones como, por ejemplo, cuando se presenta el fenómeno del niño costero, donde las intensidades aumentan y ocasionan que el agua quede estancada debido a que no cuenta con un sistema de evacuación. En el año 2017 muchos pobladores fueron perjudicados tanto social y económicamente, debido al impacto que tuvo el fenómeno del niño en las diferentes urbanizaciones del distrito, la acumulación de agua impedía la transitabilidad y se empezó a desarrollar un foco infeccioso por el zancudo, algunas zonas fueron atacadas por el dengue.

Fig.22. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de drenaje pluvial en la Upis Primero de mayo-Sector I



Fig.21.01. Acumulación del agua producto de las lluvias en el fenómeno del niño costero 2017, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.21.02. Acumulación del agua producto de las lluvias en el fenómeno del niño costero 2017, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

c.2. Pavimentación: La falta de pavimentación es un problema social y ambiental dentro de la upis primero de mayo, ya que la transitabilidad de los vehículos ocasiona que haya un exceso de partículas en suspensión, ocasionando enfermedades respiratorias en los moradores de la zona y también contaminación ambiental. La upis primero de mayo-sector I solo tiene pavimentada la Avenida José Balta, presenta pavimento flexible en mal estado, no se le ha dado el mantenimiento requerido por ende se ha deteriorado hasta el punto de quedar casi destruido.

En la avenida Balta existe un índice medio diario anual elevado y transitan todo tipo de vehículos, desde mototaxis hasta camiones de carga pesada, otra de las avenidas más transitables es la Av. España, que actualmente no se encuentra pavimentada, cabe mencionar que todas las calles están sin pavimentar excepto a la avenida Balta, cuya carpeta de rodadura se encuentra tal como se muestran en las imágenes siguientes:

Fig.23. Panel fotográfico del diagnóstico del sistema de Pavimentación en la Upis Primero de mayo-Sector I



Fig.22.01. Pavimento deteriorado en la Avenida Balta, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.22.02. Pavimento deteriorado en la Avenida Balta, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.22.03. Sin pavimento en la calle Lincoln, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

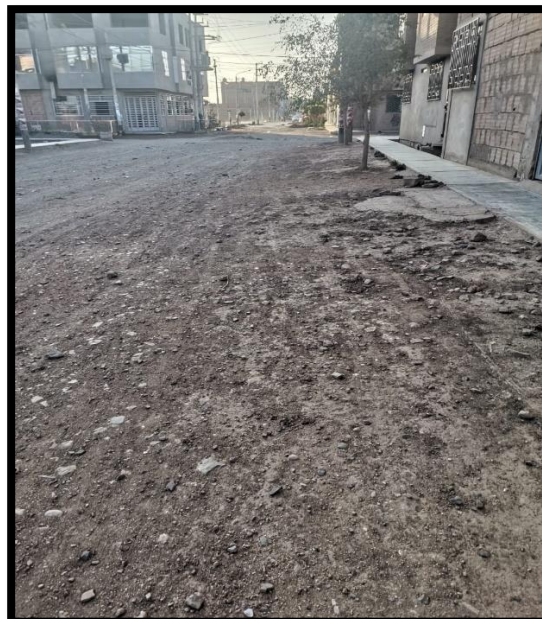


Fig.22.04. Calle sin pavimentar en la Avenida España, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

c.2. Veredas: Las veredas en su mayoría se encuentran en mal estado y no cumplen con el ancho mínimo que exige el reglamento nacional de edificaciones, tienen un ancho de 0.50 m y en otros tramos llega hasta 0.40 m, algunas calles no cuentan con veredas como, por ejemplo: La calle Remigio Silva y la calle Huáscar.

Fig.24. Panel fotográfico del diagnóstico de veredas en la Upis Primero de mayo-Sector I



Fig.23.01. Veredas en mal estado – calle Húsares de Junín, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.23.02. Veredas en mal estado - calle Lincoln, Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.23.03. Veredas en mal estado – Avenida Balta,
Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia



Fig.23.04. Veredas en mal estado – calle Próceres,
Upis primero de mayo-Sector I
Fuente: Propia

- Del diagnóstico realizado se puede concluir que la Upis primero de mayo-Sector I, presenta servicios de saneamiento en mal estado, además que el tiempo de vida útil ya concluyó, los sistemas con los que actualmente cuenta fueron diseñados para una población menor a la que es hoy en día, razón por la cual el abastecimiento de servicios en algunas zonas llega con bastante dificultad.
- Otra razón por la que hay que volver a rediseñar estos sistemas es por el material con el que actualmente cuenta, ya que es no apto para el consumo humano y está demostrado que a largo plazo puede ocasionar problemas de salud.
- Con respecto a la pavimentación y drenaje pluvial, actualmente la zona de estudio no cuenta con estos servicios, las veredas se encuentran en mal estado, en algunas calles están totalmente destruidas.
- Como una medida de solución a la ineficiencia de servicios se plantea diseñar las redes de saneamiento, mejorando los diámetros de las tuberías y proponiendo material de calidad, tal cual lo recomienda la norma técnica peruana, además del suministro de algunos accesorios que pueden facilitar el recorrido del flujo. Asimismo, se planteará una propuesta económica de pavimentación y drenaje pluvial, como también el diseño de las veredas teniendo como base a las especificaciones que establece el manual de pavimentos urbanos.

4. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO USANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERCAD:

A. Sistema de agua potable: Para poder diseñar las redes de agua potable primero se debe realizar cálculos previos como: la tasa de crecimiento, la proyección poblacional, los consumos y las demandas de la zona donde se requiere hacer el diseño.

CÁLCULOS PREVIOS

✚ **Tasa de Crecimiento poblacional:** Se ha realizado mediante 3 métodos, el primero que es el de interés simple, interés compuesto y el método exponencial. Antes de realizar los cálculos para la obtención de la tasa de crecimiento, es necesario obtener los datos de los 4 últimos censos realizados por el INEI.

○ Método de interés compuesto:

Para este método es necesario contar con la data de los 4 últimos censos que se han realizado en la zona de estudio, como no se han encontrado datos estadísticos específicamente de la upis primero de mayo, se han tomado los censos correspondientes al distrito de José Leonardo Ortiz.

Tabla 28. Datos de los censos obtenido del INEI

CÓDIGO	CENSOS	POBLACIÓN
P81	1981	71767
P93	1993	119433
P07	2007	161717
P17	2017	156498

Fuente: INEI

Luego se calcula el tiempo de variación que existe entre los años censados, de tal manera que se resten todos los años propuestos.

Tabla 29. Tiempo de variación entre los años censados

Tiempo	Variación
1981-1993	12
1981-2007	26
1981-2017	36
1993-2007	14
1993-2017	24
2007-2017	10

Fuente: Elaboración propia

La ecuación que se utiliza para calcular la tasa de crecimiento es la siguiente:

$$Pf = Po \times (1 + r)^t$$

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

t: Variación del tiempo

Este método consiste en hacer combinaciones de 2 en 2, de 3 en 3 y de 4 en 4, de tal manera que se obtengan una variedad de tasas de crecimiento para luego poder aplicar la ecuación de mínimos cuadrados:

COMBINACIÓN DE DOS EN DOS

P81, P93	:	r1 = 0.043	=	4.34%
P81, P07	:	r2 = 0.032	=	3.17%
P81, P17	:	r3 = 0.022	=	2.19%
P93, P07	:	r4 = 0.022	=	2.19%
P93, P17	:	r5 = 0.011	=	1.13%
		-		
P07, P17	:	r6 = 0.003	=	-0.33%

COMBINACIÓN DE TRES EN TRES

P81, P93, P07	:	r7= 0.030	=	3.00%
P81, P93, P17	:	r8= 0.018	=	1.77%
P81, P07, P17	:	r9= 0.017	=	1.69%
P93, P07, P17	:	r10= 0.010	=	0.99%

COMBINACIÓN DE CUATRO

P81, P93, P07, P17	:	r11= 0.016	=	1.62%
--------------------	---	------------	---	-------

APLICACIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS

$$\text{Log Pf} = \text{Log Po} + t * \text{Log} (1 + r) \dots (1)$$

Se iguala (1) a (2),
entonces:

$$Y = A + X * B \dots (2)$$

$$\text{Log} (1 + r) = B$$

$$\text{Log Po} = A$$

$$t = X$$

$$\text{Log Pf} = Y$$

Para así lograr encontrar
el B final:

$$B = \frac{\sum X * Y - A * \sum X}{\sum X^2}$$

Se realiza el siguiente cuadro:

CENSO	POBLACIÓN	X = t	Y = Log Pf	X * Y	X ^ 2
1981	71767	-36	4.856	-174.81	1296
1993	119433	-24	5.077	-121.85	576
2007	161717	-10	5.209	-52.09	100
2017	156498	0	5.195	0.00	0
$\Sigma =$		-70		-348.75	1972

Luego se calcula "B" y posteriormente "r" con la siguiente expresión:

$$A = 5.195$$

$$B = 0.0075$$

$$r_{12} = 0.018 = 1.75\%$$

El siguiente paso es seleccionar el valor de la curva representativa

CURVA	2017	2007	1993	1981	$\Sigma =$	Dif Abs	Tasa de crec.
Pf	156498	161717	119433	71767	509415	0	0.00%
Pf1	156498	102371	56508	33956	349333	160082	4.34%
Pf2	156498	114500	73930	50813	395741	46408	3.17%
Pf3	156498	126026	93065	71767	447356	51615	2.19%
Pf4	156498	126034	93080	71785	447397	41	2.19%
Pf5	156498	139830	119433	104336	520097	72700	1.13%
Pf6	156498	161717	169318	176116	663649	143552	-0.33%
Pf7	156498	116444	76978	53988	403908	259741	3.00%
Pf8	156498	131292	102674	83164	473628	69720	1.77%
Pf9	156498	132365	104699	85636	479198	5570	1.69%
Pf10	156498	141791	123493	109700	531482	52284	0.99%
Pf11	156498	133243	106373	87699	483813	47669	1.62%
Pf12	156498	131564	103184	83785	475031	8782	1.75%

DIFERENCIA ABSOLUTA MÍNIMA	CURVA	TASA DE CRECIMIENTO
41.0	Pf4	2.19%

Para poder elegir el valor de la curva, se tiene en cuenta que es la diferencia absoluta mínima y esa tasa de crecimiento encontrada es el valor representativo, por el método de interés compuesto tenemos una tasa de crecimiento igual al 2.19% y con una diferencia absoluta mínima de 41.

Tabla 30. Proyección de la población mediante el método de interés compuesto

AÑO CALENDARIO	POBLACIÓN
2017	5660
2018	5784
2019	5910
2020	6040
2021	6172
2022	6307
2023	6445
2024	6586
2025	6730
2026	6878
2027	7028
2028	7182
2029	7339
2030	7500
2031	7664
2032	7832
2033	8003
2034	8178
2035	8357
2036	8540
2037	8727
2038	8918
2039	9113
2040	9313
2041	9516

Fuente: Elaboración propia

○ Método de interés simple:

El método de interés simple al igual que el de interés compuesto, hace uso de los 4 últimos censos, el procedimiento es muy similar, lo único que cambia es la fórmula para hallar la tasa de crecimiento, en este caso la variación del tiempo va a estar multiplicada a la tasa de crecimiento, para aplicar la fórmula se tiene que despejar “r”.

$$Pf = Po \times (1 + r \times t)$$

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

t: Variación del tiempo

CÓDIGO	CENSOS	POBLACIÓN
P81	1981	71767
P93	1993	119433
P07	2007	161717
P17	2017	156498

Fuente: Datos Proporcionados por INEI

Tiempo	Variación
1981-1993	12
1981-2007	26
1981-2017	36
1993-2007	14
1993-2017	24
2007-2017	10

COMBINACIÓN DE DOS EN DOS

P81 , P93	:	r1 =	0.0553	=	5.53%
P81 , P07	:	r2 =	0.0482	=	4.82%
P81 , P17	:	r3 =	0.0328	=	3.28%
P93 , P07	:	r4 =	0.0253	=	2.53%
P93 , P17	:	r5 =	0.0129	=	1.29%
P07 , P17	:	r6 =	-0.0032	=	-0.32%

COMBINACIÓN DE TRES EN TRES

P81, P93, P07	:	r7=	0.0392	=	3.92%
P81, P93, P17	:	r8=	0.0271	=	2.71%
P81, P07, P17	:	r9=	0.0339	=	3.39%
P93, P07, P17	:	r10=	0.0134	=	1.34%

COMBINACIÓN DE CUATRO

P81,P93,P07,P17	:	r11=	0.0274	=	2.74%
-----------------	---	------	--------	---	-------

APLICACIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS

$$P_f = P_o + P_o * r * t \dots \dots \dots (1)$$

$$Y = A + B * X \dots \dots \dots (2)$$

Se iguala (1) a (2), entonces:

$$P_f = Y$$

$$P_o = A$$

$$t = X$$

$$P_o * r = B$$

$$\Delta = \sum (Y - A - B * X)^2$$

$$\Delta' B = 2 * \sum (Y - A - B * X) * (-X) \dots \dots \dots (3)$$

Luego la ecuación (3) se iguala a 0, y se obtiene $B = (\sum X * Y - A * \sum X) / \sum X^2$, además $r = B / P_o$

Luego se realiza el cuadro aplicando los mínimos cuadrados:

CENSO	POBLACIÓN	X = t	Y = Pf	X * Y	X ^ 2
1981	71767	-36	71767	-2583612	1296
1993	119433	-24	119433	-2866392	576
2007	161717	-10	161717	-1617170	100
2017	156498	0	156498	0	0
$\Sigma =$		-70		-7067174	1972

Luego se calcula "B" y posteriormente "r" con la siguiente expresión:

$$A = 156498$$

$$B = 1971.443$$

$$r_{12} = 0.013 = 1.26\%$$

El siguiente paso es seleccionar la curva representativa

CURVA	2017	2007	1993	1981	$\Sigma =$	Dif Abs	Tasa de Crec.
Pf	156498	161717	119433	71767	509415	0	
Pf1	156498	91317	42955	22505	313275	196140	4.82%
Pf2	156498	97734	50558	28737	333527	20252	3.28%
Pf3	156498	113336	72139	48977	390950	57423	2.53%
Pf4	156498	121913	85942	63687	428040	37090	1.29%
Pf5	156498	137630	114973	98546	507647	79607	-0.32%
Pf6	156498	161640	169123	175812	663073	155426	0.00%
Pf7	156498	156498	62246	39257	414499	248574	3.92%
Pf8	156498	106580	82435	59829	405342	9157	2.71%
Pf9	156498	119815	70280	47097	393690	11652	3.39%
Pf10	156498	112110	113684	96893	479185	85495	1.34%
Pf11	156498	119445	81826	59167	416936	62249	0.00%
Pf12	156498	138084	115885	99721	510188	93252	0.00%

DIFERENCIA ABSOLUTA MÍNIMA	9157.0
CURVA	Pf8
TASA DE CRECIMIENTO	2.71%

La diferencia absoluta mínima obtenida para el método de interés simple es de 9157, pertenece a la curva 8 y la tasa de crecimiento que nos proporciona esta curva es de 2.71%, a continuación, se presenta la proyección de la población con este método:

Tabla 31. Proyección de la población mediante el método de interés simple

AÑO CALENDARIO	POBLACIÓN
2017	5660
2018	5813
2019	5966
2020	6120
2021	6273
2022	6426
2023	6579
2024	6733
2025	6886
2026	7039
2027	7192
2028	7345
2029	7499
2030	7652

2031	7805
2032	7958
2033	8111
2034	8265
2035	8418
2036	8571
2037	8724
2038	8878
2039	9031
2040	9184
2041	9337

Fuente: Elaboración propia

o Método exponencial:

Para el método exponencial la fórmula de gobierno es diferente a las de interés simple y compuesto, ya que depende de la épsilon elevada a la multiplicación de la tasa de crecimiento con la variación del tiempo en años, así como se muestra a continuación:

$$Pf = Po \times e^{(r \times t)}$$

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

t: Variación del tiempo

CÓDIGO	CENSOS	POBLACIÓN
P81	1981	71767
P93	1993	119433
P07	2007	161717
P17	2017	156498

Fuente: Datos Proporcionados por INEI

Tiempo	Variación
1981-1993	12
1981-2007	26
1981-2017	36
1993-2007	14
1993-2017	24
2007-2017	10

La ecuación es:

$$Pf = Po * e^{r*t}$$

Donde:

r	:	Tasa de crecimiento (%)
t	:	Tiempo (años)
Po	:	Población de último censo (hab)
Pf	:	Población futura (hab)

COMBINACIÓN DE DOS EN DOS

P81 , P93 : r1 = 0.0424 = 4.24%

P81 , P07	:	r2 =	0.0312	=	3.12%
P81 , P17	:	r3 =	0.0217	=	2.17%
P93 , P07	:	r4 =	0.0216	=	2.16%
P93 , P17	:	r5 =	0.0113	=	1.13%
P07 , P17	:	r6 =	-0.0033	=	-0.33%

Realizamos un promedio de la tasa de crecimiento y elegimos:

Tasa de crecimiento:	2.08%
-----------------------------	--------------

Mediante este método obtenemos una tasa de crecimiento del 2.08%, y la población proyectada sería la siguiente:

Tabla 32. Proyección de la población mediante el método exponencial

AÑO CALENDARIO	POBLACIÓN
2017	5660
2018	5779
2019	5901
2020	6025
2021	6152
2022	6281
2023	6413
2024	6548
2025	6686
2026	6827
2027	6971
2028	7117
2029	7267
2030	7420
2031	7576
2032	7736
2033	7899
2034	8065
2035	8235
2036	8408
2037	8585
2038	8766
2039	8950
2040	9139
2041	9331

Fuente: Elaboración propia

Luego se han comparado los datos obtenidos de los 3 métodos, tomando como tasa de crecimiento a la obtenida mediante el método de interés compuesto, ya que es el

más exacto, según estudios realizados. La proyección de la población futura es de 20 años, desde la fecha de elaboración del proyecto.

Tabla 33. Comparación de los resultados obtenidos mediante los métodos de interés compuesto, interés simple y método exponencial

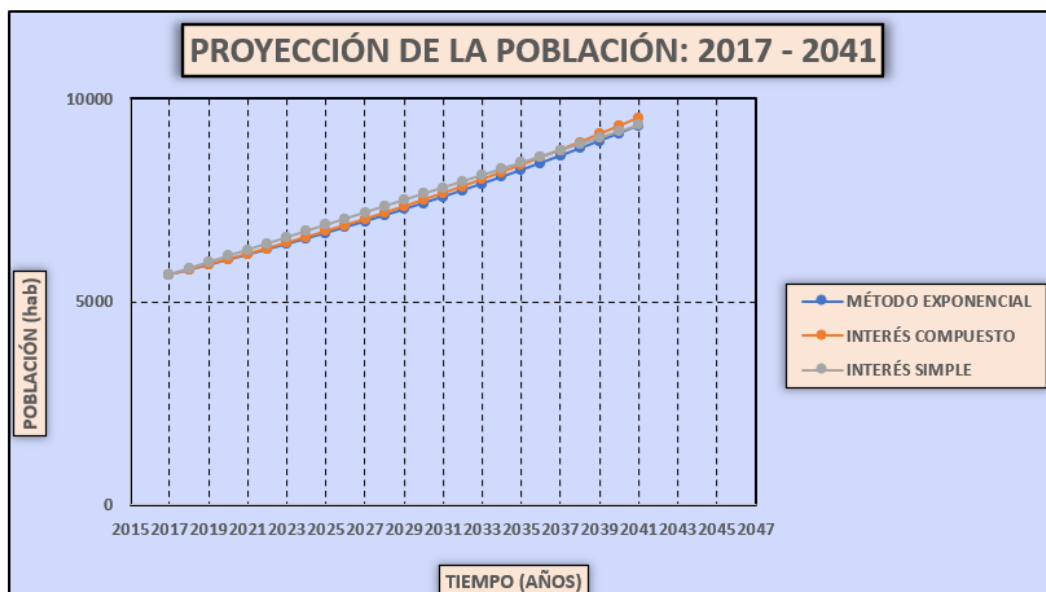
AÑO CALENDARIO	POBLACIÓN- MÉTODOS		
	METODO EXPONENCIAL	INTERÉS COMPUESTO	INTERÉS SIMPLE
2017	5660	5660	5660
2018	5779	5784	5813
2019	5901	5910	5966
2020	6025	6040	6120
2021	6152	6172	6273
2022	6281	6307	6426
2023	6413	6445	6579
2024	6548	6586	6733
2025	6686	6730	6886
2026	6827	6878	7039
2027	6971	7028	7192
2028	7117	7182	7345
2029	7267	7339	7499
2030	7420	7500	7652
2031	7576	7664	7805
2032	7736	7832	7958
2033	7899	8003	8111
2034	8065	8178	8265
2035	8235	8357	8418
2036	8408	8540	8571
2037	8585	8727	8724
2038	8766	8918	8878
2039	8950	9113	9031
2040	9139	9313	9184
2041	9331	9516	9337

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la población del año 2017 han sido tomados exclusivamente de la Upis primero de mayo-Sector I, siendo un total de 5660 habitantes, la tasa de crecimiento elegida es la obtenida mediante el método de interés compuesto 2.19%, esta tasa de crecimiento pertenece a todo el distrito de José Leonardo Ortiz, debido a que no se encontraron datos estadísticos de los demás años censados pertenecientes a la zona de estudio. La norma menciona que cuando se carece de información acerca de la población, se debe tomar como referencia la tasa de crecimiento global, que en este caso sería la del distrito. A continuación, se presenta una comparativa de las 3 curvas

obtenidas de los métodos realizados, donde se puede observar que la diferencia es casi nula.

Fig.25. Gráfica de la proyección de la población 2017 - 2041



Fuente: Elaboración propia

- ✚ **Consumos domésticos y no domésticos:** El reglamento nacional de edificaciones nos da los parámetros básicos para poder calcular los consumos y las dotaciones dependiendo de las características que posee una zona urbana, por ejemplo, dentro del consumo doméstico está las conexiones domiciliarias y en el no doméstico, las que son de uso público, como restaurantes, colegios, hospitales, etc.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para calcular los consumos:

Tabla 34. Consumos domésticos

DESCRIPCIÓN	DENSIDAD	DOTACIÓN Lit./Día	Q CONSUMO (Lit./día)
Viviendas	5.14	90.00	462.25
TOTAL			462.25

TOTAL (m3/mes):	14
------------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Consumos no domésticos para instituciones educativas

A. INSTITUCIONES EDUCATIVAS

CANT.	Nivel de la Institución Educativa	Dotación (Lit./alumno/día)	Cantidad de alumnos beneficiados	Q1*Consumo de agua por alumnos (Lit./día)	TOTAL (Lit./día)
1	I.E-Primaria- Cristo Rey	50.00	598	29900	29900
1	I.E.I. Origen de Guadalupe	50.00	30	1500	1500
1	I.E.I. Joyitas de Jesús	50.00	45	2250	2250
1	Hogar de cuidado diurno	50.00	12	600	600
1	Hogar de cuidado diurno	50.00	15	750	750
5	TOTAL				35000

Fuente:

Propia de la Tesista en visita a Campo

Reglamento Nacional de edificaciones

Estadística de la calidad educativa

<http://escale.minedu.gob.pe/web/inicio/padron-de-iee>

CANT:	5	TOTAL (m3/mes):	210
--------------	----------	------------------------	------------

Tabla 36. Consumos no domésticos para uso comercial

B. COMERCIALES

CANT.	Tipo de locales comerciales	Especificaciones	Dotación (Lit./día)	N° de dormitorios	Consumo de agua por locales comerciales (Lit./día)
12	Restaurantes	Hasta 40 m ²	2000.00	-	24000
5	Hoteles	Por dormitorio	500.00	9	22500
52	Tiendas	Mercancía seca	500.00	-	26000
69	TOTAL				72500

Fuente:

Propia de la Tesista en visita a Campo

Reglamento Nacional de edificaciones

CANT:	69	TOTAL (m3/mes):	32
--------------	-----------	------------------------	-----------

Tabla 37. Consumos no domésticos para uso industrial

C. INDUSTRIALES

CANT.	Tipo de locales Industriales	Especificaciones	Dotación (Lit./día)	Cantidad de locales	N de trabajadores	Consumo de agua por locales industriales (Lit./día)
0	Industria	Por trabajador	80.00	0	0	0
0	TOTAL					0

Fuente:

Propia de la Tesista en visita a Campo

Reglamento Nacional de edificaciones

Tabla 38. Consumos no domésticos para uso Social

D. SOCIALES

CANT.	Nombre del parque	Dotación (Lit./m2/día)	Área del parque (m2)	Consumo de agua por parques (Lit./día)
1	Parque Carabaya	2.00	1580.91	3161.82
1	Parque 1 de mayo	2.00	5055.65	10111.3
1	Parque el Obrero	2.00	5500.67	11001.34
1	Parque Cristo Rey	2.00	4482.76	8965.52
1	Parque Los Cedros	2.00	1591.82	3183.64
5	TOTAL			36423.62

Fuente:

Propia de la Tesista en visita a Campo
Reglamento Nacional de edificaciones

CANT.	Entidad local	Dotación (Lit./hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de asientos	Dotación (Lit./asiento/día)	Q1*Consumo de agua por el personal (Lit./día)	Q2*Consumo de agua por asiento (Lit./día)	TOTAL (Lit./día)
4	Local comunal	100.00	1	25	3.00	100	75	700
2	Iglesia	100.00	1	35	3.00	100	105	410
6	TOTAL							1110

Fuente:

Propia de la Tesista en visita a Campo
Reglamento Nacional de edificaciones

✚ Cálculo de la demanda de agua potable: Para calcular la demanda de agua potable se han considerado 5 años como estudios generales para la elaboración del proyecto, teniendo como año de inicio el 2022, y con una proyección de 20 años que sería hasta el 2041, la población para dicho año sería de 9516 habitantes. La cobertura de servicios se brinda al 100% no hay ninguna vivienda que no cuente con el servicio de agua potable y alcantarillado, el problema es que esos servicios no abastecen de manera correcta a toda la población, razón por la que se ha tenido que calcular las demandas considerando la población proyectada en los 20 años. A continuación, se muestra el cálculo de las demandas teniendo como base las formulaciones explicadas en el marco teórico. La dotación se obtendrá en litros y se realizará un análisis de oferta y demanda, con el cual se podrá apreciar la diferencia entre ambos.

Tabla 39. Cálculo de las dotaciones de Agua Potable en la Upis primero de mayo-Sector I

MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto: "Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chichlayo"
Localidad: UPIS 1ero de Mayo
Distrito: José Leonardo Ortiz
Contenido: Cálculo de la demanda de agua potable
Elaborado por: Cieza Chávez Mirela Yulicsa
Fecha: 8/08/2022

TASA DE CRECIMIENTO	2.19%
DENSIDAD	5.1361 hab/viv.

K1	1.3
K2	2.5

AÑO CALENDARIO	AÑO PROYECTO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN SERVIDA	COBERTURA	CONEXIONES TOTALES	CONEXIONES EXISTENTES	CONEXIONES					CONSUMOS (m ³ /mes)					CONSUMO NETO	IANF (%)	CONSUMO TOTAL (m ³ /mes)	DEMANDA			CAUDALES			VOLUMENES PARA RESERVORIO		
							DOMESTICOS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	ESTATALES	SOCIALES	DOMESTICOS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	ESTATALES	SOCIALES				DEMANDA (m ³ /año)	DEMANDA (lts/día)	DEMANDA (lts/seg)	Q. PROMEDIO (lts/seg)	Q. MÁXIMO DIARIO (lts/seg)	Q. MÁXIMO HORARIO (lts/seg)	VOLUMEN DE REGULACIÓN (m ³)	VOLUMEN DE RESERVA (m ³)	VOLUMEN TOTAL DE RESERVORIO (m ³)
2017	AÑO BASE	5660	5660	100%	1102	1102	1017	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	18629	25	24838.67	302203.82	827955.68	9.59	9.59	12.47	23.98	208	70	340
2018	AÑO 0	5784	5784	100%	1126	1126	1041	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	18965	25	25286.67	307654.49	842889.02	9.76	9.76	12.69	24.40	211	71	345
2019	AÑO 0-A	5910	5910	100%	1151	1151	1066	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	19315	25	25753.33	313332.18	858444.33	9.94	9.94	12.93	24.85	215	72	350
2020	AÑO 0-B	6040	6040	100%	1176	1176	1091	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	19665	25	26220.00	319010.00	874000.00	10.12	10.12	13.16	25.30	219	73	356
2021	AÑO 0-C	6172	6172	100%	1202	1202	1117	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20029	25	26705.33	324914.85	890177.68	10.31	10.31	13.41	25.78	223	75	361
2022	1	6307	6307	100%	1228	1228	1143	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20393	25	27190.67	330819.82	906355.68	10.50	10.50	13.65	26.25	227	76	366
2023	2	6445	6445	100%	1255	1258	1173	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20813	25	27750.67	337633.15	925022.33	10.71	10.71	13.93	26.78	232	78	373
2024	3	6586	6586	100%	1282	1282	1197	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21153	25	28204.11	343150.01	940137.02	10.89	10.89	14.16	27.23	236	79	378
2025	4	6730	6730	100%	1310	1310	1225	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21546	25	28727.47	349517.55	957582.33	11.09	11.09	14.42	27.73	240	80	385
2026	5	6878	6878	100%	1339	1339	1254	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21949	25	29265.36	356061.88	975512.00	11.30	11.30	14.69	28.25	245	82	390
2027	6	7028	7028	100%	1368	1368	1283	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	22358	25	29810.52	362694.66	993684.00	11.51	11.51	14.97	28.78	249	83	397
2028	7	7182	7182	100%	1398	1398	1313	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	22778	25	30370.21	369504.22	1012340.33	11.72	11.72	15.24	29.30	254	85	404
2029	8	7339	7339	100%	1429	1429	1344	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	23206	25	30940.81	376446.52	1031360.33	11.94	11.94	15.53	29.85	258	86	410
2030	9	7500	7500	100%	1460	1460	1375	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	23644	25	31525.95	383565.73	1050865.02	12.17	12.17	15.83	30.43	263	88	417
2031	10	7664	7664	100%	1492	1492	1407	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	24091	25	32121.99	390817.55	1070733.02	12.40	12.40	16.12	31.00	268	90	424
2032	11	7832	7832	100%	1525	1525	1440	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	24549	25	32732.57	398246.27	1091085.68	12.63	12.63	16.42	31.58	273	91	432
2033	12	8003	8003	100%	1558	1558	1473	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25016	25	33354.05	405807.61	1111801.68	12.87	12.87	16.74	32.18	278	93	438
2034	13	8178	8178	100%	1592	1592	1507	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25493	25	33990.07	413545.85	1133002.33	13.12	13.12	17.06	32.80	284	95	446
2035	14	8357	8357	100%	1627	1627	1542	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25980	25	34640.63	421461.00	1154687.68	13.37	13.37	17.39	33.43	289	97	453
2036	15	8540	8540	100%	1663	1663	1578	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	26479	25	35305.72	429552.93	1176857.35	13.63	13.63	17.72	34.08	295	99	461
2037	16	8727	8727	100%	1699	1699	1614	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	26989	25	35985.35	437821.76	1199511.68	13.89	13.89	18.06	34.73	301	101	469
2038	17	8918	8918	100%	1736	1736	1651	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	27510	26	37175.19	452298.15	1239173.02	14.35	14.35	18.66	35.88	310	104	469
2039	18	9113	9113	100%	1774	1774	1689	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	28041	27	38412.56	467352.81	1280418.66	14.82	14.82	19.27	37.05	321	107	469
2040	19	9313	9313	100%	1813	1813	1728	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	28586	28	39703.24	483056.09	1323441.35	15.32	15.32	19.92	38.30	331	111	469
2041	20	9516	9516	100%	1853	1853	1768	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	29140	29	41041.78	499341.66	1368059.35	15.84	15.84	20.60	39.60	343	115	469

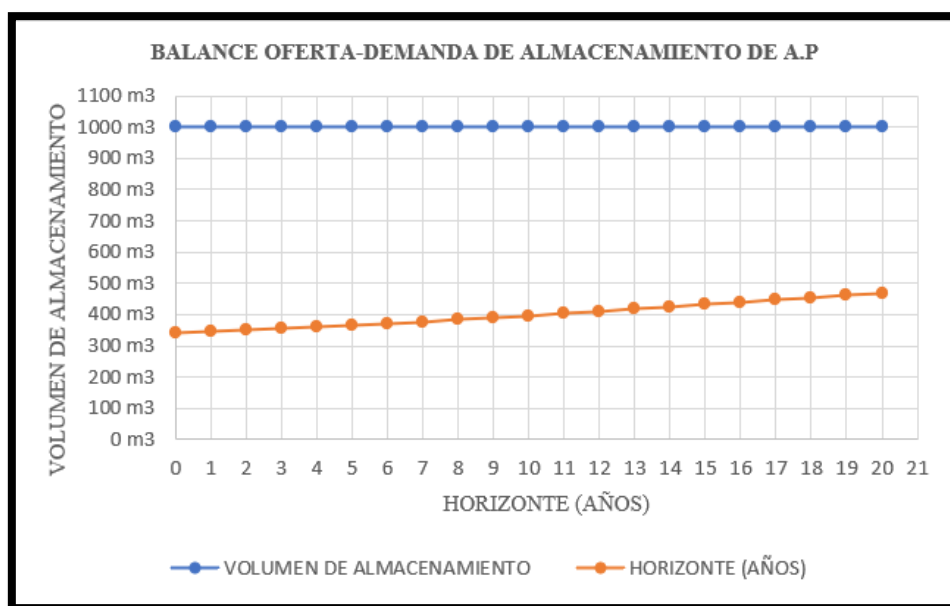
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del caudal promedio diario (Qpd) se ha aplicado la fórmula (11) dando como resultado en una proyección de 20 años un total de **15.84** lts/seg, para poder determinar el caudal máximo diario (Qmd) se han aplicado las formulaciones (8) y (12) el cual dio como resultado **20.60** lts/seg y por último para el caudal máximo horario (Qmh) se aplicó las fórmulas (9) y (13) con un valor de **39.60** lts/seg. Para poder realizar el diseño de las redes de agua potable en la presente tesis se ha considerado el caudal máximo horario (Qmh) como el caudal de diseño para el caso del escenario dinámico y un caudal nulo para el escenario estático. Para el cálculo del volumen del reservorio, se ha tenido en consideración el volumen de regulación y el volumen de reserva.

Tabla 40. Análisis de la oferta y demanda del servicio de Agua potable

GRÁFICA EN (m ³)		
AÑO	OFERTA (m ³)	DEMANDA PROYECTADA (m ³)
0	1000 m3	340
1	1000 m3	345
2	1000 m3	350
3	1000 m3	356
4	1000 m3	361
5	1000 m3	366
6	1000 m3	373
7	1000 m3	378
8	1000 m3	385
9	1000 m3	390
10	1000 m3	397
11	1000 m3	404
12	1000 m3	410
13	1000 m3	417
14	1000 m3	424
15	1000 m3	432
16	1000 m3	438
17	1000 m3	446
18	1000 m3	453
19	1000 m3	461
20	1000 m3	469

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la fuente de almacenamiento se ha considerado un tanque elevado que se encuentra ubicado a 945 metros de la upis primero de mayo-Sector I, además este cuenta con un almacenamiento de 1000 m³, el cual es suficiente para abastecer a nuestra zona de estudio.

- +** **Información básica utilizada:** Para realizar el análisis hidráulico de las redes de distribución de agua potable se ha tenido en cuenta dos escenarios, el estático y el dinámico, además el cálculo ha utilizado las formulaciones de Hazen & William, considerando un coeficiente de fricción de $C=150$ para tuberías de PVC, tal como lo establece el reglamento nacional de edificaciones en la OS. 050, para poder realizar el modelo hidráulico es necesario contar con los datos físicos de los elementos como el diámetro interior, el material, la longitud y el coeficiente de fricción de las tuberías, asimismo la elevación que tiene cada uno de los nodos y el tanque elevado o fuente de almacenamiento, etc. Se debe tener en cuenta que las tuberías que se han elegido son de clase 10, ya que son las recomendadas por SEDAPAL y los diámetros con los que se realiza el modelo son los internos para cada tubería.
- +** **Consideraciones para el diseño:** Para poder realizar un adecuado diseño se han tomado en cuenta las recomendaciones y parámetros mínimos que establece el reglamento nacional de edificaciones OS.050 los cuales son:

- La presión estática no debe exceder los 50 m.c.a en cualquier punto de la red y en las condiciones de la demanda máxima horaria, por otro lado, la presión dinámica no debe ser menor que 10 m.c.a.
- El diámetro mínimo de las tuberías principales no debe ser menos de 50 mm.
- La velocidad máxima no debe exceder los 3 m/s, con respecto a la velocidad mínima no establece un parámetro fijo, pero según investigaciones realizadas se establece que no debe ser menor a 0.60 m/s, aunque esto va a depender de las longitudes que presente cada tramo.
- Las conexiones domiciliarias pueden proyectarse en redes de distribución que tengan diámetros menores o iguales a 300 mm.
- El recubrimiento mínimo sobre la clave del tubo es de 1.00 m y en pasajes peatonales o calles agostas donde no exista tránsito vehicular se permitirá hasta 0.60 sobre la clave de la tubería.
- Todos los diseños de agua potable se realizarán en el modelo matemático waterCAD.

Modelado de la red de agua potable mediante el uso del waterCAD:

PROCESO DE REALIZACIÓN DEL MODELO

En primer lugar, se tiene que configurar el programa colocando el nombre del proyecto, nombre del ingeniero proyectista y la fecha de creación del archivo. Luego se procede a cambiar las unidades inglesas al sistema internacional, también se configura las opciones de dibujo en donde se tiene que escalar y también los nombres o la nomenclatura de los elementos como las tuberías, los nodos, reservorios y accesorios.

El programa nos da la opción del método por el cual se requiere diseñar las redes de distribución, para este caso se ha elegido el método de Hazen & William con el coeficiente de fricción de 150 para tuberías de PVC. Para poder iniciar con el modelado se deben tener todos los insumos en el formato DXF, de tal manera que no se tenga problema al exportarlos. Los insumos que se van a utilizar son las líneas de distribución, plano de lotización, puntos de las conexiones domiciliarias y por último el plano de las curvas de nivel.

Para poder exportar las redes de distribución es importante que hayan sido dibujadas con el comando polilínea, caso contrario el programa no reconocerá las redes exportadas. También es necesario crear plantillas con los diferentes

diámetros de las tuberías, de tal forma que se vaya probando con cuál de ellos presenta un diseño óptimo.

Como segundo paso, si ya se cuentan con las redes de distribución se procede a ingresar las elevaciones de cada uno de los nodos, para ello se ingresan las curvas de nivel en el comando *TRex*, de tal forma que el programa va a generar una interpolación de puntos. Con las curvas de nivel asignadas se procede a seleccionar el tipo de almacenamiento con el que va a contar nuestro sistema de agua potable, en este caso se ha seleccionado un tanque elevado y se ha colocado la altura correspondiente, de tal manera que el sistema trabaje por gravedad.

Para ingresar las conexiones domiciliarias, es importante tener el punto exacto de cada una de ellas y se ingresa en el comando *Model Builder*, cada conexión domiciliaria presenta un caudal doméstico, para el primer escenario que es el dinámico se ingresan los caudales obtenidos anteriormente siendo el caudal unitario igual a 0.036 lts/seg dependiendo del tipo de conexión que se tenga.

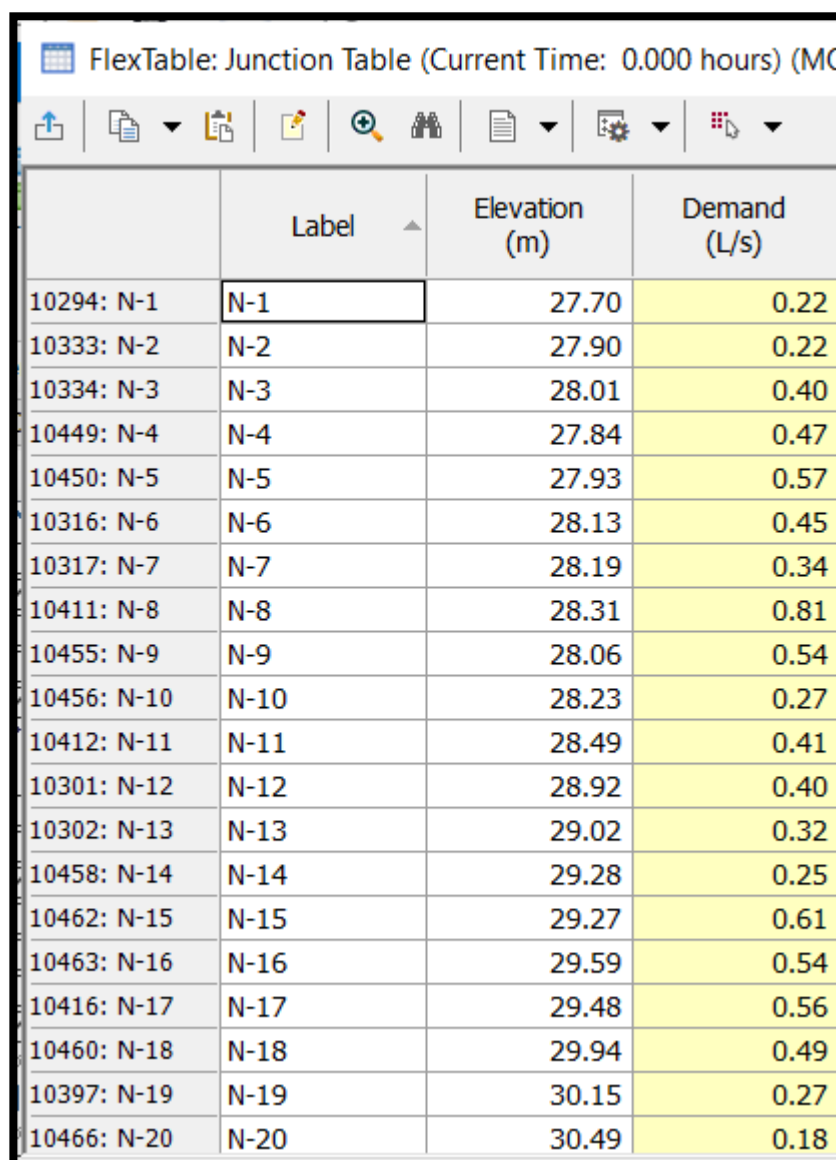
Fig.26. Paso final para agregar los caudales unitarios a las conexiones domiciliarias

	ID	Label	Associated Element	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
10527: (Point)	10527	(Point)-1	T-13	0.0359	Fixed
10528: (Point)	10528	(Point)-10	T-10	0.0359	Fixed
10529: (Point)	10529	(Point)-100	T-2	0.0359	Fixed
10530: (Point)	10530	(Point)-1000	T-121	0.0359	Fixed
10531: (Point)	10531	(Point)-1001	T-121	0.0359	Fixed
10532: (Point)	10532	(Point)-1002	T-125	0.0359	Fixed
10533: (Point)	10533	(Point)-1003	T-125	0.0359	Fixed
10534: (Point)	10534	(Point)-1004	T-125	0.0359	Fixed
10535: (Point)	10535	(Point)-1005	T-125	0.0359	Fixed
10536: (Point)	10536	(Point)-1006	T-125	0.0359	Fixed
10537: (Point)	10537	(Point)-1007	T-125	0.0359	Fixed
10538: (Point)	10538	(Point)-1008	T-125	0.0359	Fixed
10539: (Point)	10539	(Point)-1009	T-125	0.0359	Fixed
10540: (Point)	10540	(Point)-101	T-2	0.0359	Fixed
10541: (Point)	10541	(Point)-1010	T-125	0.0359	Fixed
10542: (Point)	10542	(Point)-1011	T-125	0.0359	Fixed
10543: (Point)	10543	(Point)-1012	T-80	0.0359	Fixed
10544: (Point)	10544	(Point)-1013	T-80	0.0359	Fixed
10545: (Point)	10545	(Point)-1014	T-80	0.0359	Fixed
10546: (Point)	10546	(Point)-1015	T-80	0.0359	Fixed
10547: (Point)	10547	(Point)-1016	T-126	0.0359	Fixed
10548: (Point)	10548	(Point)-1017	T-76	0.0359	Fixed
10549: (Point)	10549	(Point)-1018	T-76	0.0359	Fixed
10550: (Point)	10550	(Point)-1019	T-76	0.0359	Fixed
10551: (Point)	10551	(Point)-102	T-2	0.0359	Fixed

Fuente: Programa waterCAD

Con los caudales unitarios ingresados al programa, nos brinda los caudales en cada uno de los nodos, lo que normalmente se realiza de forma manual con los métodos de áreas tributarias, el programa lo calcula mediante las distancias que tiene cada conexión a los nodos, de tal manera que al nodo más cercano se le va sumando los caudales acumulativos. Por otro lado, se creó los dos escenarios para los cuales las demandas van a cambiar en el caso del escenario estático se ha considerado una demanda igual a 0.

Fig.27. Tabla con caudales asignados para el primer escenario: Escenario dinámico

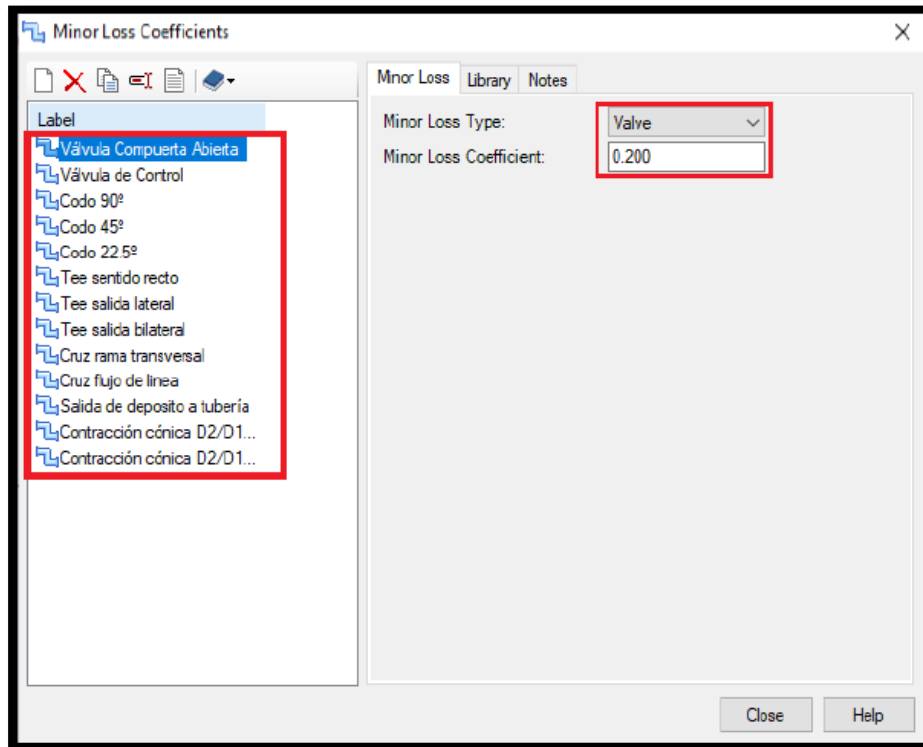


	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)
10294: N-1	N-1	27.70	0.22
10333: N-2	N-2	27.90	0.22
10334: N-3	N-3	28.01	0.40
10449: N-4	N-4	27.84	0.47
10450: N-5	N-5	27.93	0.57
10316: N-6	N-6	28.13	0.45
10317: N-7	N-7	28.19	0.34
10411: N-8	N-8	28.31	0.81
10455: N-9	N-9	28.06	0.54
10456: N-10	N-10	28.23	0.27
10412: N-11	N-11	28.49	0.41
10301: N-12	N-12	28.92	0.40
10302: N-13	N-13	29.02	0.32
10458: N-14	N-14	29.28	0.25
10462: N-15	N-15	29.27	0.61
10463: N-16	N-16	29.59	0.54
10416: N-17	N-17	29.48	0.56
10460: N-18	N-18	29.94	0.49
10397: N-19	N-19	30.15	0.27
10466: N-20	N-20	30.49	0.18

Fuente: Programa waterCAD

También se han incluido las pérdidas ocasionadas por el tipo de accesorio en la tubería para ello se ha colocado los coeficientes correspondientes a cada uno de ellos, con la finalidad de afectar el recorrido del flujo.

Fig.28. Ventana del waterCAD con los coeficientes de pérdidas locales



Fuente: Programa waterCAD

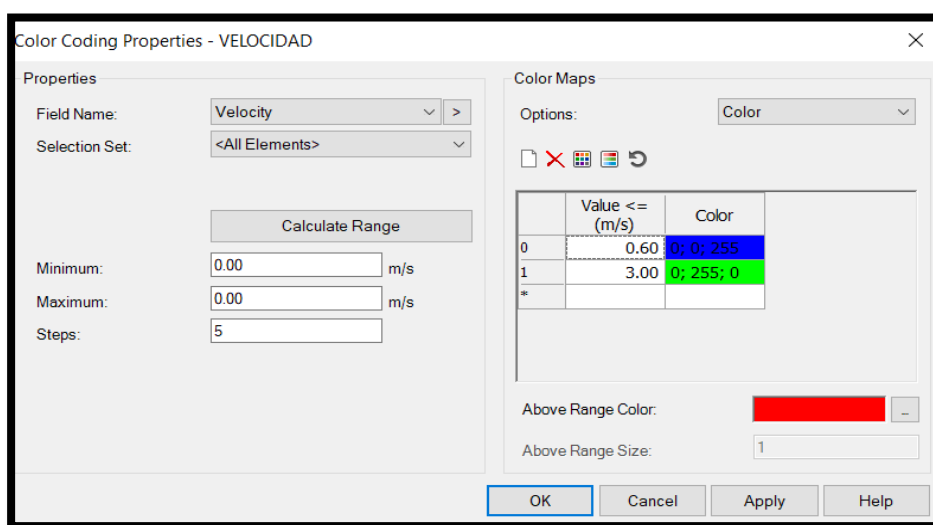
Luego al tener en el modelo matemático las redes de agua potables, las conexiones domiciliarias, los caudales asignados y las pérdidas locales, se tiene que validar con el comando *Validate*, para verificar si hay algún error o todo está correcto, en caso hubiera errores se tienen que corregir caso contrario el programa no nos arrojará los cálculos.

Después de verificar los resultados y que todo esté correcto se procede a realizare el análisis de las tuberías y los nodos, para ello vamos al comando *Compute*.

Al momento de realizar el análisis hidráulico el programa le asigna la dirección del flujo al sistema. Para afinar el diseño se verificó que las presiones y velocidades en nodos y tuberías cumplan con lo que establece la norma OS.050, del Reglamento Nacional de edificaciones. Esto se logra modificando los diámetros de las tuberías, ya que se debe tener un diseño optimizado, de tal manera que no se esté sobredimensionando y generando mayores costos.

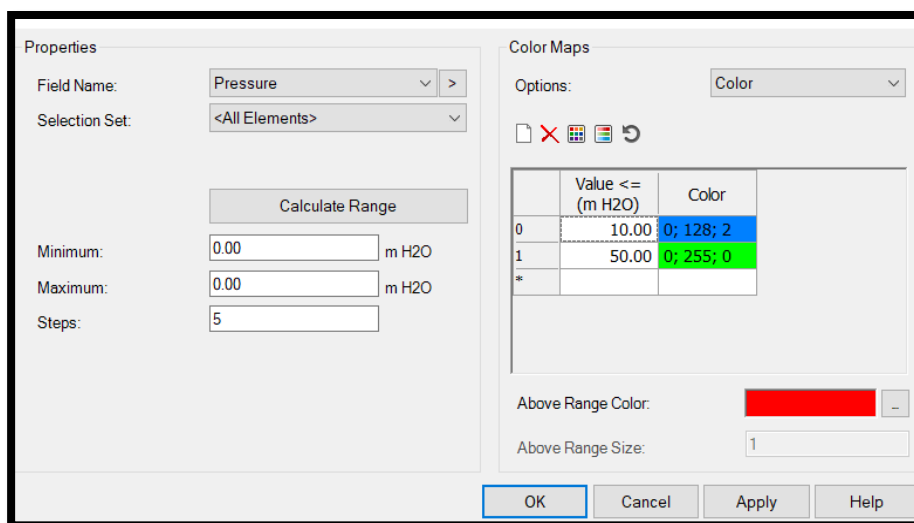
Luego de verificar que todos los parámetros establecidos en la normativa se cumplan, procedemos a verificar los datos obtenidos con el comando *Flex Tables* en el cual se debe tener en cuenta que las presiones estáticas no deben ser menores a 50 metros y las dinámicas menores a 10 metros. Además, se debe verificar que las velocidades sean menores a 3 m/s. En el programa se ha configurado los parámetros que establece la norma de tal manera que las presiones estén en un rango de 10 y 50 m.c.a y las velocidades sean menores a 3 m/s.

Fig.29. Ventana del waterCAD con las restricciones de diseño de la velocidad



Fuente: Programa waterCAD

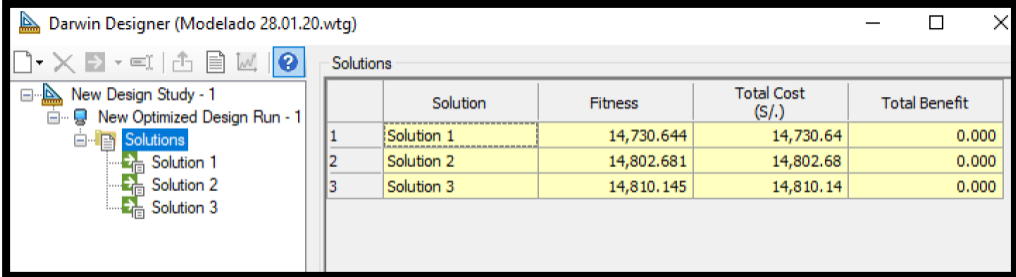
Fig.30. Ventana del waterCAD con las restricciones de diseño de las presiones



Fuente: Programa waterCAD

Con los parámetros establecidos se procede a tomar los resultados del programa para poder presentar los cálculos de diseño, pero antes de eso se realiza el proceso de optimización, en donde se presentan varias soluciones con distintos diámetros y la de menor costo es la que se toma en cuenta tal como se presenta a continuación:

Fig.31. Ventana del waterCAD con las soluciones de diseño y presupuesto

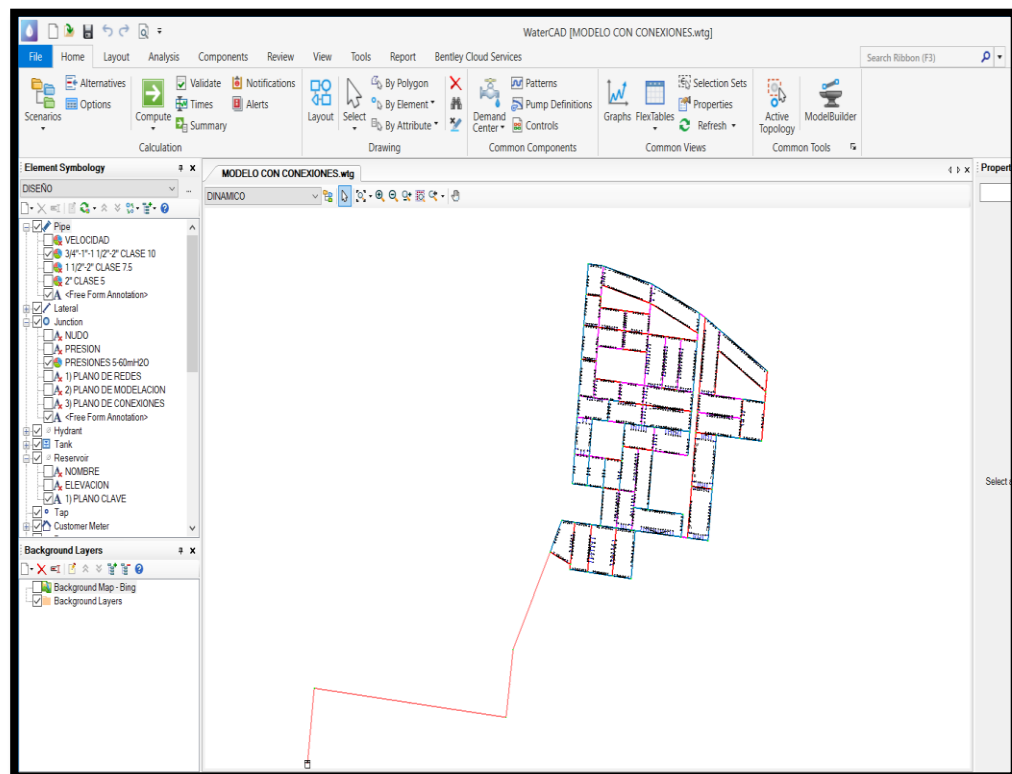


	Solution	Fitness	Total Cost (\$/.)	Total Benefit
1	Solution 1	14,730.644	14,730.64	0.000
2	Solution 2	14,802.681	14,802.68	0.000
3	Solution 3	14,810.145	14,810.14	0.000

Fuente: Programa waterCAD

Luego los resultados obtenidos del diseño se han exportado a tablas de Excel para poder tener una mejor visualización de estos.

Fig.32. Ventana del waterCAD con el dibujo de las redes de distribución y la red de aducción



Fuente: Programa WaterCAD

Tabla 41. Resultados del diseño de las redes de distribución y aducción de agua potable

RESULTADO DE ANÁLISIS - TUBERIAS

Proyecto "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO "

Ubicación LAMBAYEQUE

Localidad UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I

Fecha Sep,21

Elemento	Longitud (m)	Nodo		Material	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal	Rugosidad C	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de Carga unitaria (m/m)	Pérdida de Carga del tramo (m)
		Inicial	Final								
LÍNEA DE ADUCCIÓN											
T-138	203.84	N-93	N-1	PVC	247.00	10" Clase-10	150	39.600	0.83	0.0020	0.41
T-139	128.54	N-94	N-93	PVC	247.00	10" Clase-10	150	39.600	0.83	0.0020	0.26
T-140	470.32	N-95	N-94	PVC	247.00	10" Clase-10	150	39.600	0.83	0.0020	0.94
T-141	143.29	R-2	N-95	PVC	247.00	10" Clase-10	150	39.600	0.83	0.0020	0.29
RED DE DISTRIBUCIÓN											
T-1	54.24	N-1	N-92	PVC	54.2	2" Clase-10	150	0.14	0.06	0.0000	0.00
T-2	65.12	N-1	N-2	PVC	152	6" Clase-10	150	39.24	2.16	0.0240	1.56
T-3	32.22	N-2	N-3	PVC	152	6" Clase-10	150	39.03	2.15	0.0240	0.77
T-4	88.71	N-3	N-4	PVC	54.2	2" Clase-10	150	2.07	0.90	0.0160	1.42
T-5	43.59	N-4	N-5	PVC	152	6" Clase-10	150	1.60	0.09	0.0000	0.00
T-6	89.25	N-6	N-5	PVC	54.2	2" Clase-10	150	1.23	0.53	0.0060	0.54
T-7	40.96	N-3	N-6	PVC	152	6" Clase-10	150	36.56	2.01	0.0210	0.86
T-8	21.6	N-6	N-7	PVC	152	6" Clase-10	150	34.88	1.92	0.0190	0.41
T-9	38.67	N-7	N-8	PVC	152	6" Clase-10	150	12.11	0.67	0.0030	0.12
T-10	60.49	N-5	N-9	PVC	152	6" Clase-10	150	2.26	0.12	0.0000	0.00

T-11	90.07	N-8	N-9	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.19	0.08	0.0000	0.00
T-12	38.09	N-8	N-11	PVC	152	6" Class-10	150	5.89	0.32	0.0010	0.04
T-13	46.19	N-9	N-10	PVC	152	6" Class-10	150	1.90	0.10	0.0000	0.00
T-14	99.08	N-10	N-11	PVC	152	6" Class-10	150	1.63	0.09	0.0000	0.00
T-15	112.72	N-12	N-91	PVC	152	6" Class-10	150	0.22	0.01	0.0000	0.00
T-16	15.42	N-12	N-13	PVC	80.1	3" Class-10	150	4.73	0.94	0.0110	0.17
T-17	50.27	N-13	N-14	PVC	152	6" Class-10	150	3.95	0.22	0.0000	0.00
T-18	96.84	N-14	N-16	PVC	152	6" Class-10	150	3.70	0.20	0.0000	0.00
T-19	96.95	N-13	N-15	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.46	0.20	0.0010	0.10
T-20	50.28	N-16	N-15	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.45	0.19	0.0010	0.05
T-21	101.81	N-16	N-18	PVC	152	6" Class-10	150	2.71	0.15	0.0000	0.00
T-22	101.44	N-15	N-17	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.30	0.13	0.0000	0.00
T-23	50.28	N-18	N-17	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.57	0.25	0.0010	0.05
T-24	56.93	N-18	N-19	PVC	152	6" Class-10	150	1.65	0.09	0.0000	0.00
T-25	53.81	N-19	N-20	PVC	152	6" Class-10	150	0.66	0.04	0.0000	0.00
T-26	37.36	N-19	N-21	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.72	0.31	0.0020	0.07
T-27	38.15	N-17	N-22	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.31	0.13	0.0000	0.00
T-28	107.16	N-21	N-22	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.21	0.04	0.0000	0.00
T-29	35.92	N-25	N-21	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.15	0.07	0.0000	0.00
T-30	72.89	N-20	N-26	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.48	0.21	0.0010	0.07
T-31	69.01	N-25	N-24	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.25	0.05	0.0000	0.00
T-32	38.11	N-24	N-23	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.23	0.05	0.0000	0.00
T-33	35.92	N-23	N-22	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.13	0.06	0.0000	0.00
T-34	53.79	N-26	N-25	PVC	152	6" Class-10	150	0.86	0.05	0.0000	0.00
T-35	20.25	N-27	N-26	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.60	0.26	0.0020	0.04
T-36	38.93	N-28	N-27	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.70	0.31	0.0020	0.08
T-37	139.05	N-29	N-27	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.25	0.11	0.0000	0.00
T-38	85.12	N-29	N-24	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.45	0.20	0.0010	0.09
T-39	138.51	N-30	N-28	PVC	152	6" Class-10	150	1.06	0.06	0.0000	0.00
T-40	37.77	N-30	N-29	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.41	0.28	0.0010	0.04

T-41	142.57	N-31	N-23	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.45	0.20	0.0010	0.14
T-42	42.78	N-31	N-30	PVC	152	6" Class-10	150	3.04	0.17	0.0000	0.00
T-43	16.31	N-32	N-31	PVC	80.1	3" Class-10	150	3.89	0.77	0.0080	0.13
T-44	37.72	N-40	N-32	PVC	152	6" Class-10	150	1.98	0.11	0.0000	0.00
T-45	14.68	N-41	N-40	PVC	80.1	3" Class-10	150	2.26	0.45	0.0030	0.04
T-46	127.79	N-33	N-32	PVC	152	6" Class-10	150	2.24	0.12	0.0000	0.00
T-47	127.98	N-39	N-40	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.08	0.04	0.0000	0.00
T-48	39.27	N-41	N-42	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.34	0.15	0.0010	0.04
T-49	37.69	N-42	N-43	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.18	0.08	0.0000	0.00
T-50	43.02	N-43	N-44	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.16	0.07	0.0000	0.00
T-51	37.23	N-44	N-52	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.24	0.05	0.0000	0.00
T-52	20.68	N-52	N-39	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.03	0.01	0.0000	0.00
T-53	36.43	N-33	N-39	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.52	0.10	0.0000	0.00
T-54	123.4	N-34	N-33	PVC	152	6" Class-10	150	3.55	0.20	0.0000	0.00
T-55	123.47	N-38	N-39	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.25	0.11	0.0000	0.00
T-56	59.58	N-48	N-52	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.01	0.00	0.0000	0.00
T-57	61.66	N-49	N-48	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.36	0.16	0.0010	0.06
T-58	37.24	N-47	N-48	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.19	0.04	0.0000	0.00
T-59	59.27	N-44	N-47	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.06	0.02	0.0000	0.00
T-60	61.85	N-50	N-47	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.38	0.17	0.0010	0.06
T-61	34.77	N-46	N-47	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.69	0.14	0.0000	0.00
T-62	58.99	N-45	N-46	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.05	0.02	0.0000	0.00
T-63	62.03	N-53	N-46	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.06	0.21	0.0010	0.06
T-64	34.28	N-45	N-44	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.69	0.14	0.0000	0.00
T-65	35.48	N-34	N-38	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.36	0.07	0.0000	0.00
T-66	21.76	N-37	N-38	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.23	0.05	0.0000	0.00
T-67	36.52	N-36	N-37	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.52	0.23	0.0010	0.04
T-68	57.63	N-36	N-35	PVC	152	6" Class-10	150	4.61	0.25	0.0000	0.00
T-69	36.66	N-35	N-34	PVC	152	6" Class-10	150	4.47	0.25	0.0000	0.00
T-70	20.62	N-37	N-49	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.13	0.06	0.0000	0.00

T-71	57.63	N-51	N-36	PVC	152	6" Class-10	150	5.53	0.30	0.0010	0.06
T-72	37.24	N-50	N-49	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.50	0.10	0.0000	0.00
T-73	36.39	N-51	N-50	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.70	0.30	0.0020	0.07
T-74	63.89	N-55	N-51	PVC	152	6" Class-10	150	6.55	0.36	0.0010	0.06
T-75	35.28	N-53	N-50	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.67	0.13	0.0000	0.00
T-76	36.24	N-55	N-54	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.61	0.27	0.0020	0.07
T-77	28.61	N-54	N-53	PVC	80.1	3" Class-10	150	2.00	0.40	0.0020	0.06
T-78	68.95	N-56	N-55	PVC	152	6" Class-10	150	7.66	0.42	0.0010	0.07
T-79	33.03	N-57	N-54	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.60	0.32	0.0010	0.03
T-80	35.92	N-58	N-57	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.89	0.38	0.0020	0.07
T-81	36.09	N-56	N-58	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.96	0.19	0.0010	0.04
T-82	40.28	N-68	N-56	PVC	152	6" Class-10	150	8.97	0.49	0.0020	0.08
T-83	36.63	N-71	N-68	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.94	0.19	0.0010	0.04
T-84	69.58	N-69	N-68	PVC	152	6" Class-10	150	8.28	0.46	0.0010	0.07
T-85	69.82	N-72	N-71	PVC	152	6" Class-10	150	8.97	0.49	0.0020	0.14
T-86	36.1	N-72	N-69	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.29	0.26	0.0010	0.04
T-87	55.81	N-70	N-69	PVC	152	6" Class-10	150	7.25	0.40	0.0010	0.06
T-88	55.7	N-73	N-72	PVC	152	6" Class-10	150	7.50	0.41	0.0010	0.06
T-89	35.67	N-73	N-70	PVC	152	6" Class-10	150	7.39	0.41	0.0010	0.04
T-90	39.39	N-80	N-73	PVC	152	6" Class-10	150	15.22	0.84	0.0040	0.16
T-91	71.63	N-7	N-80	PVC	152	6" Class-10	150	22.44	1.24	0.0080	0.57
T-92	71.68	N-8	N-81	PVC	80.1	3" Class-10	150	5.21	1.03	0.0130	0.93
T-93	42.46	N-11	N-86	PVC	80.1	3" Class-10	150	7.12	1.41	0.0230	0.98
T-94	29.27	N-85	N-86	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.72	0.14	0.0000	0.00
T-95	38.17	N-81	N-85	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.78	0.35	0.0020	0.08
T-96	39.56	N-80	N-81	PVC	54.2	2" Class-10	150	1.68	0.73	0.0110	0.44
T-97	55.59	N-80	N-79	PVC	152	6" Class-10	150	5.00	0.28	0.0010	0.06
T-98	55.47	N-81	N-82	PVC	152	6" Class-10	150	4.42	0.24	0.0000	0.00
T-99	82.09	N-85	N-84	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.50	0.10	0.0000	0.00
T-100	111.14	N-87	N-88	PVC	152	6" Class-10	150	1.29	0.07	0.0000	0.00

T-101	86.13	N-87	N-90	PVC	152	6" Class-10	150	5.67	0.31	0.0010	0.09
T-102	34.95	N-86	N-87	PVC	152	6" Class-10	150	7.40	0.41	0.0010	0.03
T-104	86.04	N-88	N-89	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.89	0.18	0.0000	0.00
T-105	44.87	N-89	N-78	PVC	152	6" Class-10	150	0.64	0.04	0.0000	0.00
T-106	44.16	N-88	N-77	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.21	0.04	0.0000	0.00
T-107	34.95	N-84	N-88	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.50	0.21	0.0010	0.03
T-108	38.27	N-83	N-84	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.48	0.21	0.0010	0.04
T-109	26.79	N-82	N-83	PVC	152	6" Class-10	150	5.74	0.32	0.0010	0.03
T-110	39.79	N-79	N-82	PVC	54.2	2" Class-10	150	1.66	0.72	0.0100	0.40
T-111	39.39	N-79	N-72	PVC	80.1	3" Class-10	150	3.12	0.62	0.0050	0.20
T-112	43.56	N-83	N-75	PVC	152	6" Class-10	150	5.01	0.28	0.0010	0.04
T-113	37.78	N-71	N-74	PVC	152	6" Class-10	150	7.73	0.43	0.0010	0.04
T-114	41.7	N-74	N-75	PVC	80.1	3" Class-10	150	2.18	0.43	0.0030	0.13
T-115	40.48	N-75	N-76	PVC	152	6" Class-10	150	6.95	0.38	0.0010	0.04
T-116	32.79	N-76	N-77	PVC	152	6" Class-10	150	5.03	0.28	0.0010	0.03
T-117	86.02	N-77	N-78	PVC	152	6" Class-10	150	4.75	0.26	0.0000	0.00
T-118	38.26	N-78	N-67	PVC	152	6" Class-10	150	4.89	0.27	0.0010	0.04
T-119	35.92	N-67	N-65	PVC	152	6" Class-10	150	4.42	0.24	0.0000	0.00
T-120	39.13	N-76	N-66	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.51	0.30	0.0010	0.04
T-121	39.73	N-74	N-59	PVC	152	6" Class-10	150	5.19	0.29	0.0010	0.04
T-122	58.19	N-61	N-66	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.83	0.36	0.0030	0.17
T-123	38.78	N-59	N-58	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.25	0.25	0.0010	0.04
T-124	23.76	N-59	N-61	PVC	152	6" Class-10	150	3.53	0.19	0.0000	0.00
T-125	35.93	N-61	N-60	PVC	80.1	3" Class-10	150	2.25	0.45	0.0030	0.11
T-126	62.35	N-60	N-57	PVC	54.2	2" Class-10	150	0.09	0.04	0.0000	0.00
T-127	58.48	N-60	N-62	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.76	0.35	0.0020	0.12
T-128	35.92	N-66	N-62	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.20	0.24	0.0010	0.04
T-129	62.64	N-62	N-45	PVC	80.1	3" Class-10	150	1.20	0.24	0.0010	0.06
T-130	96.92	N-63	N-43	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.51	0.10	0.0000	0.00
T-131	96.92	N-64	N-42	PVC	80.1	3" Class-10	150	0.39	0.08	0.0000	0.00

T-132	96.91	N-65	N-41	PVC	152	6" Clase-10	150	2.88	0.16	0.0000	0.00
T-133	43.16	N-62	N-63	PVC	80.1	3" Clase-10	150	1.27	0.25	0.0010	0.04
T-134	37.55	N-63	N-64	PVC	54.2	2" Clase-10	150	0.04	0.02	0.0000	0.00
T-135	38.62	N-65	N-64	PVC	80.1	3" Clase-10	150	1.14	0.23	0.0010	0.04
T-136	42.85	N-90	N-12	PVC	152	6" Clase-10	150	5.34	0.29	0.0010	0.04
T-137	119.08	N-66	N-67	PVC	54.2	2" Clase-10	150	0.21	0.09	0.0000	0.00

RESUMEN DE TUBERIAS POR TIPO DE LINEA

diámetro comercial	Línea		TOTAL
	Aducción	Distribución	
2" Clase-10	0.00	2,499.67	2,499.67
3" Clase-10	0.00	1,918.72	1,918.72
6" Clase-10	0.00	3,138.02	3,138.02
10" Clase-10	945.99	0.00	945.99
TOTAL	945.99	7,556.41	8,502.40

Fuente: Elaboración propia

Del diseño se obtiene que la línea de aducción tendrá un diámetro de 10", el material es tipo PVC UF-CLASE 10, para las redes de distribución primarias se tiene un diámetro igual a 6", el material se ha considerado el mismo para todo el sistema, las redes de distribución secundarias son de diámetro igual a 3" y por último en tramos pequeños que no exceden a los 30 metros de longitud se tiene diámetros de hasta 2". Todo el sistema está conformado por un total de 137 tuberías, con las longitudes que se muestra en el cuadro resumen.

El coeficiente de rugosidad que se ha utilizado es de 150 y el método de cálculo que usa el programa es Hazzen Williams, la velocidad máxima es de 2.16 m/s y la velocidad mínima es de 0.15 m/s para el caso de las redes secundarias, en cuanto a las redes terciarias por sus longitudes tan pequeñas que presentan las velocidades son un poco más bajas, ya que si se aumenta el diámetro hay una descompensación en el diseño, haciendo que se obtengan resultados negativos.

Tabla 42. Resultados del análisis de diseño en los Nodos

RESULTADO DE ANÁLISIS - NODOS

Proyecto "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO "

Ubicación LAMBAYEQUE

Localidad UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I

Fecha Sep,21

Elemento	Gradiente Hidráulico (m)	Cota del terreno (m)	Presión Dinámica (m H ₂ O)	Presión Estática (m H ₂ O)	Coordenadas (m)	
					Este	Norte
N-1	46.21	27.70	18.47	20.63	628,286.16	9,253,633.38
N-2	44.65	27.90	16.72	20.43	628,314.00	9,253,692.25
N-3	43.89	28.01	15.84	20.32	628,346.05	9,253,688.87
N-4	42.50	27.84	14.63	20.49	628,333.92	9,253,600.99
N-5	42.50	27.93	14.54	20.40	628,377.20	9,253,595.84
N-6	43.03	28.13	14.87	20.20	628,386.78	9,253,684.57
N-7	42.61	28.19	14.39	20.14	628,408.26	9,253,682.31
N-8	42.51	28.31	14.17	20.02	628,446.71	9,253,678.25
N-9	42.49	28.06	14.41	20.27	628,437.27	9,253,588.68
N-10	42.49	28.23	14.23	20.10	628,483.14	9,253,583.21
N-11	42.48	28.49	13.96	19.84	628,484.59	9,253,674.26
N-12	41.39	28.92	12.44	19.41	628,605.03	9,253,661.56
N-13	41.22	29.02	12.18	19.31	628,620.36	9,253,659.94
N-14	41.20	29.28	11.90	19.05	628,670.36	9,253,654.67
N-15	41.13	29.27	11.83	19.06	628,630.28	9,253,756.39
N-16	41.17	29.59	11.56	18.74	628,680.26	9,253,751.01
N-17	41.08	29.48	11.58	18.85	628,640.65	9,253,857.30
N-18	41.16	29.94	11.19	18.39	628,690.67	9,253,852.28

N-19	41.15	30.15	10.98	18.18	628,747.32	9,253,846.60
N-20	41.15	30.49	10.64	17.84	628,800.86	9,253,841.24
N-21	41.07	30.37	10.67	17.96	628,751.21	9,253,883.76
N-22	41.07	29.67	11.37	18.66	628,644.67	9,253,895.23
N-23	41.07	29.78	11.27	18.55	628,648.45	9,253,930.95
N-24	41.07	29.95	11.10	18.38	628,686.35	9,253,926.87
N-25	41.07	30.43	10.62	17.90	628,754.96	9,253,919.49
N-26	41.07	30.81	10.25	17.53	628,808.44	9,253,913.73
N-27	41.11	30.88	10.20	17.45	628,810.55	9,253,933.87
N-28	41.19	30.22	10.95	18.11	628,814.59	9,253,972.59
N-29	41.15	30.18	10.95	18.15	628,695.21	9,254,011.53
N-30	41.19	30.46	10.71	17.87	628,699.14	9,254,049.10
N-31	41.20	29.99	11.19	18.35	628,663.48	9,254,072.73
N-32	41.32	29.95	11.35	18.38	628,649.44	9,254,081.03
N-33	41.34	29.47	11.84	18.86	628,533.91	9,254,135.64
N-34	41.37	29.18	12.16	19.15	628,415.18	9,254,169.30
N-35	41.39	29.05	12.32	19.28	628,378.75	9,254,173.38
N-36	41.42	28.90	12.49	19.43	628,373.38	9,254,115.99
N-37	41.37	29.08	12.27	19.26	628,409.72	9,254,112.31
N-38	41.37	29.12	12.23	19.21	628,411.80	9,254,133.98
N-39	41.33	29.45	11.86	18.88	628,530.33	9,254,099.39
N-40	41.33	29.92	11.38	18.41	628,645.47	9,254,043.52
N-41	41.37	29.93	11.42	18.41	628,643.92	9,254,028.92
N-42	41.35	29.76	11.56	18.57	628,604.87	9,254,033.12
N-43	41.34	29.57	11.74	18.76	628,567.40	9,254,037.15
N-44	41.33	29.36	11.95	18.97	628,524.63	9,254,041.76
N-45	41.34	29.36	11.96	18.97	628,521.25	9,254,007.64
N-46	41.34	29.06	12.26	19.27	628,462.56	9,254,013.47
N-47	41.33	29.15	12.16	19.18	628,465.69	9,254,048.10
N-48	41.33	29.28	12.02	19.05	628,469.06	9,254,085.18
N-49	41.37	29.02	12.32	19.31	628,407.75	9,254,091.78
N-50	41.38	28.97	12.38	19.36	628,404.20	9,254,054.72
N-51	41.45	28.79	12.63	19.54	628,368.02	9,254,058.61
N-52	41.33	29.44	11.86	18.89	628,528.29	9,254,078.81
N-53	41.39	28.88	12.48	19.45	628,400.83	9,254,019.60
N-54	41.45	28.83	12.59	19.50	628,398.10	9,253,991.12
N-55	41.51	28.69	12.79	19.64	628,362.07	9,253,995.00
N-56	41.59	28.59	12.98	19.74	628,355.65	9,253,926.35
N-57	41.50	28.77	12.70	19.56	628,394.95	9,253,958.25
N-58	41.57	28.73	12.81	19.60	628,391.52	9,253,922.49
N-59	41.60	28.88	12.70	19.45	628,430.08	9,253,918.33
N-60	41.50	29.08	12.39	19.25	628,456.95	9,253,951.57
N-61	41.60	29.01	12.56	19.32	628,453.70	9,253,915.79
N-62	41.40	29.28	12.10	19.06	628,515.09	9,253,945.31
N-63	41.36	29.45	11.88	18.88	628,558.01	9,253,940.69
N-64	41.36	29.64	11.69	18.69	628,595.34	9,253,936.67
N-65	41.39	29.78	11.58	18.55	628,633.74	9,253,932.54
N-66	41.43	29.18	12.22	19.15	628,511.56	9,253,909.56
N-67	41.40	29.68	11.70	18.66	628,629.95	9,253,896.81
N-68	41.65	28.39	13.23	19.94	628,351.90	9,253,886.24
N-69	41.74	28.28	13.44	20.05	628,345.43	9,253,816.97
N-70	41.80	28.15	13.62	20.18	628,340.23	9,253,761.40
N-71	41.67	28.53	13.12	19.80	628,388.35	9,253,882.59
N-72	41.78	28.37	13.38	19.96	628,381.32	9,253,813.13
N-73	41.84	28.29	13.52	20.04	628,375.71	9,253,757.71

N-74	41.63	28.61	12.99	19.72	628,425.94	9,253,878.82
N-75	41.52	28.87	12.63	19.46	628,467.43	9,253,874.66
N-76	41.48	28.97	12.48	19.36	628,507.71	9,253,870.62
N-77	41.46	29.28	12.16	19.05	628,540.33	9,253,867.35
N-78	41.42	29.49	11.91	18.85	628,625.92	9,253,858.77
N-79	41.97	28.53	13.42	19.80	628,420.48	9,253,808.94
N-80	42.00	28.44	13.53	19.89	628,414.88	9,253,753.63
N-81	41.58	28.59	12.97	19.74	628,454.23	9,253,749.54
N-82	41.56	28.72	12.81	19.61	628,460.05	9,253,804.70
N-83	41.54	28.74	12.77	19.59	628,462.86	9,253,831.35
N-84	41.50	28.90	12.58	19.43	628,500.91	9,253,827.21
N-85	41.52	28.77	12.72	19.56	628,492.20	9,253,745.59
N-86	41.51	28.65	12.83	19.68	628,489.10	9,253,716.48
N-87	41.47	28.79	12.65	19.54	628,523.86	9,253,712.93
N-88	41.46	29.07	12.37	19.26	628,535.65	9,253,823.44
N-89	41.42	29.42	11.98	18.91	628,621.18	9,253,814.15
N-90	41.41	29.16	12.22	19.17	628,609.54	9,253,704.17
N-91	41.39	28.54	12.82	19.79	628,492.93	9,253,673.38
N-92	46.20	27.86	18.30	20.47	628,335.19	9,253,610.18
N-93	46.67	27.80	18.84	20.53	628,195.79	9,253,450.67
N-94	46.97	27.80	19.13	20.53	628,178.64	9,253,323.28
N-95	48.04	28.10	19.91	20.23	627,711.50	9,253,377.93

Fuente: Elaboración propia

El sistema cuenta con un total de 96 nudos, los cuales tienen las cotas expresadas en la tabla anterior, para cada nudo se ha realizado un análisis estático y dinámico, para ambos escenarios las presiones son mayores a 10 m.c.a y menores a 50 m.c.a.

Para las conexiones domiciliarias también se han obtenido las longitudes de cada una de ellas y el diámetro obtenido es de ½", en total son 1102 conexiones domiciliarias. (Ver anexo 5)

✚ Cálculo de la demanda de Alcantarillado: Para poder realizar el modelo hidráulico, primero se debe tener el cálculo de las demandas de alcantarillado, que son las mismas que se utilizó en el diseño de agua potable afectada por el 80% del coeficiente de retorno, las demandas serán calculadas desde el año 2017 hasta el 2041, en donde se toman 5 años para estudios previos al proyecto, cabe señalar que la fecha de inicio del proyecto empieza una vez que se elabora el expediente técnico.

En el cálculo de las demandas se ha considerado el 25% del índice de pérdidas, para obtener el caudal de diseño final se suma el caudal de distribución de agua potable más el caudal por infiltración y por último el caudal obtenido por conexiones erradas, con la suma total de estos tres caudales se obtiene el caudal

de diseño para el año 2041 y para poder distribuirlo entre todas las redes que conforman la upis primero de mayo-Sector I, se divide el caudal de diseño entre el número de conexiones obtenidas en el año 2017.

La norma señala que, para hallar el caudal de infiltración, se debe tener en cuenta la tasa de infiltración junto con la longitud total de las redes colectoras, por ejemplo; la tasa de infiltración el RNE establece que es 0.5 (lts/seg*km).

Los servicios de saneamiento tienen una cobertura total del 100%, toda la upis cuenta con redes existentes, pero se encuentran en mal estado los diámetros son muy reducidos, el total de la población para el año 2041 será de 9516 habitantes y un total de 1102 viviendas.

✚ **Cálculo del caudal promedio diario, máximo y horario:** Para determinar cada uno de los caudales se han aplicado las formulaciones que se usaron para el cálculo del agua potable, siendo para el cálculo del caudal promedio diario (Qpd) se ha aplicado la fórmula (11) dando como resultado en una proyección de 20 años un total de **15.84 lts/seg**, para poder determinar el caudal máximo diario (Qmd) se han aplicado las formulaciones (8) y (12) el cual dio como resultado **20.60 lts/seg** y por último para el caudal máximo horario (Qmh) se aplicó las fórmulas (9) y (13) con un valor de **39.60 lts/seg**. Al caudal máximo horario calculado se le afecta por el 80% que representa el coeficiente de retorno, para obtener el caudal de distribución de agua, luego para obtener el cálculo del caudal de diseño se suma el caudal de distribución, con el caudal de infiltración y por último el caudal de conexiones erradas.

La norma establece que para el cálculo del caudal de infiltración se debe multiplicar la tasa de infiltración con el caudal de distribución, para el cálculo de la tasa de infiltración, se establece en el reglamento nacional de edificaciones que es 0.5 lts/seg por cada kilómetro, entonces como se tiene un total de **7693.44 km**, la tasa de infiltración será equivalente a **3.85 lts/seg** y para el cálculo de las conexiones erradas se toma en cuenta el caudal máximo horario multiplicado por el coeficiente de retorno y afectado por el 10 %, dando un total de **3.17 lts/seg**, de los cálculos realizados se obtiene el caudal de diseño para una proyección de la población de 20 años el cual resulta de **38.70 lts/seg**.

Tabla 43. Memoria de cálculo de la demanda de alcantarillado

MEMORIA DE CÁLCULO																														
Proyecto: "Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chichlayo"																														
Localidad: UPIS 1ero de Mayo																														
Distrito: José Leonardo Ortiz																														
Contenido: Cálculo de la demanda de alcantarillado																														
Elaborado por: Cieza Chávez Mirela Yulicsa																														
Fecha: 8/08/2022																														
															TASA DE CRECIMIENTO		2.19%		K1		1.3		T _{inf} (lts/seg*km)		0.5					
															DENSIDAD		5.136116 hab/viv.		K2		2.5		Lt (km)		7.70					
AÑO CALENDARIO	AÑO PROYECTO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN SERVIDA	COBERTURA	CONEXIONES					CONSUMOS (m ³ /mes)					DEMANDA			CAUDALES				CAUDALES								
					CONEXIONES TOTALES	CONEXIONES EXISTENTES	DOMESTICOS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	ESTATALES	SOCIALES	DOMESTICOS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	ESTATALES	SOCIALES	CONSUMO NETO	IANF (%)	CONSUMO TOTAL (m ³ /mes)	DEMANDA (m ³ /año)	DEMANDA (lts/día)	DEMANDA (lts/seg)	Q. PROMEDIO (lts/seg)	Q. MÁXIMO DIARIO (lts/seg)	Q. MÁXIMO HORARIO (lts/seg)	COEFICIENTE DE RETORNO (C) %	Q. DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (Qpsda) (lts/seg)	Q. DE INFILTRACIONES (QI) (lts/seg)	Q. POR CONEXIONES ERRADAS (Qe) (lts/seg)	CAUDAL DE DISEÑO (Qd) (lts/seg)
2017	AÑO BASE	5660	5660	100%	1102	1102	1017	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	18629	25	24838.67	302203.82	827955.68	9.59	9.59	12.47	23.98	80.00%	19.18	3.85	1.92	24.95
2018	AÑO 0	5784	5784	100%	1126	1126	1041	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	18965	25	25286.67	307654.49	842889.02	9.76	9.76	12.69	24.40	80.00%	19.52	3.85	1.95	25.32
2019	AÑO 0-A	5910	5910	100%	1151	1151	1066	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	19315	25	25753.33	313332.18	858444.33	9.94	9.94	12.93	24.85	80.00%	19.88	3.85	1.99	25.72
2020	AÑO 0-B	6040	6040	100%	1176	1176	1091	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	19665	25	26220.00	319010.00	874000.00	10.12	10.12	13.16	25.30	80.00%	20.24	3.85	2.02	26.11
2021	AÑO 0-C	6172	6172	100%	1202	1202	1117	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20029	25	26705.33	324914.85	890177.68	10.31	10.31	13.41	25.78	80.00%	20.62	3.85	2.06	26.54
2022	1	6307	6307	100%	1228	1228	1143	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20393	25	27190.67	330819.82	906355.68	10.50	10.50	13.65	26.25	80.00%	21.00	3.85	2.10	26.95
2023	2	6445	6445	100%	1255	1258	1173	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	20813	25	27750.67	337633.15	925022.33	10.71	10.71	13.93	26.78	80.00%	21.42	3.85	2.14	27.42
2024	3	6586	6586	100%	1282	1282	1197	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21153	25	28204.11	343150.01	940137.02	10.89	10.89	14.16	27.23	80.00%	21.78	3.85	2.18	27.81
2025	4	6730	6730	100%	1310	1310	1225	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21546	25	28727.47	349517.55	957582.33	11.09	11.09	14.42	27.73	80.00%	22.18	3.85	2.22	28.25
2026	5	6878	6878	100%	1339	1339	1254	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	21949	25	29265.36	356061.88	975512.00	11.30	11.30	14.69	28.25	80.00%	22.60	3.85	2.26	28.71
2027	6	7028	7028	100%	1368	1368	1283	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	22358	25	29810.52	362694.66	993684.00	11.51	11.51	14.97	28.78	80.00%	23.02	3.85	2.30	29.18
2028	7	7182	7182	100%	1398	1398	1313	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	22778	25	30370.21	369504.22	1012340.33	11.72	11.72	15.24	29.30	80.00%	23.44	3.85	2.34	29.63
2029	8	7339	7339	100%	1429	1429	1344	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	23206	25	30940.81	376446.52	1031360.33	11.94	11.94	15.53	29.85	80.00%	23.88	3.85	2.39	30.12
2030	9	7500	7500	100%	1460	1460	1375	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	23644	25	31525.95	383565.73	1050865.02	12.17	12.17	15.83	30.43	80.00%	24.34	3.85	2.43	30.63
2031	10	7664	7664	100%	1492	1492	1407	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	24091	25	32121.99	390817.55	1070733.02	12.40	12.40	16.12	31.00	80.00%	24.80	3.85	2.48	31.13
2032	11	7832	7832	100%	1525	1525	1440	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	24549	25	32732.57	398246.27	1091085.68	12.63	12.63	16.42	31.58	80.00%	25.26	3.85	2.53	31.64
2033	12	8003	8003	100%	1558	1558	1473	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25016	25	33354.05	405807.61	1111801.68	12.87	12.87	16.74	32.18	80.00%	25.74	3.85	2.57	32.17
2034	13	8178	8178	100%	1592	1592	1507	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25493	25	33990.07	413545.85	1133002.33	13.12	13.12	17.06	32.80	80.00%	26.24	3.85	2.62	32.71
2035	14	8357	8357	100%	1627	1627	1542	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	25980	25	34640.63	421461.00	1154687.68	13.37	13.37	17.39	33.43	80.00%	26.74	3.85	2.67	33.27
2036	15	8540	8540	100%	1663	1663	1578	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	26479	25	35305.72	429552.93	1176857.35	13.63	13.63	17.72	34.08	80.00%	27.26	3.85	2.73	33.84
2037	16	8727	8727	100%	1699	1699	1614	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	26989	25	35985.35	437821.76	1199511.68	13.89	13.89	18.06	34.73	80.00%	27.78	3.85	2.78	34.41
2038	17	8918	8918	100%	1736	1736	1651	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	27510	26	37175.19	452298.15	1239173.02	14.35	14.35	18.66	35.88	80.00%	28.70	3.85	2.87	35.42
2039	18	9113	9113	100%	1774	1774	1689	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	28041	27	38412.56	467352.81	1280418.66	14.82	14.82	19.27	37.05	80.00%	29.64	3.85	2.96	36.45
2040	19	9313	9313	100%	1813	1813	1728	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	28586	28	39703.24	483056.09	1323441.35	15.32	15.32	19.92	38.30	80.00%	30.64	3.85	3.06	37.55
2041	20	9516	9516	100%	1853	1853	1768	69	0	5	11	14.00	32.00	0.00	210.00	103.00	29140	29	41041.78	499341.66	1368059.35	15.84	15.84	20.60	39.60	80.00%	31.68	3.85	3.17	38.70

Fuente: Elaboración propia

✚ **Información básica utilizada:** Para realizar el análisis hidráulico de la red proyectada de alcantarillado, se ha realizado con la ecuación de Manning donde se ha usado un coeficiente de rugosidad para las tuberías de PVC igual a 0.010 de acuerdo con la norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para poder realizar el modelo hidráulico se ha tenido en cuenta las características de los elementos que forman parte de la red de alcantarillado como, por ejemplo, diámetro interior, material, longitud, coeficiente de rugosidad, elevación de fondo inicial y elevación de fondo final para el caso de las tuberías, en cuanto a los buzones o cámaras de inspección se tienen en cuenta la elevación de tapa y fondo del buzón, así como la elevación del terreno.

✚ **Consideraciones para el diseño:** Se ha tenido en cuenta los parámetros que se establecen en el reglamento nacional de edificaciones OS.070 y OS.100 el cual nos dice lo siguiente:

- El caudal de contribución del alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) que sea el 80% del agua potable consumida.
- El valor mínimo del caudal que se debe considerar es de 1.5 lts/seg, en caso se tengan valores inferiores se debe realizar correcciones de tal forma que el mínimo valor sea de 1.5 lts/seg.
- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final de 5 m/s.
- La pendiente mínima que tendrá una alcantarilla viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0.30 m/s para evitar la sedimentación por poca velocidad de arrastre o cuando se quiere obtener un valor determinado de la Fuerza Tractiva mínima (1.00 Pa.). Para ello debe cumplir la ecuación 19 para un “n” de Manning de 0.013.
- Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 200 mm, mientras que el diámetro mínimo para una conexión predial será de 100mm.
- La altura máxima de agua debe tener un valor igual o inferior a 75% del diámetro del colector.
- La separación máxima entre cámaras de inspección (buzones) será de acuerdo con el diámetro de las tuberías. Es decir, para una tubería de 200 mm se debe considerar una separación máxima de 80m.

- Se debe usar buzonetos cuando la profundidad sea menor a 1.0 metro sobre la clave del tubo y los buzones de inspección se usarán cuando la profundidad sea mayor a 1.0 metro sobre la clave de la tubería.
- El diámetro interior de los buzones será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1.50 m para las tuberías de hasta 1200 mm.
- Todos los diseños han sido realizados en el programa sewerCAD.

Modelado de la red de agua alcantarillado mediante el uso del sewerCAD: PROCESO DE REALIZACIÓN DEL MODELO

En primer lugar, se tiene que configurar el programa colocando el nombre del proyecto, nombre del ingeniero proyectista y la fecha de creación del archivo. Luego se procede a cambiar las unidades inglesas al sistema internacional, también se configura las opciones de dibujo en donde se tiene que escalar y también los nombres o la nomenclatura de los elementos como las tuberías, los buzones, los puntos de descarga, etc.

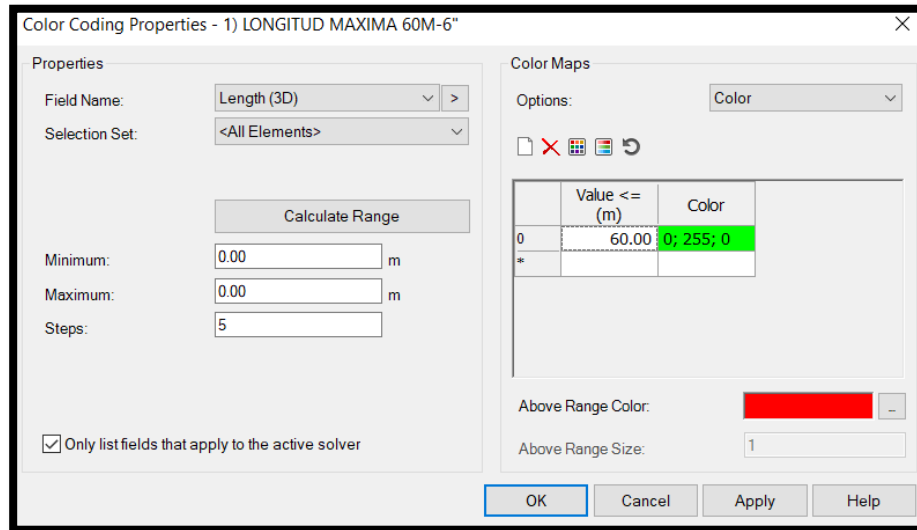
El programa nos da la opción del método por el cual se requiere diseñar las redes de distribución, para este caso se ha elegido el método de Manning con el coeficiente de rugosidad de $n = 0.010$ para tuberías de PVC. Para poder iniciar con el modelado se deben tener todos los insumos en el formato DXF, de tal manera que no se tenga problema al exportarlos. Los insumos que se van a utilizar son las líneas de las redes colectoras, plano de lotización y las curvas de nivel.

Para poder exportar las redes colectoras es importante que hayan sido dibujadas con el comando polilínea, caso contrario el programa no reconocerá las redes exportadas. También es necesario crear plantillas con los diferentes parámetros que establece la norma técnica peruana.

El trazo de las redes de alcantarillado se ha dibujado en AutoCAD, para poder exportar al programa sewerCAD se ha tenido que convertir en formato DXF, es muy importante tener en cuenta que las redes no pueden formar circuitos cerrados, ya que el programa lo tomará como si fuera un error y no arrojará ningún cálculo, para ello se hace un artificio en donde se tendrá que crear circuitos abiertos mediante buzones ficticios, que al final del análisis se unirá con los buzones existentes. Asimismo, se configura el programa para que las redes colectoras estén dentro de los parámetros establecidos, por ejemplo, se

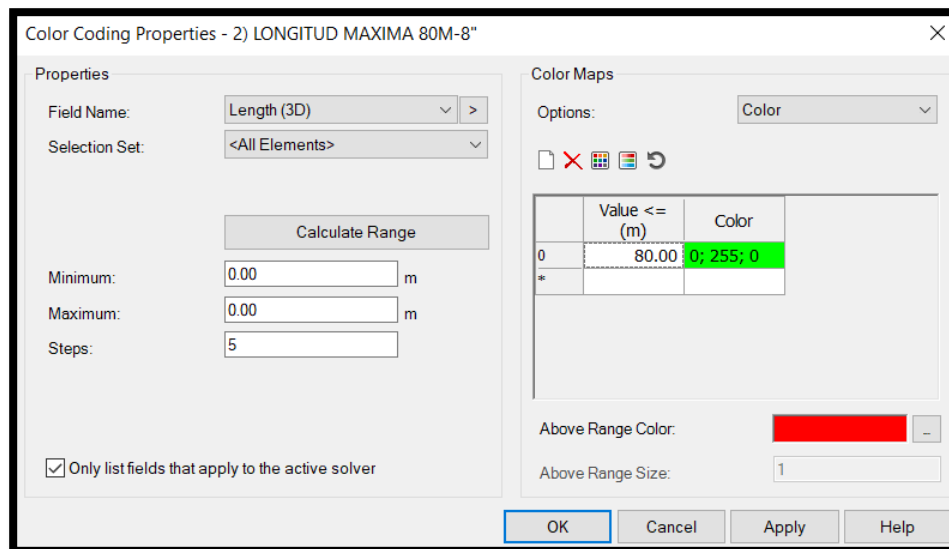
configura la longitud máxima de acuerdo con los diámetros elegidos, tal como se muestra a continuación:

Fig.33. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las longitudes de tubería 6”



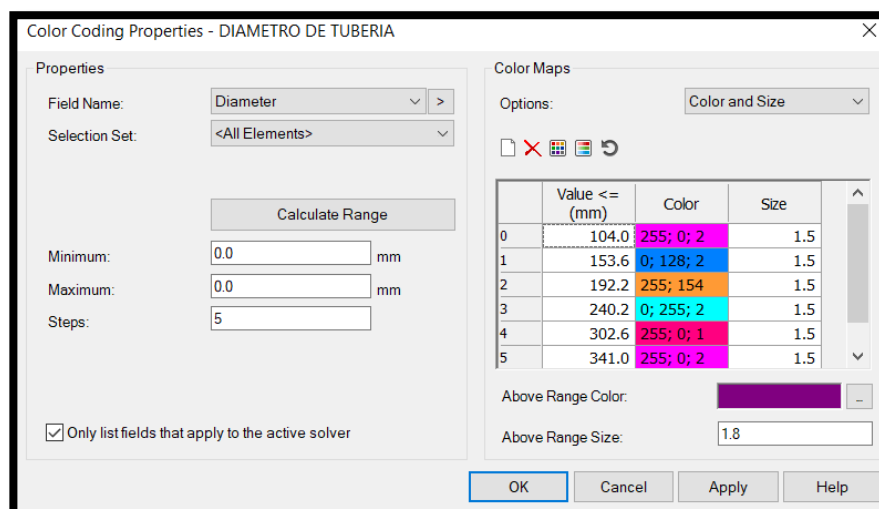
Fuente: Programa sewerCAD

Fig.34. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las longitudes de tubería 8”



Fuente: Programa sewerCAD

Fig.35. Ventana del sewerCAD con los parámetros establecidos por el reglamento respecto a las velocidades



Fuente: Programa sewerCAD

En el programa sewerCAD se ha colocado algunas limitaciones que nos alerten en caso se incumplan, como, por ejemplo; la longitud máxima para una tubería de 10 pulgadas según el RNE es de 100 metros, para tuberías de 8 pulgadas es de 80 metros, en el caso de las tuberías de 6 pulgadas la longitud máxima es de 60 metros y para tuberías de 4 pulgadas la longitud máxima es de 20 metros. Asimismo, la tensión tractiva no debe ser mayor a 1 Pa, la velocidad debe estar en un rango de 0.6m/s a 5 m/s y el caudal mínimo para diseñar redes de alcantarillado es de 1.5, en caso no se cumpla se hace una corrección de caudales para luego ser ingresados al programa, al corregirse las tuberías también se corrigen las alturas de buzón, ya que no nos pueden dar valores que no sean múltiplos de 5. La altura mínima en caso de los buzones se ha considerado de 1.20 y el diámetro también de 1.20 metros.

Tabla 44. Caudales obtenidos del programa sewerCAD

TUBERÍA	
a) CAUDALES EN TUBERIAS (sewercad)	
TUBERÍA	CAUDAL TOTAL TUBERÍA
RED COLECTORA (Polyline)-89	0.85
RED COLECTORA (Polyline)-113	0.16
RED COLECTORA (Polyline)-12	8.58
RED COLECTORA (Polyline)-19	1.23
RED COLECTORA (Polyline)-88	1.4
RED COLECTORA (Polyline)-6	20.2

RED COLECTORA (Polyline)-41	26.75
RED COLECTORA (Polyline)-101	1.48
RED COLECTORA (Polyline)-55	10.09
RED COLECTORA (Polyline)-102	1.43
RED COLECTORA (Polyline)-50	1.17
RED COLECTORA (Polyline)-98	4.48
RED COLECTORA (Polyline)-61	1.01
RED COLECTORA (Polyline)-2	0.63
RED COLECTORA (Polyline)-58	6.77
RED COLECTORA (Polyline)-97	4.56
RED COLECTORA (Polyline)-87	1.43
RED COLECTORA (Polyline)-120	2.18
RED COLECTORA (Polyline)-35	19.2
RED COLECTORA (Polyline)-71	10.67
RED COLECTORA (Polyline)-75	7.47
RED COLECTORA (Polyline)-40	26.67
RED COLECTORA (Polyline)-94	0.97
RED COLECTORA (Polyline)-111	0.2
RED COLECTORA (Polyline)-66	1.93
RED COLECTORA (Polyline)-65	9.77
RED COLECTORA (Polyline)-51	5.26
RED COLECTORA (Polyline)-96	4.68
RED COLECTORA (Polyline)-103	0.56
RED COLECTORA (Polyline)-86	2.21
RED COLECTORA (Polyline)-91	0.36
RED COLECTORA (Polyline)-84	5.08
RED COLECTORA (Polyline)-119	0.65
RED COLECTORA (Polyline)-69	10.52
RED COLECTORA (Polyline)-125	0.55
RED COLECTORA (Polyline)-128	4.73
RED COLECTORA (Polyline)-77	0.33
RED COLECTORA (Polyline)-136	1
RED COLECTORA (Polyline)-99	4.12
RED COLECTORA (Polyline)-90	0.59
RED COLECTORA (Polyline)-63	9.65
RED COLECTORA (Polyline)-60	0.41
RED COLECTORA (Polyline)-135	0.69
RED COLECTORA (Polyline)-127	5.73
RED COLECTORA (Polyline)-47	0.74
RED COLECTORA (Polyline)-132	0.31
RED COLECTORA (Polyline)-83	6.3
RED COLECTORA (Polyline)-93	2.02
RED COLECTORA (Polyline)-110	0.38
RED COLECTORA (Polyline)-42	0.18
RED COLECTORA (Polyline)-76	6.68
RED COLECTORA (Polyline)-31	2.24
RED COLECTORA (Polyline)-45	7.4
RED COLECTORA (Polyline)-20	1.26
RED COLECTORA (Polyline)-131	1.33
RED COLECTORA (Polyline)-82	0.92

RED COLECTORA (Polyline)-114	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-22	3.49
RED COLECTORA (Polyline)-37	20.25
RED COLECTORA (Polyline)-4	21.91
RED COLECTORA (Polyline)-38	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-39	22.81
RED COLECTORA (Polyline)-9	0.3
RED COLECTORA (Polyline)-13	0.64
RED COLECTORA (Polyline)-81	0.25
RED COLECTORA (Polyline)-134	1.22
RED COLECTORA (Polyline)-17	0.23
RED COLECTORA (Polyline)-28	0.8
RED COLECTORA (Polyline)-85	2.5
RED COLECTORA (Polyline)-27	0.34
RED COLECTORA (Polyline)-70	18.83
RED COLECTORA (Polyline)-33	2.81
RED COLECTORA (Polyline)-122	1.94
RED COLECTORA (Polyline)-32	2.4
RED COLECTORA (Polyline)-108	3.65
RED COLECTORA (Polyline)-73	7.87
RED COLECTORA (Polyline)-29	1.4
RED COLECTORA (Polyline)-36	19.95
RED COLECTORA (Polyline)-53	1.97
RED COLECTORA (Polyline)-1	0.51
RED COLECTORA (Polyline)-30	2.09
RED COLECTORA (Polyline)-64	1.13
RED COLECTORA (Polyline)-80	6.59
RED COLECTORA (Polyline)-3	21.69
RED COLECTORA (Polyline)-126	0.21
RED COLECTORA (Polyline)-14	0.35
RED COLECTORA (Polyline)-78	7.4
RED COLECTORA (Polyline)-8	23.32
RED COLECTORA (Polyline)-25(2)	0.54
RED COLECTORA (Polyline)-104(1)	0.29
RED COLECTORA (Polyline)-24(2)	0.57
RED COLECTORA (Polyline)-105(1)	0.25
RED COLECTORA (Polyline)-129(1)	3.86
RED COLECTORA (Polyline)-129(2)	3.54
RED COLECTORA (Polyline)-138(2)	0.73
RED COLECTORA (Polyline)-21(1)	1.58
RED COLECTORA (Polyline)-21(2)	2
RED COLECTORA (Polyline)-48(2)	0.88
RED COLECTORA (Polyline)-137(1)	0.37
RED COLECTORA (Polyline)-44(2)	0.56
RED COLECTORA (Polyline)-11(1)	27.06
RED COLECTORA (Polyline)-11(2)	27.25
RED COLECTORA (Polyline)-26(2)	0.18
RED COLECTORA (Polyline)-106(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-107(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-116(1)	0.02

RED COLECTORA (Polyline)-52(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-74(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-72(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-34(1)	0.18
RED COLECTORA (Polyline)-25(1)(2)	0.28
RED COLECTORA (Polyline)-104(2)(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-121(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-109(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-118(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-92(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-49(2)	0.37
RED COLECTORA (Polyline)-57(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-100(2)	0.11
RED COLECTORA (Polyline)-117(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-115(2)	0.19
RED COLECTORA (Polyline)-56(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-24(1)(2)	0.28
RED COLECTORA (Polyline)-105(2)(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-112(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-123(1)	0.04
RED COLECTORA (Polyline)-124(1)	0.04
RED COLECTORA (Polyline)-95(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-48(1)(2)	0.44
RED COLECTORA (Polyline)-46(1)	0.04
RED COLECTORA (Polyline)-68(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-54(2)	0.34
RED COLECTORA (Polyline)-44(1)(2)	0.28
RED COLECTORA (Polyline)-23(1)	0
RED COLECTORA (Polyline)-62(1)	0.04
RED COLECTORA (Polyline)-67(2)	0.18
RED COLECTORA (Polyline)-59(2)	0.27
RED COLECTORA (Polyline)-7(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-5(1)	0.04
RED COLECTORA (Polyline)-10(1)	0.05
RED COLECTORA (Polyline)-43(2)	0.38
RED COLECTORA (Polyline)-79(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-15(1)	0.05
RED COLECTORA (Polyline)-16(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-137(2)(1)	0.02
RED COLECTORA (Polyline)-133(1)	0.03
RED COLECTORA (Polyline)-138(1)(2)	0.31
RED COLECTORA (Polyline)-130(2)	0.35
RED COLECTORA (Polyline)-18(1)	0.04

Fuente : Elaboración propia

A continuación, se muestran los caudales corregidos, en donde el caudal mínimo será de 1.5 lts/seg tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 45. Resultado de la corrección de caudales mínimos

BUZÓN				
b) CAUDALES CONOCIDOS (sewercad)				
BUZON	TUBERÍA AGUAS ABAJO			CAUDAL CONOCIDO
MH-1432	RED COLECTORA (Polyline)-88	0	1.4	1.5
MH-1433	RED COLECTORA (Polyline)-89	0	0.85	1.5
MH-1434	RED COLECTORA (Polyline)-126	0	0.21	1.5
MH-1435	RED COLECTORA (Polyline)-113	0	0.16	1.5
MH-1437	RED COLECTORA (Polyline)-12	0	8.58	8.6
MH-1438	RED COLECTORA (Polyline)-129(2)	0	3.54	3.5
MH-1439	RED COLECTORA (Polyline)-114	0	0.03	1.5
MH-1440	RED COLECTORA (Polyline)-19	0	1.23	1.5
MH-1441	RED COLECTORA (Polyline)-20	0	1.26	1.5
MH-1442	RED COLECTORA (Polyline)-87	0	1.43	1.5
MH-1443	RED COLECTORA (Polyline)-37	0	20.25	20.3
MH-1444	RED COLECTORA (Polyline)-6	0	20.2	20.2
MH-1445	RED COLECTORA (Polyline)-41	0	26.75	26.8
MH-1446	RED COLECTORA (Polyline)-11(1)	0	27.06	27.1
MH-1447	RED COLECTORA (Polyline)-122	0	1.94	1.9
MH-1448	RED COLECTORA (Polyline)-101	0	1.48	1.5
MH-1449	RED COLECTORA (Polyline)-69	0	10.52	10.5
MH-1450	RED COLECTORA (Polyline)-55	0	10.09	10.1
MH-1451	RED COLECTORA (Polyline)-102	0	1.43	1.5
MH-1452	RED COLECTORA (Polyline)-50	0	1.17	1.5
MH-1453	RED COLECTORA (Polyline)-76	0	6.68	6.7
MH-1454	RED COLECTORA (Polyline)-97	0	4.56	4.6
MH-1455	RED COLECTORA (Polyline)-98	0	4.48	4.5
MH-1456	RED COLECTORA (Polyline)-61	0	1.01	1.5
MH-1457	RED COLECTORA (Polyline)-66	0	1.93	1.9
MH-1458	RED COLECTORA (Polyline)-2	0	0.63	1.5
MH-1459	RED COLECTORA (Polyline)-3	0	21.69	21.7
MH-1460	RED COLECTORA (Polyline)-58	0	6.77	6.8
MH-1461	RED COLECTORA (Polyline)-45	0	7.4	7.4
MH-1462	RED COLECTORA (Polyline)-96	0	4.68	4.7
MH-1463	RED COLECTORA (Polyline)-86	0	2.21	2.2
MH-1464	RED COLECTORA (Polyline)-99	0	4.12	4.1
MH-1465	RED COLECTORA (Polyline)-108	0	3.65	3.7
MH-1466	RED COLECTORA (Polyline)-120	0	2.18	2.2
MH-1467	RED COLECTORA (Polyline)-35	0	19.2	19.2
MH-1468	RED COLECTORA (Polyline)-36	0	19.95	20.0
MH-1469	RED COLECTORA (Polyline)-70	0	18.83	18.8
MH-1470	RED COLECTORA (Polyline)-71	0	10.67	10.7
MH-1471	RED COLECTORA (Polyline)-73	0	7.87	7.9

MH-1472	RED COLECTORA (Polyline)-75	0	7.47	7.5
MH-1473	RED COLECTORA (Polyline)-40	0	26.67	26.7
MH-1474	RED COLECTORA (Polyline)-93	0	2.02	2.0
MH-1475	RED COLECTORA (Polyline)-94	0	0.97	1.5
MH-1476	RED COLECTORA (Polyline)-110	0	0.38	1.5
MH-1477	RED COLECTORA (Polyline)-111	0	0.2	1.5
MH-1478	RED COLECTORA (Polyline)-53	0	1.97	2.0
MH-1479	RED COLECTORA (Polyline)-65	0	9.77	9.8
MH-1480	RED COLECTORA (Polyline)-51	0	5.26	5.3
MH-1481	RED COLECTORA (Polyline)-125	0	0.55	1.5
MH-1482	RED COLECTORA (Polyline)-103	0	0.56	1.5
MH-1483	RED COLECTORA (Polyline)-85	0	2.5	2.5
MH-1484	RED COLECTORA (Polyline)-91	0	0.36	1.5
MH-1485	RED COLECTORA (Polyline)-83	0	6.3	6.3
MH-1486	RED COLECTORA (Polyline)-84	0	5.08	5.1
MH-1487	RED COLECTORA (Polyline)-119	0	0.65	1.5
MH-1488	RED COLECTORA (Polyline)-47	0	0.74	1.5
MH-1489	RED COLECTORA (Polyline)-127	0	5.73	5.7
MH-1490	RED COLECTORA (Polyline)-128	0	4.73	4.7
MH-1491	RED COLECTORA (Polyline)-77	0	0.33	1.5
MH-1492	RED COLECTORA (Polyline)-136	0	1	1.5
MH-1493	RED COLECTORA (Polyline)-134	0	1.22	1.5
MH-1494	RED COLECTORA (Polyline)-90	0	0.59	1.5
MH-1495	RED COLECTORA (Polyline)-63	0	9.65	9.7
MH-1496	RED COLECTORA (Polyline)-60	0	0.41	1.5
MH-1497	RED COLECTORA (Polyline)-135	0	0.69	1.5
MH-1498	RED COLECTORA (Polyline)-80	0	6.59	6.6
MH-1499	RED COLECTORA (Polyline)-82	0	0.92	1.5
MH-1500	RED COLECTORA (Polyline)-132	0	0.31	1.5
MH-1501	RED COLECTORA (Polyline)-42	0	0.18	1.5
MH-1502	RED COLECTORA (Polyline)-31	0	2.24	2.2
MH-1503	RED COLECTORA (Polyline)-32	0	2.4	2.4
MH-1505	RED COLECTORA (Polyline)-21(1)	0	1.58	1.6
MH-1506	RED COLECTORA (Polyline)-131	0	1.33	1.5
MH-1507	RED COLECTORA (Polyline)-22	0	3.49	3.5
MH-1508	RED COLECTORA (Polyline)-33	0	2.81	2.8
MH-1509	RED COLECTORA (Polyline)-30	0	2.09	2.1
MH-1510	RED COLECTORA (Polyline)-64	0	1.13	1.5
MH-1511	RED COLECTORA (Polyline)-29	0	1.4	1.5
MH-1512	RED COLECTORA (Polyline)-28	0	0.8	1.5
MH-1513	RED COLECTORA (Polyline)-27	0	0.34	1.5
MH-1514	RED COLECTORA (Polyline)-4	0	21.91	21.9
MH-1515	RED COLECTORA (Polyline)-39	0	22.81	22.8
MH-1516	RED COLECTORA (Polyline)-1	0	0.51	1.5
MH-1517	RED COLECTORA (Polyline)-38	0	0.03	1.5
MH-1518	RED COLECTORA (Polyline)-8	0	23.32	23.3
MH-1520	RED COLECTORA (Polyline)-78	0	7.4	7.4
MH-1521	RED COLECTORA (Polyline)-14	0	0.35	1.5
MH-1522	RED COLECTORA (Polyline)-13	0	0.64	1.5
MH-1523	RED COLECTORA (Polyline)-81	0	0.25	1.5

MH-1524	RED COLECTORA (Polyline)-17	0	0.23	1.5
MH-1525	RED COLECTORA (Polyline)-25(2)	0	0.54	1.5
MH-1526	RED COLECTORA (Polyline)-104(1)	0	0.29	1.5
MH-1527	RED COLECTORA (Polyline)-24(2)	0	0.57	1.5
MH-1528	RED COLECTORA (Polyline)-105(1)	0	0.25	1.5
MH-1529	RED COLECTORA (Polyline)-129(1)	0	3.86	3.9
MH-1530	RED COLECTORA (Polyline)-138(2)	0	0.73	1.5
MH-1531	RED COLECTORA (Polyline)-21(2)	0	2	2.0
MH-1532	RED COLECTORA (Polyline)-48(2)	0	0.88	1.5
MH-1533	RED COLECTORA (Polyline)-137(1)	0	0.37	1.5
MH-1534	RED COLECTORA (Polyline)-44(2)	0	0.56	1.5
MH-1535	RED COLECTORA (Polyline)-11(2)	0	27.25	27.3
*MH-1536	RED COLECTORA (Polyline)-26(2)	0	0.18	1.5
*MH-1537	RED COLECTORA (Polyline)-106(1)	0	0.02	1.5
*MH-1538	RED COLECTORA (Polyline)-107(1)	0	0.02	1.5
*MH-1539	RED COLECTORA (Polyline)-116(1)	0	0.02	1.5
*MH-1541	RED COLECTORA (Polyline)-52(1)	0	0.02	1.5
*MH-1542	RED COLECTORA (Polyline)-74(1)	0	0.02	1.5
*MH-1544	RED COLECTORA (Polyline)-72(1)	0	0.02	1.5
*MH-1545	RED COLECTORA (Polyline)-34(1)	0	0.18	1.5
*MH-1546	RED COLECTORA (Polyline)-25(1)(2)	0	0.28	1.5
*MH-1547	RED COLECTORA (Polyline)-104(2)(1)	0	0.03	1.5
*MH-1548	RED COLECTORA (Polyline)-121(1)	0	0.03	1.5
*MH-1549	RED COLECTORA (Polyline)-109(1)	0	0.03	1.5
*MH-1550	RED COLECTORA (Polyline)-118(1)	0	0.03	1.5
*MH-1551	RED COLECTORA (Polyline)-92(1)	0	0.03	1.5
*MH-1552	RED COLECTORA (Polyline)-49(2)	0	0.37	1.5
*MH-1553	RED COLECTORA (Polyline)-57(1)	0	0.02	1.5
*MH-1554	RED COLECTORA (Polyline)-100(2)	0	0.11	1.5
*MH-1555	RED COLECTORA (Polyline)-117(1)	0	0.03	1.5
*MH-1556	RED COLECTORA (Polyline)-115(2)	0	0.19	1.5
*MH-1557	RED COLECTORA (Polyline)-56(1)	0	0.02	1.5
MH-1564	RED COLECTORA (Polyline)-9	0	0.3	1.5
*MH-1565	RED COLECTORA (Polyline)-24(1)(2)	0	0.28	1.5
*MH-1566	RED COLECTORA (Polyline)-105(2)(1)	0	0.03	1.5
*MH-1567	RED COLECTORA (Polyline)-112(1)	0	0.02	1.5
*MH-1568	RED COLECTORA (Polyline)-123(1)	0	0.04	1.5
*MH-1569	RED COLECTORA (Polyline)-124(1)	0	0.04	1.5
*MH-1570	RED COLECTORA (Polyline)-95(1)	0	0.02	1.5
*MH-1571	RED COLECTORA (Polyline)-48(1)(2)	0	0.44	1.5
*MH-1572	RED COLECTORA (Polyline)-46(1)	0	0.04	1.5
*MH-1573	RED COLECTORA (Polyline)-68(1)	0	0.03	1.5
*MH-1574	RED COLECTORA (Polyline)-54(2)	0	0.34	1.5
*MH-1575	RED COLECTORA (Polyline)-44(1)(2)	0	0.28	1.5
*MH-1576	RED COLECTORA (Polyline)-23(1)	0	0	1.5
*MH-1577	RED COLECTORA (Polyline)-62(1)	0	0.04	1.5
*MH-1580	RED COLECTORA (Polyline)-67(2)	0	0.18	1.5
*MH-1593	RED COLECTORA (Polyline)-59(2)	0	0.27	1.5
*MH-1594	RED COLECTORA (Polyline)-7(1)	0	0.02	1.5
*MH-1597	RED COLECTORA (Polyline)-5(1)	0	0.04	1.5

*MH-1598	RED COLECTORA (Polyline)-10(1)	0	0.05	1.5
*MH-1605	RED COLECTORA (Polyline)-43(2)	0	0.38	1.5
*MH-1606	RED COLECTORA (Polyline)-79(1)	0	0.02	1.5
*MH-1607	RED COLECTORA (Polyline)-15(1)	0	0.05	1.5
*MH-1608	RED COLECTORA (Polyline)-16(1)	0	0.02	1.5
*MH-1609	RED COLECTORA (Polyline)-137(2)(1)	0	0.02	1.5
*MH-1610	RED COLECTORA (Polyline)-133(1)	0	0.03	1.5
*MH-1611	RED COLECTORA (Polyline)-138(1)(2)	0	0.31	1.5
*MH-1616	RED COLECTORA (Polyline)-130(2)	0	0.35	1.5
*MH-1617	RED COLECTORA (Polyline)-18(1)	0	0.04	1.5

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los datos de los buzones corregidos, ya que del sewerCAD se obtienen valores que no son múltiplos de 5, lo que podría dificultar en el proceso constructivo por la variedad de alturas que se tiene.

Tabla 46. Resultado de la corrección de altura de buzón

TABLA CORRECCIÓN DE ALTURA DE BUZÓN					
BUZÓN	GROUND		INVERT		INVERT
	COTA TERRENO	COTA DE FONDO	CT-CF	CORREGIDO	CF CORREGIDO
	CT	CF			CT-CORREGIDO
MH-1432	29.45	27.52	1.93	2.00	27.45
MH-1433	29.46	27.56	1.90	1.90	27.56
MH-1434	29.95	28.40	1.55	1.60	28.35
MH-1435	29.95	28.46	1.49	1.50	28.45
MH-1437	28.99	24.81	4.18	4.20	24.79
MH-1438	29.99	26.09	3.90	3.90	26.09
MH-1439	29.96	28.80	1.16	1.20	28.76
MH-1440	30.81	27.63	3.18	3.20	27.61
MH-1441	30.86	27.53	3.33	3.40	27.46
MH-1442	29.45	27.42	2.03	2.10	27.35
MH-1443	28.15	24.74	3.41	3.50	24.65
MH-1444	28.19	24.77	3.42	3.50	24.69
MH-1445	28.49	24.13	4.36	4.40	24.09
MH-1446	28.58	24.11	4.47	4.50	24.08
MH-1447	29.03	26.80	2.23	2.30	26.73
MH-1448	29.08	26.95	2.13	2.20	26.88
MH-1449	28.72	25.84	2.88	2.90	25.82
MH-1450	28.73	25.89	2.84	2.90	25.83
MH-1451	29.12	27.12	2.00	2.00	27.12
MH-1452	29.00	26.95	2.05	2.10	26.90
MH-1453	28.87	25.43	3.44	3.50	25.37
MH-1454	28.84	25.77	3.07	3.10	25.74
MH-1455	28.88	25.85	3.03	3.10	25.78
MH-1456	28.65	27.07	1.58	1.60	27.05
MH-1457	28.76	26.87	1.89	1.90	26.86

MH-1458	27.91	25.76	2.15	2.20	25.71
MH-1459	28.01	24.66	3.35	3.40	24.61
MH-1460	28.97	26.41	2.56	2.60	26.37
MH-1461	29.29	26.33	2.96	3.00	26.29
MH-1462	28.78	25.66	3.12	3.20	25.58
MH-1463	29.37	27.14	2.23	2.30	27.07
MH-1464	28.98	25.98	3.00	3.00	25.98
MH-1465	29.16	26.21	2.95	3.00	26.16
MH-1466	29.29	26.42	2.87	2.90	26.39
MH-1467	28.29	24.95	3.34	3.40	24.89
MH-1468	28.44	24.89	3.55	3.60	24.84
MH-1469	28.37	25.06	3.31	3.40	24.97
MH-1470	28.53	25.75	2.78	2.80	25.73
MH-1471	28.51	25.22	3.29	3.30	25.21
MH-1472	28.61	25.33	3.28	3.30	25.31
MH-1473	28.31	24.19	4.12	4.20	24.11
MH-1474	29.47	27.64	1.83	1.90	27.57
MH-1475	29.65	27.93	1.72	1.80	27.85
MH-1476	29.58	28.23	1.35	1.40	28.18
MH-1477	29.77	28.51	1.26	1.30	28.47
MH-1478	28.58	26.63	1.95	2.00	26.58
MH-1479	28.89	25.98	2.91	3.00	25.89
MH-1480	28.73	25.54	3.19	3.20	25.53
MH-1481	29.79	27.67	2.12	2.20	27.59
MH-1482	29.19	27.41	1.78	1.80	27.39
MH-1483	29.38	26.92	2.46	2.50	26.88
MH-1484	29.08	27.24	1.84	1.90	27.18
MH-1485	29.17	26.51	2.66	2.70	26.47
MH-1486	29.28	26.63	2.65	2.70	26.58
MH-1487	29.06	27.77	1.29	1.30	27.76
MH-1488	29.67	27.37	2.30	2.30	27.37
MH-1489	29.66	25.43	4.23	4.30	25.36
MH-1490	29.78	25.56	4.22	4.30	25.48
MH-1491	28.85	27.49	1.36	1.40	27.45
MH-1492	30.39	28.35	2.04	2.10	28.29
MH-1493	30.45	28.05	2.40	2.40	28.05
MH-1494	29.48	27.86	1.62	1.70	27.78
MH-1495	29.08	26.07	3.01	3.10	25.98
MH-1496	28.81	27.41	1.40	1.40	27.41
MH-1497	30.14	28.66	1.48	1.50	28.64
MH-1498	29.48	25.32	4.16	4.20	25.28
MH-1499	29.47	27.06	2.41	2.50	26.97
MH-1500	29.97	28.78	1.19	1.20	28.77
MH-1501	29.18	28.03	1.15	1.20	27.98
MH-1502	28.57	25.91	2.66	2.70	25.87
MH-1503	28.38	25.67	2.71	2.80	25.58
MH-1505	30.93	27.20	3.73	3.80	27.13
MH-1506	30.17	28.31	1.86	1.90	28.27
MH-1507	30.47	26.27	4.20	4.20	26.27
MH-1508	28.28	25.35	2.93	3.00	25.28
MH-1509	28.69	26.34	2.35	2.40	26.29
MH-1510	29.43	26.72	2.71	2.80	26.63
MH-1511	28.79	26.82	1.97	2.00	26.79

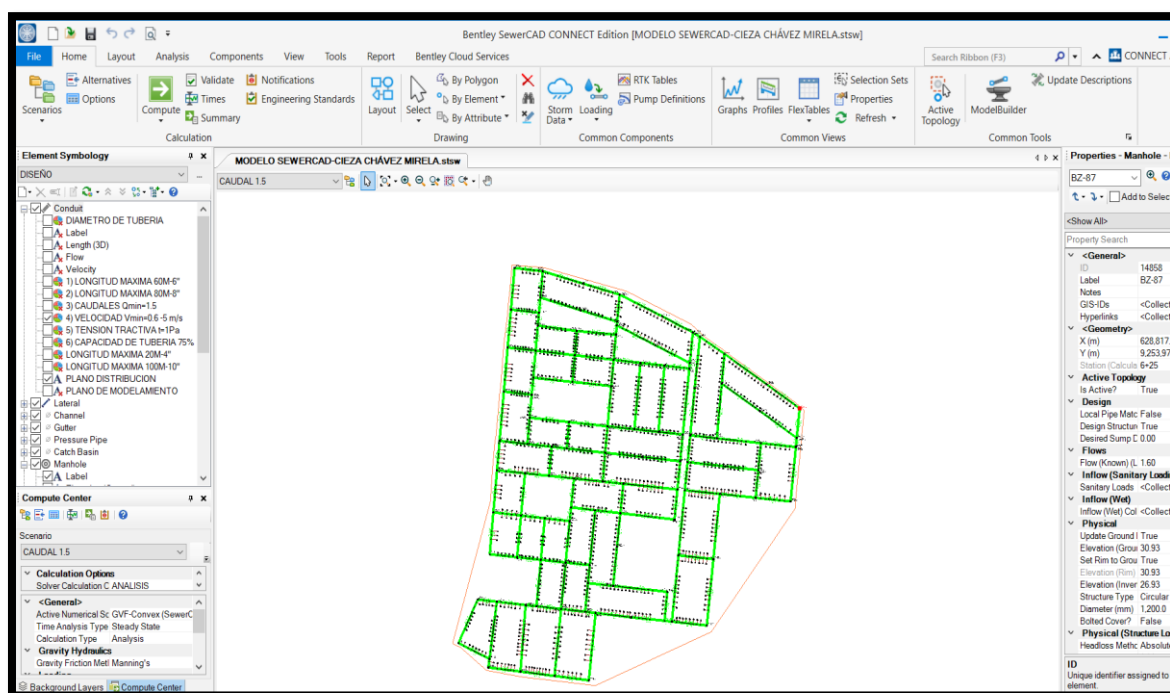
MH-1512	28.90	27.25	1.65	1.70	27.20
MH-1513	29.02	27.71	1.31	1.40	27.62
MH-1514	27.85	24.51	3.34	3.40	24.45
MH-1515	27.94	24.43	3.51	3.60	24.34
MH-1516	27.70	26.29	1.41	1.50	26.20
MH-1517	27.85	26.70	1.15	1.20	26.65
MH-1518	28.06	24.34	3.72	3.80	24.26
MH-1520	29.26	25.08	4.18	4.20	25.06
MH-1521	29.61	28.10	1.51	1.60	28.01
MH-1522	29.30	27.36	1.94	2.00	27.30
MH-1523	29.95	28.59	1.36	1.40	28.55
MH-1524	30.48	29.08	1.40	1.40	29.08
MH-1525	29.36	27.90	1.46	1.50	27.86
MH-1526	29.32	27.88	1.44	1.50	27.82
MH-1527	29.78	28.42	1.36	1.40	28.38
MH-1528	29.71	28.37	1.34	1.40	28.31
MH-1529	29.93	25.80	4.13	4.20	25.73
MH-1530	30.55	29.20	1.35	1.40	29.15
MH-1531	30.78	26.75	4.03	4.10	26.68
MH-1532	29.49	28.09	1.40	1.40	28.09
MH-1533	30.04	28.84	1.20	1.20	28.84
MH-1534	28.97	27.26	1.71	1.80	27.17
MH-1535	28.72	24.02	4.70	4.70	24.02
*MH-1536	29.17	28.02	1.15	1.20	27.97
*MH-1537	29.06	27.91	1.15	1.20	27.86
*MH-1538	28.96	27.81	1.15	1.20	27.76
*MH-1539	28.83	27.67	1.16	1.20	27.63
*MH-1541	28.59	27.43	1.16	1.20	27.39
*MH-1542	28.40	27.25	1.15	1.20	27.20
*MH-1544	28.36	27.21	1.15	1.20	27.16
*MH-1545	28.27	27.12	1.15	1.20	27.07
*MH-1546	29.47	28.32	1.15	1.20	28.27
*MH-1547	29.45	28.29	1.16	1.20	28.25
*MH-1548	29.44	28.29	1.15	1.20	28.24
*MH-1549	29.35	28.19	1.16	1.20	28.15
*MH-1550	29.35	28.20	1.15	1.20	28.15
*MH-1551	29.27	28.11	1.16	1.20	28.07
*MH-1552	29.15	28.00	1.15	1.20	27.95
*MH-1553	28.96	27.81	1.15	1.20	27.76
*MH-1554	28.99	27.84	1.15	1.20	27.79
*MH-1555	29.04	27.88	1.16	1.20	27.84
*MH-1556	28.81	27.66	1.15	1.20	27.61
*MH-1557	28.83	27.68	1.15	1.20	27.63
MH-1564	28.26	26.71	1.55	1.60	26.66
*MH-1565	29.94	28.78	1.16	1.20	28.74
*MH-1566	29.93	28.77	1.16	1.20	28.73
*MH-1567	29.92	28.77	1.15	1.20	28.72
*MH-1568	29.57	28.42	1.15	1.20	28.37
*MH-1569	29.77	28.61	1.16	1.20	28.57
*MH-1570	29.77	28.62	1.15	1.20	28.57
*MH-1571	29.65	28.50	1.15	1.20	28.45
*MH-1572	29.45	28.30	1.15	1.20	28.25
*MH-1573	28.52	27.37	1.15	1.20	27.32

*MH-1574	28.59	27.44	1.15	1.20	27.39
*MH-1575	28.82	27.67	1.15	1.20	27.62
*MH-1576	29.97	28.82	1.15	1.20	28.77
*MH-1577	28.88	27.73	1.15	1.20	27.68
*MH-1580	28.56	27.41	1.15	1.20	27.36
*MH-1593	28.51	27.36	1.15	1.20	27.31
*MH-1594	28.30	27.14	1.16	1.20	27.10
*MH-1597	28.13	26.98	1.15	1.20	26.93
*MH-1598	28.56	27.40	1.16	1.20	27.36
*MH-1605	29.13	27.98	1.15	1.20	27.93
*MH-1606	29.57	28.42	1.15	1.20	28.37
*MH-1607	29.94	28.78	1.16	1.20	28.74
*MH-1608	30.12	28.97	1.15	1.20	28.92
*MH-1609	30.33	29.17	1.16	1.20	29.13
*MH-1610	30.40	29.25	1.15	1.20	29.20
*MH-1611	30.82	29.66	1.16	1.20	29.62
*MH-1616	30.00	28.84	1.16	1.20	28.80
*MH-1617	30.77	29.62	1.15	1.20	29.57

Elaboración: Fuente propia

En el modelo hidráulico se ingresan los valores corregidos para poder obtener los valores de diseño correctos.

Fig.36. Dibujo de las redes de Alcantarillado en el programa SewerCAD



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los valores de diseño obtenidos del modelo hidráulico de redes de alcantarillado en el programa SewerCAD.

Tabla 47. Diseño de las redes de Alcantarillado mediante SewerCAD

RESULTADO DE ANÁLISIS- ALCANTARILLADO - TUBERÍAS

Proyecto: "Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo"
Localidad: UPIS 1ero de Mayo
Distrito: José Leonardo Ortiz
Contenido: Cálculo de la demanda de alcantarillado
Elaborado: Cieza Chávez Mirela Yulicsa
Fecha: 8/08/2022

Elemento	"n" Manning	Buzón aguas arriba (msnm)			Buzón aguas abajo (msnm)			Diámetro nominal	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal (lps)	Tensión tractiva (Pascal)
		Buzón	Cota tapa	Cota fondo	Buzón	Cota tapa	Cota fondo						
RED COLECTOR													
TUB-01	0.010	BZ-60	28.37	25.87	BZ-51	28.51	26.11	250 mm PVC SERIE 25	61.61	0.40	0.73	7.90	1.52
TUB-02	0.010	BZ-53	28.98	26.97	BZ-54	29.29	26.89	250 mm PVC SERIE 25	32.17	0.20	0.60	6.80	1.00
TUB-03	0.010	BZ-96	29.66	25.06	BZ-95	29.78	25.18	160 mm PVC SERIE 25	39.02	0.30	0.60	4.70	1.06
TUB-04	0.010	BZ-67	27.94	24.54	BZ-69	28.06	24.46	315 mm PVC SERIE 25	53.63	0.10	0.69	24.30	1.10
TUB-05	0.010	BZ-95	29.78	25.18	BZ-93	29.93	25.43	160 mm PVC SERIE 25	68.74	0.40	0.60	3.90	1.13
TUB-06	0.010	BZ-74	28.31	24.31	BZ-69	28.06	24.46	315 mm PVC SERIE 25	97.65	0.20	0.70	24.80	1.13
TUB-07	0.010	BZ-91	30.47	25.97	BZ-92	29.99	25.79	160 mm PVC SERIE 25	45.68	0.40	0.60	3.50	1.15
TUB-08	0.010	BZ-65	28.01	24.81	BZ-66	27.85	24.65	315 mm PVC SERIE 25	96.31	0.20	0.71	23.20	1.18
TUB-09	0.010	BZ-42	28.69	26.09	BZ-43	28.57	25.67	160 mm PVC SERIE 25	71.85	0.60	0.60	2.10	1.26
TUB-10	0.010	BZ-05	28.73	25.73	BZ-04	28.78	25.88	250 mm PVC SERIE 25	38.32	0.40	0.63	4.70	1.22
TUB-11	0.010	BZ-98	29.26	24.56	BZ-97	29.48	24.88	315 mm PVC SERIE 25	94.92	0.30	0.64	6.60	1.21
TUB-12	0.010	BZ-81	30.48	28.98	*BZ-85	30.80	29.80	160 mm PVC SERIE 25	79.40	1.00	0.67	1.50	1.70
TUB-13	0.010	BZ-29	29.65	27.85	*BZ-19	29.77	28.77	160 mm PVC SERIE 25	96.54	1.00	0.65	1.50	1.60
TUB-14	0.010	BZ-88	30.78	26.48	BZ-91	30.47	25.97	160 mm PVC SERIE 25	79.54	0.60	0.61	2.00	1.33

TUB-15	0.010	BZ-87	30.93	26.93	BZ-88	30.78	26.48	160 mm PVC SERIE 25	61.94	0.70	0.60	1.60	1.33
TUB-16	0.010	BZ-80	30.04	28.74	*BZ-83	30.39	29.39	160 mm PVC SERIE 25	51.86	1.30	0.71	1.50	1.97
TUB-17	0.010	*BZ-37	29.70	28.45	BZ-18	29.49	27.99	160 mm PVC SERIE 25	60.24	0.80	0.60	1.50	1.34
TUB-18	0.010	BZ-86	30.86	27.26	BZ-87	30.93	26.93	160 mm PVC SERIE 25	43.19	0.80	0.60	1.50	1.34
TUB-19	0.010	BZ-93	29.93	25.43	BZ-92	29.99	25.79	315 mm PVC SERIE 25	75.18	0.50	0.60	3.50	1.20
TUB-20	0.010	BZ-94	29.97	28.67	*BZ-84	30.45	29.20	160 mm PVC SERIE 25	69.23	0.80	0.60	1.50	1.34
TUB-21	0.010	BZ-27	29.37	26.77	BZ-26	29.45	27.05	160 mm PVC SERIE 25	36.50	0.80	0.60	1.50	1.34
TUB-22	0.010	BZ-99	29.61	28.01	*BZ-79	29.95	28.74	160 mm PVC SERIE 25	95.11	0.80	0.60	1.50	1.34
TUB-23	0.010	BZ-20	29.58	28.08	BZ-19	29.77	28.37	160 mm PVC SERIE 25	37.74	0.80	0.60	1.50	1.35
TUB-24	0.010	BZ-13	29.06	27.26	BZ-15	29.16	26.96	160 mm PVC SERIE 25	38.89	0.80	0.60	1.50	1.35
TUB-25	0.010	O-19	29.43	26.43	BZ-38	29.47	26.77	160 mm PVC SERIE 25	43.88	0.80	0.60	1.50	1.35
TUB-26	0.010	BZ-41	28.79	26.59	BZ-42	28.69	26.09	160 mm PVC SERIE 25	64.16	0.80	0.60	1.50	1.36
TUB-27	0.010	*BZ-78	29.18	27.98	BZ-70	28.81	27.31	160 mm PVC SERIE 25	85.06	0.80	0.61	1.50	1.37
TUB-28	0.010	BZ-36	29.79	27.49	BZ-35	29.95	28.25	160 mm PVC SERIE 25	96.33	0.80	0.61	1.50	1.37
TUB-29	0.010	*BZ-70	28.81	27.62	BZ-52	28.97	27.17	160 mm PVC SERIE 25	56.92	0.80	0.61	1.50	1.38
TUB-30	0.010	*BZ-09	29.20	27.97	BZ-39	29.02	27.62	160 mm PVC SERIE 25	44.19	0.80	0.61	1.50	1.38
TUB-31	0.010	BZ-82	30.14	28.54	BZ-81	30.48	28.98	160 mm PVC SERIE 25	54.85	0.80	0.61	1.50	1.39
TUB-32	0.010	BZ-84	30.45	27.85	BZ-85	30.81	27.41	160 mm PVC SERIE 25	54.83	0.80	0.61	1.50	1.39
TUB-33	0.010	BZ-24	29.46	27.46	BZ-23	29.48	27.78	160 mm PVC SERIE 25	39.46	0.80	0.61	1.50	1.41
TUB-34	0.010	BZ-22	29.78	28.38	BZ-23	29.48	27.78	160 mm PVC SERIE 25	73.43	0.80	0.61	1.50	1.41
TUB-35	0.010	BZ-37	29.67	27.17	BZ-36	29.79	27.49	160 mm PVC SERIE 25	38.99	0.80	0.62	1.50	1.42
TUB-36	0.010	BZ-06	28.87	25.57	BZ-05	28.73	25.73	250 mm PVC SERIE 25	38.20	0.40	0.67	5.30	1.35
TUB-37	0.010	BZ-79	29.95	28.45	*BZ-82	30.14	28.92	160 mm PVC SERIE 25	56.26	0.80	0.62	1.50	1.44
TUB-38	0.010	BZ-43	28.57	25.67	BZ-44	28.38	25.38	160 mm PVC SERIE 25	42.96	0.70	0.64	2.20	1.44
TUB-39	0.010	BZ-62	28.44	25.54	BZ-63	28.19	25.39	315 mm PVC SERIE 25	67.62	0.20	0.77	21.50	1.44
TUB-40	0.010	BZ-100	29.30	27.20	BZ-99	29.61	28.01	160 mm PVC SERIE 25	96.80	0.80	0.62	1.50	1.44
TUB-41	0.010	BZ-47	27.70	26.20	BZ-46	27.85	26.65	160 mm PVC SERIE 25	53.51	0.80	0.62	1.50	1.45
TUB-42	0.010	BZ-47	27.70	26.20	BZ-48	27.91	25.61	160 mm PVC SERIE 25	70.04	0.80	0.62	1.50	1.45
TUB-43	0.010	BZ-72	28.76	26.66	BZ-73	28.58	26.38	160 mm PVC SERIE 25	37.79	0.70	0.63	1.90	1.45
TUB-44	0.010	BZ-44	28.38	25.38	BZ-45	28.28	24.98	315 mm PVC SERIE 25	61.24	0.70	0.60	2.40	1.29
TUB-45	0.010	BZ-66	27.85	24.65	BZ-67	27.94	24.54	315 mm PVC SERIE 25	50.40	0.20	0.78	23.40	1.47

TUB-46	0.010	BZ-39	29.02	27.62	BZ-40	28.90	27.10	160 mm PVC SERIE 25	60.59	0.90	0.62	1.50	1.47
TUB-47	0.010	*BZ-75	28.49	27.31	BZ-71	28.65	26.95	160 mm PVC SERIE 25	41.75	0.90	0.62	1.50	1.48
TUB-48	0.010	BZ-83	30.39	28.19	BZ-84	30.45	27.85	160 mm PVC SERIE 25	39.33	0.90	0.62	1.50	1.48
TUB-49	0.010	BZ-82	30.14	28.54	BZ-83	30.39	28.19	160 mm PVC SERIE 25	40.28	0.90	0.63	1.50	1.48
TUB-50	0.010	BZ-08	29.36	27.86	BZ-09	29.19	27.29	160 mm PVC SERIE 25	65.04	0.90	0.63	1.50	1.49
TUB-51	0.010	*BZ-94	29.97	28.97	BZ-90	30.17	28.27	160 mm PVC SERIE 25	79.70	0.90	0.63	1.50	1.50
TUB-52	0.010	BZ-101	28.99	24.19	BZ-98	29.26	24.56	315 mm PVC SERIE 25	96.66	0.40	0.69	7.40	1.41
TUB-53	0.010	BZ-04	28.78	25.88	BZ-03	28.84	26.04	250 mm PVC SERIE 25	33.43	0.50	0.67	4.60	1.41
TUB-54	0.010	BZ-17	28.88	26.38	BZ-16	28.98	26.58	250 mm PVC SERIE 25	39.40	0.50	0.66	4.10	1.41
TUB-55	0.010	BZ-19	29.77	28.37	*BZ-35	29.95	28.95	250 mm PVC SERIE 25	39.00	1.50	0.71	1.50	2.07
TUB-56	0.010	BZ-97	29.48	24.88	BZ-96	29.66	25.06	315 mm PVC SERIE 25	41.01	0.40	0.67	5.70	1.39
TUB-57	0.010	BZ-49	28.85	27.35	*BZ-53	28.98	27.76	250 mm PVC SERIE 25	45.30	0.90	0.60	1.50	1.41
TUB-58	0.010	BZ-71	28.65	26.95	BZ-70	28.81	27.31	160 mm PVC SERIE 25	39.54	0.90	0.64	1.50	1.54
TUB-59	0.010	BZ-34	29.95	28.35	BZ-33	29.96	28.76	250 mm PVC SERIE 25	44.59	0.90	0.60	1.50	1.42
TUB-60	0.010	BZ-40	28.90	27.10	BZ-41	28.79	26.59	250 mm PVC SERIE 25	55.23	0.90	0.60	1.50	1.43
TUB-61	0.010	BZ-30	29.47	27.47	*BZ-20	29.59	28.37	160 mm PVC SERIE 25	96.73	0.90	0.64	1.50	1.56
TUB-62	0.010	BZ-28	29.38	26.48	BZ-27	29.37	26.77	250 mm PVC SERIE 25	38.39	0.80	0.63	2.20	1.45
TUB-63	0.010	BZ-10	29.12	26.92	BZ-09	29.19	27.29	160 mm PVC SERIE 25	38.33	1.00	0.65	1.50	1.61
TUB-64	0.010	*BZ-04	28.78	27.78	BZ-01	29.08	27.18	250 mm PVC SERIE 25	61.77	1.00	0.61	1.50	1.48
TUB-65	0.010	BZ-38	29.47	26.77	BZ-37	29.67	27.17	250 mm PVC SERIE 25	41.10	1.00	0.62	1.50	1.49
TUB-66	0.010	BZ-02	29.00	26.80	BZ-01	29.08	27.18	160 mm PVC SERIE 25	38.50	1.00	0.65	1.50	1.64
TUB-67	0.010	BZ-52	28.97	27.17	BZ-55	29.08	26.68	160 mm PVC SERIE 25	49.10	1.00	0.66	1.50	1.65
TUB-68	0.010	BZ-30	29.47	27.47	BZ-29	29.65	27.85	250 mm PVC SERIE 25	37.74	1.00	0.62	1.50	1.53
TUB-69	0.010	BZ-16	28.98	26.58	BZ-15	29.16	26.96	250 mm PVC SERIE 25	61.27	0.60	0.69	3.70	1.57
TUB-70	0.010	*BZ-86	30.86	29.86	BZ-89	30.55	29.15	160 mm PVC SERIE 25	69.39	1.00	0.66	1.50	1.69
TUB-71	0.010	BZ-68	28.26	26.16	*BZ-76	28.58	27.18	160 mm PVC SERIE 25	98.38	1.00	0.67	1.50	1.70
TUB-72	0.010	BZ-07	29.32	27.82	*BZ-24	29.45	28.45	160 mm PVC SERIE 25	59.27	1.10	0.67	1.50	1.74
TUB-73	0.010	BZ-21	29.71	28.31	*BZ-34	29.95	28.95	160 mm PVC SERIE 25	59.91	1.10	0.67	1.50	1.74
TUB-74	0.010	*BZ-23	29.50	28.50	BZ-08	29.36	27.86	315 mm PVC SERIE 25	59.72	1.10	0.62	1.50	1.53
TUB-75	0.010	BZ-11	29.08	26.68	BZ-10	29.12	26.92	160 mm PVC SERIE 25	22.26	1.10	0.68	1.50	1.76
TUB-76	0.010	BZ-61	28.29	25.69	BZ-60	28.37	25.87	250 mm PVC SERIE 25	60.81	0.30	0.85	20.30	1.79

TUB-77	0.010	BZ-71	28.65	26.95	BZ-72	28.76	26.66	160 mm PVC SERIE 25	26.15	1.10	0.68	1.50	1.79
TUB-78	0.010	BZ-55	29.08	26.68	BZ-54	29.29	26.89	160 mm PVC SERIE 25	43.03	0.50	0.80	7.40	1.84
TUB-79	0.010	BZ-85	30.81	27.41	BZ-86	30.86	27.26	160 mm PVC SERIE 25	13.22	1.10	0.69	1.50	1.83
TUB-80	0.010	*BZ-33	30.00	29.00	BZ-22	29.78	28.38	315 mm PVC SERIE 25	53.46	1.20	0.64	1.50	1.62
TUB-81	0.010	BZ-57	28.73	26.33	BZ-56	28.89	26.49	250 mm PVC SERIE 25	37.89	0.40	0.83	11.30	1.89
TUB-82	0.010	BZ-89	30.55	29.15	BZ-90	30.17	28.27	160 mm PVC SERIE 25	71.74	1.20	0.71	1.50	1.94
TUB-83	0.010	BZ-35	29.95	28.25	BZ-34	29.95	28.35	250 mm PVC SERIE 25	8.06	1.20	0.67	1.50	1.80
TUB-84	0.010	BZ-51	28.51	26.11	BZ-50	28.61	26.21	250 mm PVC SERIE 25	37.39	0.30	0.63	7.50	1.11
TUB-85	0.010	BZ-72	28.76	26.66	*BZ-56	28.89	27.68	160 mm PVC SERIE 25	80.13	1.30	0.72	1.50	2.00
TUB-86	0.010	BZ-60	28.37	25.87	BZ-59	28.53	26.03	250 mm PVC SERIE 25	37.30	0.40	0.85	12.20	1.97
TUB-87	0.010	BZ-12	29.03	26.43	BZ-11	29.08	26.68	160 mm PVC SERIE 25	18.72	1.30	0.73	1.50	2.07
TUB-88	0.010	BZ-31	29.28	25.88	BZ-28	29.38	26.48	250 mm PVC SERIE 25	58.57	1.00	0.73	2.50	1.95
TUB-89	0.010	BZ-10	29.12	26.92	BZ-07	29.32	27.82	160 mm PVC SERIE 25	65.59	1.40	0.74	1.50	2.12
TUB-90	0.010	BZ-56	28.89	26.49	BZ-55	29.08	26.68	250 mm PVC SERIE 25	39.54	0.50	0.86	11.20	2.08
TUB-91	0.010	BZ-74	28.31	24.31	BZ-75	28.49	24.19	315 mm PVC SERIE 25	37.71	0.30	0.95	28.20	2.14
TUB-92	0.010	BZ-59	28.53	26.03	BZ-58	28.72	26.22	250 mm PVC SERIE 25	38.94	0.50	0.89	12.00	2.17
TUB-93	0.010	BZ-26	29.45	27.05	BZ-25	29.45	27.25	250 mm PVC SERIE 25	13.80	1.40	0.71	1.50	2.02
TUB-94	0.010	BZ-13	29.06	27.26	*BZ-28	29.38	28.15	160 mm PVC SERIE 25	60.89	1.50	0.75	1.50	2.23
TUB-95	0.010	BZ-01	29.08	27.18	*BZ-31	29.30	28.07	250 mm PVC SERIE 25	60.42	1.50	0.71	1.50	2.05
TUB-96	0.010	BZ-61	28.29	25.69	BZ-62	28.44	25.54	315 mm PVC SERIE 25	37.30	0.40	0.95	20.70	2.27
TUB-97	0.010	BZ-32	29.17	25.57	BZ-31	29.28	25.88	250 mm PVC SERIE 25	38.66	0.80	0.83	5.10	2.21
TUB-98	0.010	BZ-25	29.45	27.25	BZ-21	29.71	28.31	160 mm PVC SERIE 25	66.65	1.60	0.78	1.50	2.38
TUB-99	0.010	BZ-54	29.29	26.89	*BZ-38	29.50	28.25	250 mm PVC SERIE 25	84.98	1.60	0.73	1.50	2.18
TUB-100	0.010	BZ-58	28.72	26.22	BZ-57	28.73	26.33	250 mm PVC SERIE 25	19.98	0.60	0.92	11.60	2.35
TUB-101	0.010	BZ-12	29.03	26.43	*BZ-14	29.30	27.45	160 mm PVC SERIE 25	61.21	1.70	0.79	1.50	2.46
TUB-102	0.010	BZ-40	28.90	27.10	*BZ-11	29.08	27.86	160 mm PVC SERIE 25	44.06	1.70	0.80	1.50	2.53
TUB-103	0.010	BZ-15	29.16	26.96	BZ-14	29.30	27.49	160 mm PVC SERIE 25	35.44	1.50	0.85	2.20	2.69
TUB-104	0.010	BZ-29	29.65	27.85	*BZ-36	29.80	28.57	250 mm PVC SERIE 25	38.33	1.90	0.78	1.50	2.47
TUB-105	0.010	*BZ-32	29.20	27.95	BZ-02	29.00	26.80	250 mm PVC SERIE 25	60.11	1.90	0.78	1.50	2.51
TUB-106	0.010	*BZ-20	28.58	27.39	BZ-58	28.72	26.22	250 mm PVC SERIE 25	60.41	1.90	0.78	1.50	2.53
TUB-107	0.010	BZ-15	29.16	26.96	*BZ-27	29.40	28.15	250 mm PVC SERIE 25	61.22	1.90	0.78	1.50	2.54

TUB-108	0.010	BZ-55	29.08	26.68	*EMPALME	29.43	28.43	250 mm PVC SERIE 25	85.01	2.10	0.80	1.50	2.65
TUB-109	0.010	BZ-76	28.58	24.08	BZ-77	28.72	23.82	315 mm PVC SERIE 25	56.03	0.50	1.09	28.60	2.91
TUB-110	0.010	BZ-17	28.88	26.38	*BZ-13	29.05	27.84	160 mm PVC SERIE 25	61.48	2.40	0.89	1.50	3.25
TUB-111	0.010	BZ-67	27.94	24.54	*BZ-64	28.14	26.93	160 mm PVC SERIE 25	96.82	2.50	0.90	1.50	3.35
TUB-112	0.010	BZ-41	28.79	26.59	*BZ-16	29.00	27.76	250 mm PVC SERIE 25	43.93	2.70	0.88	1.50	3.23
TUB-113	0.010	BZ-48	27.91	25.61	BZ-65	28.01	24.81	160 mm PVC SERIE 25	30.01	2.70	0.93	1.50	3.54
TUB-114	0.010	BZ-51	28.51	26.11	*BZ-44	28.40	27.20	250 mm PVC SERIE 25	43.94	2.50	0.86	1.50	3.06
TUB-115	0.010	BZ-50	28.61	26.21	BZ-49	28.85	27.35	250 mm PVC SERIE 25	39.32	2.90	0.90	1.50	3.47
TUB-116	0.010	BZ-62	28.44	25.54	*BZ-59	28.53	27.32	160 mm PVC SERIE 25	60.64	2.90	0.97	1.50	3.82
TUB-117	0.010	BZ-75	28.49	24.19	BZ-76	28.58	24.08	250 mm PVC SERIE 25	16.46	0.70	1.25	28.30	3.93
TUB-118	0.010	BZ-57	28.73	26.33	*BZ-49	28.84	27.63	250 mm PVC SERIE 25	42.29	3.10	0.92	1.50	3.63
TUB-119	0.010	BZ-27	29.37	26.77	BZ-20	29.58	28.08	250 mm PVC SERIE 25	42.15	3.10	0.92	1.50	3.66
TUB-120	0.010	BZ-69	28.06	24.46	BZ-68	28.26	26.16	160 mm PVC SERIE 25	53.91	3.20	0.98	1.50	4.05
TUB-121	0.010	BZ-64	28.14	25.25	BZ-63	28.19	25.39	315 mm PVC SERIE 25	17.13	0.80	1.24	21.70	4.06
TUB-122	0.010	BZ-42	28.69	26.09	*BZ-03	28.85	27.63	160 mm PVC SERIE 25	43.80	3.50	1.02	1.50	4.40
TUB-123	0.010	BZ-74	28.31	24.31	BZ-73	28.58	26.38	250 mm PVC SERIE 25	67.80	3.10	1.00	2.00	4.10
TUB-124	0.010	BZ-05	28.73	25.73	*BZ-43	28.60	27.39	250 mm PVC SERIE 25	43.63	3.80	0.99	1.50	4.28
TUB-125	0.010	BZ-65	28.01	24.81	BZ-64	28.14	25.25	315 mm PVC SERIE 25	45.22	1.00	1.32	21.80	4.66
TUB-126	0.010	BZ-25	29.45	27.25	BZ-24	29.46	27.46	250 mm PVC SERIE 25	5.25	4.00	1.00	1.50	4.46
TUB-127	0.010	BZ-18	29.49	27.99	BZ-32	29.17	25.57	250 mm PVC SERIE 25	57.73	4.20	1.02	1.50	4.62
TUB-128	0.010	BZ-45	28.28	24.98	O-11	28.13	23.13	315 mm PVC SERIE 25	61.08	3.00	1.07	2.80	4.53
TUB-129	0.010	BZ-63	28.19	25.39	*BZ-74	28.31	27.10	160 mm PVC SERIE 25	38.63	4.40	1.11	1.50	5.26
TUB-130	0.010	BZ-31	29.28	25.88	BZ-30	29.47	27.47	250 mm PVC SERIE 25	42.16	3.80	1.08	2.00	4.82
TUB-131	0.010	O-24	29.30	26.39	*BZ-26	29.45	28.24	160 mm PVC SERIE 25	61.42	3.00	1.19	3.00	5.33
TUB-132	0.010	*BZ-73	28.58	27.36	BZ-62	28.44	25.54	160 mm PVC SERIE 25	38.92	4.70	1.13	1.50	5.49
TUB-133	0.010	BZ-45	28.28	24.98	*BZ-60	28.37	27.16	160 mm PVC SERIE 25	43.51	5.00	1.16	1.50	5.79
TUB-134	0.010	BZ-02	29.00	26.80	BZ-06	28.87	25.57	250 mm PVC SERIE 25	23.80	5.20	1.10	1.50	5.43
TUB-135	0.010	BZ-90	30.17	28.27	BZ-91	30.47	25.97	160 mm PVC SERIE 25	43.42	5.30	1.19	1.50	6.04
TUB-136	0.010	BZ-101	28.99	24.19	BZ-100	29.30	27.20	315 mm PVC SERIE 25	54.88	5.50	1.09	1.50	5.39
TUB-137	0.010	BZ-96	29.66	25.06	BZ-80	30.04	28.74	160 mm PVC SERIE 25	59.27	6.20	1.25	1.50	6.85
TUB-138	0.010	BZ-97	29.48	24.88	BZ-79	29.95	28.45	160 mm PVC SERIE 25	54.92	6.50	1.27	1.50	7.10

TUB-139	0.010	BZ-98	29.26	24.56	*BZ-99	29.61	28.37	160 mm PVC SERIE 25	55.02	6.90	1.30	1.50	7.46
TUB-140	0.010	BZ-77	28.72	23.82	O-10	28.92	22.92	315 mm PVC SERIE 25	52.15	1.70	1.75	28.80	8.24
TUB-141	0.010	BZ-95	29.78	25.18	BZ-94	29.97	28.67	160 mm PVC SERIE 25	41.90	8.40	1.39	1.50	8.61
TUB-142	0.010	O-20	28.98	24.00	BZ-32	29.17	25.57	250 mm PVC SERIE 25	41.85	3.80	1.62	7.80	8.88
TUB-143	0.010	O-11	28.13	23.13	*BZ-61	28.29	27.07	315 mm PVC SERIE 25	43.17	6.80	1.30	1.50	7.99
TUB-144	0.010	O-23	29.00	23.99	BZ-12	29.03	26.43	160 mm PVC SERIE 25	36.59	6.70	1.64	3.40	10.44
TUB-145	0.010	O-25	28.61	23.65	BZ-06	28.87	25.57	160 mm PVC SERIE 25	42.47	3.00	1.85	8.20	11.29
TUB-146	0.010	O-10	28.92	22.92	BZ-78	29.18	27.98	250 mm PVC SERIE 25	42.46	3.90	1.47	1.50	10.38
TUB-147	0.010	O-22	28.85	23.84	BZ-17	28.88	26.38	250 mm PVC SERIE 25	24.88	4.20	1.95	4.50	15.12
TUB-148	0.010	BZ-92	29.99	25.79	*BZ-33	30.00	29.00	315 mm PVC SERIE 25	13.04	5.30	1.85	1.50	17.59
TUB-149	0.010	O-10	28.92	22.92	BZ-101	28.99	24.19	315 mm PVC SERIE 25	11.67	1.85	2.35	8.60	20.32

RESUMEN DE TUBERIAS POR TIPO DE LINEA

diámetro comercial	línea		Total
	COLECTOR	EMISOR	
315 mm PVC SERIE 25	1,277.18	0.00	1,277.18
250 mm PVC SERIE 25	2,086.59	0.00	2,086.59
160 mm PVC SERIE 25	4,332.59	0.00	4,332.59
TOTAL	7,696.36	0.00	7,696.36

Fuente: Elaboración propia

Del diseño obtenido se concluye que hay 3 tipos de tuberías para las redes colectoras principales los diámetros son de 315 mm, equivalente a 12 pulgadas, en el caso de las redes colectoras secundarias los diámetros son de 250 mm igual a 10 pulgadas y por último las redes terciarias presentan diámetros iguales a 160 mm equivalente a 6 pulgadas.

La velocidad mínima en el sistema es de 0.60 m/s y la velocidad máxima es de 2.35 m/s, así mismo las pendientes son aceptables estando en un rango de 0.10% a 25% y la tensión tractiva mínima obtenida del sistema es de 1 Pa.

Tabla 48. Diseño de los buzones obtenidos mediante el software SewerCAD

RESULTADO DE ANÁLISIS - ALCANTARILLADO - BUZONES								
Proyecto:	"Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo Sector-I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo"							
Localidad:	UPIS 1ero de Mayo							
Distrito:	José Leonardo Ortiz							
Contenido:	Cálculo de la demanda de alcantarillado							
Elaborado:	Cieza Chávez Mirela Yulicsa							
Fecha:	8/08/2022							
Elemento	Diámetro (mm)	COTA (msnm)			Altura de buzón (m)	Tipo de Buzón	Coordenadas (m)	
		Terreno	Tapa	Fondo			Este	Norte
RED COLECTOR								
BZ-01	1,200.00	29.08	29.08	27.18	1.90	Tipo II	628,457.86	9,253,952.41
BZ-02	1,200.00	29.00	29.00	26.80	2.20	Tipo III	628,454.38	9,253,914.07
BZ-03	1,200.00	28.84	28.84	26.04	2.80	Tipo IV	628,399.60	9,253,991.98
BZ-04	1,200.00	28.78	28.78	25.88	2.90	Tipo IV	628,396.41	9,253,958.71
BZ-05	1,200.00	28.73	28.73	25.73	3.00	Tipo IV	628,392.75	9,253,920.56
BZ-06	1,200.00	28.87	28.87	25.57	3.30	Tipo V	628,430.74	9,253,916.56
BZ-07	1,200.00	29.32	29.32	27.82	1.50	Tipo II	628,476.06	9,254,114.56
BZ-08	1,200.00	29.36	29.36	27.86	1.50	Tipo II	628,479.31	9,254,153.29
BZ-09	1,200.00	29.19	29.19	27.29	1.90	Tipo II	628,416.77	9,254,171.12
BZ-10	1,200.00	29.12	29.12	26.92	2.20	Tipo III	628,413.11	9,254,132.97
BZ-11	1,200.00	29.08	29.08	26.68	2.40	Tipo III	628,410.99	9,254,110.81
BZ-12	1,200.00	29.03	29.03	26.43	2.60	Tipo IV	628,409.20	9,254,092.18
BZ-13	1,200.00	29.06	29.06	27.26	1.80	Tipo II	628,463.12	9,254,010.55
BZ-14	1,200.00	29.30	29.30	27.49	1.80	Tipo II	628,469.93	9,254,084.56
BZ-15	1,200.00	29.16	29.16	26.96	2.20	Tipo III	628,466.63	9,254,049.28
BZ-16	1,200.00	28.98	28.98	26.58	2.40	Tipo III	628,405.72	9,254,055.84
BZ-17	1,200.00	28.88	28.88	26.38	2.50	Tipo III	628,401.96	9,254,016.62
BZ-18	1,200.00	29.49	29.49	27.99	1.50	Tipo II	628,571.52	9,253,901.78
BZ-19	1,200.00	29.77	29.77	28.37	1.40	Tipo I	628,606.91	9,254,034.18
BZ-20	1,200.00	29.58	29.58	28.08	1.50	Tipo II	628,569.38	9,254,038.22
BZ-21	1,200.00	29.71	29.71	28.31	1.40	Tipo I	628,592.48	9,254,063.87
BZ-22	1,200.00	29.78	29.78	28.38	1.40	Tipo I	628,603.19	9,254,105.83
BZ-23	1,200.00	29.48	29.48	27.78	1.70	Tipo II	628,536.84	9,254,137.27

BZ-24	1,200.00	29.46	29.46	27.46	2.00	Tipo III	628,532.96	9,254,098.00
BZ-25	1,200.00	29.45	29.45	27.25	2.20	Tipo III	628,532.44	9,254,092.79
BZ-26	1,200.00	29.45	29.45	27.05	2.40	Tipo III	628,531.08	9,254,079.06
BZ-27	1,200.00	29.37	29.37	26.77	2.60	Tipo IV	628,527.49	9,254,042.73
BZ-28	1,200.00	29.38	29.38	26.48	2.90	Tipo IV	628,523.71	9,254,004.53
BZ-29	1,200.00	29.65	29.65	27.85	1.80	Tipo II	628,597.41	9,253,938.11
BZ-30	1,200.00	29.47	29.47	27.47	2.00	Tipo III	628,559.86	9,253,941.96
BZ-31	1,200.00	29.28	29.28	25.88	3.40	Tipo V	628,517.95	9,253,946.25
BZ-32	1,200.00	29.17	29.17	25.57	3.60	Tipo VI	628,514.15	9,253,907.78
BZ-33	1,200.00	29.96	29.96	28.76	1.20	Tipo I	628,651.22	9,254,082.36
BZ-34	1,200.00	29.95	29.95	28.35	1.60	Tipo II	628,646.53	9,254,038.02
BZ-35	1,200.00	29.95	29.95	28.25	1.70	Tipo II	628,645.68	9,254,030.01
BZ-36	1,200.00	29.79	29.79	27.49	2.30	Tipo III	628,635.53	9,253,934.22
BZ-37	1,200.00	29.67	29.67	27.17	2.50	Tipo III	628,631.42	9,253,895.45
BZ-38	1,200.00	29.47	29.47	26.77	2.70	Tipo IV	628,627.09	9,253,854.58
BZ-39	1,200.00	29.02	29.02	27.62	1.40	Tipo I	628,372.84	9,254,175.85
BZ-40	1,200.00	28.90	28.90	27.10	1.80	Tipo II	628,367.19	9,254,115.53
BZ-41	1,200.00	28.79	28.79	26.59	2.20	Tipo III	628,362.05	9,254,060.54
BZ-42	1,200.00	28.69	28.69	26.09	2.60	Tipo IV	628,356.08	9,253,996.66
BZ-43	1,200.00	28.57	28.57	25.67	2.90	Tipo IV	628,349.39	9,253,925.12
BZ-44	1,200.00	28.38	28.38	25.38	3.00	Tipo IV	628,345.39	9,253,882.35
BZ-45	1,200.00	28.28	28.28	24.98	3.30	Tipo V	628,339.69	9,253,821.37
BZ-46	1,200.00	27.85	27.85	26.65	1.20	Tipo I	628,333.62	9,253,608.71
BZ-47	1,200.00	27.70	27.70	26.20	1.50	Tipo II	628,285.25	9,253,631.60
BZ-48	1,200.00	27.91	27.91	25.61	2.30	Tipo III	628,315.25	9,253,694.89
BZ-49	1,200.00	28.85	28.85	27.35	1.50	Tipo II	628,465.43	9,253,870.52
BZ-50	1,200.00	28.61	28.61	26.21	2.40	Tipo III	628,426.32	9,253,874.37
BZ-51	1,200.00	28.51	28.51	26.11	2.40	Tipo III	628,389.11	9,253,878.04
BZ-52	1,200.00	28.97	28.97	27.17	1.80	Tipo II	628,532.72	9,253,771.31
BZ-53	1,200.00	28.98	28.98	26.97	2.00	Tipo III	628,510.52	9,253,866.12
BZ-54	1,200.00	29.29	29.29	26.89	2.40	Tipo III	628,542.53	9,253,862.92
BZ-55	1,200.00	29.08	29.08	26.68	2.40	Tipo III	628,537.97	9,253,820.13
BZ-56	1,200.00	28.89	28.89	26.49	2.40	Tipo III	628,498.67	9,253,824.40
BZ-57	1,200.00	28.73	28.73	26.33	2.40	Tipo III	628,461.00	9,253,828.49
BZ-58	1,200.00	28.72	28.72	26.22	2.50	Tipo III	628,458.71	9,253,808.63
BZ-59	1,200.00	28.53	28.53	26.03	2.50	Tipo III	628,420.00	9,253,812.78
BZ-60	1,200.00	28.37	28.37	25.87	2.50	Tipo III	628,382.90	9,253,816.75
BZ-61	1,200.00	28.29	28.29	25.69	2.60	Tipo IV	628,376.78	9,253,756.25
BZ-62	1,200.00	28.44	28.44	25.54	2.90	Tipo IV	628,413.89	9,253,752.48
BZ-63	1,200.00	28.19	28.19	25.39	2.80	Tipo IV	628,407.08	9,253,685.21
BZ-64	1,200.00	28.14	28.14	25.25	2.90	Tipo IV	628,390.03	9,253,686.85
BZ-65	1,200.00	28.01	28.01	24.81	3.20	Tipo V	628,345.08	9,253,691.74
BZ-66	1,200.00	27.85	27.85	24.65	3.20	Tipo V	628,331.91	9,253,596.34
BZ-67	1,200.00	27.94	27.94	24.54	3.40	Tipo V	628,381.97	9,253,590.40
BZ-68	1,200.00	28.26	28.26	26.16	2.10	Tipo III	628,488.72	9,253,577.68
BZ-69	1,200.00	28.06	28.06	24.46	3.60	Tipo VI	628,435.22	9,253,584.05
BZ-70	1,200.00	28.81	28.81	27.31	1.50	Tipo II	628,526.73	9,253,714.71

BZ-71	1,200.00	28.65	28.65	26.95	1.70	Tipo II	628,487.40	9,253,718.73
BZ-72	1,200.00	28.76	28.76	26.66	2.10	Tipo III	628,490.17	9,253,744.73
BZ-73	1,200.00	28.58	28.58	26.38	2.20	Tipo III	628,452.57	9,253,748.55
BZ-74	1,200.00	28.31	28.31	24.31	4.00	Tipo VI	628,445.46	9,253,681.16
BZ-75	1,200.00	28.49	28.49	24.19	4.30	Tipo VII	628,482.97	9,253,677.21
BZ-76	1,200.00	28.58	28.58	24.08	4.50	Tipo VII	628,499.34	9,253,675.48
BZ-77	1,200.00	28.72	28.72	23.82	4.90	Tipo VII	628,554.99	9,253,668.99
BZ-78	1,200.00	29.18	29.18	27.98	1.20	Tipo I	628,611.35	9,253,706.06
BZ-79	1,200.00	29.95	29.95	28.45	1.50	Tipo II	628,693.17	9,253,848.07
BZ-80	1,200.00	30.04	30.04	28.74	1.30	Tipo I	628,701.78	9,253,887.98
BZ-81	1,200.00	30.48	30.48	28.98	1.50	Tipo II	628,803.75	9,253,837.16
BZ-82	1,200.00	30.14	30.14	28.54	1.60	Tipo II	628,749.16	9,253,842.55
BZ-83	1,200.00	30.39	30.39	28.19	2.20	Tipo III	628,753.36	9,253,882.61
BZ-84	1,200.00	30.45	30.45	27.85	2.60	Tipo IV	628,757.47	9,253,921.72
BZ-85	1,200.00	30.81	30.81	27.41	3.40	Tipo V	628,812.01	9,253,916.13
BZ-86	1,200.00	30.86	30.86	27.26	3.60	Tipo VI	628,813.38	9,253,929.28
BZ-87	1,200.00	30.93	30.93	26.93	4.00	Tipo VI	628,817.87	9,253,972.23
BZ-88	1,200.00	30.78	30.78	26.48	4.30	Tipo VII	628,766.57	9,254,006.94
BZ-89	1,200.00	30.55	30.55	29.15	1.40	Tipo I	628,756.00	9,253,968.29
BZ-90	1,200.00	30.17	30.17	28.27	1.90	Tipo II	628,696.32	9,254,008.10
BZ-91	1,200.00	30.47	30.47	25.97	4.50	Tipo VII	628,700.53	9,254,051.25
BZ-92	1,200.00	29.99	29.99	25.79	4.20	Tipo VII	628,662.23	9,254,076.15
BZ-93	1,200.00	29.93	29.93	25.43	4.50	Tipo VII	628,653.92	9,254,001.42
BZ-94	1,200.00	29.97	29.97	28.67	1.30	Tipo I	628,688.60	9,253,928.77
BZ-95	1,200.00	29.78	29.78	25.18	4.60	Tipo VII	628,647.07	9,253,933.03
BZ-96	1,200.00	29.66	29.66	25.06	4.60	Tipo VII	628,642.95	9,253,894.23
BZ-97	1,200.00	29.48	29.48	24.88	4.60	Tipo VII	628,638.63	9,253,853.44
BZ-98	1,200.00	29.26	29.26	24.56	4.70	Tipo VII	628,628.63	9,253,759.05
BZ-99	1,200.00	29.61	29.61	28.01	1.60	Tipo II	628,683.24	9,253,753.48
BZ-100	1,200.00	29.30	29.30	27.20	2.10	Tipo III	628,672.95	9,253,657.23
BZ-101	1,200.00	28.99	28.99	24.19	4.80	Tipo VII	628,618.45	9,253,662.93

RESUMEN DE BUZONES POR TIPO DE LINEA

Tipo	línea		Total	Rango
	Colector	Emisor		
Tipo I	10	0	10	(de 1.20 a 1.50 m)
Tipo II	23	0	23	(de 1.50 a 2.00 m)
Tipo III	29	0	29	(de 2.00 a 2.50 m)
Tipo IV	15	0	15	(de 2.50 a 3.00 m)
Tipo V	7	0	7	(de 3.00 a 3.50 m)
Tipo VI	5	0	5	(de 3.50 a 4.00 m)
Tipo VII	12	0	12	(de 4.00 a 4.50 m)
TOTAL	101	0	101	

En el diseño de los buzones se ha elegido un diámetro igual a 1.20 de acuerdo a lo que especifica el RNE, y las alturas varían de acuerdo a las pendientes que se tienen en cada tramo, en este caso hemos clasificado los buzones en tipo I, comprendidos en un rango de (1.20 m a 1.50 m), buzones tipo II de (1.50 m a 2.00m), buzones tipo III (2.00 m a 2.50 m), buzones tipo IV (2.50 m a 3.00 m), buzones tipo V (van de 3.00 m a 3.50 m), buzones tipo VI (3.50 m a 4.00 m) y por último tenemos los buzones tipo VII (4.00 m a 4.50 m).

En total son 101 cámaras de inspección o también llamados buzones de los cuales 10 son del tipo I, 23 pertenecen al tipo II, 29 son del tipo III, 15 son del tipo IV, 7 son del tipo V, 5 son del tipo VI y por último 12 buzones pertenecen al tipo VII. Las redes colectoras se han diseñado de tal manera que vayan a desembocar con la red colectora de la avenida Balta, para luego ser conducida hacia la red emisor ubicada en la Avenida Leguía para posteriormente llegar a las plantas de tratamiento.

Las conexiones domiciliarias serán un total de 1102 y tendrán un diámetro de tubería igual a 4 pulgadas.

5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA PAVIMENTACIÓN:

Para poder realizar el diseño de pavimentación es importante realizar estudios previos como el estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos y el estudio hidrológico para poder realizar el diseño de las cunetas que van juntamente con el diseño de pavimentación.

El resultado del estudio de mecánica de suelos ya se ha mostrado anteriormente, ahora se procederá hablar del estudio de tráfico y el estudio hidrológico.

A. ESTUDIO DE TRÁFICO:

El estudio de tráfico se ha realizado en la Avenida Balta que es la de mayor transitabilidad dentro de la Upis primero de mayo-Sector I, los valores se han unificado de tal manera que se propone un solo diseño de la carpeta de rodadura. Para realizar el estudio de tráfico es necesario que se realice un conteo vehicular durante las 24 horas del día los 7 días de la semana, para poder obtener un valor referencial de la transitabilidad diaria.

Al tratarse de una zona urbana los vehículos más recurrentes son los automóviles, camioneta station wagon, camionetas y buses, en algunas ocasiones pasan camiones, pero es muy raro. Para poder realizar el conteo vehicular se ha utilizado las tablas recomendadas por el MTC, en donde clasifica los tipos de vehículos e indica todas

las horas que tiene un día, en algunos lugares el conteo vehicular se realiza mediante cámaras de vigilancia, de tal manera que se evita estar yendo a la zona y sobre todo es mucho mejor respecto al tiempo y los costos.













Fig.37. Ubicación de la estación para el estudio de tráfico

ESTUDIO DE TRÁFICO		
ESTACIÓN:	DÍAS	UBICACIÓN
01-AV. JOSÉ BALTA	Sábado(09/04/2022)	
	Domingo(10/04/2022)	
	Lunes(11/04/2022)	
	Martes(12/04/2022)	
	Miércoles(13/04/2022)	
	Jueves(14/04/2022)	
	Viernes(15/04/2022)	

Fuente: Elaboración propia


















A continuación, se presentan los datos obtenidos del conteo vehicular por cada día de la semana, además de las características de cada uno de ellos, para posteriormente poder calcular el ESAL para poder proponer las alternativas de diseño de nuestro pavimento urbano.

Tabla 49. Datos obtenidos del Conteo vehicular

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR																								
ESTUDIO DE TRÁFICO																								
TRAMO DE VIA										ESTACIÓN														
Av. José Balta										Av. José Balta - E1														
SENTIDO					JLO.					N ←					CHICLAYO					S →				
UBICACIÓN										Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque														
DÍA										01														
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
DIAGRAMA VEHICULAR																								
00-01	N	5	0	0		0				0														
00-01	S	6	0	0		0				0														
01-02	N	6	2	0		0				0														
01-02	S	5	0	2		0				0														
02-03	N	11	1	2		0				0														
02-03	S	7	0	0		0				0														
03-04	N	12	0	1		0				0														
03-04	S	9	0	1		0				0														
04-05	N	8	1	2		0				0														
04-05	S	10	2	1		0				0														
05-06	N	11	1	1		4				0														
05-06	S	15	2	0		3				0														
06-07	N	17	2	1		13				0														
06-07	S	15	1	2		14				0														
07-08	N	27	2	3		17				1														
07-08	S	20	4	5		15				0														
08-09	N	34	3	3		13				1														
08-09	S	32	4	3		12				1														
09-10	N	42	2	2		14				1														
09-10	S	38	1	1		11				0														
10-11	N	32	0	0		13				0														
10-11	S	30	2	2		12				1														
11-12	N	26	1	1		12				0														
11-12	S	32	1	0		13				0														
12-13	N	43	2	5		16				2														
12-13	S	42	0	2		15				2														
13-14	N	41	2	8		17				2														
13-14	S	38	6	6		15				0														
14-15	N	40	1	1		10				0														
14-15	S	34	0	2		13				3														
15-16	N	30	2	1		8				0														
15-16	S	27	0	0		7				0														
16-17	N	30	1	1		7				0														
16-17	S	31	1	1		6				2														
17-18	N	27	1	2		5				1														
17-18	S	31	0	1		6				0														
18-19	N	27	0	2		4				2														
18-19	S	20	0	0		3				1														
19-20	N	24	1	2		2				0														
19-20	S	21	0	1		1				0														
20-21	N	20	0	2		1				0														
20-21	S	14	0	1		1				0														
21-22	N	19	0	1		0				1														
21-22	S	14	1	1		0				0														
22-23	N	16	0	1		0				1														
22-23	S	12	0	0		0				0														
23-24	N	10	0	1		0				0														
23-24	S	13	0	0		0				0														
PARCIAL:		1074	50	75	0	303	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				





















Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR																			ESTACIÓN		
ESTUDIO DE TRÁFICO																			Av. José Balta - El		
TRAMO DE VIA		Av. José Balta																	CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		
SENTIDO		JLO.	N ←	CHICLAYO														S →	1		
UBICACIÓN		Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque																	DÍA Y FECHA		
DÍA		02																	Domingo 10 4 2022		
HORA	SENTIDO	AUTO	STATIO N WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																					
00-01	N	6	0	1		0															
	S	7	0	0		0															
01-02	N	5	1	0		0															
	S	6	1	0		0															
02-03	N	10	0	0		0															
	S	8	0	2		0															
03-04	N	10	2	0		0															
	S	7	0	0		0															
04-05	N	8	1	0		0															
	S	10	0	2		2															
05-06	N	10	2	3		3															
	S	14	2	0		5															
06-07	N	15	1	0		6															
	S	17	2	3		7															
07-08	N	28	3	0		5															
	S	21	2	4		7															
08-09	N	33	0	2		10															
	S	30	2	5		8															
09-10	N	42	1	3		9															
	S	38	3	1		8															
10-11	N	32	2	2		7															
	S	30	2	3		6															
11-12	N	26	1	2		5															
	S	32	0	2		7															
12-13	N	43	0	4		9															
	S	42	2	2		11															
13-14	N	30	0	1		10															
	S	28	1	2		8															
14-15	N	29	0	1		6															
	S	25	0	1		8															
15-16	N	35	0	2		5															
	S	26	1	1		4															
16-17	N	28	3	1		4															
	S	21	2	1		5															
17-18	N	26	1	1		3															
	S	30	2	2		4															
18-19	N	27	3	1		2															
	S	22	1	3		3															
19-20	N	24	0	0		1															
	S	22	1	2		2															
20-21	N	20	0	1		0															
	S	15	1	0		0															
21-22	N	18	0	0		0															
	S	15	0	0		0															
22-23	N	16	0	0		0															
	S	13	0	1		0															
23-24	N	11	0	0		0															
	S	13	0	0		0															
PARCIAL:		1024	46	62	0	180	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

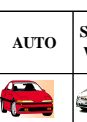
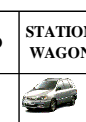


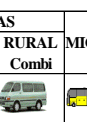
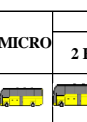

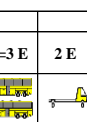
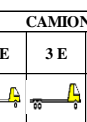
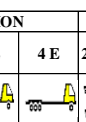
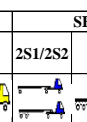
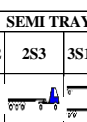
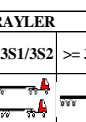
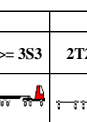
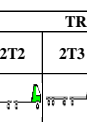
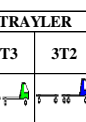
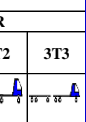
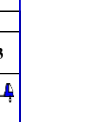


Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR																					
ESTUDIO DE TRÁFICO																					
																					
TRAMO DE VIA		Av. José Balta																			
SENTIDO		JLO.		N ←		CHICLAYO											S →				
UBICACIÓN		Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque																			
DÍA		03																			
ESTACIÓN		Av. José Balta - E1																			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		1																			
DÍA Y FECHA		Lunes 11 4 2022																			
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Conbi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																					
00-01	N	10	0	0		0				0											
	S	11	0	0		0				0											
01-02	N	7	0	0		0				0											
	S	4	0	0		0				0											
02-03	N	10	1	0		0				0											
	S	9	0	0		0				0											
03-04	N	12	1	0		0				0											
	S	11	0	0		0				0											
04-05	N	12	1	2		0				0											
	S	13	0	1		0				0											
05-06	N	17	1	1		2				0											
	S	18	2	0		4				0											
06-07	N	20	1	1		8				0											
	S	22	0	1		7				0											
07-08	N	36	2	2		15				0											
	S	38	1	3		12				1											
08-09	N	35	1	2		11				1											
	S	25	0	2		9				0											
09-10	N	26	2	1		8				1											
	S	31	1	1		9				0											
10-11	N	28	1	1		10				1											
	S	30	1	0		12				0											
11-12	N	39	2	0		16				1											
	S	35	3	2		14				1											
12-13	N	50	3	2		12				0											
	S	60	5	5		13				0											
13-14	N	70	1	6		16				0											
	S	55	2	4		15				1											
14-15	N	35	4	1		11				0											
	S	37	2	1		12				1											
15-16	N	29	2	4		12				0											
	S	30	3	1		11				2											
16-17	N	30	1	2		12				1											
	S	29	2	1		11				1											
17-18	N	28	1	1		13				0											
	S	23	1	2		12				0											
18-19	N	35	0	2		4				1											
	S	40	1	1		1				0											
19-20	N	37	1	2		2				0											
	S	42	1	1		0				0											
20-21	N	27	0	1		0				0											
	S	24	0	1		1				0											
21-22	N	18	0	1		3				0											
	S	18	0	0		0				0											
22-23	N	15	0	2		0				0											
	S	12	1	1		0				0											
23-24	N	12	0	1		0				0											
	S	11	0	0		0				0											
PARCIAL:		1266	52	63	0	298	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0		




















Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR											ESTACIÓN											
ESTUDIO DE TRÁFICO											Av. José Balta - El											
TRAMO DE VIA		Av. José Balta									CÓDIGO DE LA ESTACIÓN											
SENTIDO		JLO.	N ←	CHICLAYO					S →		1											
UBICACIÓN		Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque									DÍA Y FECHA											
DÍA		04									Martes											
DÍA		04									12											
DÍA		04									4											
DÍA		04									2022											
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E		2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																						
00-01	N	9	0	0		0					0											
	S	11	0	0		0					0											
01-02	N	8	0	0		0					0											
	S	10	0	0		0					0											
02-03	N	5	0	0		0					0											
	S	6	0	0		0					0											
03-04	N	7	0	0		0					0											
	S	12	1	0		0					0											
04-05	N	10	0	0		0					0											
	S	11	0	0		0					0											
05-06	N	15	0	0		4					0											
	S	17	0	0		6					0											
06-07	N	25	0	1		10					0											
	S	31	0	2		9					0											
07-08	N	41	3	3		13					1											
	S	39	2	4		15					1											
08-09	N	32	1	4		11					0											
	S	29	0	3		9					1											
09-10	N	28	1	2		10					1											
	S	31	2	1		11					0											
10-11	N	29	3	1		10					1											
	S	25	2	1		9					1											
11-12	N	38	4	2		11					2											
	S	33	2	1		12					1											
12-13	N	43	3	1		14					0											
	S	58	2	3		15					0											
13-14	N	70	1	5		16					0											
	S	55	2	4		15					1											
14-15	N	36	3	2		11					0											
	S	37	2	2		10					0											
15-16	N	30	2	1		9					1											
	S	31	1	1		10					0											
16-17	N	28	1	0		7					0											
	S	30	2	1		10					1											
17-18	N	28	0	0		9					1											
	S	22	2	2		12					0											
18-19	N	33	1	3		8					0											
	S	39	0	2		6					0											
19-20	N	39	0	2		3					0											
	S	45	1	1		4					0											
20-21	N	28	0	1		1					0											
	S	25	1	1		1					0											
21-22	N	18	0	0		0					0											
	S	16	0	2		0					0											
22-23	N	15	0	0		0					0											
	S	13	0	0		0					0											
23-24	N	14	0	0		0					0											
	S	16	0	0		0					0											
PARCIAL:		1271	45	59	0	301	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



















Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR										ESTACIÓN		Av. José Balta - EI										
ESTUDIO DE TRÁFICO										CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		1										
UBICACIÓN										DÍA Y FECHA		Miercoles 13 4 2022										
Tramo de Via										Av. José Balta												
Sentido										JLO. N ←		CHICLAYO S →										
DÍA										05												
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRAMA VEHICULAR																						
00-01	N	9	0	0		0																
	S	7	0	0		0																
01-02	N	6	0	0		0																
	S	5	0	0		0																
02-03	N	6	0	0		0																
	S	4	0	0		0																
03-04	N	7	1	2		0																
	S	3	0	0		0																
04-05	N	5	0	1		0																
	S	8	0	0		0																
05-06	N	9	1	1		5																
	S	12	2	0		7																
06-07	N	25	1	1		11																
	S	35	0	2		12																
07-08	N	37	2	2		15																
	S	42	1	2		16																
08-09	N	28	2	3		10																
	S	32	4	4		8																
09-10	N	35	3	2		10																
	S	39	0	1		9																
10-11	N	29	2	1		11																
	S	35	1	2		8																
11-12	N	34	4	1		13																
	S	32	3	1		12																
12-13	N	49	3	2		14																
	S	52	4	1		16																
13-14	N	62	1	4		14																
	S	70	2	6		15																
14-15	N	39	4	2		10																
	S	35	2	2		13																
15-16	N	35	2	1		11																
	S	36	3	1		10																
16-17	N	30	1	1		7																
	S	28	2	1		11																
17-18	N	26	1	1		8																
	S	29	1	2		11																
18-19	N	37	0	2		10																
	S	43	1	1		8																
19-20	N	41	1	2		1																
	S	39	2	1		0																
20-21	N	25	0	1		0																
	S	24	0	2		1																
21-22	N	17	0	0		0																
	S	14	1	1		0																
22-23	N	13	0	0		0																
	S	11	1	1		0																
23-24	N	10	0	0		0																
	S	9	0	0		0																
PARCIAL:		1258	59	61	0	307	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR																	ESTUDIO DE TRÁFICO			 Ministerio de Transportes y Comunicaciones		
TRAMO DE VIA			Av. José Balta														ESTACIÓN		Av. José Balta - El			
SENTIDO			JLO.		N ←		CHICLAYO							S →			CÓDIGO DE LA ESTACIÓN		1			
UBICACIÓN			Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque														DIA Y FECHA		Jueves 14 4 2022			
DÍA 06																						
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRAMA VEHICULAR																						
00-01	N	11	0	0	0	0			0													
	S	9	0	0	0	0			0													
01-02	N	5	0	0	0	0			0													
	S	7	1	0	0	0			0													
02-03	N	6	0	0	0	0			0													
	S	5	0	1	0	0			0													
03-04	N	9	1	0	0	0			0													
	S	12	0	0	0	0			0													
04-05	N	11	0	2	0	0			0													
	S	13	2	0	0	0			0													
05-06	N	18	1	0	0	8			0													
	S	16	2	0	0	6			0													
06-07	N	23	1	0	0	12			0													
	S	32	2	2	0	12			0													
07-08	N	40	2	1	0	16			1													
	S	38	1	3	0	15			0													
08-09	N	29	3	4	0	11			1													
	S	29	4	2	0	9			0													
09-10	N	32	3	1	0	10			1													
	S	29	0	2	0	12			0													
10-11	N	33	5	1	0	13			0													
	S	24	1	1	0	9			1													
11-12	N	34	3	2	0	15			0													
	S	29	3	1	0	13			0													
12-13	N	53	3	1	0	14			1													
	S	49	4	2	0	16			1													
13-14	N	68	1	6	0	15			1													
	S	62	2	4	0	15			0													
14-15	N	38	3	2	0	10			0													
	S	34	2	1	0	9			1													
15-16	N	34	2	0	0	7			1													
	S	32	1	1	0	10			0													
16-17	N	28	1	1	0	7			1													
	S	28	2	3	0	8			0													
17-18	N	30	1	0	0	8			0													
	S	26	1	2	0	9			2													
18-19	N	40	0	2	0	5			1													
	S	40	1	1	0	6			0													
19-20	N	43	1	2	0	2			1													
	S	39	2	1	0	1			0													
20-21	N	25	0	2	0	0			0													
	S	25	0	1	0	1			0													
21-22	N	14	0	1	0	0			0													
	S	14	1	1	0	0			1													
22-23	N	11	0	0	0	0			0													
	S	12	1	0	0	0			0													
23-24	N	10	0	0	0	1			0													
	S	13	0	0	0	0			0													
PARCIAL:		1262	64	57	0	305	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Fuente del formato: MTC

FORMATO DE CONTÉO VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO



TRAMO DE VIA		Av. José Balta			
SENTIDO	JLO.	N ←	CHICLAYO	S →	
UBICACIÓN		Jose Leonardo Ortiz-Chiclayo-Lambayeque			
DÍA	07				


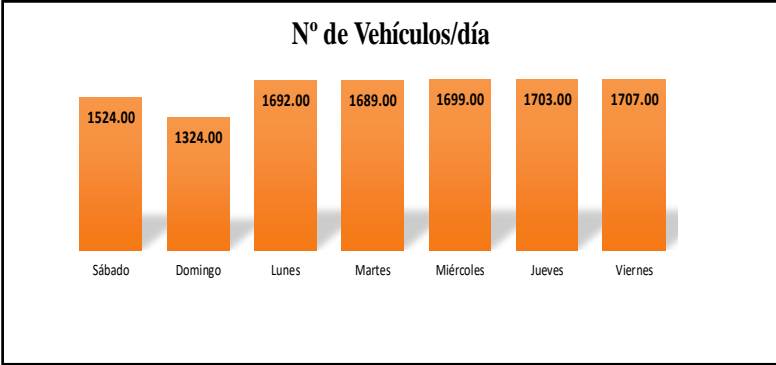
ESTACIÓN	Av. José Balta - El			
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	1			
DÍA Y FECHA	Viernes	15	4	2022

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRAMA VEHICULAR																					
00-01	N	13	0	0		0															
	S	12	0	0		0															
01-02	N	9	0	0		0															
	S	6	1	0		0															
02-03	N	5	0	1		0															
	S	8	0	0		0															
03-04	N	4	0	0		0															
	S	6	0	0		0															
04-05	N	9	1	0		0															
	S	12	2	0		0															
05-06	N	14	1	0		6															
	S	16	2	2		5															
06-07	N	22	1	1		14															
	S	31	3	1		12															
07-08	N	37	4	2		16															
	S	42	3	2		15															
08-09	N	32	3	2		11															
	S	28	2	3		12															
09-10	N	30	2	2		10															
	S	33	1	2		12															
10-11	N	28	0	1		13															
	S	30	2	1		11															
11-12	N	31	3	1		10															
	S	37	1	1		13															
12-13	N	43	2	1		14															
	S	56	5	2		15															
13-14	N	73	2	4		17															
	S	53	2	5		15															
14-15	N	36	1	2		10															
	S	35	0	2		13															
15-16	N	32	2	2		8															
	S	32	3	1		10															
16-17	N	27	1	1		7															
	S	30	1	2		9															
17-18	N	28	2	2		8															
	S	27	0	1		7															
18-19	N	44	0	2		5															
	S	36	0	2		6															
19-20	N	42	1	2		2															
	S	45	0	2		1															
20-21	N	26	0	1		0															
	S	24	0	1		1															
21-22	N	15	1	1		0															
	S	16	1	0		0															
22-23	N	16	0			0															
	S	14	0			0															
23-24	N	12	0			0															
	S	15	0			0															
PARCIAL:		1272	56	58	0	308	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

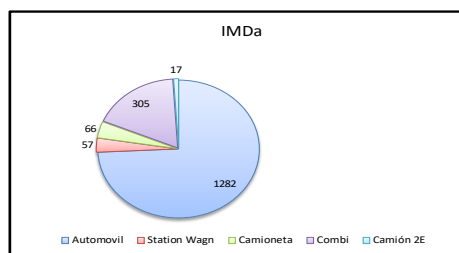
Fuente del formato: MTC

Luego se procede a realizar el cálculo correspondiente, de la siguiente manera:

	"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO"							
1.GENERALIDADES								
LEYENDA:								
Tramo de Estudio:	Av. Jose Balta - C1							
Departamento:	Lambayeque							
Provincia:	Chiclayo							
Distrito:	Jose Leonardo Ortiz							
Fecha de Estudio de Tráfico:	Abril 2022							
1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL								
i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo								
Resultados de los conteo de tráfico:	Mes: Abril							
Tipo de Vehículo	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTAL SEMANA
Automovil	1074.00	1024.00	1266.00	1271.00	1258.00	1262.00	1272.00	8427.00
Station Wagn	50.00	46.00	52.00	45.00	59.00	64.00	56.00	372.00
Camioneta (pick up)	75.00	62.00	63.00	59.00	61.00	57.00	58.00	435.00
Combi	303.00	180.00	298.00	301.00	307.00	305.00	308.00	2002.00
Camión 2E	22.00	12.00	13.00	13.00	14.00	15.00	13.00	102.00
TOTAL	1524.00	1324.00	1692.00	1689.00	1699.00	1703.00	1707.00	11338.00
								
Nota: Conteo de 7 días las 24 horas								
ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino								
F.C.E. Vehículos ligeros:	1.064999	Mocce						
F.C.E. Vehículos pesados:	1.137737							
iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días								
	$IMD_a = IMD_s * FC$	$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$						
Donde:	$IMD_s =$	Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada						
	$IMDa =$	Índice Medio Anual						
	$Vi =$	Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo						
	$FC =$	Factores de Corrección Estacional						

Fuente: Elaboración propia

Tipo de Vehículo	TOTAL SEMANA	IMDa	FC	IMDa
Automovil	8427.00	1204	1.064999	1282
Station Wagn	372	53	1.064999	57
Camioneta	435	62	1.064999	66
Combi	2002	286	1.064999	305
Camión 2E	102	15	1.137737	17
TOTAL	11338	1620		1727

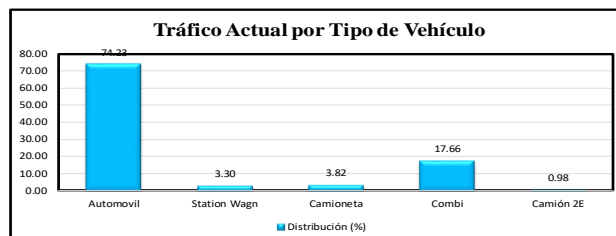


2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMDa	Distribución (%)
Automovil	1282	74.23
Station Wagn	57	3.30
Camioneta	66	3.82
Combi	305	17.66
Camión 2E	17	0.98
IMDa	1727	100.00



2.2 Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)}$$

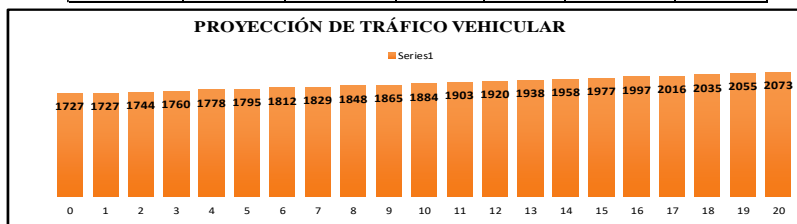
Donde:
 T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

r_{vp} =	0.97	Tasa de Crecimiento Anual de la Población
r_{vc} =	3.45	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

(para vehículos de pasajeros)
 (para vehículos de carga)

PROYECCIÓN	TIPO DE VEHÍCULO					TOTAL TRÁFICO
	Automóvil	Station Wagn	Camioneta	Combi	Camión 2E	
0	1282.00	57.00	66.00	305.00	17.00	1727
1	1282.00	57.00	66.00	305.00	17.00	1727
2	1294.00	58.00	67.00	308.00	17.00	1744
3	1307.00	58.00	67.00	311.00	17.00	1760
4	1320.00	59.00	68.00	314.00	17.00	1778
5	1332.00	59.00	69.00	317.00	18.00	1795
6	1345.00	60.00	69.00	320.00	18.00	1812
7	1358.00	60.00	70.00	323.00	18.00	1829
8	1372.00	61.00	71.00	326.00	18.00	1848
9	1385.00	62.00	71.00	329.00	18.00	1865
10	1398.00	62.00	72.00	333.00	19.00	1884
11	1412.00	63.00	73.00	336.00	19.00	1903
12	1426.00	63.00	73.00	339.00	19.00	1920
13	1439.00	64.00	74.00	342.00	19.00	1938
14	1453.00	65.00	75.00	346.00	19.00	1958
15	1468.00	65.00	76.00	349.00	19.00	1977
16	1482.00	66.00	76.00	353.00	20.00	1997
17	1496.00	67.00	77.00	356.00	20.00	2016
18	1511.00	67.00	78.00	359.00	20.00	2035
19	1525.00	68.00	79.00	363.00	20.00	2055
20	1540.00	68.00	79.00	366.00	20.00	2073




Identificación Tráfico - Lunes a Viernes		
HORA		
01:00 - 02:00	Pm	Hora Punta


Identificación Tráfico - Sábado		
HORA		
07:00-08:00	Am	Hora Punta

Identificación Tráfico - Domingo		
HORA		
12:00 - 01:00	Pm	Hora Punta

Fuente: Elaboración propia

		"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO"						
n = 20 Años r = 0.97% $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$								
CALCULO DEL ESAL DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES								
SIMBOLO	TIPO VEHÍCULO	IMDa PROYECTADO	1 AÑO * 365	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO SELECCIONADO (Fvpl)	FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO (Fca)	ESAL
Ap	Autos	1540	562100	1	1	0.0001	21.95	1234.08
	Station Wagon	68	24820	1	1	0.0001	21.95	54.49
Ac	Camionetas	79	28835	1	1	0.0001	21.95	63.31
	Combis	366	133590	1	1	0.0001	21.95	293.29
C2	Camión 2E	20	7300	1	1	3.7100	21.95	594602.53
TOTAL ESAL								596247.70
ESAL = 5.96×10^5 (Aplicaciones de Ejes Equivalentes durante el periodo de diseño) en la via. FC = 100 % (1 Carril en cada direccion) Fd = 100 % (1 sentido) <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Tiempo de Diseño = 20 años</div>								

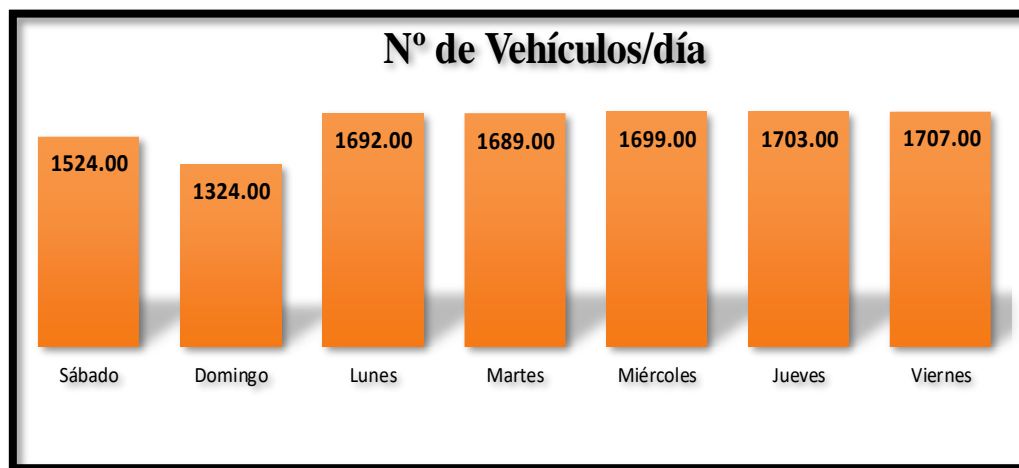
Fuente: Elaboración propia

		"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO"						
n = 20 Años r = 0.97% $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$								
CALCULO DEL ESAL DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES								
SIMBOLO	TIPO VEHICULO	IMDa	1 AÑO * 365	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO SELECCIONADO (Fvpl)	FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO (Fca)	ESAL
Ap	Autos	1540	562100	0.5	1	0.0001	21.95	617.04
	Station Wagon	68	24820	0.5	1	0.0001	21.95	23.16
Ac	Camionetas	79	28835	0.5	1	0.0001	21.95	31.65
	Combis	366	133590	0.5	1	0.0001	21.95	146.65
C2	Camión 2E	20	7300	0.5	1	3.7100	21.95	297301.26
TOTAL ESAL								298119.76
ESAL = 2.98×10^5 (Aplicaciones de Ejes Equivalentes durante el periodo de diseño) en la via. FC = 100 % (1 Carril en cada direccion) FS = 50 % (2 sentidos) Tiempo de Diseño = 20 años								

Fuente: Elaboración propia

Del estudio de tráfico se concluye que el valor del ESAL obtenido es de 2.98×10^5 y el índice medio diario anual es de 1727 vehículos.

Fig.38. Resumen del conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

B. ESTUDIO HIDROLÓGICO:

El estudio hidrológico se realiza mediante la data que nos brinda el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI), el cual proporciona las avenidas anuales. Para este estudio se ha recopilado información de la estación pluviométrica ubicada en la región de Lambayeque, las precipitaciones obtenidas han sido las máximas de cada mes, por lo que se ha tenido que calcular las avenidas máximas anuales, teniendo en cuenta un promedio de 50 años, desde 1969 hasta el 2018.

Para el estudio hidrológico primero se realiza la prueba de bondad de ajuste utilizando el método de Kolmogórov-Smirnov (KS). Esta prueba se realiza mediante 7 métodos, el método normal, logaritmo normal de 2 parámetros, logaritmo normal de 3 parámetros, Gamma de 2 parámetros, Gamma de 3 parámetros, Gumbel y logaritmo de Gumbel.

Una vez que se han obtenido los datos de la prueba de bondad de ajuste, se han comparado con los resultados obtenidos del programa HIDROEST, para realizar una comparativa entre ellos.

A continuación, se muestran los cálculos realizados para el estudio hidrológico en la Upis Primero de Mayo-Sector I, distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. (Ver anexo)

Tabla 50. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución normal

DISTRIBUCIÓN NORMAL							
N°	X	PROM.	DESV. ESTÁNDAR	P(x)	Z	F(Z)	Delta
1	0.9	11.92	15.97	0.02	-0.69	0.25	0.23
2	1.3	11.92	15.97	0.04	-0.66	0.25	0.21
3	1.6	11.92	15.97	0.06	-0.65	0.26	0.20
4	1.8	11.92	15.97	0.08	-0.63	0.26	0.18
5	1.8	11.92	15.97	0.10	-0.63	0.26	0.17
6	2	11.92	15.97	0.12	-0.62	0.27	0.15
7	2.1	11.92	15.97	0.14	-0.61	0.27	0.13
8	2.1	11.92	15.97	0.16	-0.61	0.27	0.11
9	2.2	11.92	15.97	0.18	-0.61	0.27	0.09
10	2.4	11.92	15.97	0.20	-0.60	0.28	0.08
11	2.4	11.92	15.97	0.22	-0.60	0.28	0.06
12	2.4	11.92	15.97	0.24	-0.60	0.28	0.04
13	2.7	11.92	15.97	0.25	-0.58	0.28	0.03
14	2.8	11.92	15.97	0.27	-0.57	0.28	0.01
15	3	11.92	15.97	0.29	-0.56	0.29	0.01
16	3.4	11.92	15.97	0.31	-0.53	0.30	0.02
17	3.6	11.92	15.97	0.33	-0.52	0.30	0.03
18	3.7	11.92	15.97	0.35	-0.51	0.30	0.05
19	3.8	11.92	15.97	0.37	-0.51	0.31	0.07
20	3.9	11.92	15.97	0.39	-0.50	0.31	0.08
21	4.6	11.92	15.97	0.41	-0.46	0.32	0.09
22	4.8	11.92	15.97	0.43	-0.45	0.33	0.10
23	5.5	11.92	15.97	0.45	-0.40	0.34	0.11
24	5.7	11.92	15.97	0.47	-0.39	0.35	0.12
25	5.7	11.92	15.97	0.49	-0.39	0.35	0.14
26	5.7	11.92	15.97	0.51	-0.39	0.35	0.16
27	5.8	11.92	15.97	0.53	-0.38	0.35	0.18
28	6.2	11.92	15.97	0.55	-0.36	0.36	0.19
29	6.6	11.92	15.97	0.57	-0.33	0.37	0.20
30	7.1	11.92	15.97	0.59	-0.30	0.38	0.21
31	8.5	11.92	15.97	0.61	-0.21	0.42	0.19
32	8.5	11.92	15.97	0.63	-0.21	0.42	0.21
33	9.9	11.92	15.97	0.65	-0.13	0.45	0.20
34	10.5	11.92	15.97	0.67	-0.09	0.46	0.20
35	11.6	11.92	15.97	0.69	-0.02	0.49	0.19
36	11.7	11.92	15.97	0.71	-0.01	0.49	0.21

37	14.2	11.92	15.97	0.73	0.14	0.56	0.17
38	14.7	11.92	15.97	0.75	0.17	0.57	0.18
39	15.2	11.92	15.97	0.76	0.21	0.58	0.18
40	15.6	11.92	15.97	0.78	0.23	0.59	0.19
41	16.1	11.92	15.97	0.80	0.26	0.60	0.20
42	18	11.92	15.97	0.82	0.38	0.65	0.18
43	19.7	11.92	15.97	0.84	0.49	0.69	0.16
44	20.1	11.92	15.97	0.86	0.51	0.70	0.17
45	22.1	11.92	15.97	0.88	0.64	0.74	0.14
46	35.6	11.92	15.97	0.90	1.48	0.93	0.03
47	40.8	11.92	15.97	0.92	1.81	0.96	0.04
48	60.7	11.92	15.97	0.94	3.05	1.00	0.06
49	63.6	11.92	15.97	0.96	3.24	1.00	0.04
50	71.3	11.92	15.97	0.98	3.72	1.00	0.02

n=	50	Δ teórico	0.23
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución normal 2 parámetros

DISTRIBUCIÓN NORMAL 2 PARÁMETROS							
Nº	x	y=lnx	P(x)	Media Ln(x)	Desv. Estándar Ln(x)	F(z)	Delta
1	0.9	-0.11	0.02	1.87	1.07	0.03	0.01
2	1.3	0.26	0.04	1.87	1.07	0.07	0.03
3	1.6	0.47	0.06	1.87	1.07	0.09	0.04
4	1.8	0.59	0.08	1.87	1.07	0.11	0.04
5	1.8	0.59	0.10	1.87	1.07	0.11	0.02
6	2	0.69	0.12	1.87	1.07	0.13	0.02
7	2.1	0.74	0.14	1.87	1.07	0.14	0.01
8	2.1	0.74	0.16	1.87	1.07	0.14	0.01
9	2.2	0.79	0.18	1.87	1.07	0.15	0.02
10	2.4	0.88	0.20	1.87	1.07	0.18	0.02
11	2.4	0.88	0.22	1.87	1.07	0.18	0.04
12	2.4	0.88	0.24	1.87	1.07	0.18	0.06
13	2.7	0.99	0.25	1.87	1.07	0.21	0.05
14	2.8	1.03	0.27	1.87	1.07	0.21	0.06
15	3	1.10	0.29	1.87	1.07	0.23	0.06
16	3.4	1.22	0.31	1.87	1.07	0.27	0.04
17	3.6	1.28	0.33	1.87	1.07	0.29	0.04
18	3.7	1.31	0.35	1.87	1.07	0.30	0.05

19	3.8	1.34	0.37	1.87	1.07	0.31	0.07
20	3.9	1.36	0.39	1.87	1.07	0.32	0.08
21	4.6	1.53	0.41	1.87	1.07	0.37	0.04
22	4.8	1.57	0.43	1.87	1.07	0.39	0.04
23	5.5	1.70	0.45	1.87	1.07	0.44	0.01
24	5.7	1.74	0.47	1.87	1.07	0.45	0.02
25	5.7	1.74	0.49	1.87	1.07	0.45	0.04
26	5.7	1.74	0.51	1.87	1.07	0.45	0.06
27	5.8	1.76	0.53	1.87	1.07	0.46	0.07
28	6.2	1.82	0.55	1.87	1.07	0.48	0.07
29	6.6	1.89	0.57	1.87	1.07	0.51	0.06
30	7.1	1.96	0.59	1.87	1.07	0.53	0.06
31	8.5	2.14	0.61	1.87	1.07	0.60	0.01
32	8.5	2.14	0.63	1.87	1.07	0.60	0.03
33	9.9	2.29	0.65	1.87	1.07	0.65	0.01
34	10.5	2.35	0.67	1.87	1.07	0.67	0.01
35	11.6	2.45	0.69	1.87	1.07	0.71	0.02
36	11.7	2.46	0.71	1.87	1.07	0.71	0.00
37	14.2	2.65	0.73	1.87	1.07	0.77	0.04
38	14.7	2.69	0.75	1.87	1.07	0.78	0.03
39	15.2	2.72	0.76	1.87	1.07	0.79	0.02
40	15.6	2.75	0.78	1.87	1.07	0.79	0.01
41	16.1	2.78	0.80	1.87	1.07	0.80	0.00
42	18	2.89	0.82	1.87	1.07	0.83	0.01
43	19.7	2.98	0.84	1.87	1.07	0.85	0.01
44	20.1	3.00	0.86	1.87	1.07	0.85	0.01
45	22.1	3.10	0.88	1.87	1.07	0.87	0.01
46	35.6	3.57	0.90	1.87	1.07	0.94	0.04
47	40.8	3.71	0.92	1.87	1.07	0.96	0.04
48	60.7	4.11	0.94	1.87	1.07	0.98	0.04
49	63.6	4.15	0.96	1.87	1.07	0.98	0.02
50	71.3	4.27	0.98	1.87	1.07	0.99	0.01

n=	50	Δ teórico	0.08
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución normal 3 parámetros

DISTRIBUCIÓN NORMAL 3 PARÁMETROS										
N°	x	P(x)	Mediana	x0	(x-x0)	Ln(x-x0)	Media Ln(x-x0)	Desv. Estándar Ln(x-x0)	F(z)	Delta
1	0.9	0.02	5.70	0.52	0.38	-0.97	1.73	1.185725525	0.011459523	0.00814832
2	1.3	0.04	5.70	0.52	0.78	-0.25	1.73	1.185725525	0.047747497	0.00853181
3	1.6	0.06	5.70	0.52	1.08	0.08	1.73	1.185725525	0.081911081	0.023087552
4	1.8	0.08	5.70	0.52	1.28	0.25	1.73	1.185725525	0.105847982	0.02741661
5	1.8	0.10	5.70	0.52	1.28	0.25	1.73	1.185725525	0.105847982	0.007808767
6	2	0.12	5.70	0.52	1.48	0.39	1.73	1.185725525	0.130002301	0.012355242
7	2.1	0.14	5.70	0.52	1.58	0.46	1.73	1.185725525	0.142039599	0.004784697
8	2.1	0.16	5.70	0.52	1.58	0.46	1.73	1.185725525	0.142039599	0.014823147
9	2.2	0.18	5.70	0.52	1.68	0.52	1.73	1.185725525	0.154003995	0.022466593
10	2.4	0.20	5.70	0.52	1.88	0.63	1.73	1.185725525	0.177614462	0.01846397
11	2.4	0.22	5.70	0.52	1.88	0.63	1.73	1.185725525	0.177614462	0.038071813
12	2.4	0.24	5.70	0.52	1.88	0.63	1.73	1.185725525	0.177614462	0.057679656
13	2.7	0.25	5.70	0.52	2.18	0.78	1.73	1.185725525	0.211980976	0.042920985
14	2.8	0.27	5.70	0.52	2.28	0.82	1.73	1.185725525	0.223112583	0.051397221
15	3	0.29	5.70	0.52	2.48	0.91	1.73	1.185725525	0.244852191	0.049265456
16	3.4	0.31	5.70	0.52	2.88	1.06	1.73	1.185725525	0.286166319	0.027559171
17	3.6	0.33	5.70	0.52	3.08	1.12	1.73	1.185725525	0.305734931	0.027598403
18	3.7	0.35	5.70	0.52	3.18	1.16	1.73	1.185725525	0.315250963	0.037690213
19	3.8	0.37	5.70	0.52	3.28	1.19	1.73	1.185725525	0.324590766	0.047958254
20	3.9	0.39	5.70	0.52	3.38	1.22	1.73	1.185725525	0.333756665	0.058400198
21	4.6	0.41	5.70	0.52	4.08	1.41	1.73	1.185725525	0.393280544	0.018484162
22	4.8	0.43	5.70	0.52	4.28	1.45	1.73	1.185725525	0.408887134	0.022485415
23	5.5	0.45	5.70	0.52	4.98	1.61	1.73	1.185725525	0.459128682	0.00814829
24	5.7	0.47	5.70	0.52	5.18	1.64	1.73	1.185725525	0.472329829	0.001741593
25	5.7	0.49	5.70	0.52	5.18	1.64	1.73	1.185725525	0.472329829	0.01786625
26	5.7	0.51	5.70	0.52	5.18	1.64	1.73	1.185725525	0.472329829	0.037474093
27	5.8	0.53	5.70	0.52	5.28	1.66	1.73	1.185725525	0.47875231	0.050659454

28	6.2	0.55	5.70	0.52	5.68	1.74	1.73	1.185725525	0.503316552	0.045703056
29	6.6	0.57	5.70	0.52	6.08	1.80	1.73	1.185725525	0.526198704	0.042428747
30	7.1	0.59	5.70	0.52	6.58	1.88	1.73	1.185725525	0.552658133	0.035577161
31	8.5	0.61	5.70	0.52	7.98	2.08	1.73	1.185725525	0.616038188	0.008195051
32	8.5	0.63	5.70	0.52	7.98	2.08	1.73	1.185725525	0.616038188	0.011412792
33	9.9	0.65	5.70	0.52	9.38	2.24	1.73	1.185725525	0.666922608	0.019863784
34	10.5	0.67	5.70	0.52	9.98	2.30	1.73	1.185725525	0.685710708	0.019044042
35	11.6	0.69	5.70	0.52	11.08	2.41	1.73	1.185725525	0.716311375	0.030036866
36	11.7	0.71	5.70	0.52	11.18	2.41	1.73	1.185725525	0.718872926	0.012990573
37	14.2	0.73	5.70	0.52	13.68	2.62	1.73	1.185725525	0.773285122	0.047794926
38	14.7	0.75	5.70	0.52	14.18	2.65	1.73	1.185725525	0.782300582	0.037202542
39	15.2	0.76	5.70	0.52	14.68	2.69	1.73	1.185725525	0.790804018	0.026098136
40	15.6	0.78	5.70	0.52	15.08	2.71	1.73	1.185725525	0.79726399	0.012950265
41	16.1	0.80	5.70	0.52	15.58	2.75	1.73	1.185725525	0.804939959	0.001018391
42	18	0.82	5.70	0.52	17.48	2.86	1.73	1.185725525	0.830577865	0.007048453
43	19.7	0.84	5.70	0.52	19.18	2.95	1.73	1.185725525	0.849602292	0.006465037
44	20.1	0.86	5.70	0.52	19.58	2.97	1.73	1.185725525	0.853631799	0.009113299
45	22.1	0.88	5.70	0.52	21.58	3.07	1.73	1.185725525	0.871637572	0.010715369
46	35.6	0.90	5.70	0.52	35.08	3.56	1.73	1.185725525	0.938698942	0.036738157
47	40.8	0.92	5.70	0.52	40.28	3.70	1.73	1.185725525	0.95159502	0.030026392
48	60.7	0.94	5.70	0.52	60.18	4.10	1.73	1.185725525	0.977202613	0.036026143
49	63.6	0.96	5.70	0.52	63.08	4.14	1.73	1.185725525	0.979265907	0.018481594
50	71.3	0.98	5.70	0.52	70.78	4.26	1.73	1.185725525	0.98365835	0.003266193

n=	50	Δ teórico	0.06
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución Gamma 2 parámetros

DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS

Nº	x	Ln x	P(x)	Y	Y	β	y	X ²	v	r(Y)	G(y)	Δ
1	0.9	-0.1053605	0.019607843	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.07239794	0.144795883	1.209545715	1.025479774	0.0791	0.059492157
2	1.3	0.26236426	0.039215686	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.1045748	0.209149609	1.209545715	1.025479774	0.1109	0.071684314
3	1.6	0.47000363	0.058823529	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.12870745	0.257414903	1.209545715	1.025479774	0.1337	0.074876471
4	1.8	0.58778666	0.078431373	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.14479588	0.289591766	1.209545715	1.025479774	0.1486	0.070168627
5	1.8	0.58778666	0.098039216	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.14479588	0.289591766	1.209545715	1.025479774	0.1486	0.050560784
6	2	0.69314718	0.117647059	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.16088431	0.321768629	1.209545715	1.025479774	0.1631	0.045452941
7	2.1	0.74193734	0.137254902	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.16892853	0.33785706	1.209545715	1.025479774	0.1703	0.033045098
8	2.1	0.74193734	0.156862745	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.16892853	0.33785706	1.209545715	1.025479774	0.1703	0.013437255
9	2.2	0.78845736	0.176470588	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.17697275	0.353945492	1.209545715	1.025479774	0.1774	0.000929412
10	2.4	0.87546874	0.196078431	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.19306118	0.386122355	1.209545715	1.025479774	0.1914	0.004678431
11	2.4	0.87546874	0.215686275	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.19306118	0.386122355	1.209545715	1.025479774	0.1914	0.024286275
12	2.4	0.87546874	0.235294118	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.19306118	0.386122355	1.209545715	1.025479774	0.1914	0.043894118
13	2.7	0.99325177	0.254901961	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.21719382	0.434387649	1.209545715	1.025479774	0.2118	0.043101961
14	2.8	1.02961942	0.274509804	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.22523804	0.45047608	1.209545715	1.025479774	0.2185	0.056009804
15	3	1.09861229	0.294117647	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.24132647	0.482652943	1.209545715	1.025479774	0.2317	0.062417647
16	3.4	1.22377543	0.31372549	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.27350333	0.547006669	1.209545715	1.025479774	0.2573	0.05642549
17	3.6	1.28093385	0.333333333	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.28959177	0.579183532	1.209545715	1.025479774	0.2698	0.063533333
18	3.7	1.30833282	0.352941176	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.29763598	0.595271963	1.209545715	1.025479774	0.276	0.076941176
19	3.8	1.33500107	0.37254902	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.3056802	0.611360395	1.209545715	1.025479774	0.2821	0.09044902
20	3.9	1.36097655	0.392156863	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.31372441	0.627448826	1.209545715	1.025479774	0.2881	0.104056863
21	4.6	1.5260563	0.411764706	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.37003392	0.740067846	1.209545715	1.025479774	0.3289	0.082864706
22	4.8	1.56861592	0.431372549	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.38612235	0.772244709	1.209545715	1.025479774	0.3401	0.091272549

23	5.5	1.70474809	0.450980392	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.44243186	0.884863729	1.209545715	1.025479774	0.3777	0.073280392
24	5.7	1.74046617	0.470588235	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.4585203	0.917040592	1.209545715	1.025479774	0.388	0.082588235
25	5.7	1.74046617	0.490196078	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.4585203	0.917040592	1.209545715	1.025479774	0.388	0.102196078
26	5.7	1.74046617	0.509803922	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.4585203	0.917040592	1.209545715	1.025479774	0.388	0.121803922
27	5.8	1.75785792	0.529411765	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.46656451	0.933129024	1.209545715	1.025479774	0.3931	0.136311765
28	6.2	1.82454929	0.549019608	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.49874137	0.997482749	1.209545715	1.025479774	0.4131	0.135919608
29	6.6	1.88706965	0.568627451	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.53091824	1.061836475	1.209545715	1.025479774	0.4324	0.136227451
30	7.1	1.96009478	0.588235294	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.57113932	1.142278632	1.209545715	1.025479774	0.4556	0.132635294
31	8.5	2.14006616	0.607843137	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.68375834	1.367516673	1.209545715	1.025479774	0.5154	0.092443137
32	8.5	2.14006616	0.62745098	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.68375834	1.367516673	1.209545715	1.025479774	0.5154	0.11205098
33	9.9	2.29253476	0.647058824	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.79637736	1.592754713	1.209545715	1.025479774	0.5685	0.078558824
34	10.5	2.35137526	0.666666667	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.84464265	1.689285302	1.209545715	1.025479774	0.5894	0.077266667
35	11.6	2.4510051	0.68627451	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.93312902	1.866258047	1.209545715	1.025479774	0.625	0.06127451
36	11.7	2.45958884	0.705882353	0.604772857	0.958870514	12.43129268	0.94117324	1.882346479	1.209545715	1.025479774	0.6281	0.077782353
37	14.2	2.65324196	0.725490196	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.14227863	2.284557265	1.209545715	1.025479774	0.6973	0.028190196
38	14.7	2.68784749	0.745098039	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.18249971	2.364999422	1.209545715	1.025479774	0.7095	0.035598039
39	15.2	2.72129543	0.764705882	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.22272079	2.445441579	1.209545715	1.025479774	0.7212	0.043505882
40	15.6	2.74727091	0.784313725	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.25489765	2.509795305	1.209545715	1.025479774	0.7302	0.054113725
41	16.1	2.77881927	0.803921569	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.29511873	2.590237462	1.209545715	1.025479774	0.7411	0.062821569
42	18	2.89037176	0.823529412	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.44795883	2.89591766	1.209545715	1.025479774	0.7785	0.045029412
43	19.7	2.98061864	0.843137255	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.5847105	3.169420994	1.209545715	1.025479774	0.8073	0.035837255
44	20.1	3.00071982	0.862745098	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.61688736	3.23377472	1.209545715	1.025479774	0.8135	0.049245098
45	22.1	3.09557761	0.882352941	0.604772857	0.958870514	12.43129268	1.77777167	3.555543349	1.209545715	1.025479774	0.8416	0.040752941
46	35.6	3.57234564	0.901960784	0.604772857	0.958870514	12.43129268	2.8637408	5.727481594	1.209545715	1.025479774	0.9473	0.045339216

47	40.8	3.70868208	0.921568627	0.604772857	0.958870514	12.43129268	3.28204001	6.564080029	1.209545715	1.025479774	0.9655	0.043931373
48	60.7	4.1059437	0.941176471	0.604772857	0.958870514	12.43129268	4.88283894	9.765677886	1.209545715	1.025479774	0.9931	0.051923529
49	63.6	4.15261347	0.960784314	0.604772857	0.958870514	12.43129268	5.1161212	10.2322424	1.209545715	1.025479774	0.9946	0.033815686
50	71.3	4.26689633	0.980392157	0.604772857	0.958870514	12.43129268	5.73552581	11.47105162	1.209545715	1.025479774	0.9971	0.016707843

n=	50	Δ teórico	0.14
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución Gamma 3 parámetros

DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS														
Nº	x	P(X)	Media (X)	S	m3	Cs	X0	β	Υ	y	X²	v	G(y)	DELTA
1	0.9	0.01960	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.080992898	0.161985795	1.3	0.2232	0.203592157
2	1.3	0.03921	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.100836472	0.201672943	1.3	0.2542	0.214984314
3	1.6	0.05882	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.115719152	0.231438304	1.3	0.2756	0.216776471
4	1.8	0.07843	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.125640939	0.251281878	1.3	0.2891	0.210668627
5	1.8	0.09803	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.125640939	0.251281878	1.3	0.2891	0.191060784
6	2	0.11764	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.135562726	0.271125452	1.3	0.3021	0.184452941
7	2.1	0.13725	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.140523619	0.281047239	1.3	0.3084	0.171145098
8	2.1	0.15686	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.140523619	0.281047239	1.3	0.3084	0.151537255

9	2.2	0.17647	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.145484513	0.290969026	1.3	0.3146	0.138129412
10	2.4	0.19607	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.1554063	0.3108126	1.3	0.3267	0.130621569
11	2.4	0.21568	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.1554063	0.3108126	1.3	0.3267	0.111013725
12	2.4	0.23529	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.1554063	0.3108126	1.3	0.3267	0.091405882
13	2.7	0.25490	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.17028898	0.340577961	1.3	0.3441	0.089198039
14	2.8	0.27450	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.175249874	0.350499748	1.3	0.3497	0.075190196
15	3	0.29411	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.185171661	0.370343322	1.3	0.3607	0.066582353
16	3.4	0.3137	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.205015235	0.410030469	1.3	0.3817	0.06797451
17	3.6	0.33333	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.214937022	0.429874043	1.3	0.3918	0.058466667
18	3.7	0.35294	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.219897915	0.43979583	1.3	0.3967	0.043758824
19	3.8	0.3725	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.224858809	0.449717617	1.3	0.4016	0.02905098
20	3.9	0.39215	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.229819702	0.459639404	1.3	0.4064	0.014243137
21	4.6	0.41176	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.264545957	0.529091913	1.3	0.4383	0.026535294
22	4.8	0.43137	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.274467744	0.548935487	1.3	0.447	0.015627451
23	5.5	0.45098	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.309193998	0.618387996	1.3	0.4757	0.024719608
24	5.7	0.47058	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.319115785	0.63823157	1.3	0.4835	0.012911765

25	5.7	0.49019	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.319115785	0.63823157	1.3	0.4835	0.006696078
26	5.7	0.50980	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.319115785	0.63823157	1.3	0.4835	0.026303922
27	5.8	0.52941	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.324076678	0.648153357	1.3	0.4873	0.042111765
28	6.2	0.54901	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.343920252	0.687840505	1.3	0.5023	0.046719608
29	6.6	0.56862	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.363763826	0.727527653	1.3	0.5167	0.051927451
30	7.1	0.58823	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.388568294	0.777136588	1.3	0.5338	0.054435294
31	8.5	0.60784	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.458020803	0.916041605	1.3	0.5777	0.030143137
32	8.5	0.6274	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.458020803	0.916041605	1.3	0.5777	0.04975098
33	9.9	0.64705	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.527473311	1.054946623	1.3	0.6164	0.030658824
34	10.5	0.66666	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.557238672	1.114477345	1.3	0.6316	0.035066667
35	11.6	0.6862	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.611808501	1.223617001	1.3	0.6576	0.02867451
36	11.7	0.70588	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.616769394	1.233538788	1.3	0.6598	0.046082353
37	14.2	0.72549	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.740791731	1.481583463	1.3	0.7108	0.014690196
38	14.7	0.74509	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.765596199	1.531192398	1.3	0.7199	0.025198039
39	15.2	0.76470	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.790400666	1.580801332	1.3	0.7286	0.036105882
40	15.6	0.78431	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.81024424	1.62048848	1.3	0.7354	0.048913725

41	16.1	0.80392	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.835048708	1.670097415	1.3	0.7436	0.060321569
42	18	0.82352	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	0.929305684	1.858611368	1.3	0.7723	0.051229412
43	19.7	0.84313	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	1.013640873	2.027281746	1.3	0.7949	0.048237255
44	20.1	0.86274	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	1.033484447	2.066968894	1.3	0.7998	0.062945098
45	22.1	0.88235	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	1.132702317	2.265404634	1.3	0.8226	0.059752941
46	35.6	0.90196	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	1.802422938	3.604845875	1.3	0.9194	0.017439216
47	40.8	0.92156	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	2.060389399	4.120778798	1.3	0.94	0.018431373
48	60.7	0.94117	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	3.047607203	6.095214406	1.3	0.98	0.038823529
49	63.6	0.96078	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	3.191473114	6.382946228	1.3	0.9829	0.022115686
50	71.3	0.98039	11.92	15.97020184	9673.601928	2.52440881	- 0.732627223	20.1576	0.62768336	3.573461912	7.146923825	1.3	0.9887	0.008307843

n=	50	Δ teórico	0.22
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución Gamma 3 parámetros

DISTRIBUCIÓN GUMBEL									
N°	x(2)	P(X)	Media (X)	S (X)	α	μ	y	G(y) Ord	DELTA
1	0.9	0.019607843	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.307856991	0.256530834	0.236922991
2	1.3	0.039215686	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.275733418	0.267804887	0.228589201
3	1.6	0.058823529	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.251640739	0.276337068	0.217513539
4	1.8	0.078431373	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.235578953	0.282058353	0.20362698
5	1.8	0.098039216	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.235578953	0.282058353	0.184019137
6	2	0.117647059	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.219517167	0.287804103	0.170157044
7	2.1	0.137254902	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.211486274	0.290685602	0.153430698
8	2.1	0.156862745	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.211486274	0.290685602	0.133822855
9	2.2	0.176470588	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.203455381	0.293572553	0.117101965
10	2.4	0.196078431	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.187393595	0.299361949	0.103283517
11	2.4	0.215686275	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.187393595	0.299361949	0.083675674
12	2.4	0.235294118	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.187393595	0.299361949	0.064067831
13	2.7	0.254901961	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.163300916	0.308081497	0.053179536
14	2.8	0.274509804	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.155270023	0.310996602	0.036486797
15	3	0.294117647	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.139208237	0.316838402	0.022720753
16	3.4	0.31372549	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.107084664	0.328562407	0.014836917
17	3.6	0.333333333	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.091022878	0.334441246	0.001107912
18	3.7	0.352941176	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.082991985	0.337384145	0.015557031
19	3.8	0.37254902	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.074961092	0.340329091	0.032219928
20	3.9	0.392156863	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.066930199	0.343275879	0.048880984
21	4.6	0.411764706	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	-0.010713948	0.363938076	0.04782663

22	4.8	0.431372549	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.005347838	0.369846792	0.061525757
23	5.5	0.450980392	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.06156409	0.390513523	0.060466869
24	5.7	0.470588235	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.077625876	0.396408298	0.074179937
25	5.7	0.490196078	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.077625876	0.396408298	0.09378778
26	5.7	0.509803922	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.077625876	0.396408298	0.113395623
27	5.8	0.529411765	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.085656769	0.399353123	0.130058641
28	6.2	0.549019608	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.117780341	0.411111306	0.137908302
29	6.6	0.568627451	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.149903913	0.422827627	0.145799824
30	7.1	0.588235294	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.190058379	0.437398387	0.150836907
31	8.5	0.607843137	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.302490881	0.477603102	0.130240038
32	8.5	0.62745098	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.302490881	0.477603102	0.149847881
33	9.9	0.647058824	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.414923384	0.51664935	0.130409474
34	10.5	0.666666667	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.463108742	0.532951851	0.133714816
35	11.6	0.68627451	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.551448566	0.56207799	0.124196519
36	11.7	0.705882353	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.559479459	0.564674128	0.141208225
37	14.2	0.725490196	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.760251785	0.626536222	0.098953974
38	14.7	0.745098039	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.80040625	0.638172624	0.106925415
39	15.2	0.764705882	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.840560716	0.649554507	0.115151375
40	15.6	0.784313725	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.872684288	0.658475167	0.125838559
41	16.1	0.803921569	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	0.912838753	0.669393515	0.134528053
42	18	0.823529412	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	1.065425721	0.708517069	0.115012343
43	19.7	0.843137255	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	1.201950903	0.740368544	0.102768711
44	20.1	0.862745098	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	1.234074475	0.747437894	0.115307204

45	22.1	0.882352941	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	1.394692336	0.780430727	0.101922214
46	35.6	0.901960784	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	2.478862898	0.919579752	0.017618968
47	40.8	0.921568627	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	2.896469337	0.946278996	0.024710368
48	60.7	0.941176471	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	4.494617054	0.988893184	0.047716714
49	63.6	0.960784314	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	4.727512952	0.991190582	0.030406268
50	71.3	0.980392157	11.92	15.97020184	12.45191529	4.73340917	5.345891717	0.99524365	0.014851493

n=	50	Δ teórico	0.24
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Tablas de resultados de la prueba de bondad de ajuste por el método de distribución de Log Gumbel

DISTRIBUCIÓN LOGGUMBEL										
N°	x	P(X)	Ln(x)	Media Ln(X)	S Ln(X)	α	μ	y	G(y)	DELTA
1	0.9	0.019607843	-0.105360516	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-1.79814905	0.002385229	0.017222614
2	1.3	0.039215686	0.262364264	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-1.35674364	0.020578128	0.018637558
3	1.6	0.058823529	0.470003629	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-1.10749979	0.0484714	0.010352129
4	1.8	0.078431373	0.587786665	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.96611669	0.072242962	0.006188411
5	1.8	0.098039216	0.587786665	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.96611669	0.072242962	0.025796254
6	2	0.117647059	0.693147181	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.8396452	0.098712344	0.018934715
7	2.1	0.137254902	0.741937345	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.781079	0.112609709	0.024645193
8	2.1	0.156862745	0.741937345	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.781079	0.112609709	0.044253037
9	2.2	0.176470588	0.78845736	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.72523782	0.126790116	0.049680472

10	2.4	0.196078431	0.875468737	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.62079206	0.155610216	0.040468215
11	2.4	0.215686275	0.875468737	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.62079206	0.155610216	0.060076058
12	2.4	0.235294118	0.875468737	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.62079206	0.155610216	0.079683901
13	2.7	0.254901961	0.993251773	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.47940896	0.198866899	0.056035061
14	2.8	0.274509804	1.029619417	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.43575437	0.213071183	0.061438621
15	3	0.294117647	1.098612289	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.35293747	0.240931613	0.053186034
16	3.4	0.31372549	1.223775432	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.20269552	0.293845983	0.019879507
17	3.6	0.333333333	1.280933845	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.13408434	0.318705037	0.014628296
18	3.7	0.352941176	1.30833282	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.10119546	0.330716789	0.022224388
19	3.8	0.37254902	1.335001067	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.06918372	0.342448817	0.030100203
20	3.9	0.392156863	1.360976553	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	-0.03800355	0.353902112	0.038254751
21	4.6	0.411764706	1.526056303	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.160153053	0.426555251	0.014790545
22	4.8	0.431372549	1.568615918	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.211240293	0.445045165	0.013672616
23	5.5	0.450980392	1.704748092	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.374649128	0.502816256	0.051835864
24	5.7	0.470588235	1.740466175	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.417524005	0.517536265	0.046948029
25	5.7	0.490196078	1.740466175	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.417524005	0.517536265	0.027340186
26	5.7	0.509803922	1.740466175	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.417524005	0.517536265	0.007732343
27	5.8	0.529411765	1.757857918	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.438400513	0.524627195	0.004784569
28	6.2	0.549019608	1.824549292	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.518454769	0.55131997	0.002300363
29	6.6	0.568627451	1.887069649	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.593502264	0.575572961	0.00694551
30	7.1	0.588235294	1.960094784	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.681159369	0.602884299	0.014649005
31	8.5	0.607843137	2.140066163	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.897191425	0.665169658	0.057326521
32	8.5	0.62745098	2.140066163	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	0.897191425	0.665169658	0.037718678

33	9.9	0.647058824	2.292534757	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.080209991	0.712109049	0.065050225
34	10.5	0.666666667	2.351375257	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.150840301	0.728789157	0.06212249
35	11.6	0.68627451	2.451005098	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.270432869	0.755247261	0.068972752
36	11.7	0.705882353	2.459588842	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.280736528	0.757423608	0.051541256
37	14.2	0.725490196	2.653241965	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.513191724	0.802353481	0.076863285
38	14.7	0.745098039	2.687847494	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.554731127	0.809574747	0.064476707
39	15.2	0.764705882	2.721295428	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.594880989	0.816333196	0.051627314
40	15.6	0.784313725	2.747270914	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.626061156	0.821434701	0.037120976
41	16.1	0.803921569	2.778819272	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.663930825	0.827461214	0.023539645
42	18	0.823529412	2.890371758	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.797834966	0.847336691	0.023807279
43	19.7	0.843137255	2.980618636	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.906164516	0.861871202	0.018733947
44	20.1	0.862745098	3.000719815	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	1.930293348	0.864930929	0.002185831
45	22.1	0.882352941	3.095577609	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	2.044157698	0.878544065	0.003808876
46	35.6	0.901960784	3.572345638	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	2.616455238	0.929543764	0.02758298
47	40.8	0.921568627	3.708682081	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	2.780109272	0.939853066	0.018284439
48	60.7	0.941176471	4.105943698	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	3.256969782	0.96222699	0.02105052
49	63.6	0.960784314	4.15261347	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	3.312990728	0.964247642	0.003463329
50	71.3	0.980392157	4.266896327	1.873444804	1.068463015	0.83307719	1.392636448	3.450172322	0.968758265	0.011633892

n=	50	Δ teórico	0.08
		Δ tabular	0.19

Fuente: Elaboración propia

De las pruebas de bondad de ajuste se tiene el siguiente cuadro resumen:

Tabla 57. Resumen de los resultados obtenidos de la prueba de bondad de ajuste

RESULTADOS			
MÉTODO	Δ TEÓRICO	Δ TABULAR	DESCRIPCIÓN
Normal	0.23	0.19	No se ajusta
Logaritmo Normal de 2 parámetros	0.08	0.19	Se ajusta
Logaritmo Normal de 3 parámetros	0.06	0.19	Se ajusta
Gamma de 2 Parámetros	0.14	0.19	Se ajusta
Gamma de 3 Parámetros	0.22	0.19	No se ajusta
Gumbel	0.24	0.19	No se ajusta
Logaritmo de Gumbel	0.08	0.19	Se ajusta

Fuente: Elaboración propia

El método que se ha utilizado para calcular las intensidades es el logaritmo de Gumbel, ya que se ajusta a nuestro delta a tabular.

Primero se ha calculado la precipitación máxima probable en los 50 años de estudio que se han planteado, en donde x es igual a la precipitación máxima anual que se ha obtenido del promedio de los datos hidrológicos.

Tabla 58. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

N°	AÑO	PRECIP. MÁXIMA	X	(xi-x)²
1	1969	0.90	0.90	121.44
2	1970	1.30	1.30	112.78
3	1971	1.60	1.60	106.50
4	1972	1.80	1.80	102.41
5	1973	1.80	1.80	102.41
6	1974	2.00	2.00	98.41
7	1975	2.10	2.10	96.43
8	1976	2.10	2.10	96.43
9	1977	2.20	2.20	94.48
10	1978	2.40	2.40	90.63
11	1979	2.40	2.40	90.63
12	1980	2.40	2.40	90.63
13	1981	2.70	2.70	85.01
14	1982	2.80	2.80	83.17
15	1983	3.00	3.00	79.57

16	1984	3.40	3.40	72.59
17	1985	3.60	3.60	69.22
18	1986	3.70	3.70	67.57
19	1987	3.80	3.80	65.93
20	1988	3.90	3.90	64.32
21	1989	4.60	4.60	53.58
22	1990	4.80	4.80	50.69
23	1991	5.50	5.50	41.22
24	1992	5.70	5.70	38.69
25	1993	5.70	5.70	38.69
26	1994	5.70	5.70	38.69
27	1995	5.80	5.80	37.45
28	1996	6.20	6.20	32.72
29	1997	6.60	6.60	28.30
30	1998	7.10	7.10	23.23
31	1999	8.50	8.50	11.70
32	2000	8.50	8.50	11.70
33	2001	9.90	9.90	4.08
34	2002	10.50	10.50	2.02
35	2003	11.60	11.60	0.10
36	2004	11.70	11.70	0.05
37	2005	14.20	14.20	5.20
38	2006	14.70	14.70	7.73
39	2007	15.20	15.20	10.76
40	2008	15.60	15.60	13.54
41	2009	16.10	16.10	17.47
42	2010	18.00	18.00	36.97
43	2011	19.70	19.70	60.53
44	2012	20.10	20.10	66.91
45	2013	22.10	22.10	103.63
46	2014	35.60	35.60	560.74
47	2015	40.80	40.80	834.05
48	2016	60.70	60.70	2379.49
49	2017	63.60	63.60	2670.82
50	2018	71.30	71.30	3525.98
			596	12497.32

Promedio	11.92	mm
S=	15.97	mm
α=	12.45	mm
μ=	4.73	mm

Fuente: Elaboración propia

Luego se calcula las precipitaciones máximas diarias para periodos de retorno de 2, 5,10, 25, 50, 100 y 500 años, siendo este último innecesario, ya que en el departamento de Lambayeque las precipitaciones son muy bajas, por ello solo se trabajará hasta 100 años.

Tabla 59. Precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno Tr(años)	Variable reducida YT	Precipitación Xt' (mm)	Probabilidad de ocurrencia F(XT')	Corrección intervalo fijo XT (mm)
2	0.367	9.297	0.500	10.505
5	1.500	23.410	0.800	26.453
10	2.250	32.754	0.900	37.012
25	3.199	44.561	0.960	50.354
50	3.902	53.319	0.980	60.251
100	4.600	62.013	0.990	70.075
500	6.214	82.104	0.998	92.778

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Precipitaciones máximas por tiempo de duración de lluvias en horas

TIEMPO DURACIÓN (horas)	COCIENTE	PRECIPITACIÓN MÁX. (mm) POR TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS					
		2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS
1	30%	3.15	7.94	11.10	15.11	18.08	21.02
2	39%	4.10	10.32	14.43	19.64	23.50	27.33
3	46%	4.83	12.17	17.03	23.16	27.72	32.23
4	52%	5.46	13.76	19.25	26.18	31.33	36.44
5	57%	5.99	15.08	21.10	28.70	34.34	39.94
6	61%	6.41	16.14	22.58	30.72	36.75	42.75
8	68%	7.14	17.99	25.17	34.24	40.97	47.65
12	80%	8.40	21.16	29.61	40.28	48.20	56.06
18	91%	9.56	24.07	33.68	45.82	54.83	63.77
24	100%	10.51	26.45	37.01	50.35	60.25	70.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Precipitaciones máximas por tiempo de duración de lluvias en minutos

TIEMPO DURACIÓN (horas)	TIEMPO DURACIÓN (min)	INTENSIDADES DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN PERIODO DE RETORNO					
		2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS
1	60	3.15	7.94	11.10	15.11	18.08	21.02
2	120	2.05	5.16	7.22	9.82	11.75	13.66
3	180	1.61	4.06	5.68	7.72	9.24	10.74
4	240	1.37	3.44	4.81	6.55	7.83	9.11
5	300	1.20	3.02	4.22	5.74	6.87	7.99
6	360	1.07	2.69	3.76	5.12	6.13	7.12
8	480	0.89	2.25	3.15	4.28	5.12	5.96
12	720	0.70	1.76	2.47	3.36	4.02	4.67
18	1080	0.53	1.34	1.87	2.55	3.05	3.54
24	1440	0.44	1.10	1.54	2.10	2.51	2.92

Fuente: Elaboración propia

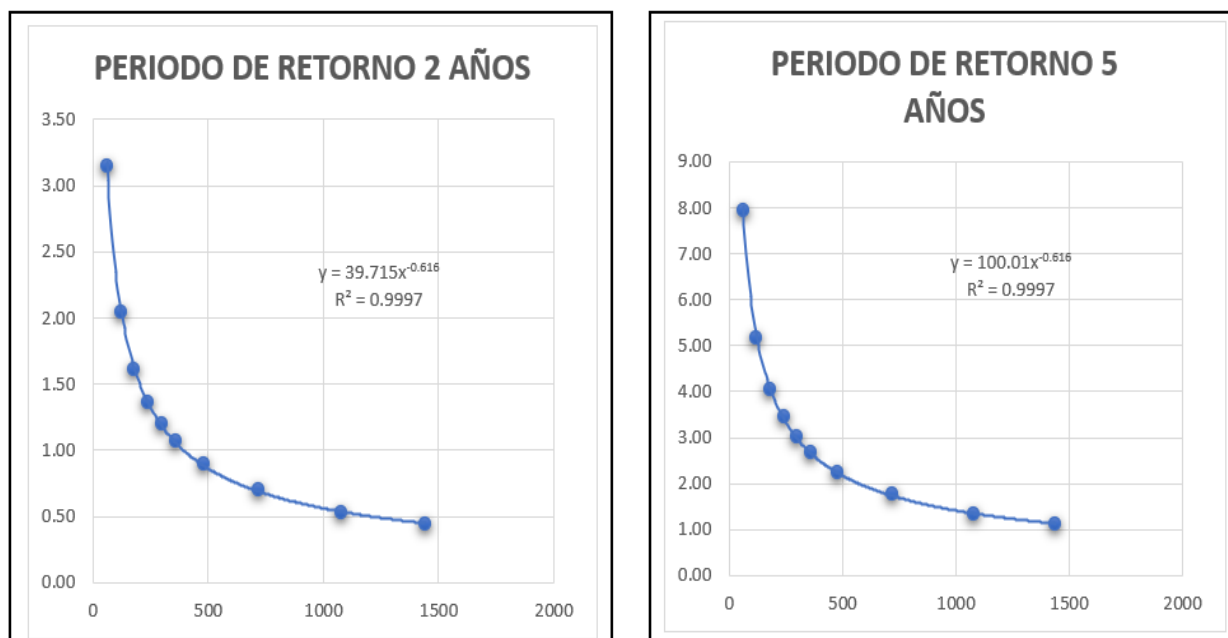
Tabla 62. Regresiones potenciales según periodo de retorno

TIEMPO DURACIÓN (horas)	TIEMPO DURACIÓN (MIN)	INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN PERIODO DE RETORNO					
		2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS
1	60	3.15	7.94	11.10	15.11	18.08	21.02
2	120	2.05	5.16	7.22	9.82	11.75	13.66
3	180	1.61	4.06	5.68	7.72	9.24	10.74
4	240	1.37	3.44	4.81	6.55	7.83	9.11
5	300	1.20	3.02	4.22	5.74	6.87	7.99
6	360	1.07	2.69	3.76	5.12	6.13	7.12
8	480	0.89	2.25	3.15	4.28	5.12	5.96
12	720	0.70	1.76	2.47	3.36	4.02	4.67
18	1080	0.53	1.34	1.87	2.55	3.05	3.54
24	1440	0.44	1.10	1.54	2.10	2.51	2.92

Fuente: Elaboración propia

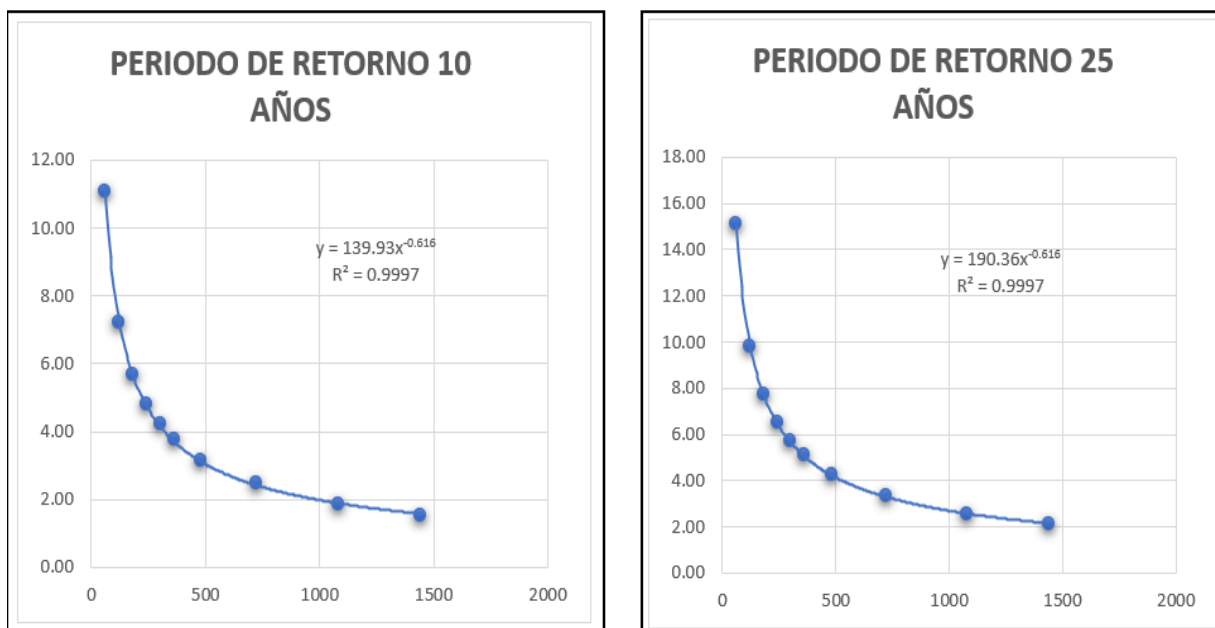
Las regresiones potenciales sirven para calcular los factores que posteriormente se van a utilizar en el cálculo de la intensidad. Luego en las gráficas se obtiene las regresiones para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 500 años, cabe mencionar que el exponente siempre se toma como negativo para poder realizar este cálculo y el coeficiente de la función es llamado como coeficiente de regresión.

Fig.39. Regresión potencial para periodo de retorno 2 y 5 años



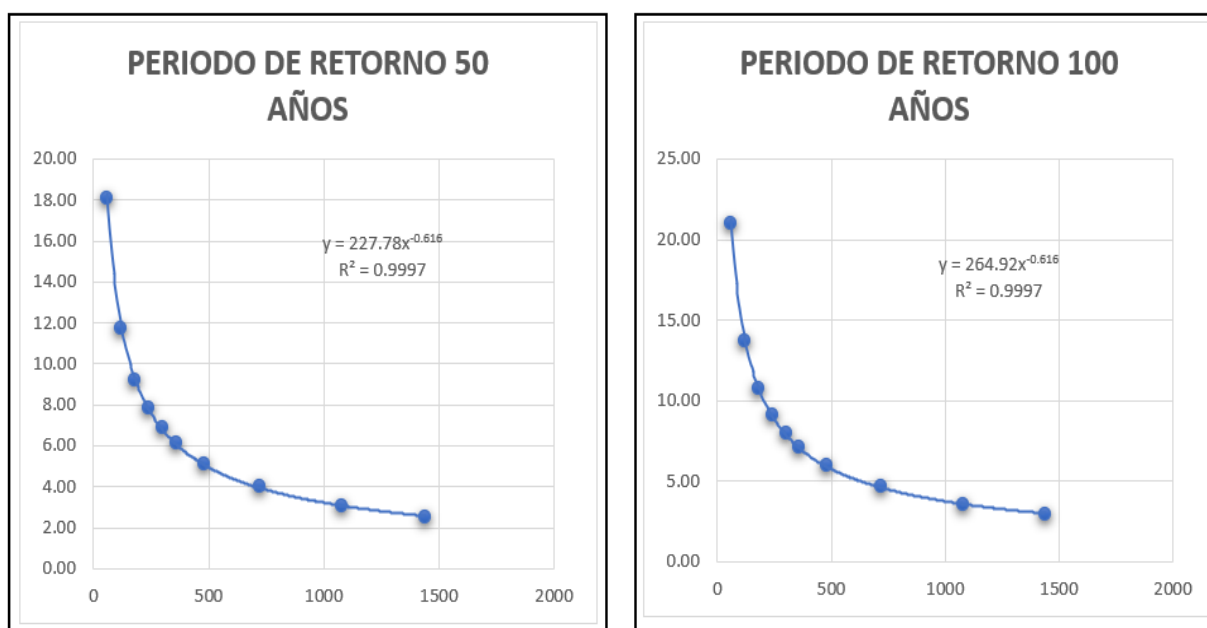
Fuente: Elaboración propia

Fig. 40. Regresión potencial para periodo de retorno 10 y 25 años



Fuente: Elaboración propia

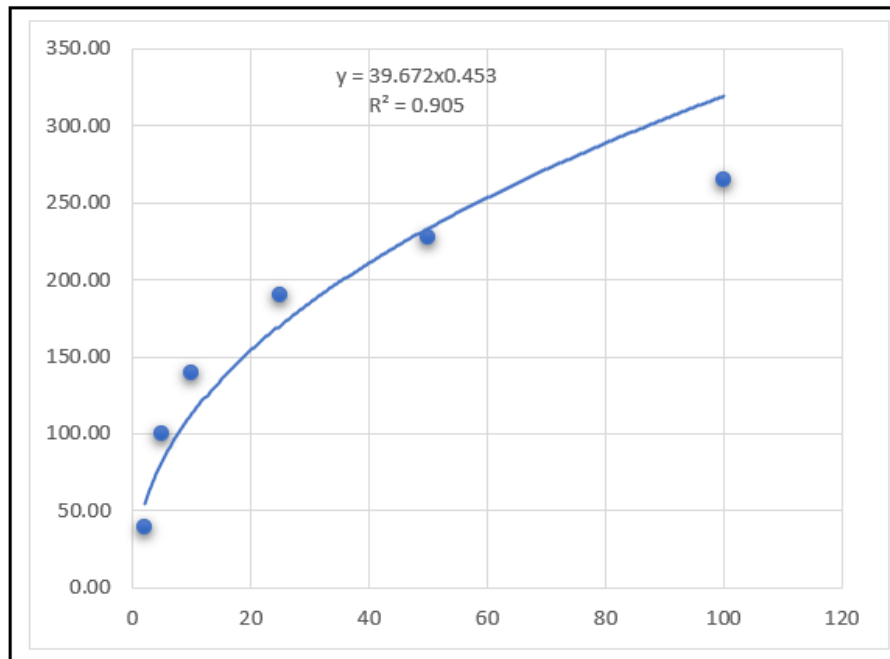
Fig. 41. Regresión potencial para periodo de retorno 50 y 100 años



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los valores resumidos del coeficiente de regresión y también del exponente de regresión para los periodos de retorno indicados, de los cuales se van a obtener los promedios para posteriormente poder graficarlos y hallar la regresión potencial unificada, tal como se muestra a continuación.

Fig.42. Aplicación de regresión potencial promedio



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber obtenido los parámetros de ajuste se procede a calcular la intensidad, mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{K \times T^m}{t^n}$$

Donde:

I: Intensidad de la precipitación (mm/hr)

T: Periodo de retorno en (años)

t: Tiempo de duración de precipitación en años

k, m, n: Parámetros de ajuste

Del gráfico mostrado, se obtiene el valor de k y m, tal como se puede observar dichos valores son 39.672 para “k” y 0.453 para “m”, en el caso de “n” es el exponente de la regresión potencial y su valor es 0.616.

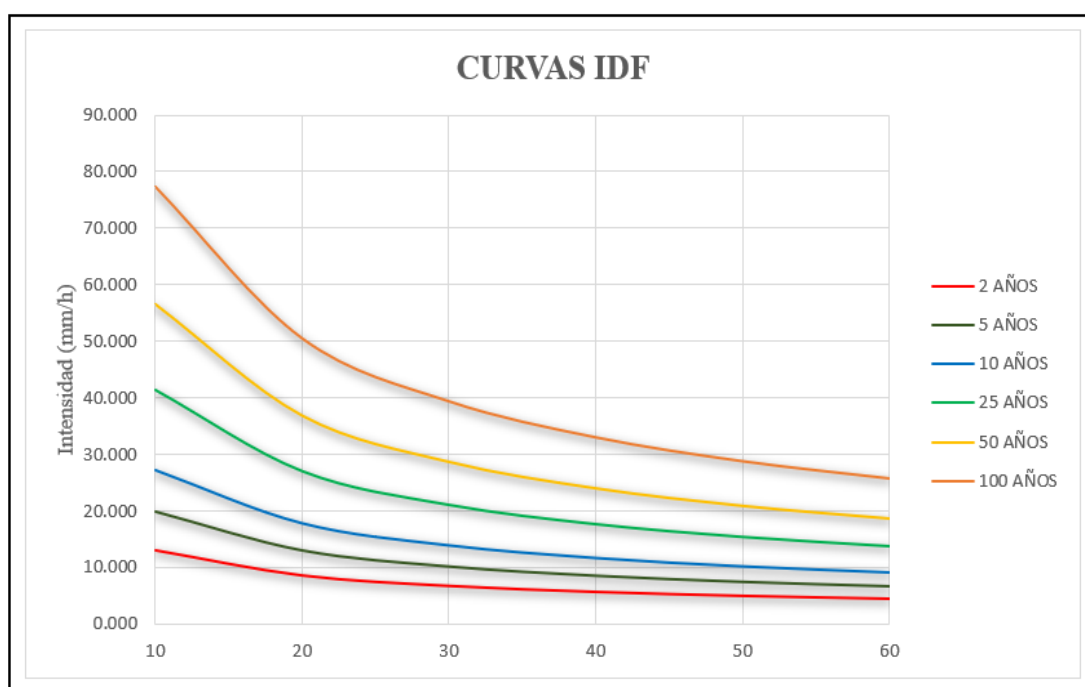
A continuación, se muestra la tabla de la intensidad, duración y frecuencia, para posteriormente obtener las curvas IDF.

Tabla 63. Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia

Duración t (min)	Frecuencia (T año)					
	2	5	10	25	50	100
10	13.148	19.912	27.257	41.281	56.509	77.354
20	8.579	12.992	17.785	26.935	36.871	50.472
30	6.683	10.121	13.854	20.982	28.722	39.317
40	5.597	8.477	11.604	17.574	24.057	32.932
50	4.878	7.388	10.114	15.317	20.968	28.702
60	4.360	6.604	9.039	13.690	18.740	25.653

Fuente: Elaboración propia

Fig.43. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber obtenido las curvas IDF, se procede a seguir con el cálculo de la intensidad, para ello primero se debe tener en cuenta la longitud de recorrido desde la zona de estudio hasta el canal donde se va a desembocar el agua proveniente de las lluvias. En este caso se ha considerado el canal que pasa por la Avenida Leguía, siendo la distancia de recorrido desde la Upis primero de mayo-Sector I un total de 1300 metros. También se ha tenido en cuenta la cota inicial, que vendría a ser la cota más alta dentro de la zona estudiada y la cota de fondo, que sería la más baja, para este estudio se tiene 30.9 m y 27.9 m respectivamente, tendiendo como resultado una pendiente de 0.002 y un tiempo de concentración de 50.38 horas.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los cálculos realizados.

Tabla 64. Tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		
RECORRIDO:		
LONGITUD		
1300		
COTA INICIAL		
30.9		
COTA FINAL		
27.9		
PENDIENTE		
0.002307692		
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		
50.38		
I=	10.07	mm/h

Fuente: Elaboración propia

C. ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA PAVIMENTACIÓN:

c.1. **Pavimento flexible:** Para el diseño de pavimento flexible se ha utilizado el método de AASHTO-93, se ha utilizado el menor de los CBR obtenidos del estudio de mecánica de suelos que vendría a ser de 6.20%. A continuación, se muestra el procedimiento de cálculo, cabe resaltar que los parámetros de diseño han sido obtenidos mediante las tablas mostradas en el marco teórico.



TESIS: PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I,
DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE
CHICLAYO

TESISTA: CIEZA CHÁVEZ, MIRELA YULICSA

DISEÑO DE PAVIMENTO INTERTRABADO-ICPI

Modificar Datos:	Cálculos Automáticos:	Resultados:
Cargas de Tráfico Vehicular impuestos al Pavimento	ESAL (W18)	298120
Suelo de la Subrasante	CBR	6.20 %
Modulo de Resiliencia de la Subrasante M_r (psi)= $2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)	8213.37
Tipo de Tráfico	Tipo:	T P1
Número de Etapas	Etapas:	1
Nivel de Confiabilidad	Coef.	70%
Coeficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-0.524
Desviación estándar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	3.8
Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico	Pf	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.8

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número Estructural requerido

SNR= 2.40

Coefficientes Estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F).	Base granular CBR 100%, compactada al 100% de las MDS	Subbase granular CBR 40%, compactada al 100% de las MDS
Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico	Capa de base recomendada para tráfico > 10 000,000 EE.	Capa de subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de tráfico.
0.170	0.054	0.047

Coefficiente de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos Flexibles

m2	m3
1	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

ALTERNATIVA 01:

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	20 cm
CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE

ALTERNATIVA 02:

d1	d2	d3
5 cm	20 cm	25 cm
CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE


SNR (REQUERIDO)	2.40	Debe cumplir SNR (Resultado)>SNR (Requerido)
SNR (RESULTADO)	2.6	CUMPLE

SNR (REQUERIDO)	2.40	Debe cumplir SNR (Resultado)>SNR (Requerido)
SNR (RESULTADO)	3.11	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del diseño de pavimento flexible tenemos un total de 40 cm entre la base, subbase y carpeta asfáltica, siendo de 15, 20 y 5 cm respectivamente, luego se hace una comparación del SNR requerido con el que se ha obtenido y nos cumple.

c.2. **Pavimento Rígido:** Para el diseño de pavimento rígido se ha utilizado el método de AASHTO-93 que basa su teoría en pavimentos rígidos, para llevar a cabo este procedimiento se trabaja juntamente con las tablas obtenidas del manual de carreteras la sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos urbanos. El procedimiento es el que se muestra a continuación:

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	TESIS: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO
	TESISTA: CIEZA CHÁVEZ, MIRELA YULICSA

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO-AASHTO 93

Modificar Datos: <input type="checkbox"/>	Cálculos Automáticos: <input type="checkbox"/>	Resultados: <input checked="" type="checkbox"/>
---	--	---

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Cargas de Tráfico Vehicular al Pavimento	ESAL (W18)	298120
Suelo de la Subrasante	CBR	6.20 %
Modulo de Resiliencia de la Subrasante M_r (psi)= 2555x $CBR^{0.64}$	MR (psi)	8213.37
Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	F'c	280
Módulo elástico del Concreto (PSI) $E=57000X(f'c)^2$	Ec	3597118.27
Resistencia media del concreto a flexo tracción $M_r=a*f'c^{0.5}$	Mr	40
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	46
CBR mínimo de la subbase (%)	CBR (subB)	40 %
CBR mínimo de la subbase - definido (%)	CBR DEF.	50 %
Módulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1 (subB)	140
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC	h	15 cm
Coefficiente de reacción combinado (Mpa) $K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 + \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} * K_0$	Kc	52.99
Tipo de Tráfico	Tipo:	T P1
Nivel de Confiabilidad	Coef.	70%
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-0.524
Desviación estándar combinado	So	0.35
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.1
Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico	Pf	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	2.1
Coefficiente de Transmisión de Cargas en las juntas	J	2.8

*Concreto Hidráulico con pasadores

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Espesor de pavimento de concreto en milímetros

D=

114.92

d1	d2
12.00 cm	15 cm
C.S (Losa de Concreto)	SUBBASE GRANULAR

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del pavimento rígido se obtiene un espesor de pavimento de 27 cm, el cual está compuesto por 15 cm de base granular y 12 cm de concreto hidráulico.

c.2. **Pavimento Intertrabado:** Para el diseño de pavimento intertrabado se ha utilizado el método del ICPI, este tipo de pavimento también es conocido como adoquines de concreto, en su estructura pueden estar constituidos de muchos materiales, para su diseño se basa en un catálogo de estructuras que tienen base granular, este catálogo es proporcionado por el manual de carreteras.

DISEÑO DE PAVIMENTO INTERTRABADO-ICPI

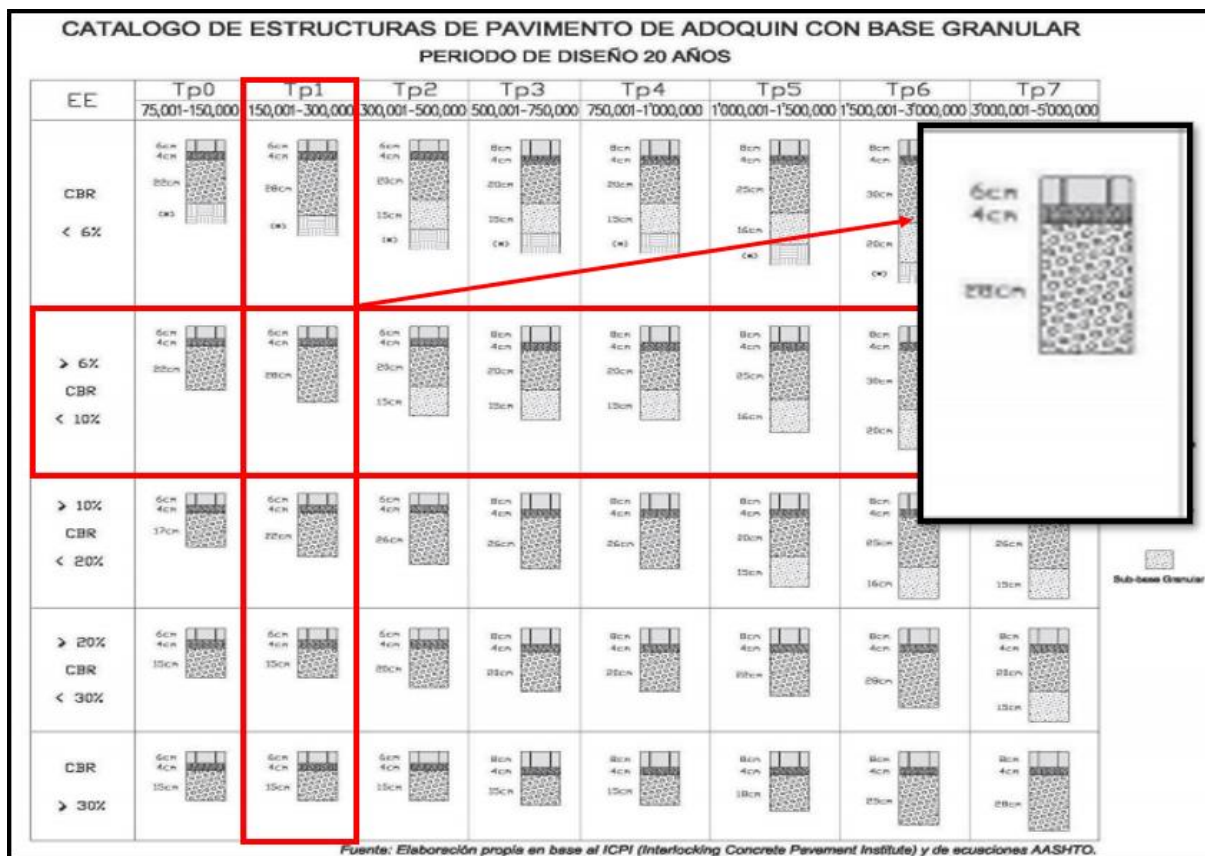
Modificar Datos: Cálculos Automáticos: Resultados:

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Cargas de Tráfico Vehicular al Pavimento	ESAL (W18)	298120
Suelo de la Subrasante	CBR	6.20 %
Modulo de Resiliencia de la Subrasante M_r (psi)= 2555xCBR ^{0.64}	MR (psi)	8213.37
Tipo de Tráfico	Tipo:	T P1
Tipo de Suelo	Grupo	-
Nivel de Confiabilidad	Coef.	70%
Coficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-0.524
Desviación estándar combinado	So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.1
Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico	Pf	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	2.1

Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
$\leq 150,000$		Adoquín de Concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de Concreto: 100mm	40 mm

Fuente: Elaboración Propia, Adaptación del ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute)



CAPA	ESPESORES DE CAPA EN cm	
Adoquín de concreto	6	cm
Cama de arena	4	cm
Base Granular	28	cm

Fuente: Elaboración propia

Para el pavimento intertrabado o adoquinado, se tiene en cuenta el porcentaje de CBR y el ESAL obtenido del estudio de tráfico, del cual se obtiene un espesor total de pavimento de 38 cm, conformado por 6 cm de adoquines de concreto, 4 cm de cama de arena y 28 cm de base granular.

Para poder determinar cuál de los tres diseños es el más económico se ha elaborado un análisis de costos unitarios para cada uno, pero solo de la partida de ejecución de pavimento rígido, flexible y adoquines de concreto.

01.01 SUB-BASE GRANULAR e=0.20 m					
Rendimiento: 350.0000 M2/DIA	Unidad: M2			Costo Unitario:	16.85
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
CAPATAZ	HH	0.1000	0.0023	22.10	0.05
OFICIAL	HH	0.2500	0.0057	17.55	0.10
PEON	HH	2.0000	0.0229	15.83	0.36
				Mano de obra:	0.51
MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	M3		0.1950	45.00	8.78
				Materiales:	8.78
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02
RODILLO LISO VIBRATORIO	HM	0.5000	0.0114	150.00	1.71
MOTONIVELADORA 125 HP	HM	1.0000	0.0229	180.00	4.12
CAMIÓN CISTERNA AGUA 2, 000 GLNS	HM	0.5000	0.0114	150.00	1.71
				Equipo:	7.56
01.02 BASE GRANULAR e=0.15 m					
Rendimiento: 850.0000 M2/DIA	Unidad: M2			Costo Unitario:	15.10
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OFICIAL	HH	1.0000	0.0094	17.55	0.16
PEON	HH	4.0000	0.0376	15.83	0.60
				Mano de obra:	0.76
MATERIAL GRANULAR PARA BASE	M3		0.1875	50.00	9.38
				Materiales:	9.38
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02
RODILLO LISO VIBRATORIO	HM	1.0000	0.0094	150.00	1.41
MOTONIVELADORA 125 HP	HM	1.2500	0.0118	180.00	2.12
CAMIÓN CISTERNA AGUA 2, 000 GLNS	HM	1.0000	0.0094	150.00	1.41
				Equipo:	4.96
01.03 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA					
Rendimiento: 5200.0000 M2/DIA	Unidad: M2			Costo Unitario:	6.86
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.0000	0.0015	21.91	0.03
PEON	HH	0.5000	0.0008	15.83	0.01
				Mano de obra:	0.05
ASFALTO LÍQUIDO MC-30	GAL		0.2760	17.00	4.69
				Materiales:	4.69
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	1.83
COMPRESORA NEUMÁTICA 76 HP	HM	1.0000	0.0015	15.00	0.02
CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	HM	1.0000	0.0015	180.00	0.27
				Equipo:	2.12
01.04 CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE 2"					
Rendimiento: 2200.0000 M2/DIA	Unidad: M2			Costo Unitario:	43.78
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
CAPATAZ	HH	0.2000	0.0007	22.10	0.02
OPERARIO	HH	2.0000	0.0073	21.91	0.16
PEON	HH	10.0000	0.0364	15.73	0.57
				Mano de obra:	0.75
ASFALTO EN CALIENTE (EN PLANTA)	m3		0.0650	560.00	36.40
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA	m3		0.0650	55.00	3.58
				Materiales:	39.98
RODILLO NEUMÁTICO	HM	1.2500	0.0045	200.00	0.90
RODILLO TANDEM	HM	1.2500	0.0045	200.00	0.90
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16"	HM	1.2500	0.0045	280.00	1.26
				Equipo:	3.06

Fuente: Elaboración propia

02.01 SUB-BASE GRANULAR e=0.15						
Rendimiento: 350.0000 M2/DIA		Unidad: M2			Costo Unitario:	66.23
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.0000	0.0229	21.96	0.50	
PEON	HH	4.0000	0.0914	12.95	1.18	
					Mano de obra: 1.69	
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	21.41	2.57	
MATERIAL DE SUB-BASE	m3		1.2000	45.00	54.00	
					Materiales: 56.57	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05	
RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO	HM	1.0000	0.0229	156.04	3.57	
MOTONIVELADORA DE 140-150 HP	HM	1.0000	0.0229	190.02	4.35	
					Equipo: 7.98	
02.02 CONCRETO HIDRÁULICO (f'c=280 kg/cm2)						
Rendimiento: 18.0000 M3/DIA		Unidad: M3			Costo Unitario:	589.23
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	3.0000	1.3333	21.96	29.28	
OFICIAL	HH	3.0000	1.3333	17.55	23.40	
PEON	HH	6.0000	2.6667	12.95	34.53	
					Mano de obra: 87.21	
CEMENTO PUZOLÁNICO TIPO IP (42.5 kg)	bls		11.0000	22.60	248.60	
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.2100	28.00	5.88	
GASOLINA	gal		0.2800	12.00	3.36	
ARENA GRUESA	M3		0.5000	60.00	30.00	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.7500	80.00	60.00	
LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	6.79	0.34	
					Materiales: 348.18	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.4444	156.04	69.34	
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 p3 18 HP	HM	1.0000	0.4444	190.02	84.44	
					Equipo: 153.84	
03.01 SUBBASE GRANULAR e= 0.28 m						
Rendimiento: 400.0000 M2/DIA		Unidad: M2			Costo Unitario:	14.49
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.1000	0.0020	22.10	0.04	
OFICIAL	HH	0.2500	0.0050	17.55	0.09	
PEON	HH	1.0000	0.0200	15.83	0.32	
					Mano de obra: 0.45	
MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1650	45.00	7.43	
					Materiales: 7.43	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01	
RODILLO LISO VIBRATORIO	HM	0.5000	0.0100	150.00	1.50	
RODILLO TANDEM	HM	1.0000	0.0200	180.00	3.60	
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16"	HM	0.5000	0.0100	150.00	1.50	
					Equipo: 6.61	
03.02 BASE GRANULAR e= 0.04 m						
Rendimiento: 400.0000 M2/DIA		Unidad: M2			Costo Unitario:	23.57
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0267	17.55	0.47	
PEON	HH	4.0000	0.1067	15.83	1.69	
					Mano de obra: 2.16	
MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2950	50.00	14.75	
					Materiales: 14.75	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.16	0.06	
RODILLO LISO VIBRATORIO	HM	0.5000	0.0100	150.00	1.50	
RODILLO TANDEM	HM	1.0000	0.0200	180.00	3.60	
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16"	HM	0.5000	0.0100	150.00	1.50	
					Equipo: 6.66	
03.03 ADOQUIN DE CONCRETO DE 20X10X6						
Rendimiento: 150.0000 M2/DIA		Unidad: M2			Costo Unitario:	50.66
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	3.0000	0.1600	21.91	3.51	
PEON	HH	6.0000	0.3200	15.83	5.07	
					Mano de obra: 8.57	
ARENA FINA	m3		0.0064	29.66	0.19	
ARENA GRUESA	m3		0.0625	27.73	1.73	
ADOQUIN DE CONCRETO DE 0.10X0.20X0.06	m2		1.0300	38.20	39.35	
					Materiales: 41.27	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.57	0.26	
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4I	HM	1.0000	0.0533	10.63	0.57	
					Equipo: 0.82	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Comparación de análisis de costos unitarios para pavimento

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	ACU	PARCIAL
01	PAVIMENTO FLEXIBLE-AASHTO 93				S/ 82.59
01.01	SUB-BASE GRANULAR e=0.20 m	m3	1.00	16.85	
01.02	BASE GRANULAR e=0.15 m	m3	1.00	15.10	
01.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	1.00	6.86	
01.04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	1.00	43.78	
02	PAVIMENTO RÍGIDO-AASHTO 93				S/ 655.46
02.01	SUBBASE GRANULAR	m3	1.00	66.23	
02.02	LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO	m3	1.00	589.23	
03	PAVIMENTO INTERTRABADO-ICPI				S/ 88.72
03.01	SUB-BASE GRANULAR e=0.28 m	m3	1.00	14.49	
03.02	BASE GRANULAR e=0.4 m	m3	1.00	23.57	
03.03	ADOQUIN DE CONCRETO 20X10X6	m3	1.00	50.66	

Fuente: Elaboración propia

✚ **Criterio de selección del pavimento:** Para poder seleccionar el tipo de pavimento a utilizar se analizarán las ventajas y desventajas que tiene cada uno de ellos.

- **Pavimento flexible:**

- El pavimento flexible presenta bajos costos, como se puede observar en los análisis de costos unitarios su valor presupuestal es mucho menor que el pavimento rígido y una pequeña variación al pavimento intertrabado.
- Tienen una mejor estética y son apropiados cuando se requieren construir pavimentos urbanos.
- Se puede adaptar con gran facilidad a las fallas de la subrasante.
- Al momento del proceso constructivo facilita los trabajos y además es de muy fácil reparación, esta solo consiste en parchados y rajaduras que en algunas ocasiones se presentan producto de los factores ambientales.
- No tienen juntas o uniones.
- Es más rápido de trabajar, el tiempo de ejecución es menor comparado con otros pavimentos.

- **Pavimento Rígido:**

- Al momento inicial los costos pueden ser mucho más elevados que la construcción de un pavimento flexible.
- Si se considera el tiempo de vida útil de 30 años, entonces es mucho mejor que el pavimento flexible ya que tarda más en deteriorarse.

- El tiempo de ejecución es casi el doble al tiempo de ejecución que se tiene en los pavimentos flexibles.
 - Es más resistente a los ataques químicos provenientes de la gasolina, los gases y el petróleo.
 - Se debe tener cuidado al momento de elaborar su diseño.
- **Pavimento Intertrabado:**
- El costo es un poco superior al del pavimento flexible, pero no es mucha la diferencia por metro cuadrado.
 - La instalación demora un poco más que el pavimento flexible pero menos que un pavimento rígido.
 - Los bloques se tienen que mandar a prefabricar a la medida que se requiere, y esto en algunas ocasiones emana pérdida de tiempo.
 - No se ve tan bien estéticamente, aunque en algunas zonas lo usan para que dé realce a zonas turísticas.
 - Las fallas que se producen son por la transitabilidad de vehículos pesados.
 - Al tener una ligera separación ocasiona que el material base se desprenda.
 - Es mayormente utilizado para vías alternas, como pasajes.

Teniendo en cuenta ese análisis se ha elegido la propuesta de diseño más económica, ya que la finalidad que tiene esta comparativa es elegir lo más económico al momento de la ejecución, por ende, la alternativa de diseño es el pavimento flexible, con las siguientes características:

Tabla 57. Diseño de Pavimento flexible

ALTERNATIVA 01:

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	20 cm
CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE

Fuente: Elaboración propia

D. DISEÑO DE CUNETAS:

Para el diseño de las cunetas primero se ha calculado el diseño de caudal para cada una de las calles existentes dentro de la zona de estudio, y se ha realizado mediante el método racional.

Tabla 66. Cálculo del caudal obtenido en las calles de la Upis primero de mayo-Sector I

METODO RACIONAL						
Área a intervenir	Coef. (C) Escorrentía	Área (m ²)	Área (Km ²)	I max (mm/hr)	Caudal máximo en toda la vía (m ³ /s)	Caudal máximo aportante a mitad de la vía (m ³ /s)
AV. ESPAÑA	0.86	19602.900	0.0196	10.07	0.047	0.024
CALLE PARURO	0.86	13307.140	0.0133	10.07	0.032	0.016
CALLE LOS CEDROS	0.86	5472.800	0.0055	10.07	0.013	0.007
CALLE ATAHUALPA	0.86	3328.900	0.0033	10.07	0.008	0.004
CALLE TULIPANES	0.86	8953.180	0.0090	10.07	0.022	0.011
CALLE HUÁSCAR	0.86	10247.530	0.0102	10.07	0.025	0.012
CALLE HUSARES	0.86	12340.350	0.0123	10.07	0.030	0.015
CALLE TEODORO HERRERA	0.86	15636.140	0.0156	10.07	0.038	0.019
CALLE AYACUCHO	0.86	10088.440	0.0101	10.07	0.024	0.012
CALLE J. DE LA OLIVA	0.86	3103.610	0.0031	10.07	0.007	0.004
CALLE LOS FAIQUES	0.86	8353.000	0.0084	10.07	0.020	0.010
CALLE LOS ROSALES	0.86	3153.880	0.0032	10.07	0.008	0.004
AV. JOSÉ BALTA	0.86	26698.120	0.0267	10.07	0.064	0.032
CALLE PORTALES	0.86	5533.230	0.0055	10.07	0.013	0.007
CALLE CONQUISTA	0.86	6361.220	0.0064	10.07	0.015	0.008
CALLE PRÓCERES	0.86	3056.690	0.0031	10.07	0.007	0.004
CALLE CIRCUNVALACIÓN	0.86	15192.830	0.0152	10.07	0.037	0.018
CALLE BARSALLO 3	0.86	1534.710	0.0015	10.07	0.004	0.002
CALLE BARSALLO 4	0.86	3992.000	0.0040	10.07	0.010	0.005
CALLE BARSALLO 2	0.86	3936.460	0.0039	10.07	0.009	0.005
CALLE BARSALLO	0.86	3302.870	0.0033	10.07	0.008	0.004
CALLE LOS TUMBOS	0.86	4752.700	0.0048	10.07	0.011	0.006
CALLE CARABAYA	0.86	7905.590	0.0079	10.07	0.019	0.010
CALLE LA COLMENA	0.86	5730.500	0.0057	10.07	0.014	0.007
CALLE REMIGIO SILVA	0.86	1559.840	0.0016	10.07	0.004	0.002
CALLE ABANCAY	0.86	14327.140	0.0143	10.07	0.034	0.017
CALLE VICTOR SÁNCHEZ	0.86	13872.480	0.0139	10.07	0.033	0.017
CALLE SAN FRANCISCO	0.86	23234.840	0.0232	10.07	0.056	0.028
CALLE LOS ÁLAMOS	0.86	11295.750	0.0113	10.07	0.027	0.014
CALLE LOS SAUCES	0.86	7684.710	0.0077	10.07	0.018	0.009
CALLE LOS ALMENDROS	0.86	5501.710	0.0055	10.07	0.013	0.007
CALLE ROMA	0.86	2576.510	0.0026	10.07	0.006	0.003
CALLE LONCOLN	0.86	12563.330	0.0126	10.07	0.030	0.015
CALLE CAROLINA	0.86	6453.450	0.0065	10.07	0.016	0.008

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de escorrentía obtenido del manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos es de 0.86 para concretos asfálticos y considerando un periodo de retorno de 25 años. Las áreas que se han calculado han sido tributarias para cada calle y la intensidad máxima que se obtiene del cálculo del estudio hidrológico dando un valor de 10.07 mm/h, para poder proponer nuestro diseño de cuneta los caudales máximos obtenidos se han uniformizado, tomando el de mayor rango que vendría ser la Avenida Balta con un valor de 0.032 m³/s.

DISEÑO DE LAS CUNETAS

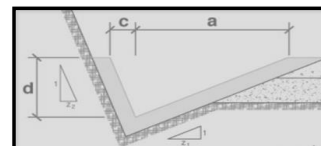
Proyecto:	"Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la Upis Primero de Mayo Sector-I, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo"
Localidad:	UPIS 1ero de Mayo
Distrito:	José Leonardo Ortiz
Contenido:	Cálculo de la demanda de alcantarillado
Elaborado por:	Cieza Chávez Mirela Yulicsa
Fecha:	8/08/2022

Para el diseño de cunetas se ha calculado previamente el caudal de diseño y se ha visto por conveniente realizar una sola sección para todo el proyecto, ya que realizar diferentes secciones resultaría algo tedioso al momento de la ejecución.

Área a intervenir	Coef. (C) Escorrentía	Área (Km ²)	I max (mm/hr)	Caudal máx en toda la vía (m ³ /s)	Caudal máx aportante a mitad de la vía (m ³ /s)
26698.12	0.860	0.0267	10.07	0.064	0.032

DATOS			
Q(m ³ /s)=	0.032	ZZ=	1.00
S=	0.006	n(man.)=	0.014
ZI=	1.50	Y(m)=	0.20
Q(m ³ /s) =			0.051

Talud prom:	Z=	1.250
Espejo de agua (m):	T=	0.500
Vel (m/s):	V=	1.024
Area(m):	A=	0.050
Radio Hidraulcio(m):	R=	0.078
Perimetro(m):	P=	0.643
Prof hidraulica (m):	D=	0.100



RESULTADOS							
a=	0.30	c=	0.20	c+a	0.5 m	d=	0.20 m

Verificación del caudal

Caudal Requerido		Caudal Max cuneta	
0.032	≤	0.051	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

La sección de la cuneta elegida es de tipo triangular y tiene un ancho de 0.50 m, un tirante hidráulico de 0.20 m y un talud de 1.50. Luego se ha realizado una verificación en donde el caudal requerido debe ser menor al caudal máximo de cuneta.

6. INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

A. RESUMEN EJECUTIVO

OBJETIVO DEL EIA

Determinar los diferentes impactos que se generarían al ejecutar el proyecto denominado "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO", además de proponer medidas de

mitigación que pueden reducir a niveles aceptables el deterioro a los diferentes factores tales como: agua, aire, suelo.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio, políticamente, se encuentra ubicado en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de José Leonardo Ortiz. El Diseño del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en la UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, comprende redes de agua potable con diámetros comprendidos entre 75 mm y 250 mm para las redes principales y de 55 mm para las redes secundarias, además de los diámetros utilizados para las conexiones domiciliarias que no exceden a 12 mm. En cuanto a las redes de alcantarillado los diámetros de los colectores principales están entre 10” y 12”, mientras que los colectores secundarios tienen un diámetro de 6”. Así mismo, para la pavimentación se ha considerado el diseño de un pavimento flexible, debido a que resulta ser más económico al momento de la ejecución.

ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Área de influencia directa

Las áreas de influencia directa están comprendidas por las avenidas principales José Balta y la avenida España, además las vías de acceso que permiten ingresar a la UPIS Primero de Mayo-Sector I que son: La calle Lincoln, el Jr. Usares de Junín, calle los almendros, calle los faiques, calle Ayacucho, calle los Cedros, calle Teodoro Herrera Alemán, calle Abancay, calle Teodoro Herrera Alemán, calle Barsallo, calle Circunvalación, calle Paruro, calle La Colmena, calle Los Tumbos, calle San Francisco, calle Sánchez Ruiz, calle Portales.

Área de influencia indirecta

Comprende la Institución Educativa “Cristo Rey”, “I.E. inicial N° 024- Urrunaga” además los alrededores del área de estudio.

LÍNEA BASE AMBIENTAL

Línea de base física: Dentro de este apartado se considera tanto el clima, la temperatura, la calidad del aire, la geomorfología, las precipitaciones máximas y mínimas, la hidrología e hidro geografía, y además el estado situacional de los factores como aire, suelo y agua.

Línea de base biológica: Esta comprendida por el grupo de los ecosistemas presentes en la tierra, tomándose en cuenta la flora, fauna, paisajes y áreas naturales protegidas.

Línea de base socioeconómica: Comprende al grupo de comunidades campesinas y nativas de la zona de estudio, además de la educación, economía, salud, entre otros.

Diagnóstico arqueológico: Es el diagnóstico que se realiza para poder determinar si la zona de estudio presenta restos arqueológicos.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

El decreto de urgencia N°022-2020 considera que las áreas degradadas por los residuos producto de la fase de construcción y/o demolición de un proyecto, constituyen un pasivo ambiental siempre y cuando hayan sido abandonadas o no se les haya dado un uso a posteriori, que atenten contra la salud de la población, la calidad ambiental y/o la funcionalidad de un determinado ecosistema. Por esta razón el consultor al elaborar el expediente técnico, debe proponer alternativas de mitigación o en todo caso elaborar un plan que permita gestionar estos pasivos ambientales.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se ha tenido en cuenta realizar la matriz de Leopold, para poder identificar los diferentes impactos que puede generar la construcción de las redes de agua potable, alcantarillado y pavimentación, teniendo en cuenta también los factores socioeconómicos y bióticos. Cabe resaltar que dentro de la zona hay una red de agua y alcantarillado existente, por lo que al evaluar los impactos negativos y positivos, se ha concluido que en la fase de construcción, las acciones de mayor impacto resultaron ser las excavaciones masivas, que afecta directamente al factor suelo y además a la calidad del aire debido a los gases emitidos por la maquinaria utilizada.

PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Este programa tiene por finalidad crear un diálogo con las personas que forman parte del área de influencia directa, de tal manera que ellos también salgan beneficiados con la ejecución del proyecto, por ejemplo se les puede brindar talleres informativos acerca de la ejecución del proyecto, de tal manera que se tenga en cuenta también el grado de aceptación del proyecto por

parte de los pobladores y en algunos casos ellos pueden formar parte del equipo de mano de obra calificada y no calificada.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental es constituido con la intención de mitigar los posibles impactos ambientales que se pueden generar con la ejecución del proyecto, en el cual se toman en cuenta programas y subprogramas que se basan en el orden y mitigación.

En este sentido, se considera como programas para este plan los siguientes:

Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas: Este programa a su vez se compone de los siguientes subprogramas:

- Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes.
- Subprograma de control de erosión y sedimentos.
- Subprograma de protección de recursos naturales.
- Subprograma de salud local.
- Subprograma de seguridad, motivo del EIA.
- Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales.

Programa de monitoreo ambiental: El plan de monitoreo ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad ambiental de los factores afectados. Está compuesto de los siguientes subprogramas:

- Subprograma de monitoreo del medio físico.
- Subprograma de monitoreo del medio biótico.

Programa de asuntos sociales: Tiene como objetivo mantener informada a la población del área de influencia sobre las acciones que se vienen realizando en obra para que se tomen las medidas del caso. A su vez, se desglosa en los siguientes subprogramas:

- Subprograma de relaciones comunitarias.
- Subprograma de contratación de mano de obra local
- Subprograma de participación ciudadana.

Programa de educación ambiental: Este programa busca crear conciencia y sensibilizar a la población afectada, jefes y supervisores.

Programa de capacitación ambiental y seguridad: Este programa tiene como finalidad que el personal técnico y obrero que se encuentre trabajando en la ejecución del proyecto de mejoramiento de agua potable y alcantarillado sanitario, tome conciencia ante los posibles daños a los diferentes factores ambientales, así como la seguridad que deben tener mediante sus EPP.

Programa de prevención, de pérdidas y contingencias: Se realiza con el fin de establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar los riesgos que se produzcan durante la ejecución de la obra. Se divide en los siguientes subprogramas:

- Subprograma de salud e higiene ocupacional
- Subprograma de prevención y control de riesgos laborales
- Subprograma de contingencias

Programa de cierre de obra: Para este programa se plantean acciones para recuperar o incluso mejorar las áreas afectadas por la ejecución del proyecto como el retiro de las obras provisionales y la reposición de áreas verdes.

Programa de inversiones: Sirve para estimar los costos que se generarán en la elaboración de las actividades dentro de la evaluación de impacto ambiental.

Cronograma de actividades: En este apartado se detallan todas las acciones a realizar para que se ejecute el plan de manejo ambiental.

B. OBJETIVO DEL EIA.

Definir los impactos que genere el proyecto “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO” en su infraestructura correspondiente a la fase de construcción estableciendo las medidas de mitigación a niveles aceptables para prevenir el deterioro ambiental.

C. MARCO LEGAL.

NORMATIVIDAD NACIONAL AMBIENTAL.

Constitución Política del Perú (1993):

La constitución política del Perú, nos habla acerca de los derechos que tienen todos los peruanos, además en su composición tiene artículos los cuales hablan acerca del medio ambiente, teniendo como objetivo principal que el ser humano se desarrolle dentro de un ambiente netamente equilibrado; en otras palabras se busca que el hombre aparte de hacer prevalecer sus derechos como persona, viva en un ambiente que le genere paz y armonía, de tal manera que pueda lograr su desarrollo físico y mental. Por ello el estado de cierta forma está comprometido a mantener las condiciones mínimas ambientalmente dignas, cuidando y protegiendo el medio físico, biótico y abiótico.

Resolución Ministerial N° 108-99-ITINCI/DM: Guías para elaboración de EIA, PAMA, DAP (Declaración Ambiental) Informe Ambiental

Este documento trata de definir los requerimientos, estructuras y los objetivos de las guías que permitan la elaboración de estudios ambientales, en donde se incluya ciertos lineamientos para la elaboración de un plan de manejo ambiental (PAMA).

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)

Esta norma establece la obligación que debe tener todo proyecto de inversión pública y/o privada en el cual el medio ambiente puede ser afectado debido a las obras o construcciones que pueden generar diferentes impactos sobre los factores, ya sea agua, suelo, aire, etc., para obtener una certificación ambiental, que permita la ejecución del proyecto. Esta certificación prácticamente se basa en una resolución que es emitida por la autoridad a cargo, en la cual se aprueba la evaluación de impacto ambiental, también se conoce con el nombre de SEIA.

Ley Orgánica De Municipalidades - Ley N.º 23853

En esta ley se establece la obligación que tienen las municipalidades para el cuidado del medio ambiente de cada localidad, por lo que estas deben de vigilar y evitar el deterioro de la flora y fauna, de tal manera que todo el país salga beneficiado, es por ello que en cada entidad pública se establecen planes de manejo ambiental como, por ejemplo, el recojo de basura, orientación al ciudadano, cuidado de los parques, etc. En cuanto a los proyectos que son planteados a la municipalidad deben contener siempre un estudio de impacto ambiental, programas de

mitigación de impactos y por último seguridad y salud en el trabajo. Cabe resaltar que cuando existen hallazgos de restos arqueológicos en una zona que se ha previsto realizar un proyecto, pues simplemente este queda anulado; ya que ejecutarlo implicaría ir en contra de la ley.

Decreto Supremo N° 004-2017 MINAM

El decreto supremo (MINAM) nace de la necesidad de verificar los estándares de la calidad del agua (ECA), en donde brinda ciertos componentes y normativas que se tienen que realizar o tener en cuenta al momento que se va elaborar una propuesta técnica, además que se divide en categorías y subcategorías de tal manera que se puedan medir los parámetros, categorías y valores estándares que pertenecen a la normativa.

Ley N° 28296-2004 Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación

Esta ley se basa principalmente en la defensa, promoción, protección y ordenamiento del patrimonio cultural de un determinado país. Se basa en conservar los restos arqueológicos, la cultura, la historia, el valor paleontológico, el arte, la religión, las tradiciones de cada cultura, la ciencia, y todo lo relacionado con los antepasados. Todos los bienes o hallazgos que se han realizado tienen la condición de formar parte de la propiedad del estado.

Esta ley prohíbe la ejecución de infraestructuras en donde haya restos arqueológicos o en un determinado lugar que signifique la conservación de la historia de nuestros antepasados, por lo que antes de la ejecución se toma en cuenta los estudios arqueológicos y si en plena ejecución se dieron hallazgos de restos humanos o cualquier otra reliquia, el contratista está en la obligación de informar a las autoridades para que se tomen las medidas correspondientes.

Ley N° 28611 - Ley de General del Ambiente

En esta ley se establece que es un derecho fundamental de la sociedad participar en la demarcación, identificación y mantenimiento de las reservas arqueológicas y naturales de una determinada población, en donde se estimula la participación ciudadana, de tal manera que se llega a un único fin, que es la conservación del medio natural. En zonas urbanas, como es el caso de las grandes ciudades, una forma de evitar la contaminación es mediante construcciones ecológicas, por lo que las propuestas de infraestructura hoy en día comprenden un conjunto de vegetación en su interior, dando una mayor armonía y seguridad a la sociedad.

Ley N° 26834 Ley de Áreas Naturales Protegidas

Son todos los patrimonios biológicos que a lo largo de la historia se han ido conservando y esta ley tiene como único fin proteger y conservar las áreas naturales, ya sea la flora y la fauna que se presenta dentro de un determinado país. Las especies también son protegidas y se lucha para que haya una mayor reproducción y así alcanzar la biodiversidad, que de cierta forma contribuyen con el desarrollo socioeconómico.

Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

Esta ley en su artículo 130, nos habla acerca del monitoreo ambiental, el cual tiene en su composición un conjunto de acciones realizadas para la vigilancia, seguimiento y control que realiza la autoridad ambiental nacional, con la única finalidad de salvaguardar todas las disposiciones establecidas en dicha ley. Esta autoridad está en la obligación de exigir toda la documentación pertinente, asimismo velar por el cumplimiento de lo establecido por las normas, lo cual implica una penalidad por su incumplimiento. Las sanciones que se realicen serán bajo las condiciones que tenga en su composición la ley general del ambiente y sus agregados.

Ley N° 29263

Esta ley está relacionada con las sanciones o delitos ambientales, la cual establece que aquella persona natural o jurídica que atente contra las leyes o lineamientos de los límites máximos permisibles, es decir; que provoque los gases de efecto invernadero, o la contaminación de los factores ambientales, o cualquier otro daño que se le pueda hacer al medio físico, biótico y abiótico, tendrá una pena máxima de 6 años, además que se realiza una multa por reparación de daños al medio ambiente de 100 a 600 días calendarios. Razón por la cual las micro y macroempresas, están obligadas a realizar reparaciones para compensar los impactos ambientales, así mismo las fábricas y empresas de mayor producción pagan un derecho al estado.

Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

En su artículo 130° establece que la fiscalización ambiental comprende las acciones de vigilancia, control, seguimiento, verificación y otras similares, que realiza la Autoridad Ambiental Nacional y las demás autoridades competentes a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y obligaciones establecidas en dicha ley, así como en sus normas complementarias y reglamentarias. La autoridad competente puede solicitar información, documentación u otra similar para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Asimismo, la mencionada ley establece que toda persona, natural o jurídica, está sometida a las acciones de fiscalización que determine la Autoridad Ambiental Nacional y las demás autoridades competentes. Las

sanciones administrativas que correspondan se aplican de acuerdo con lo establecido en Ley General del Ambiente.

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, donde se establece los lineamientos para no excedernos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

D. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO.

D.1. ANTECEDENTES.

Hoy en día los servicios de saneamiento y pavimentación son de gran necesidad por parte de la población, mucho más aun en el distrito de José Leonardo Ortiz, ya que muchas de sus calles se encuentran inundadas por el colapso de las redes de alcantarillado, ocasionando malestar en los ciudadanos, es uno de los problemas más vistos y que hasta el día de hoy no ha sido solucionado, razón por la cual se ha desarrollado este proyecto con la finalidad de brindar una solución al problema que se vive.

D.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Actualmente la UPIS Primero de Mayo Sector-I, cuenta con un sistema de agua y alcantarillado, que no cumple los estándares de calidad, debido a que tiene una antigüedad de 27 años y han sido realizados de forma empírica, es decir; las instalaciones existentes no tienen un sustento técnico que lo respalden, además que presentan tuberías antiguas como es el caso del asbesto-cemento, que hoy en día se ha dejado de utilizar debido que según los estudios realizados se ha comprobado que con el tiempo puede ocasionar que las personas padezcan de cáncer. Las instalaciones presentan diámetros muy reducidos, razón por la cual se producen los colapsos frecuentes siendo los diámetros de las tuberías principales de hasta 4”.

En el presente proyecto se han realizado los diseños de las redes de alcantarillado, agua y pavimentación, teniendo una proyección de la población de 20 años, en cuanto a los sistemas de agua potable se han considerado tuberías de 10” para las redes de aducción, las redes principales que tienen un diámetro de 6” y las redes secundarias de 2” y 3”, así mismo el material utilizado será de PVC-UF CLASE10, que es el que manda la normativa, también se pueden utilizar otro tipo de materiales, pero algunos no son comerciales. Las redes de agua

potable tienen una longitud de 8502.40 metros lineales y un total de 1102 conexiones domiciliarias.

En cuanto a las redes de alcantarillado los diámetros van de 6” hasta 12” que vendría a estar conformado tanto por las redes primarias y secundarias, así mismo en el diseño de las cámaras de inspección o los buzones se han tomado pendientes de tal manera que permita el paso del flujo con las velocidades mínimas que establece el reglamento nacional de edificaciones. En total son 101 cámaras de inspección o buzones, que tienen una profundidad de 1.20 a 4.50 metros, las tuberías empleadas son del material PVC-UF SERIE 25 y son en total 1102 conexiones domiciliarias, el tendido de red es de 7696.36 metros lineales.

Para la pavimentación se ha realizado un análisis comparativo en cuanto a la inversión económica en donde se ha propuesto el diseño de un pavimento flexible, con un espesor de 5 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base y 20 cm de subbase.

D.3. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

- ❖ El área de estudio política y geográfica se ubica en:
 - **DEPARTAMENTO:** Lambayeque
 - **DISTRITO:** José Leonardo Ortiz
 - **PROVINCIA:** Chiclayo
 - **AVENIDAS:** Entre la Avenida José Balta, Avenida España y a una cuadra de la Av. Chiclayo.

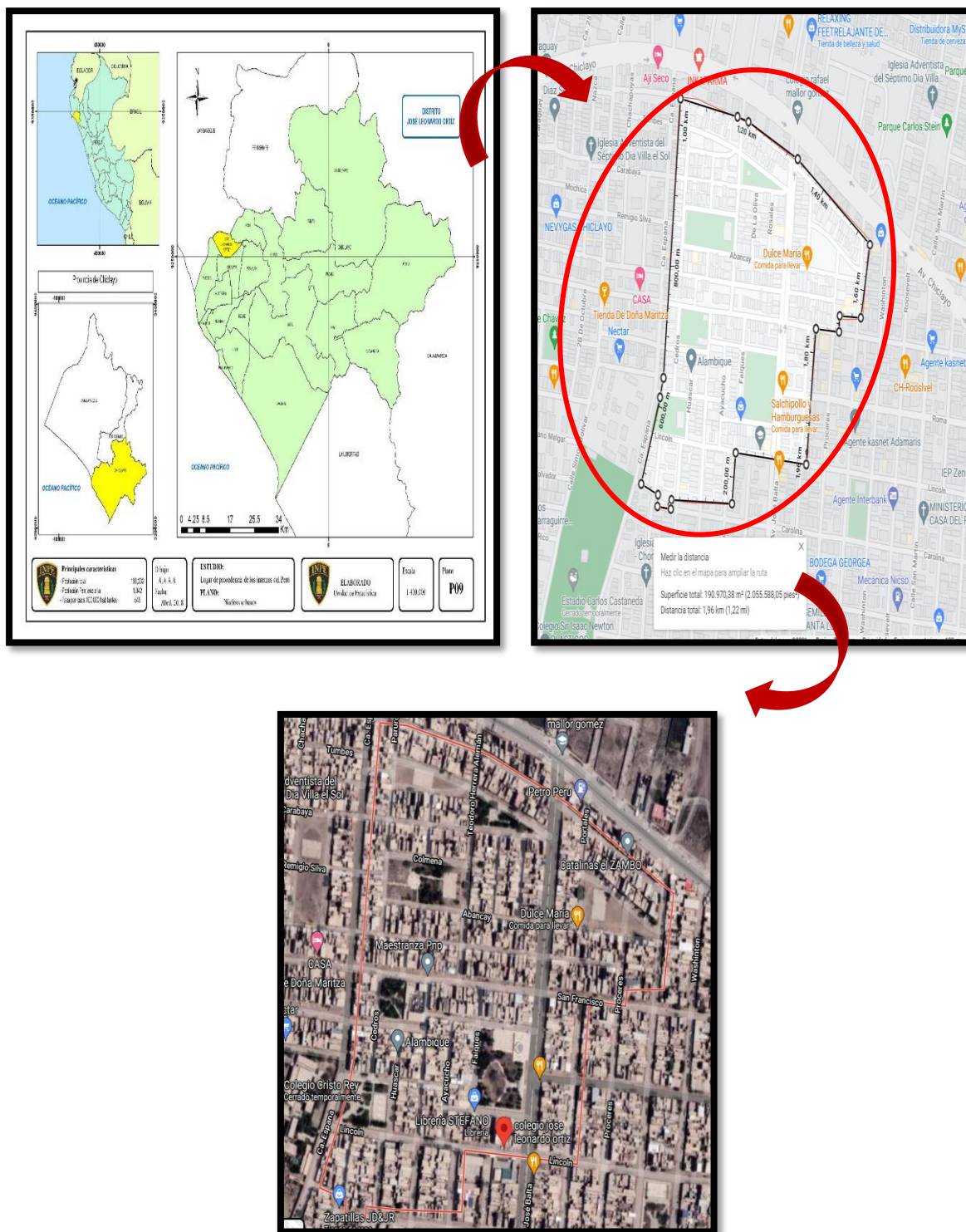


Fig.1. Ubicación Política y geográfica del proyecto

Fuente: Google heart

- ❖ Límites: El distrito de José Leonardo Ortiz limita:
- **Por el Norte:** La acequia Chilape.
- **Por el Sur:** La acequia Cois.

- **Por el Este:** La carretera a Ferreñafe.
- **Por el Oeste:** La línea del ferrocarril a Lambayeque.

D.4. ACCESOS.

La vía de acceso a la UPIS PRIMERO DE MAYO SECTOR-I, es por la avenida Balta, y se encuentra ubicada a 3.18 km del banco de la nación, otro acceso aleatorio es la Avenida Venezuela, la cual interseca en la avenida Leguía y por último el otro acceso principal es la Avenida Chiclayo. La Upis primero de mayo se encuentra ubicada al costado de la urbanización Urrunaga sector 3, desde el centro de Chiclayo se toma movilidad que tarda un promedio de 15 min.

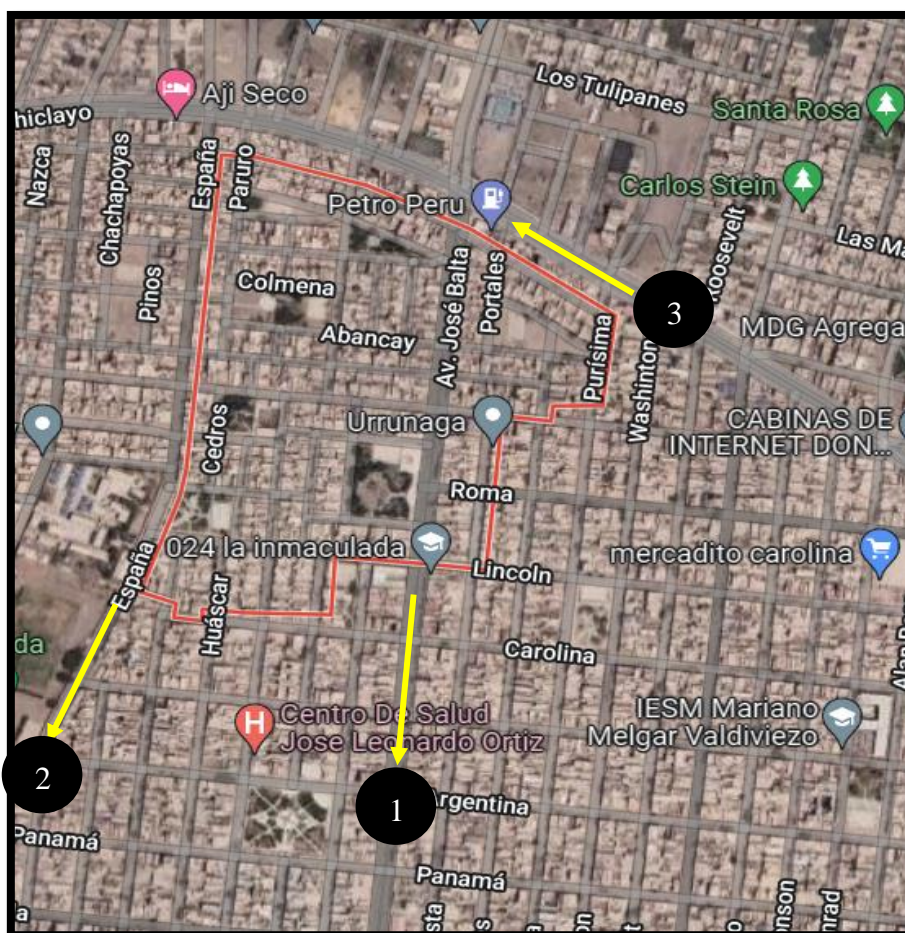


Fig.2. Ubicación Política y geográfica del proyecto

Fuente: Google heart

D.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

- La línea de Aducción, que es la tubería que va a conducir el agua desde el punto de almacenamiento hacia la upis primero de mayo-sector I, tendrá un diámetro de 250 mm, lo que corresponde a 10", el tipo de material elegido es de PVC UF CLASE 10, y tiene una longitud de 945.99 metros lineales.
- Las redes de distribución primarias tienen diámetros de 150 mm o lo que equivale a 6", el material es de tipo PVC UF CLASE 10, y tienen una longitud total de 3138.02 metros lineales. Así mismo las redes secundarias son de 2" y 3" pulgadas que conforman un total de 4418.39 metros lineales. Dentro del sistema se están considerando los accesorios, como codos de 90°, codos de 45°, Tee, etc.
- En los sistemas de saneamiento se ha proyectado líneas de conducción principales de 315 mm equivalente a 12" pulgadas y de 250 mm equivalente a 10" de diámetro, el tipo de tubería a utilizar también es de PVC SERIE 25, tiene una longitud total de 3363.77 metros lineales. Las redes secundarias son de 160 mm o 6" de diámetro con un total de longitud de 4332.59 metros lineales.
- En las redes de agua potable se va a excavar zanjas que tienen una longitud total de 8502.40 m. Mientras en las redes de alcantarillado se va a excavar las zanjas con equipo debido a la profundidad, con alturas de fondo de 1.2m hasta 4.5m; en donde se construirá un entibado de zanjas igual a la longitud de excavación.
- Para el sistema de agua potable se va a rellenar con material de préstamos, como el hormigón o ripio corriente, este relleno se hará en toda la longitud excavada, siendo un total de 8502.40 metro lineales, este relleno será compactado y apisonado, así mismo el material propio también será usado ya que presenta un CBR mayor a 6%. Por otro lado, en las redes de alcantarillado primero se colocará una cama de apoyo para las tuberías, la cual estará hecha a base de arenilla o ripio corriente, debidamente compactada y apisonada en una longitud total de 7696.36 metros lineales, posteriormente se considerará el relleno con material propio seleccionado y material de préstamo, para cubrir la tubería.
- Se instalarán un total de 1102 conexiones domiciliarias y medidores de caudal para la red de agua potable. Y en las redes de alcantarillado se tendrán que instalar 1102 conexiones domiciliarias, como el construir 101 buzones, los diámetros para las conexiones domiciliarias serán de 12.5 mm.
- Para el caso de la pavimentación, se realizarán excavaciones de 40 cm, en donde 15 cm está compuesto por la base y 20 cm por la subbase, la carpeta asfáltica solo tendrá un espesor de 5 cm. Dentro de la pavimentación se consideran las demoliciones de veredas y excavaciones en grandes volúmenes, por lo que será necesario emplear maquinaria pesada. Además, se tendrá

en cuenta la construcción de nuevas veredas con un ancho de 0.60 metros y una altura de 0.20 m y por último la colocación de las cunetas que tienen un ancho de 0.50 m.

D.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

- ❖ Obras provisionales y trabajos preliminares.

Obras provisionales.

- ✓ Cartel de identificación de obra.
- ✓ Almacén, oficina y caseta de guardianía.
- ✓ Agua para la construcción.
- ✓ Energía eléctrica para la construcción.

Trabajos preliminares.

- ✓ Movilización y desmovilización de maquinaria, equipos y herramientas.
- ✓ Corte de carpeta asfáltica.
- ✓ Acopio y eliminación desmonte proveniente de las demoliciones.
- ❖ Red general de agua potable y conexiones domiciliarias.

Red de distribución de agua potable.

Trabajos preliminares:

- ✓ Trazo y replanteo de zanjas (lineal).

Movimiento de tierras:

- ✓ Demolición de estructuras existentes.
- ✓ Excavación zanjas a maq. p/tub \varnothing 2", 3, 6" y 10", a= 0.50m, h=1.20 m.
- ✓ Refine y nivelación de zanjas p/tub.
- ✓ Cama de apoyo p/tub ripio corriente e=0.20 m.

- ✓ Relleno, apisonado y compactación de zanjas p/tub. 2", 3", 6" y 10" c/arenilla 0.5 s/clave.
- ✓ Relleno compactado con material propio seleccionado.
- ✓ Acarreo y eliminación de material excedente dist. min. =5.0 km.

Pruebas hidráulicas e instalaciones

- ✓ Suministro e instal. tub. 2", 3", 6" y 10" PVC UF CL-7.5 c/3% desp.
- ✓ Suministro e instalación de accesorios.
- ✓ Prueba hidráulica y desinfección en red de agua.
- ✓ Suministro e instalación de válvulas

Conexiones domiciliarias.

Trabajos preliminares.

- ✓ Trazo y replanteo de zanjas (lineal).

Movimiento de tierras.

- ✓ Excavación manual de zanjas p/tub. 1/2" a=0.40m, h=1.00m.
- ✓ Refine y nivelación de zanjas p/tub. a= 0.40 m.
- ✓ Cama de apoyo p/tub. d=1/2" c/arenilla e=0.15m.
- ✓ Relleno compactado con material propio seleccionado.
- ✓ Acarreo y eliminación de material excedente dist. min. =5.0 km.

Pruebas hidráulicas e instalaciones.

- ✓ Suministro e instalación de tub. $\phi=1/2"$ PVC SP CL-10.
- ✓ Suministro e instalación de accesorios.
- ✓ Suministro e instal. de caja pre-fab. p/medidor de agua (incl. tapa).

- ✓ Prueba hidráulica y desinfección en red de agua.
- ❖ Red general de alcantarillado y conexiones domiciliarias.

Red de alcantarillado.

Obras provisionales.

- ✓ Trazo y replanteo de zanjas (lineal).
- ✓ Demolición de buzones existentes.
- ✓ Remoción de tuberías existentes.

Movimiento de tierras.

- ✓ Excavación de zanjas c/equipo hasta 4.5 m, af=1.20 m.
- ✓ Refine y nivelación de fondo de zanjas (a=1.50m).
- ✓ Drenaje de zanjas más de 2.00 m.
- ✓ Entibado de zanjas hasta 4.50 m.
- ✓ Cama de apoyo c/equipo, arenilla e=0.20 m.
- ✓ Relleno lateral con material de préstamo.
- ✓ Relleno y apisonado con material de préstamo (c/equipo).
- ✓ Relleno y compactación con equipo (material propio seleccionado).
- ✓ Acarreo y eliminación de material excedente dist. min. =5.0 km.

Instalaciones, prueba hidráulica, buzones.

- ✓ Suministro e instalación de tuberías PVC UF NTP ISO 4435
- ✓ Doble prueba hidráulica y resane tub. PVC $\phi = 200$ mm.
- ✓ Suministro e instalación de buzones hasta una profundidad de 1.50 m.
- ✓ Empalme a buzón y const. dado concreto $f'c=175$ kg/cm² 0.55x0.55x0.55.

Conexiones domiciliarias.Trabajos preliminares.

- ✓ Trazo y replanteo de zanjas (lineal).

Movimiento de tierras.

- ✓ Excavación manual de zanjas p/tub. 6" a=0.40m, h=1.00m.
- ✓ Refine y nivelación de zanjas p/tub.
- ✓ Cama de apoyo p/tub. d=1/2" c/arenilla e=0.20m.
- ✓ Relleno compactado con material propio seleccionado.
- ✓ Acarreo y eliminación de material excedente dist. min. =5.0 km.

Pruebas hidráulicas e instalaciones.

- ✓ Suministro e instalación de tub. $\phi=6"$ PVC SP CL-10.
- ✓ Suministro e instalación de accesorios.
- ✓ Prueba hidráulica y desinfección en red de alcantarillado.
- ❖ Pavimento.

Obras provisionales.

- ✓ Trazo y replanteo de zanjas (lineal).

Movimiento de tierras.

- ✓ Corte y demolición de carpeta asfáltica.
- ✓ Eliminación de material al botadero.
- ✓ Excavación para base y sub-base

Obras para ejecutar.

- ✓ Carpeta asfáltica en caliente e=0.05

- ✓ Construcción de veredas
- ✓ Construcción de cunetas

D.6. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA.

Para la ejecución de este proyecto, se requerirá de mano de obra calificada y no calificada.

Mano de obra calificada: Está compuesta por ingenieros, maestro de obra, operarios y oficiales (soldadores, albañiles, operadores de maquinaria pesada, etc.)

Mano de obra no calificada: Está compuesta por peones que serán contratados por la misma Municipalidad de José Leonardo Ortiz, para el proceso de excavación.

D.7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución para el presente proyecto, de acuerdo con el Cronograma de Ejecución de Obra, es de setenta y cinco (105) días calendarios, lo que corresponde a 4 meses calendarios aproximadamente.

E. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

La delimitación del área de influencia del proyecto tiene por objetivo determinar aquellos espacios que serán afectados durante la ejecución de la obra, positiva o negativamente. Para este fin se considera el medio abiótico, biótico, perceptual, sociocultural y económico con el fin de ubicar el área geográfica donde se producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

Para efectos de la presente evaluación de impacto ambiental y en consideración a lo mencionado, las áreas de influencia son directa e indirecta que se detallan a continuación:

E.1. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.

Esta zona se ha delimitado en función a la ubicación geográfica dentro de la cual se enmarca el proyecto y las interrelaciones que ocurren en ella. Comprende la Vía Principal Balta y España además de las vías que dan acceso a la UPIS primero de mayo-Sector I que son: La calle Carolina, Circunvalación, Próceres, Atahualpa, Huáscar, Húsares de Junín, Los Almendros, Los Cedros, Los Portales y todas las comprendidas dentro del área en la que se ejecutará el proyecto.

E.2. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA.

El área de influencia indirecta abarca zonas adicionalmente a lo anterior, en las cuales los impactos son menores, pero que de igual forma afectan los factores ambientales detallados en la matriz de Leopold. Comprende Institución Educativa “José Leonardo Ortiz”, el centro de Salud “Atusparias”, las instituciones educativas primaria y secundaria “Cristo rey”, entre otras.

F. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para colocar los valores en la matriz de Leopold en primer lugar debemos de dar conocimiento de los factores ambientales y acciones del proyecto que se van a analizar para luego con criterio del equipo poder evaluarlas con la mayor seguridad posible.

F.1. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES.

❖ AIRE.

- ✓ **Emisión de gases:** presencia de gases que alteran su calidad.
- ✓ **Partículas en suspensión:** presencia de partículas en suspensión en el aire que alteran la calidad.
- ✓ **Nivel de ruido:** Incremento de los niveles sonoros.

❖ AGUA.

- ✓ **Agua potable:** apta para la alimentación y uso doméstico. Debe ser incolora, inodora e insípida y cumplir con las exigencias sanitarias.
- ✓ **Agua subterránea:** es la que se encuentra bajo la superficie terrestre y ocupa los poros y las fisuras de las rocas más sólidas.
- ✓ **Calidad del agua:** afectación al agua es la medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

❖ SUELO.

- ✓ **Estabilidad:** Propiedad del suelo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.
- ✓ **Morfología:** es el estudio y descripción del tamaño, forma, disposición e interrelación de sus componentes, sus características y su relación con el paisaje.
- ✓ **Calidad de suelo:** es la capacidad del tipo de suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o antrópico.

- ✓ **Permeabilidad:** es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire.

❖ **FLORA.**

- ✓ **Arbustos:** planta cuyo tallo principal (leñoso) se ramifica a poca altura sobre el suelo en varios troncos delgados y aproximadamente iguales.
- ✓ **Árboles:** planta de tronco leñoso, grueso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo formando la copa.
- ✓ **Plantas:** Las plantas son seres vivos inmóviles, adheridos a la tierra a través de raíces.

❖ **FAUNA.**

- ✓ **Aves:** animal vertebrado de sangre caliente, provisto de pico y alas, con el cuerpo cubierto de plumas.
- ✓ **Insectos:** es un artrópodo que tiene el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen.
- ✓ **Animales terrestres:** son animales que viven predominante o totalmente en la tierra.

❖ **CALIDAD VISUAL.**

- ✓ **Paisaje urbano:** variación de la estructura del paisaje.

❖ **FACTOR SOCIOECONÓMICO.**

- ✓ **Generación de empleo:** generado por la demanda de mano de obra, personal técnico y profesional.
- ✓ **Transporte:** es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas.
- ✓ **Utilización momentánea de vías:** es el uso de las vías de acceso y en el área afectada del proyecto.
- ✓ **Salud y seguridad:** prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y la protección de la salud de los trabajadores.
- ✓ **Utilización de veredas:** incluye en el uso del área de trabajo transitado exclusivamente por personal del proyecto.

F.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO.

❖ **OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES**

OBRAS PROVISIONALES

- ✓ **Cartel de identificación de obra:** se fabricará y colocará un cartel de identificación de la obra, se fijarán adecuadamente los carteles de obra en lugares visibles y de acceso al público.

- ✓ **Almacén, oficina y caseta de guardianía:** comprende la construcción temporal de una caseta y almacén.
- ✓ **Agua para la construcción:** consiste en la dotación de agua potable para la construcción, para diferentes trabajos que hagan uso del líquido elemento.
- ✓ **Energía eléctrica para la construcción:** consiste en la dotación de energía eléctrica para la construcción, para diferentes trabajos que hagan uso de herramientas eléctricas.

TRABAJOS PRELIMINARES.

- ✓ **Movilización y desmovilización de maquinaria, equipos y herramientas:** los gastos a efectuarse por concepto del traslado de las maquinarias, equipos y herramientas al frente de la obra.
- ✓ **Corte de carpeta asfáltica:** los trabajos completos para la rotura y demolición del pavimento existente.
- ✓ **Acopio y eliminación desmonte proveniente de las demoliciones:** el acopio y posterior eliminación de todo material excedente proveniente de las demoliciones.
- ❖ **RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, AGUA ALCANTARILLADO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS.**

TRABAJOS PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES:

- ✓ **Trazo y replanteo de zanjas:** proceso de definir y medir en un terreno las dimensiones de la obra donde se realizará la construcción.
- ✓ **Demolición de buzones existentes:** es el proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir los buzones de acuerdo el plano.
- ✓ **Remoción de tuberías existentes:** es el proceso mediante el cual se procede a remover los buzones de acuerdo el plano.

MOVIMIENTO DE TIERRAS:

- ✓ **Excavación zanjas:** con maquinaria para agua potable, equipo para alcantarillado y excavación manual de zanjas para tuberías, para las conexiones domiciliarias.
- ✓ **Refine y nivelación:** de zanjas para agua potable y de fondo de zanjas para alcantarillado.
- ✓ **Drenaje de zanjas:** permite el desalojo de fluidos en las zanjas se realiza en las redes de alcantarillado.

- ✓ **Entibado de zanjas:** es la construcción de soportes que sean necesarios para sostener los lados de la excavación.
- ✓ **Cama de apoyo:** se realizará con ripio corriente para agua potable y con arenilla para redes de agua potable sus conexiones domiciliarias.
- ✓ **Relleno:** se hará el apisonado de zanjas y compactado con material propio seleccionado para tuberías en aguas potables mientras en las redes de alcantarillado se hará el apisonado con material de préstamo.
- ✓ **Acarreo y eliminación de material excedente:** la eliminación de todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc.

PRUEBAS HIDRÁULICAS E INSTALACIONES

- ✓ **Suministro e instalación:** de tuberías, de caja prefabricada y de accesorios; para medidor de agua en redes de agua potable en conexiones domiciliaria.
- ✓ **Prueba hidráulica y desinfección en red de agua:** para agua potable, se realiza con agua y enrasando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón aguas arriba del tramo en prueba y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo. Y doble prueba hidráulica y resane tuberías; para alcantarillado.

❖ PAVIMENTOS

- ✓ **Base granular para parchado:** la ejecución de una capa de sub-base granular a construirse en espesores variados, pero manteniéndose dentro de un entorno de variabilidad.
- ✓ **Imprimación asfáltica:** proceso mediante el cual, se hace la aplicación de un material asfáltico en forma plana.
- ✓ **Carpeta asfáltica en caliente:** es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento. Para poder evaluar los impactos ambientales ocasionados en cada uno de los factores tales como suelo, aire, flora, fauna, etc., se ha realizado la matriz de Leopold, teniendo en cuenta cada uno de los procesos constructivos del proyecto diseño de las redes de agua potable, alcantarillado y pavimentación de la upis primero de mayo-sector I.

7. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO					
PROYECTO :	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN LA UPIS PRIMERO DE MAYO-SECTOR I, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO				
LUGAR :	JOSÉ LEONARDO ORTIZ, LAMBAYEQUE				
TESISTA :	CIEZA CHÁVEZ MIRELA YULICSA				
FECHA :	23/10/2022				
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
01	TRABAJOS PRELIMINARES, OBRAS PROVISIONALES, SEGURIDAD Y SALUD				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60 m x 6.00 m	und	1.00	1464.46	1464.46
01.01.02	ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIA (5.0X12.0 m)	m²	60.00	78.52	4711.20
01.01.03	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	mes	4.00	362.45	1449.80
01.01.04	ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	mes	4.00	523.60	2094.40
01.01.05	BAÑOS PORTÁTILES PARA OBREROS	mes	4.00	800.00	3200.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.02.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	2330.44	2330.44
01.02.02	CORTE DE CARPETA ASFÁLTICA	m²	8724.29	8.44	73633.03
01.02.03	ACOPIO Y ELIMINACIÓN DESMORTE PROVENIENTE DE LAS DEMOLICIONES	m²	174.49	22.72	3964.32
01.03	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL				
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	1786.32	1786.32
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	2435.88	2435.88
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	973.00	973.00
01.03.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	5219.60	5219.60
01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1906.62	1906.62
02	RED GENERAL DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS				
02.01	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE				
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS (LINEAL)	m	8502.40	2.64	22446.34
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.02.01	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES				
02.01.02.01.01	REMOCIÓN DE TUBERÍAS DE AGUA EXISTENTES	m	8109.70	3.57	28951.63
02.01.02.01.02	REMOCIÓN DE TUBERÍAS DE CONEXIONES DOMICILIARIAS EXISTENTES	m	2976.22	2.14	6369.11
02.01.02.01.03	DEMOLICIÓN DE VEREDAS DE 0.10 M	m²	4054.85	66.19	268390.52
02.01.02.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE DEMOLICIONES DE VEREDAS	m³	1621.94	14.79	23988.49
02.01.02.02	EXCAVACIONES DE ZANJAS				
02.01.02.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS C/MAQ. P/TUB. Ø= 54.2 mm a= 0.15m h=1.20m	m	2441.48	4.49	10962.25
02.01.02.02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS C/MAQ. P/TUB. Ø= 80.1 mm a= 0.30m h=1.20m	m	1918.75	5.98	11474.13
02.01.02.02.03	EXCAVACIÓN DE ZANJAS C/MAQ. P/TUB. Ø= 152 mm a= 0.60m h=1.20m	m	3183.83	5.98	19039.30
02.01.02.02.04	EXCAVACIÓN DE ZANJAS C/MAQ. P/TUB. Ø= 247 mm a= 0.90m h=1.20m	m	945.99	5.98	5657.02
02.01.02.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS				
02.01.02.03.01	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS. P/TUB. Ø= 54.2 mm	m	2441.48	1.38	3369.24
02.01.02.03.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS. P/TUB. Ø= 80.1 mm	m	1918.75	1.84	3530.50
02.01.02.03.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS. P/TUB. Ø= 152 mm	m	3183.83	1.84	5858.25
02.01.02.03.04	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS. P/TUB. Ø= 247 mm	m	945.99	1.84	1740.62
02.01.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS				
02.01.02.04.01	CAMA DE APOYO. P/TUB. Ø= 54.2 mm C/ARENILLA e=0.20 m	m	2441.48	7.77	18970.30
02.01.02.04.02	CAMA DE APOYO. P/TUB. Ø= 80.1 mm C/ARENILLA e=0.20 m	m	1918.75	10.35	19859.06
02.01.02.04.03	CAMA DE APOYO. P/TUB. Ø= 152 mm C/ARENILLA e=0.20 m	m	3183.83	8.93	28431.60
02.01.02.04.04	CAMA DE APOYO. P/TUB. Ø= 247 mm C/ARENILLA e=0.20 m	m	945.99	11.19	10585.63
02.01.02.05	RELLENO, APISONADO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS				
02.01.02.05.01	RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS P/TUB. Ø= 54.2 mm C/ARENILLA 0.20 S/CLAVE	m	183.11	27.50	5035.55
02.01.02.05.02	RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS P/TUB. Ø= 80.1 mm C/ARENILLA 0.30 S/CLAVE	m	287.81	27.50	7914.84
02.01.02.05.03	RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS P/TUB. Ø= 152 mm C/ARENILLA 0.60 S/CLAVE	m	955.15	27.50	26266.60
02.01.02.05.04	RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS P/TUB. Ø= 247 mm C/ARENILLA 0.50 S/CLAVE	m	425.70	27.50	11706.63
02.01.02.06	ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				
02.01.02.06.01	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min. =5.0 Km	m³	740.71	21.34	15806.69
02.01.03	TUBERIAS				
02.01.03.01	SUMINISTRO E INSTAL. TUB. 54.2 mm PVC UF CL-10 PROF= 1.00 m C/3% DESP.	m	2441.48	13.49	32935.57
02.01.03.02	SUMINISTRO E INSTAL. TUB. 80.1 mm PVC UF CL-10 PROF= 1.00 m C/3% DESP.	m	1918.75	14.80	28397.50
02.01.03.03	SUMINISTRO E INSTAL. TUB. 152 mm PVC UF CL-10 PROF= 1.00 m C/3% DESP.	m	3183.83	22.20	70681.03
02.01.03.04	SUMINISTRO E INSTAL. TUB. 247 mm PVC UF CL-10 PROF= 1.00 m C/3% DESP.	m	945.99	22.20	21000.98
02.01.04	ACCESORIOS				
02.01.04.01	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=54.2 mm X 45 PVC ISO	und	7.00	50.22	351.54
02.01.04.02	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=152 mm X 45 PVC ISO	und	8.00	50.22	401.76
02.01.04.03	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=247 mm X 45 PVC ISO	und	1.00	51.35	51.35
02.01.04.04	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=54.2 mm X 90 PVC ISO	und	5.00	56.25	281.25
02.01.04.05	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=152 mm X 90 PVC ISO	und	6.00	56.25	337.50
02.01.04.06	SUMINISTRO E INSTAL.CODO Ø=247 mm X 90 PVC ISO	und	3.00	56.25	168.75
02.01.04.07	SUMINISTRO E INSTAL.TEE Ø=54.2 mm X 54.2 mm PVC ISO	und	24.00	46.19	1108.56
02.01.04.08	SUMINISTRO E INSTAL.TEE Ø=80.1 mm X 80.1 mm PVC ISO	und	22.00	46.19	1016.18
02.01.04.09	SUMINISTRO E INSTAL.TEE Ø=152 mm X 152 mm PVC ISO	und	19.00	46.19	877.61
02.01.04.10	SUMINISTRO E INSTAL.CRUZ Ø=54.2 mm X 54.2 mm PVC ISO	und	5.00	122.72	613.60
02.01.04.11	SUMINISTRO E INSTAL.CRUZ Ø=80.1 mm X 80.1 mm PVC ISO	und	4.00	122.72	490.88
02.01.04.12	SUMINISTRO E INSTAL.REDUCCIÓN Ø=247 mm X 152 mm PVC ISO	und	1.00	68.90	68.90
02.01.04.13	SUMINISTRO E INSTAL.REDUCCIÓN Ø=152 mm X 80.1 mm PVC ISO	und	26.00	68.90	1791.40
02.01.04.14	SUMINISTRO E INSTAL.REDUCCIÓN Ø=80.1 mm X 54.2 mm PVC ISO	und	19.00	68.90	1309.10
02.01.05	VALVULAS				
02.01.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA Ø=247 mm FFF° ISO 7259	und	10.00	223.77	2237.70
02.01.05.02	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN H° DUCTIL PN 10 DN 247 mm	und	45.00	185.07	8328.15
02.01.06	PRUEBAS HIDRAULICAS Y DESINFECCION				
02.01.06.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN RED DE AGUA	m	8490.05	1.22	10357.86
02.01.07	VARIOS				
02.01.07.01	CAJA PARA VALVULA	und	55.00	934.73	51410.15

Fuente: Elaboración propia

02.02	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE				
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS (LINEAL)	m	3908.40	2.69	10513.60
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS P/TUB. Ø=1/2" a=0.40m, h=1.00m	m	3908.40	1.88	7347.79
02.02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS P/TUB. Ø=1/2" a=0.40 M	m	3908.40	0.78	3048.55
02.02.02.03	CAMA DE APOYO P/TUB. Ø=1/2" C/ARENILLA E=0.15m	m	3908.40	4.71	18408.57
02.02.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m	1328.86	16.20	21527.47
02.02.02.05	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. mín. =5.0 Km	m	531.54	21.34	11343.12
02.02.03	TUBERIAS				
02.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB. Ø=1/2" PVC SAP CL-10	m	3908.40	5.66	22121.55
02.02.04	PRUEBAS HIDRAULICAS				
02.02.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN RED DE AGUA	m	3908.40	11.41	44594.85
02.02.05	MICROMEDICIÓN				
02.02.05.01	SUMINISTRO E INSTAL. DE ACCESORIOS Y MEDIDOR DE AGUA	m	1102.00	229.71	253140.42
02.02.06	CAJAS Y EMPALMES				
02.02.06.01	SUMINISTRO E INSTAL. DE CAJA PRE-FAB. P/MEDIDOR DE AGUA (INCL. TAPA)	m	1102.00	82.84	91289.68
03	RED GENERAL DE ALCANTARILLADO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS				
03.01	RED DE ALCANTARILLADO				
03.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
03.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS (LINEAL)	m	7696.36	2.69	20703.21
03.01.01.02	DEMOLICION DE BUZONES EXISTENTES	und	80.00	216.22	17297.60
03.01.01.03	REMOCION DE TUBERIAS EXISTENTES	m	7583.30	10.69	81065.48
03.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS				
03.01.02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 1.20 m HASTA PROF= 1.50 m, a=0.60 m	m	1165.05	7.73	9005.84
03.01.02.01.02	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 1.50 m HASTA PROF= 2.00 m, a=0.80 m	m	1944.40	10.31	20046.76
03.01.02.01.03	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 2.00 m HASTA PROF= 2.50 m, a=1.00 m	m	724.32	16.12	11676.04
03.01.02.01.04	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 2.50 m HASTA PROF= 3.00 m, a=1.00 m	m	379.66	19.34	7342.62
03.01.02.01.05	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 3.00 m HASTA PROF= 3.50 m, a=1.30 m	m	959.28	27.06	25958.12
03.01.02.01.06	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 3.50 m HASTA PROF= 4.00 m, a=1.30 m	m	1671.58	32.22	53858.31
03.01.02.01.07	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQUIPO DE= 4.00 m HASTA PROF= 4.50 m, a=1.50 m	m	852.06	32.22	27453.37
03.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS				
03.01.02.02.01	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS, (a=0.60 m)	m	1165.05	1.38	1607.77
03.01.02.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS, (a=0.80 m)	m	1944.40	1.38	2683.27
03.01.02.02.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS, (a=1.00 m)	m	1103.98	1.38	1523.49
03.01.02.02.04	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS, (a=1.30 m)	m	2630.86	1.53	4025.22
03.01.02.02.05	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS, (a=1.50 m)	m	852.06	1.53	1303.65
03.01.02.03	DRENAJE DE ZANJAS				
03.01.02.03.01	DRENAJE DE ZANJAS MAS DE 2.00 m	m	4586.90	18.26	83756.79
03.01.02.04	ENTIBADO EN ZANJAS				
03.01.02.04.01	ENTIBADO DE ZANJAS HASTA=1.50 m, (a=0.60 m)	m	1944.40	49.85	96928.34
03.01.02.04.02	ENTIBADO DE ZANJAS HASTA=2.00 m, (a=0.80 m)	m	724.32	49.85	36107.35
03.01.02.04.03	ENTIBADO DE ZANJAS HASTA=3.00 m, (a=1.00 m)	m	1103.98	49.85	55033.40
03.01.02.04.04	ENTIBADO DE ZANJAS HASTA=4.00 m, (a=1.30 m)	m	2630.86	49.85	131148.37
03.01.02.04.05	ENTIBADO DE ZANJAS HASTA=4.50 m, (a=1.50 m)	m	1671.58	49.85	83328.26
03.01.02.05	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS				
03.01.02.05.01	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=1.20 m HASTA PROF=1.50 m, a=0.60 m, e=0.20 m	m	1165.05	13.57	15809.73
03.01.02.05.02	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=1.50 m HASTA PROF=2.00 m, a=0.80 m, e=0.20 m	m	1944.40	13.57	26385.51
03.01.02.05.03	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=2.00 m HASTA PROF=2.50 m, a=1.00 m, e=0.20 m	m	724.32	13.84	10024.59
03.01.02.05.04	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=2.50 m HASTA PROF=3.00 m, a=1.00 m, e=0.20 m	m	379.66	13.84	5254.49
03.01.02.05.05	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=3.00 m HASTA PROF=3.50 m, a=1.30 m, e=0.20 m	m	959.28	14.14	13564.22
03.01.02.05.06	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=3.50 m HASTA PROF=4.00 m, a=1.30 m, e=0.20 m	m	1671.58	14.14	23636.14
03.01.02.05.07	CAMA DE APOYO C/EQUIPO, C/RIPO CORRIENTE DE 3/4" DE=4.00 m HASTA PROF=4.50 m, a=1.50 m, e=0.20 m	m	852.06	14.45	12312.27
03.01.02.06	RELLENO LATERAL CON MATERIAL DE PRESTAMO				
03.01.02.06.01	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 1.5 m, a=0.80 m	m	1165.05	14.10	16427.21
03.01.02.06.02	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 1.5 m - 2.0 m, a=0.80 m	m	1944.40	14.53	28252.13
03.01.02.06.03	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 2.00 m - 2.50 m, a=1.00 m	m	724.32	14.53	10524.37
03.01.02.06.04	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 2.50 m - 3.00 m, a=1.00 m	m	379.66	14.53	5516.46
03.01.02.06.05	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 3.00 m - 3.50 m, a=1.30 m	m	959.28	15.00	14389.20
03.01.02.06.06	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 3.50 m - 4.00 m, a=1.30 m	m	1671.58	15.54	25976.35
03.01.02.06.07	RELL. LATERAL C/MAT. D/PRESTAMO (ARENILLA) PROF. = 4.00 m - 4.50 m, a=1.50 m	m	852.06	16.17	13777.81
03.01.02.07	RELLENO Y APIZONADO CON MATERIAL DE PRESTAMO				
03.01.02.07.01	RELL. Y APIZONADO (C/EQUIPO 1) HASTA 0.30 M S/CLAVE DEL TUBO C/ARENILLA PROM. = 0.80 M	m	724.32	15.30	11082.10
03.01.02.07.02	RELL. Y APIZONADO (C/EQUIPO 1) HASTA 0.30 M S/CLAVE DEL TUBO C/ARENILLA PROM. = 1.00 M	m	836.85	15.30	12803.81
03.01.02.07.03	RELL. Y APIZONADO (C/EQUIPO 1) HASTA 0.30 M S/CLAVE DEL TUBO C/ARENILLA PROM. = 1.30 M	m	2630.86	15.30	40252.16
03.01.02.08	RELLENO Y COMPACTACION (MATERIAL PROPIO SELECCIONADO)				
03.01.02.08.01	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=1.50 H/NTN	m	1165.05	7.97	9285.45
03.01.02.08.02	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=2.00 H/NTN	m	1944.40	7.97	15496.87
03.01.02.08.03	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=2.50 H/NTN	m	724.32	9.89	7163.52
03.01.02.08.04	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=3.00 H/NTN	m	379.66	9.89	3754.84
03.01.02.08.05	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=3.50 H/NTN	m	959.28	10.52	10091.63
03.01.02.08.06	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=4.00 H/NTN	m	1671.58	10.52	17585.02
03.01.02.08.07	RELL. COMP. C/MAT. PROPIO SELEC. (C/EQUIPO1) A= VARIABLE PROF=4.50 H/NTN	m	852.06	10.52	8963.67
03.01.02.09	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				
03.01.02.09.01	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. mín. =5.0 Km	m²	2501.31	21.45	53653.18

Fuente: Elaboración propia

03.01.03	TUBERIAS				
03.01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC-UF NTP ISO 4435 D= 315 mm S-20	m	1277.18	30.47	38915.6746
03.01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC-UF NTP ISO 4435 D= 250 mm S-20	m	2086.59	30.47	63578.3973
03.01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC-UF NTP ISO 4435 D= 160 mm S-20	m	4332.59	30.47	132014.0173
03.01.04	PRUEBA HIDRAULICA				
03.01.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TUB. PVC Ø = 315 mm	m	1277.18	9.09	11609.5662
03.01.04.02	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TUB. PVC Ø = 250 mm	m	2086.59	9.09	18967.1031
03.01.04.03	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TUB. PVC Ø = 160 mm	m	4332.59	9.09	39383.2431
03.01.05	BUZONES				
03.01.05.01	BUZON TIPO "A" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 1.20 m - 1.5 m	und	10.00	3922.31	39223.10
03.01.05.02	BUZON TIPO "B" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 1.50 m - 2.00 m	und	23.00	3922.31	90213.13
03.01.05.03	BUZON TIPO "C" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 2.00 m - 2.50 m	und	29.00	4120.71	119500.59
03.01.05.04	BUZON TIPO "D" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 2.50 m - 3.00 m	und	15.00	4120.71	61810.65
03.01.05.05	BUZON TIPO "E" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 3.00 m - 3.50 m	und	7.00	4815.14	33705.98
03.01.05.06	BUZON TIPO "F" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 3.50 m - 4.00 m	und	5.00	4815.14	24075.70
03.01.05.07	BUZON TIPO "G" Ø INT. 1.20 M L/TARRAJEO INT. PROF= 4.00 m - 4.50 m	und	12.00	4815.14	57781.68
03.01.05.04	EMPALME A BUZON Y CONST. DADO CONCRETO f _c =175 kg/cm ² 0.55x0.55x0.55	und	101.00	176.94	17870.94
03.02	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
03.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS (LINEAL)	m	4245.65	2.69	11420.80
03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.02.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUB Ø = 160 mm a =-0.60 m	m	4245.65	28.16	119557.50
03.02.02.02	REFINE Y NIVELACION ZANJAS P/TUB. Ø 6"	m	4245.65	3.45	14647.49
03.02.02.03	CAMA DE APOYO C/ARENILLA e=-0.15 m a=-0.60 m	m	4245.65	8.95	37998.57
03.02.02.04	RELL. Y APIZONADO (C/EQUIPO) HASTA 0.30 m S/CLAVE DEL TUBO Ø = 160 mm, C/ARENILLA	m	4245.65	20.70	87884.96
03.02.02.05	RELLENO Y COMP. MAT PROPIO SELECCIONADO EN ZANJAS P/TUB Ø = 160 mm	m	4245.65	16.45	69840.94
03.02.02.06	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min. =5.0 Km	m ³	509.48	21.45	10928.30
03.02.03	TUBERIAS				
03.02.03.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS CON TUBERIA PVC UF 160 mm	m	4245.65	444.21	1885960.19
03.02.04	PRUEBA HIDRAULICA				
03.02.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TUB. PVC Ø = 160 mm	m	4245.65	8.18	34729.42
04	PAVIMENTO				
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m ²	82418.10	4.22	347804.36
04.02	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO				
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m ²	82418.10	0.72	59341.03
04.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.03.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO				
04.03.01.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m ³	617.48	16.20	10003.18
04.03.02	BASE Y SUBBASE				
04.03.02.01	BASE e=0.20 m	m ³	16483.62	11.47	189067.11
04.03.02.02	SUBBASE GRANULAR e=0.20m	m ³	12362.71	10.71	132404.67
04.04	CARPETA ASFALTICA				
04.04.01	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (E= 0.05 m.)	m ²	73725.13	17.54	1293138.82
05	VEREDAS				
05.01	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES				
05.01.01	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m	17385.93	3.52	61198.46
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m	17385.93	1.96	34076.42
05.01.03	NIVELACION PERMANENTE Y REPLANTEO FINAL	m	17385.93	1.34	23297.14
05.01.04	DEMOLICION DE VEREDAS CON MAQUINARIA	m ²	8692.96	1.38	11996.29
05.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL AL BOTADERO	m ³	869.30	12.56	10918.36
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
05.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN S/RASANTE EN VEREDAS	m ²	17385.93	2.58	44855.69
05.02.02	BASE GRANULAR COMPACTADO PARA VEREDA	m ³	17385.93	5.90	102576.97
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	2173.24	45.26	98360.88
05.02.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA VEREDAS, ACABADO Y BRUÑADO	m ³	1738.59	451.67	785270.14
05.02.05	CURADO DE VEREDAS	m ²	17385.93	4.27	74237.91
05.02.06	JUNTA CON ASFALTO e=1"	m	9379.20	12.28	115176.58
05.02.07	PINTADO DE BORDE VEREDAS H=10 cm	ml	7244.14	7.36	53316.84
06	CUNETAS TRIANGULARES				
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
06.01.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIES DE CUNETA TRIANGULAR	m ²	7244.14	2.26	16371.75
06.02	CONCRETO SIMPLE				
06.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m ³	3346.79	468.79	1568942.07
06.03	JUNTA				
06.03.01	JUNTA DE CUNETA TRIANGULAR CON ASFALTO	m	2477.24	11.82	29280.98
COSTO DIRECTO					S/ 10,646,165.82
GASTOS GENERALES 10%					S/ 1,064,616.58
UTILIDAD 10%					S/ 1,064,616.58
SUB TOTAL					S/ 12,775,398.99
IGV 18%					S/ 2,299,571.66
TOTAL PRESUPUESTO					S/ 15,074,970.65

Fuente: Elaboración propia

Discusiones

- ✓ Los diseños de agua potable y alcantarillado han sido elaborados en los modelos WaterCAD y SewerCAD respectivamente, debido a las investigaciones realizadas estos programas presentan un margen de error casi nulo si se los compara con los diseños convencionales, además que proporcionan una mayor facilidad para ver la simulación de los fluidos en tiempo real, el diseño se hace más práctico y se puede modelar una variedad de circuitos a la vez.
- ✓ Como fuente de abastecimiento de agua potable se consideró el tanque elevado ubicado a una distancia promedio de 940 metros de la zona de estudio, que presenta una capacidad de 1000 m³, el tanque elevado se encuentra en óptimas condiciones, además la estación de bombeo ha sido renovada con nuevos equipos en el año del 2017, razón por la cual no ha sido necesario el diseño de un tanque elevado y estación de bombeo.
- ✓ La norma técnica peruana establece valores permisibles de presiones, velocidades, tensión tractiva para el caso de las redes de alcantarillado y pendientes mínimas, sin embargo, no hay un rango mínimo para la velocidad en las redes de agua potable, razón por la cual se acudió a investigaciones realizadas, donde nos dan un parámetro de 10 m/s.
- ✓ Los resultados obtenidos en los diseños de saneamiento van de acorde a la normativa, sin embargo, hay algunos valores en las redes de agua potable donde las velocidades obtenidas son menores a 10 m/s, esto pasa por las longitudes muy reducidas de algunos tramos, para poder aumentar estas velocidades se requiere bajar la dimensión de los diámetros, pero no es posible ya que se estaría generando la obtención de presiones negativas.
- ✓ En el sistema de alcantarillado los caudales obtenidos en algunos tramos de las tuberías fueron menores a 1.5 lts/seg, razón por la cual se tuvo que hacer una corrección porque la norma exige que el caudal mínimo de diseño debe ser de 1.5 lts/seg, además se ha realizado una corrección de buzones, de tal manera que estos sean múltiplos de 5 y no dificulten al momento de la ejecución.
- ✓ Los valores de las tuberías deben ir variando hasta que el diseño sea óptimo, es decir que los diámetros no estén sobredimensionados y genere un mayor costo. Por ello los valores obtenidos se han verificado que estén dentro de un ratio de otros proyectos que se han realizado, para garantizar la seguridad de los resultados.

- ✓ Las redes de alcantarillado tienen como punto de descarga los buzones con mayor profundidad ubicados en la avenida balta, para luego ser conducidos hacia la red emisor que se encuentra en la Avenida Leguía y posteriormente descargar en las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en la salida a Puerto Eten.
- ✓ Para el diseño de drenaje pluvial se ha tenido que uniformizar los caudales máximos obtenidos para cada una de las calles existentes en la zona urbana, de tal manera que en el proceso constructivo no dificulte los trabajos, como punto de descarga se ha tomado el canal que pasa por la avenida Leguía, debido a las pendientes que presenta el terreno que hace más factible la escorrentía.
- ✓ Los diseños que se presentaron respecto a la pavimentación fueron elaborados por los métodos más utilizados que es el AASHTO 93 tanto para pavimentos flexibles como rígidos y el ICPI para pavimentos intertrabados, si se desea construir un pavimento con una vida útil más prolongada es recomendable ejecutar un pavimento rígido, aunque los costos iniciales son muy elevados y encarecen demasiado los proyectos. Para este caso se ha considerado como la mejor alternativa de diseño el pavimento flexible, porque lo que se está proponiendo es un pavimento económico al momento de la ejecución, mas no a lo largo de su vida útil, además el pavimento flexible con un adecuado mantenimiento puede llegar a durar de 15 hasta 20 años y es mucho más estético que un pavimento rígido o de adoquines de concreto.
- ✓ Las conexiones domiciliarias para ambos sistemas son un total de 1102 y las longitudes de cada tubería han sido obtenidas de los programas, esta es otra de las ventajas que nos brindan los softwares, ya que facilitan de manera considerable el metrado de las redes. Tradicionalmente las longitudes de las conexiones tenían que ser medidas mediante otros programas como el civil3D o el AutoCAD, esto demandaba bastante tiempo y en urbanizaciones que presentan gran número de conexiones domiciliarias se hace muy dificultoso el cálculo.
- ✓ En la elaboración de un plan de manejo ambiental, se debe tener en cuenta la participación ciudadana, ya que es muy importante tener en cuenta la opinión de los ciudadanos para una mejor ejecución del proyecto.

Conclusiones

- Del estudio topográfico se han obtenido un total de 260 puntos del levantamiento de todas las calles pertenecientes a la Upis primero de mayo-Sector I, además se han tomado puntos de cada una de las viviendas con ayuda del GPS, con la finalidad de obtener la cantidad de viviendas actuales para poder realizar el plano de lotización y modelar cada una de ellas en los programas utilizados.
- Para el estudio de mecánica de suelos se han realizado un total de 15 calicatas, de las cuales se han obtenido todos los ensayos correspondientes a lo especificado en la norma técnica peruana para el diseño de redes de saneamiento y pavimentación, las profundidades de cada una de ellas varían entre 0.20 y 1.70 metros, además se ha realizado la clasificación SUCS y ASHTO obteniéndose un CBR del 6.20%.
- Del diagnóstico realizado en la Upis primero de mayo-Sector I, se ha determinado que la zona cuenta con tuberías de asbesto-cemento, material que actualmente ha sido rechazado por la norma técnica peruana, además los sistemas ya cumplieron su vida útil, razón por la cual se encuentran en mal estado, los diámetros con los que actualmente cuenta son muy reducidos y las profundidades de los buzones son menores a 3 metros. Respecto a la pavimentación, la zona actualmente solo tiene pavimentada la Avenida principal José Balta, pero se encuentra en mal estado, razón por la que se ha propuesto el diseño de nuevos sistemas como una alternativa de solución a los problemas diagnosticados.
- En el diseño de las redes de agua potable se obtuvo que la línea de aducción tendrá un diámetro de 10", el material es tipo PVC UF-CLASE 10, para las redes de distribución primarias se tiene un diámetro igual a 6", el material se ha considerado el mismo para todo el sistema, las redes de distribución secundarias son de diámetro igual a 3" y por último en tramos pequeños que no exceden a los 30 metros de longitud se tiene diámetros de hasta 2". Todo el sistema está conformado por un total de 137 tuberías. La velocidad máxima es de 2.16 m/s y la velocidad mínima es de 0.15 m/s para el caso de las redes secundarias, en cuanto a las redes terciarias por sus longitudes tan pequeñas que presentan las velocidades son un poco más bajas, ya que si se aumenta el diámetro hay una descompensación en el diseño, haciendo que se obtengan presiones negativas.

En el modelo hidráulico se ha considerado dos escenarios estático y dinámico, tal como lo establece el reglamento nacional de edificaciones, para ambos escenarios se han verificado las presiones, de las cuales se obtuvo que en el escenario dinámico la presión máxima es de 19.91 m.c.a y la mínima de 10.20 m.c.a, para el caso del escenario estático la presión máxima es de 20.63 m.c.a y la mínima de 17.45 m.c.a. parámetros que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, además se han obtenido un total de 95 nodos.

- Del diseño obtenido en las redes de alcantarillado se concluye que hay 3 tipos de tuberías, para las redes colectoras principales los diámetros son de 315 mm, equivalente a 12 pulgadas, en el caso de las redes colectoras secundarias los diámetros son de 250 mm igual a 10 pulgadas y por último las redes terciarias presentan diámetros iguales a 160 mm equivalente a 6 pulgadas.

La velocidad mínima en el sistema es de 0.60 m/s y la velocidad máxima es de 2.35 m/s, así mismo las pendientes son aceptables estando en un rango de 0.10% a 8.40% , la tensión tractiva mínima obtenida del sistema es de 1 Pa.

En el diseño de los buzones se ha elegido un diámetro igual a 1.20 de acuerdo a lo que especifica el RNE, y las alturas varían de acuerdo a las pendientes que se tienen en cada tramo, en este caso hemos clasificado los buzones en tipo I, comprendidos en un rango de (1.20 m a 1.50 m), buzones tipo II de (1.50 m a 2.00m), buzones tipo III (2.00 m a 2.50 m), buzones tipo IV (2.50 m a 3.00 m), buzones tipo V (van de 3.00 m a 3.50 m), buzones tipo VI (3.50 m a 4.00 m) y por último tenemos los buzones tipo VII (4.00 m a 4.50 m). En total son 101 cámaras de inspección o también llamados buzones de los cuales 10 son del tipo I, 23 pertenecen al tipo II, 29 son del tipo III, 15 son del tipo IV, 7 son del tipo V, 5 son del tipo VI y por último 12 buzones pertenecen al tipo VII.

- Para el diseño del pavimento se han realizado primero los estudios previos como es el estudio de tráfico y el estudio hidrológico, obteniéndose un ESAL de 2.98×10^5 y una intensidad máxima de 10.07 mm/h. Se han propuesto 3 tipos de pavimento, el primero pavimento flexible con un espesor de 40 cm, el cual está distribuido en 5 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base y 20 cm de subbase, luego se ha diseñado un pavimento rígido con un espesor total de 27 cm, el cual está conformado por 12 cm de concreto hidráulico y 15 cm de subbase granular, por último se ha diseñado un pavimento interlocking o intertrabado, que es mediante bloques de concreto el cual se distribuye en 28 cm de base granular, 4

cm de cama de arena y 6 cm de adoquines de concreto. Para poder determinar cuál es la alternativa más económica se ha realizado un análisis de costos unitarios para cada uno de ellos obteniendo que para un metro cuadrado de pavimento flexible, rígido e intertrabado, los precios van de 82.52 S/., 655.46 S/. y 88.72 S/. respectivamente, razón por la cual se ha elegido la alternativa de pavimento flexible, por ser la más económica y además que es más estética para el caso de zonas urbanas.

En el diseño de drenaje pluvial se ha propuesto cunetas de sección triangular, con un ancho de 0.50 metros y un tirante hidráulico de 0.20 m, además el talud que presenta es de 1.5 m. Para el caso del diseño de veredas se ha propuesto una sección de acuerdo como lo indica la normativa, con un ancho mínimo de 0.60 metros y una altura de 0.10 m sobre la pavimentación.

- Se ha elaborado el estudio de impacto ambiental, en el cual se han evaluado las acciones del proyecto y los efectos que tiene en cada uno de los factores ambientales, también se han propuesto programas y subprogramas para mitigar los impactos ocasionados. La evaluación de impacto ambiental se ha realizado mediante la matriz de Leopold, de la cual se ha obtenido que los mayores impactos ambientales son producto de la emisión de gases provenientes de la maquinaria y las excavaciones masivas que se van a realizar en el proyecto.
- Se ha elaborado la ingeniería económica del proyecto, obteniéndose un presupuesto total de 15, 074, 970.65 S/. (QUINCE MILLONES SETENTA Y CUATRO MIL SESENTA Y CINCO SOLES).

Recomendaciones

- Se deberá realizar el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias utilizados para la construcción de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El apropiado funcionamiento dentro de los parámetros de diseño reduce la cantidad de contaminantes emanados durante la operación del equipo. Humedecer los materiales antes de cada jornada laboral en el área de trabajo para evitar las emisiones de partículas en suspensión, es una medida de mitigación.
- Para el caso de las redes de agua potable y alcantarillado se deben realizar las pruebas hidráulicas necesarias y deben ser supervisadas por un ingeniero de calidad, el cual garantice el correcto funcionamiento de estas.
- Al momento de realizar las excavaciones masivas de las zanjas, va a existir un porcentaje considerado de partículas en suspensión, por lo que es recomendable realizar una humidificación continua del suelo.
- El personal obrero que se encuentre mayormente expuesto a las emisiones de polvo durante las actividades de movimiento de tierra contará con equipos de protección respiratoria.
- Como medida de mitigación en caso de derrames, deberá removerse el suelo contaminado hasta 10 cm, por debajo del nivel alcanzado por la contaminación, para su posterior eliminación.

Referencias

- [1] UNESCO, «Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020>.
- [2] United Nations, «Día Mundial del Agua,» 2021. [En línea]. Available: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/un_water_dia_mundial_del_agua_valoremos_el_agua_2021.pdf.
- [3] G. Pflieger, «Historia de la universalización del acceso al agua y alcantarillado en Santiago de Chile,» *EURE*, vol. XXXIV, n° 103, pp. 131-152, 2008.
- [4] J. Domínguez Serrano, «El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz,» *Gestión y Política Pública*, vol. 19, n° 2, pp. 1405-1079, 2010.
- [5] A. Palacios Dongo, «PROBLEMÁTICA DEL AGUA Y SANEAMIENTO EN EL PERÚ,» *EXPRESO*, pp. 1-2, Enero 2016.
- [6] K. Y. Falla Crisanto y E. H. Ramos Cobeñas, Diseño de la pavimentación y de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la habilitación urbana de la asociación Pro-Vivienda de docentes de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo ubicada en el distrito de Monsefú, departamento de Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de ingeniería civil, de sistemas y Arquitectura, 2019.
- [7] E. A. Tumbaco Salazar, Diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario de la Comunidad Manantiales del Cantón Montecristi-Provincia de Manabí, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Técnicas, 2021.
- [8] N. F. Mérida Santizo, Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Pavimentación para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2019.
- [9] J. L. Tapia Idrovo y G. E. Sandoval Simba, Propuesta de mejoramiento y regulación de los servicios de agua y alcantarillado para la ciudad de Santo Domingo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de ingeniería, 2014.

- [10 Y. E. Rodríguez Maitre, Diseño del sistema de alcantarillado sector San Antonio y diseño] sistema de agua potable población 12 de Octubre, Comuna de Quellón, Universidad Austral de Chile, facultad de Ciencias de la Ingeniería, 20013.
- [11 N. Chuquín, D. Chuquín, G. Miño, J. Chuquín y J. Soriano , «Modelación matemática del] sistema hidráulico de la red de agua potable de la ciudad de Río Bamba,» *Universidad Politécnica de Valencia*, vol. 1, n° 19, p. 13, 2018.
- [12 F. C., W. Bauwens y P. A. Vanrolleghem, «Una evaluación de la eficiencia del sistema] cambiando de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en condiciones transitorias,» *Water Science & Technology*, vol. 33, n° 2, pp. 199-208, 1996.
- [13 J. C. Cueva Mondaca y S. S. Saavedra Alva, Diseño, ampliación y mejoramiento del] sistema de agua potable y alcantarillado en el Mirador II, La Esperanza, Trujillo, La Libertad, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- [14 B. Malaver Ruitón y S. W. Mendoza Salazar, Ampliación y Mejoramiento del Sistema de] Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Residuales de la ciudad de Contumazá, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014.
- [15 H. B. Rivera Malca y A. R. Rivera Malca, Diseño del Mejoramiento del sistema de agua] potable y alcantarillado del Sector Cerro Colorado, Pacanga-Chepén-La Libertad, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- [16 M. Carpio Dávila, Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y] Alcantarillado para la zona Urbana del distrito de Querocoto, Provincia de Chota, Cajamarca, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- [17 S. Meniconi, B. Brunone, M. Frisinghelli, C. Capponi y E. Mazzeti, «Caracterización] hidráulica y respuesta transitoria de válvulas reductoras de presión: experimentos de laboratorio,» *International Association for Hydro-Environment Engineering and Research*, n° 37, pp. 5758-5763, 2017.
- [18 M. E. Valenzuela Peña y G. A. Orillo Cruz, «Modelación Hidráulica de la red de] distribución de agua potable en la,» *Ingeniería e investigación*, vol. 8, n° 25, pp. 321-332, 2019.
- [19 B. J. Almestar Pescoran y M. A. Ravines Silva, Mejoramiento y Ampliación del Sistema] de Agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo,

departamento de Lambayeque, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.

[20 L. A. Dávila Cardoso, Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado, pavimentación y la implementación de un sistema de pretratamiento de las aguas residuales en el centro poblado de Motupillo, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, Lambayeque, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2021.

[21 H. J. Sánchez Yajahuanca y M. A. Silva Alarcón, Estudio definitivo de la Pavimentación de la I etapa y del sistema de Agua Potable, Alcantarillado, Pavimentación de la II etapa del Asentamiento Humano Sagrado Corazón de Jesús-La Victoria-Provincia de Chiclayo-Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura, 2020.

[22 DECRETO SUPREMO N°011-2006-VIVIENDA, Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú: Publicación Oficial, 2006.

[23 DIGESA, Proyecto de Abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones rurales y urbano marginales, 1994.

[24 DS N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, 2010.

]

[25 DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM, Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, 2010.

[26 LEY N°26338, LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, 2000.

]

[27 Ministerio de transportes y comunicaciones, Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos, Lima, 2014.

[28 Instituto de la Construcción y Gerencia, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas-2005-VCHI, Lima: MDGVU Edición 2004, 2005.

[29 R. A. López Cualla, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición, 2003.

[30 OMS, Guías para la calidad del agua potable, Primer apéndice a la tercera edición, 2006.

]

[31 E. Arias Govea, Alcantarillado y drenaje pluvial Tomo I, Lima: Primera Edición , 1995.

]

- [32 A. Rocha Felices , HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES, Lima: Primera Edición,
] 2007.
- [33 P. Ing. Valdivia Chacón, RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES, Chiclayo:
] Primera Edición, 2020.
- [34 MVCS, Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío, Lima: El Peruano, 2013.
]
- [35 A. O. Franco Torrico, Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y
] Pluvial, Bolivia: SEMANTIC SCHOLAR, 2002.
- [36 N. legal, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» 2019.
]
- [37 A. Montejo Fonseca, Ingeniería de Pavimentos, Colombia: Stella Valbuena de Fierro,
] 1997.
- [38 Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, Plan de desarrollo Concertado del Distrito
] de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, 2012-2021.

Anexos

Los anexos de la presente tesis se adjuntan en el siguiente enlace del drive y están en el orden que se indica a continuación:

Anexo n°1: Estudio de topografía

Anexo n°2: Estudio de mecánica de suelos

Anexo n°3: Estudio hidrológico

Anexo n°4: Estudio de tráfico

Anexo n°5: Diseño de las redes de agua potable

Anexo n°6: Diseño de las redes de alcantarillado

Anexo n°7: Diseño de pavimentación

Anexo n°8: Informe de impacto ambiental

Anexo n°9: Planilla de metrados

Anexo n°10: Presupuesto del proyecto

Anexo n°11: Análisis de costos unitarios

Anexo n°12: Fórmula polinómica

Anexo n°13: Planos

[https://drive.google.com/drive/folders/1w13AB5mrVyHOOEUI7qHZCOzqLGhSXGKp?
usp=share_link](https://drive.google.com/drive/folders/1w13AB5mrVyHOOEUI7qHZCOzqLGhSXGKp?usp=share_link)