

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA  
DE ALCANTARILLADO EN LOS DISTRITOS DE CALLAO, VENTANILLA Y  
SAN MARTÍN DE PORRES**

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

**AUTOR:**

**RODRÍGUEZ HUAYLLANI CARLOS VALENTÍN**

**ASESOR:**

**Ms. AYBAR ARRIOLA, GUSTAVO ADOLFO**

**JURADO:**

**Dr. CANCHO ZUÑIGA, GERARDO ENRIQUE**

**Ms. BEDIA GUILLEN, CIRO SERGIO**

**Ms. TABORY MALPARTIDA, GUSTAVO AUGUSTO**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a quien le estoy agradecido por todo, pues es fortaleza en cada instante de mi vida. A mi mamá Nancy que siempre fue, es y será mi gran apoyo incondicional en todo momento, a mi padre Jorge por sus buenos consejos, a mis hermanos Yanina y Jimmy; A mis abuelos que desde el cielo espero estén contentos por este logro y a toda mi familia en general por apoyarme.

## **AGRADECIMIENTO**

A la prestigiosa Universidad Nacional Federico Villarreal, mi querida Alma Máter. Gracias por todos los conocimientos transmitidos en esta maravillosa profesión que es la Ingeniería Civil.

## **RESUMEN**

La presente tesis titulada “MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LOS DISTRITOS DE CALLAO, VENTANILLA Y SAN MARTÍN DE PORRES”, tiene por finalidad contribuir a la mejora de dicho sistema de alcantarillado determinando los diámetros más adecuados para la red principal de alcantarillado en los distritos de Callao, San Martín de Porres y Ventanilla y elaborando una simulación del comportamiento de la red de alcantarillado con el caudal máximo horario en el programa SewerCad.

En la actualidad, en los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres existen deficiencias en los servicios de agua potable y alcantarillado. Por ello la empresa Sedapal, en el marco de su responsabilidad y compromiso con la población como empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado en Lima y Callao, ha dispuesto el mejoramiento de dichos sistemas de agua y alcantarillado a fin de optimizar la calidad de vida de la población relacionada, disminuyendo la tasa de morbilidad que puede ocasionar dichas deficiencias.

**Palabras clave: Modelamiento hidráulico, sistema de alcantarillado.**

## **ABSTRACT**

The present thesis entitled "HYDRAULIC MODELING FOR THE IMPROVEMENT OF THE SEWAGE SYSTEM IN THE DISTRICTS OF CALLAO, VENTANILLA AND SAN MARTÍN DE PORRES", has the purpose of contributing to the improvement of said sewage system by determining the most suitable diameters for the main network of sewage system in the districts of Callao, San Martín de Porres and Ventanilla and elaborating a simulation of the behavior of the sewerage network with the maximum hourly flow in the SewerCad program.

At present, in the districts of Callao, Ventanilla and San Martín de Porres there are deficiencies in the drinking water and sewerage services. Therefore, the company Sedapal, within the framework of its responsibility and commitment to the population as a provider of potable water and sewerage services in Lima and Callao, has provided for the improvement of these water and sewerage systems in order to optimize the quality of life of the related population, decreasing the morbidity rate that can cause such deficiencies.

**Keywords: Hydraulic modeling, sewer system.**

# Índice general

Dedicatoria .....	2
Agradecimiento .....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Capítulo I: Introducción.....	15
1.1 Descripción y formulación del problema .....	15
1.2 Antecedentes .....	16
1.3 Objetivos .....	20
1.4 Justificación e importancia.....	21
1.5 Hipótesis.....	21
Capítulo II: Marco teórico .....	22
2.1 Alcantarillado sanitario .....	22
2.2 Red de alcantarillado sanitario .....	22
2.3 Agua Residual .....	23
2.4 Aguas Residuales Domesticas.....	23
Capítulo III: Método.....	24

3.1 Tipo de investigación .....	24
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	24
3.3 Variables.....	26
3.4 Población y muestra .....	27
3.5 Instrumentos .....	27
3.6 Procedimientos .....	28
3.7 Análisis de datos.....	28
3.7.1 Datos para cálculo .....	28
3.7.2 Criterios de diseño.....	29
3.7.3 Proyección de la Población y Demanda .....	33
Capítulo IV: Resultados .....	42
4.1 Resultados obtenidos.....	42
4.2 Modelamiento del Sistema Proyectado .....	47
Capítulo V: Discusión de resultados .....	68
Conclusiones .....	78
Recomendaciones.....	79
Referencias .....	80

Anexo 1: Panel fotográfico.....	83
Anexo 2: Planos.....	114

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación del proyecto y vías de acceso. ....	25
Figura 2: Proyección del Crecimiento Poblacional .....	35
Figura 3: Caudal máximo en tubería PVC DN 200 y pendiente 5.00 m/km.....	46
Figura 4: Plano N°1 de diseño. ....	73
Figura 5: Plano N°2 de diseño. ....	74
Figura 6: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 1.....	75
Figura 7: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 2.....	75
Figura 8: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 3.....	76
Figura 9: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 5.....	76
Figura 10: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 6.....	77
Figura 11: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 7.....	77
Figura 12: Vista Panorámica del Área de Estudio des el Cerro .....	84
Figura 13: Vista Panorámica de las Habilitaciones del Sector.....	85
Figura 14: Vista Panorámica de los Sectores 253-254.....	86
Figura 15: Vista de los terrenos de cultivo del ex – fundo.....	87

Figura 16: Vista Panorámica de las Habilitaciones del Sector 255.....	88
Figura 17: Vista de la Habitación Programa de Vivienda Las Fresas .....	89
Figura 18: Vista de la Habitación Programa de Vivienda Residencia Dinastía.....	90
Figura 19: Vista habilitaciones denominada Asociación de Propietarios Virgen de Guadalupe...91	
Figura 20: Vista de un canal de regadío natural atravesando la Av. Naranjal. ....	92
Figura 21: Vista Panorámica de la Av. San Diego de Alcalá. ....	93
Figura 22: Vista Panorámica de la habitación denominada “Mercado Horizonte de San Diego”. .....	94
Figura 23: Vista Panorámica de ubicación de la cámara de Derivación SM-1.....	95
Figura 24: Vista Panorámica de ubicación de dados de ventilación de la cámara de Derivación SM- 1”.....	96
Figura 25: Vista Panorámica de la Av. San Nicolás en dirección al Reservoirio RP-01.....	97
Figura 26: Vista Panorámica de las válvulas de aire de la línea de Conducción que ingresan al Reservoirio RP-01. ....	98
Figura 27: Vista Panorámica de la Av. San Nicolás y sección Vial en el ingreso al reservoirio RP- 01.....	99
Figura 28: Vista Panorámica del Reservoirio RP-01 de $V=5,000m^3$ . ....	100
Figura 29: Vista Panorámica de ubicación de la cámara de Derivación SM-3”.....	101

Figura 30: Vista Panorámica del Área donde se proyectará el Reservorio RAP-01.....	102
Figura 31: Vista Panorámica del Cerro Pan de Azúcar desde Ubicación del Reservorio RAP-01. .....	103
Figura 32: Vista cercana Muralla Milenaria en estado de Abandono. ....	104
Figura 33: Vista una nueva habilitación dentro del sector 255. ....	105
Figura 34: Vista de la Inspección Arqueológica realizada por la Profesional responsable. ....	106
Figura 35 Vista Panorámica de los muros de señalización de zona Arqueológica. ....	107
Figura 36: Aforos en el Buzón BE-A en el Punto N° 01 .....	108
Figura 37: Aforos en el Buzón BE-57 en el Punto N° 02 .....	109
Figura 38: Vista Interior del Buzón 79.....	110
Figura 39: Aforos en el Buzón BE-35 y BE-36 en el Punto N° 04.....	111
Figura 40: Aforos en el Buzón BE-45 en el Punto N° 05 .....	112
Figura 41: Vista Interior del Buzón BE-146. ....	113
Figura 42: Plano N°1 de redes secundarias proyectadas.....	115
Figura 43: Plano N°2 de redes secundarias proyectadas.....	115
Figura 44: Plano N°3 de redes secundarias proyectadas.....	115
Figura 45: Plano de cálculo hidráulico del sector 253. ....	115

Figura 46: Plano de Ubicación. ....	115
Figura 47: Plano de conexión de alcantarillado por categoría de uso. ....	115

## Índice de tablas

Tabla 1: Material y Coeficiente C. ....	31
Tabla 2: Periodo Óptimo de Diseño - Tasa de descuento 9% .....	33
Tabla 3: Población Total Distrito de Callao.....	34
Tabla 4: Población Total Distrito San Martin de Porres. ....	34
Tabla 5: Demanda Total de Alcantarillado Víctor Raúl .....	39
Tabla 6: Caudales Según Áreas de Drenaje por Sectores .....	41
Tabla 7: Cuadro de Distancias Máximas según Diámetros.....	44
Tabla 8: Subdivisión de las Áreas de Drenaje.....	48
Tabla 9: Velocidades mínimas – Cuadro 1. ....	64
Tabla 10: Velocidades mínimas – Cuadro 2. ....	65
Tabla 11: Tensiones tractivas efectivas – Cuadro 1.....	66
Tabla 12: Tensiones tractivas efectivas – Cuadro 2.....	67
Tabla 13: Áreas de Drenaje Sector 251.....	68
Tabla 14: Áreas de Drenaje Sector 252.....	69
Tabla 15: Áreas de Drenaje Sector 256.....	70

Tabla 16: Áreas de Drenaje Sector 257 .....71

# **CAPÍTULO I**

## **Introducción**

### **1.1 Descripción y formulación del problema**

En la actualidad, en los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres existen deficiencias en los servicios de agua potable y alcantarillado. Por ello la empresa Sedapal, en el marco de su responsabilidad y compromiso con la población como empresa prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado en Lima y Callao, ha dispuesto el mejoramiento de dichos sistemas de agua y alcantarillado a fin de optimizar la calidad de vida de la población relacionada, disminuyendo la tasa de morbilidad que puede ocasionar dichas deficiencias.

Es así que la presente tesis se centrará en el sistema de alcantarillado de los distritos en mención, mejorando la calidad de dicho servicio a través del modelamiento hidráulico empleando el software SewerCad. La presente tesis busca responder las siguientes preguntas:

¿De qué manera se puede determinar los diámetros más adecuados para la Red principal de alcantarillado en los distritos de Callao, San Martín de Porres y Ventanilla?

¿Es posible simular el comportamiento de la red de alcantarillado con el caudal máximo horario en el programa SewerCad?

¿Mediante la realización de un modelamiento hidráulico con el programa SewerCad se puede plantear la mejora del sistema de alcantarillado en los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres?

## **1.2 Antecedentes**

### **a) En el ámbito internacional**

Viteri (2012) señala en la tesis titulada “Estudio del sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales en el caserío El Placer de la parroquia Río Verde de la provincia de Tungurahua”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, tiene por objetivo principal, determinar un apropiado estudio y análisis del sistema de evacuación de aguas residuales para poder expulsar dichas aguas del Caserío El Placer de la parroquia Río Verde del Cantón Baños de la Provincia de Tungurahua.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- En el Caserío El Placer al momento carecen de un sistema de alcantarillado sanitario que facilite la evacuación de las aguas residuales provenientes de las múltiples y variadas actividades de los habitantes del sector.
- Debido a la manera como la gente evacua las aguas residuales de cada uno de sus hogares, causan contaminación en el aire, así como también de las aguas del río Pastaza en el cual estas desaguan.

- Al no tener un sistema de tratamiento de las aguas residuales estas contaminan el río Pastaza, ocasionando un sin número de enfermedades que afectan no sólo a los habitantes del caserío sino también a todas las personas que se encuentren a orillas del mismo.

Celi & Pesantez (2012) señalan en la tesis titulada “Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización Finca Municipal, en el Cantón El Chaco, provincia de Napo”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Escuela Politécnica del Ejército – Ecuador, tiene por objetivo principal, realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y agua potable del cantón EL Chaco para la lotización Finca Municipal Marcial Oña de esta forma aportaremos al desarrollo de esta pequeña ciudad.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- El diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado están íntimamente ligados, no solo entre sí, sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona a servir; es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de consumo, en cuya apropiada elección radica el éxito de la ejecución o no del mismo.

- Es de notar que en la sección “Análisis poblacional”, se determina la población de diseño basándonos en varios aspectos como: análisis estadístico (censos), normativas emitidas para la ocupación de los lotes en la urbanización, análisis de la población de saturación, de lo cual se puede concluir que se realizó un análisis exhaustivo para llegar a los 1550 habitantes con los que se realizó todo el proyecto.

**b) En el ámbito nacional**

Chávez (2006) señala en la tesis titulada “Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú –Perú, tiene por objetivo principal, diseñar una red pluvial para la ciudad de Tumbes. Dicha red debe ser la más económica y además debe garantizar que no habrá desbordes ni inundaciones.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- La optimización permite obtener a partir de un trazo de red de alcantarillado pluvial o sanitario, los diferentes parámetros hidráulicos que producen un mínimo costo, garantizando que no habrá desbordes ni sobrecargas en la red.

- El cálculo del tiempo de concentración influirá en la intensidad de lluvia a ser empleada, a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad de lluvia a emplear, lo que incide en las dimensiones de los diámetros de las tuberías de la red.
- De los resultados se observa que la propuesta de drenaje pluvial considerando la red completa, nudos 1-320, para el nivel de intensidad calculado no es adecuado, porque las profundidades de instalación superan los 8 m en el punto de entrega, lo que haría muy dificultoso su rebombeo al tenerse caudales de 20 m<sup>3</sup>/s, y los diámetros obtenidos superan en muchos casos los 2 m lo que sería poco usual.

Cerquin (2013) señala en la tesis titulada “Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón La Cantuta en la ciudad de Cajamarca”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Cajamarca – Perú, tiene por objetivo principal, evaluar la red de alcantarillado del Jirón La Cantuta de la ciudad de Cajamarca.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- La evaluación de la red de alcantarillado sanitario del Jirón La Cantuta, determinó que ésta es deficiente hidráulicamente; ya que tramos de la red no cumplen tensión y velocidad mínima indicada en la norma OS-070.

- Se logró determinar los caudales reales de la red; pudiéndose identificar en los cuatro tramos iniciales, que el caudal es pequeño para el diámetro de la tubería instalada. Se determinó la pendiente adecuada para cada tramo red, encontrándose que existen tramos de red que no cumplen con la mínima normada.
- Para solucionar las deficiencias hidráulicas en la red, se debe combinar el sistema convencional y condominial de evacuación de aguas de residuales. Dos de los buzones existentes están parcialmente colapsados.

### **1.3 Objetivos**

#### **a) Objetivo general**

Plantear la mejora del sistema de alcantarillado de los distritos de Callao, Ventanilla, y San Martín de Porres a través del desarrollo de modelamiento hidráulico empleando el software SewerCad.

#### **b) Objetivos específicos**

- Determinar los diámetros más adecuados para la red principal de alcantarillado en los distritos de Callao, San Martín de Porres y Ventanilla.

- Elaborar una simulación del comportamiento de la red de alcantarillado con el caudal máximo horario en el programa SewerCad.

#### **1.4 Justificación e importancia**

El tema elegido para la presente tesis es de suma importancia en la actualidad, puesto que las habilitaciones urbanas que conforman el Esquema Víctor Raúl Haya de la Torre, localizadas en los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres, cuentan con un sistema de alcantarillado deficiente, lo cual acarrea problemas de salud en la población como son enfermedades infecciosas intestinales, parasitarias y dermatológicas. La justificación del tema elegido para la presente tesis radica en que, mejorando el sistema de alcantarillado, se podrá contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población.

#### **1.5 Hipótesis**

Mediante la aplicación de un modelamiento hidráulico empleando el software SewerCad se podrá contribuir en el mejoramiento del sistema de alcantarillado de los distritos de Callao, San Martín de Porres y Ventanilla.

## **CAPÍTULO II**

### **Marco teórico**

#### **2.1 Alcantarillado sanitario**

Cerquín (2009) señala que el sistema de alcantarillado: “Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales” (p.2)

#### **2.2 Red de alcantarillado sanitario**

Cerquín (2009) señala que:

Una red de alcantarillado sanitario es una manera de manipular, conducir y desechar toda clase de aguas servidas y transportarlas a una planta de tratamiento, donde serán depurados todos los sólidos que estas lleven, para no provocar un daño significativo al cuerpo receptor, teniendo como destino final un acuífero que permita conducir por tramos largos el caudal, el cual, en el trayecto, será regenerado (p.2)

## **2.3 Agua Residual**

Cerquín (2009) señala que las aguas residuales son: “Conjunto de aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por las personas. Las aguas residuales pueden tener varios orígenes, agua residual doméstica, agua residual industrial y aguas de lluvia.” (p.2)

## **2.4 Aguas Residuales Domesticas**

Cerquín (2009) señala que:

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos. El caudal de contribución doméstico ( $Q_{md}$ ) debe ser estimado para las condiciones iniciales y finales de operación del sistema. El caudal de contribución doméstico, debe ser calculado en función del número de lotes  $N$  ( $N^\circ$  de lotes) y la tasa de ocupación poblacional,  $t_o$  (hab/lote), o considerando el área de contribución (ha) y la densidad poblacional (hab/ha), además del consumo de agua per cápita,  $Dot.$  (1/hab/día) y el coeficiente de retorno (p.3)

## **CAPÍTULO III**

### **Método**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Aplicada.

#### **3.2 Ámbito temporal y espacial**

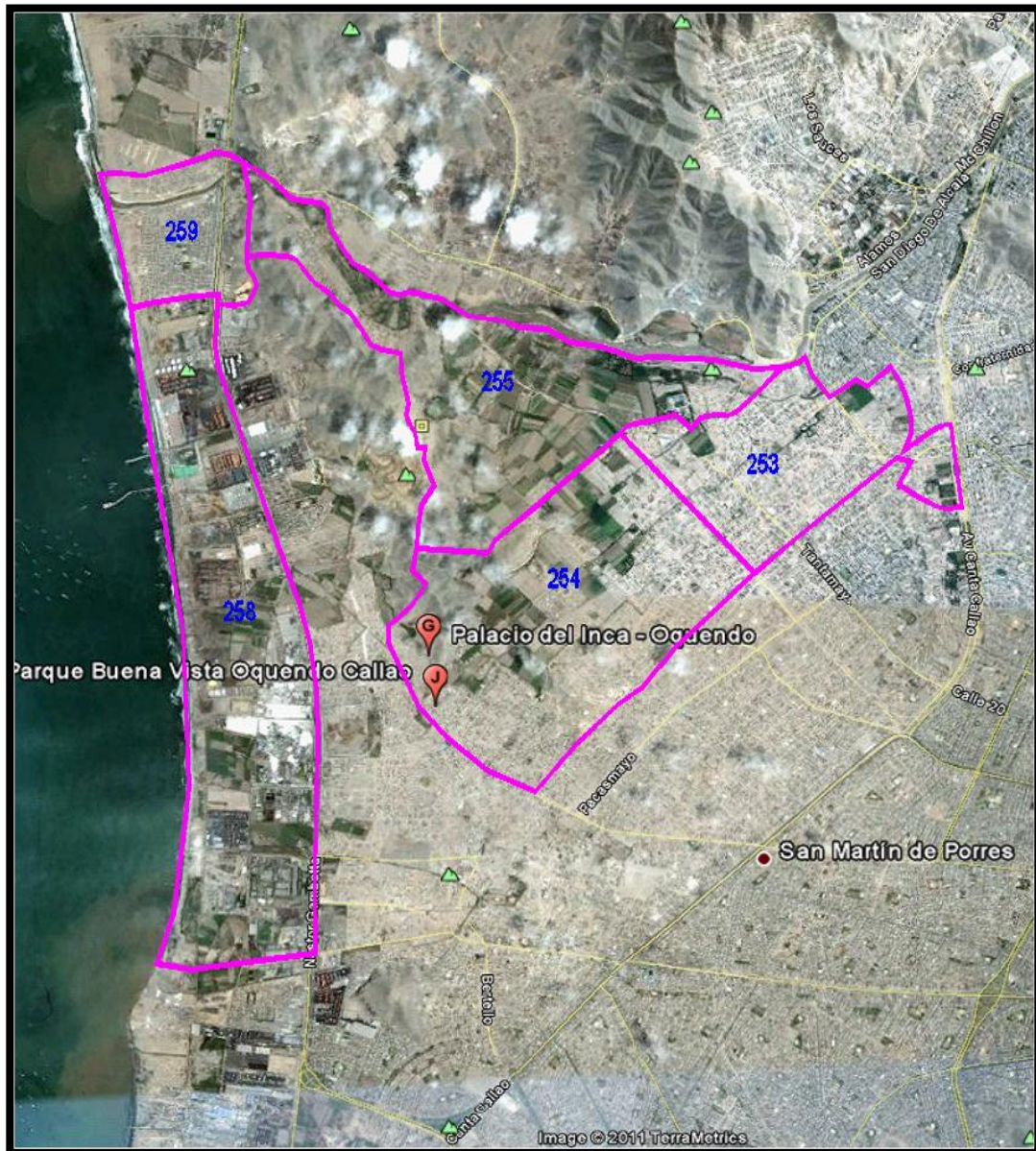
La tesis a desarrollarse se basará en el proyecto Esquema Víctor Raúl Haya De La Torre – Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de los Sectores 253-254-255-258 y 259 el cual se encuentra ubicado en los distritos: Callao, Ventanilla y San Martín de Porres. El proyecto se encuentra actualmente en ejecución.

#### **Ubicación del proyecto**

El área de influencia del estudio corresponde a los sectores de abastecimiento 253-254-255-258-259 ubicado en el distrito de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres.

El área del estudio se ubica en la parte Noroeste del distrito de San Martín de Porres, Provincia de Lima; así como, en el sector norte del distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao y en el sector norte del distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao.

Figura 1: Ubicación del proyecto y vías de acceso.



Fuente: Google Earth.

Los límites del esquema son:

- Por el Norte: Río Chillón
- Por el Sur: Av. Los Sauces y Av. Carlos Izaguirre
- Por el Este: Av. Canta Callao
- Por el Oeste: Océano Pacífico

Vías de Acceso: Las vías principales de acceso para el área de proyecto son las Avenidas Carlos Izaguirre, Av. Canta Callao y también se tiene como vía principal después de la anterior la avenida Néstor Gambeta.

### 3.3 Variables

- **Variable independiente**

Modelamiento hidráulico.

- **Variable dependiente**

Mejoramiento del sistema de alcantarillado.

### **3.4 Población y muestra**

- **Población**

La población es un conjunto reducido o ilimitado con características similares para los cuales las conclusiones de la investigación serán extensas. Esta queda limitada por los objetivos y el problema de la investigación. Para la presente investigación, el universo poblacional está conformado por los sistemas de alcantarillado de Lima Metropolitana.

- **Muestra**

Un subconjunto específico y limitado que se separa de la población es definido como una muestra. En la presente tesis se tomará como muestra de investigación los sistemas de alcantarillado de los sectores 253-254-255-258-259 de los distritos: Callao, Ventanilla y San Martín de Porres.

### **3.5 Instrumentos**

- Revisión de documentos: a través de esta técnica se han revisado normas, manuales, libros, tesis, etc., respecto al tema de modelamiento hidráulico.
- Observación: Esta técnica permitió recolectar información vista en campo.
- Software SewerCad para modelamiento hidráulico.

### **3.6 Procedimientos**

- Se hizo el reconocimiento de campo.
- Se han analizado las condiciones actuales de los sistemas de alcantarillado.
- Se ha procedido a definir los parámetros y los criterios para la hipótesis de cálculo.
- Se han establecido los criterios de diseño.
- Se ha realizado el modelamiento del sistema de alcantarillado proyectado.

### **3.7 Análisis de datos**

#### **3.7.1 Datos para cálculo**

##### **Coeficiente de retorno (C)**

Se adoptará un coeficiente de retorno (C) igual al 80%

##### **Coeficiente de variación horaria**

La relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario se denomina “Coeficiente de variación horaria”, será determinado conforme a lo establecido en el numeral 1.5 – Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **Cuantificación de caudales de aporte doméstico**

Los caudales de aporte doméstico que deben ser cuantificados:

- a) Caudal medio diario ( $Q_m$ )
- b) Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )
- c) Caudal de Diseño ( $Q_d = 0.80 Q_{hd}$ )

### **3.7.2 Criterios de diseño**

#### **Fórmulas para diseño de redes de alcantarillado**

La técnica de cálculo admitirá el escurrimiento en el régimen uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto.

Para el dimensionamiento del diámetro de la tubería de la red de alcantarillado se podrá utilizar las fórmulas de Manning y la fórmula de Ganguiller-Kutter.

### **Criterio de velocidad mínima**

La velocidad mínima recomendada que garantiza el arrastre es conocida como “velocidad mínima de arrastre” y es especificada por la mayoría de normas en 0.60 m/s para el caso de alcantarillado sanitario. Sin embargo, algunos autores consideran y recomiendan que con una velocidad igual a 0.30 m/s, es suficiente para garantizar el arrastre y auto limpieza de la tubería.

### **Criterio de la Tensión Tractiva**

La capacidad de auto limpieza de la tubería de alcantarillado, es decir, la posibilidad de que sean arrastradas las partículas en suspensión, depende del esfuerzo cortante que la corriente de agua ejerza sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación.

Conforme a lo establecido en el numeral 3.1 – Norma OS.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la pendiente del colector, será calculada con el criterio de la tensión tractiva. El valor mínimo de la Fuerza Tractiva será igual a 1.00 Pa, sin embargo, en tramos de arranque se podrá considerar valores de la Fuerza tractiva igual a 0.60 Pa.

## **Pendiente mínima**

La pendiente mínima de diseño se define para cualquier diámetro, como aquella que en condiciones de transporte de aguas residuales parcialmente llenos o a tubo lleno produzca una velocidad determinada (0.60 m/s) cuando se utiliza el criterio de velocidad mínima o cuando se quiere obtener un valor determinado de la Fuerza Tractiva (1.00 Pa) cuando se utiliza este criterio.

## **Coefficiente de rugosidad**

El coeficiente de rugosidad “n” de la fórmula de Manning será diferente según el tipo de material, los mismos que se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 1: Material y Coeficiente C.

<b>MATERIAL</b>	<b>COEFICIENTE (C)</b>
<b>PVC</b>	0.010
<b>CONCRETO</b>	0.013
<b>FIBROCEMENTO</b>	0.010
<b>HIERRO DUCTIL</b>	0.010
<b>POLIETILENO (HDPE)</b>	0.010

Fuente: Propia.

### **Tensión tractiva mínima**

Conforme a lo establecido en el numeral 3.1 – DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO NORMA OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la fuerza tractiva mínima debe ser suficiente para transportar entre el 90% al 95% del material granular que se estima entra al sistema de alcantarillado. La Tensión Tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado sanitario será de un Pa. En los tramos iniciales la verificación no podrá ser inferior a 0,6 Pa.

### **Diámetro mínimo**

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 – REDES DE AGUAS RESIDUALES del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### **Tirante máximo**

Se acuerdo a los criterios de diseño y al numeral 3.1 DISPOSICIONES ESPECIFICAS PARA DISEÑO de la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el tirante máximo para el valor del caudal máximo futuro será igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector, para permitir la ventilación de forma que se minimice o elimine la generación y acumulación de sulfuro de hidrógeno.

### 3.7.3 Proyección de la Población y Demanda

#### Período de diseño

Para el cálculo del periodo óptimo de diseño de los principales componentes del sistema de agua potable y alcantarillado se ha utilizado: los factores de economía de escala, la tasa social de descuento determinado por el MEF de 9 % y el periodo de déficit considerando el número de años transcurridos desde el momento en que la oferta sin proyecto fue superada por la demanda. En el cuadro siguiente se muestra los periodos óptimos de diseño de las principales componentes del sistema de agua potable y alcantarillado.

Tabla 2: Periodo Óptimo de Diseño - Tasa de descuento 9%

UNIDADES	PERIODO DE DISEÑO PARA EXPANSIÓN SIN DÉFICIT INICIAL (X)	PERIODO DE DISEÑO PARA EXPANSIÓN CON DÉFICIT INICIAL (Xop)	PERIODO DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS
<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>			
<b>Colector</b>	20.3	26.2	20.0
<b>Línea de Rebose</b>	20.3	26.2	20.0
<b>Redes de Alcantarillado</b>	20.3	26.2	20.0
<b>Cámara de Bombeo de Desagüe</b>	14.4	19.6	20.0
<b>Línea de Impulsión de Desagüe</b>	15.2	20.5	20.0

Fuente: Elaboración propia

## Proyección de la Población

### Población Censal INEI

El área de estudio abarca los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres, de los cuales se tiene la siguiente información:

Tabla 3: Población Total Distrito de Callao.

AÑO	POBLACIÓN
1,972	205,370
1,981	270,626
1,993	369,768
2,007	415,888

Fuente: INEI.

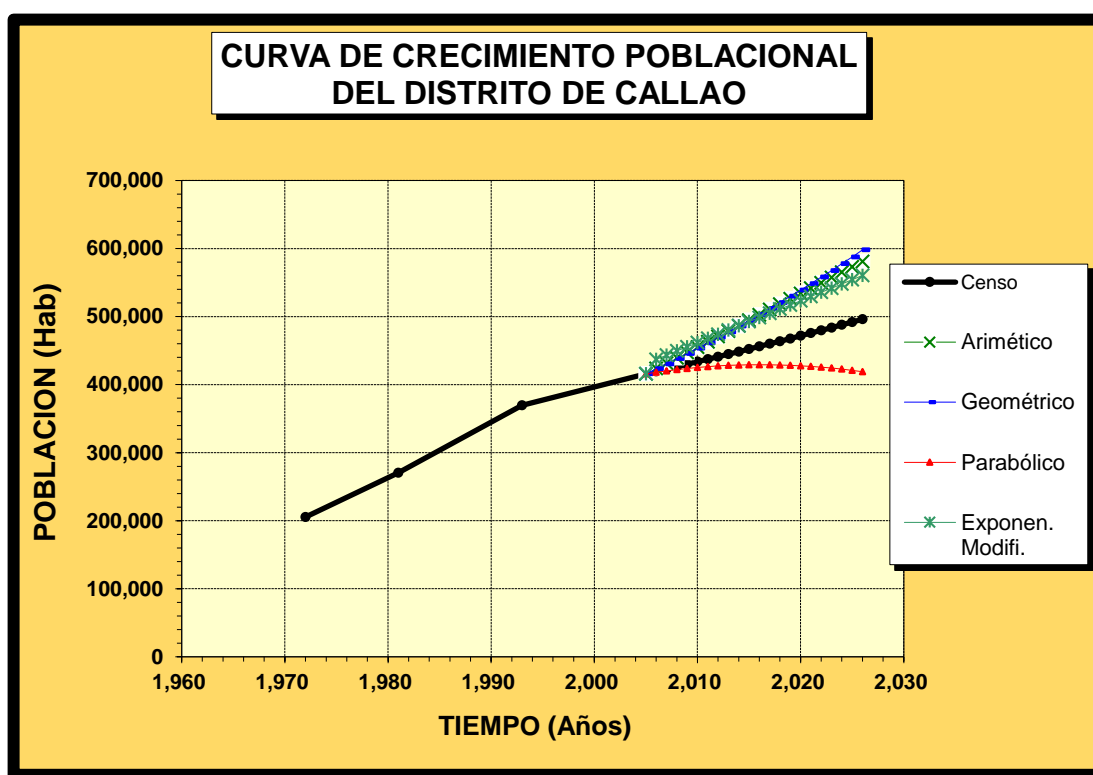
Tabla 4: Población Total Distrito San Martín de Porres.

AÑO	POBLACIÓN
1,972	179,664
1,981	310,426
1,993	380,384
2,007	579,561

Fuente: INEI.

Basándonos en los censos del INEI y realizando las proyecciones de población con los principales modelos matemáticos, tenemos que la curva que más se asemeja a la proyección censal y teniendo en consideración la gráfica del método que más se acerque al estimado es la generada por el modelo geométrico ( $P_f = P_o \cdot (1 + r)^t$ ).

Figura 2: Proyección del Crecimiento Poblacional



Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, con el fin de calcular la población futura, se ha recurrido al Método Geométrico.

El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$P_f = P_i \times (1 + r)^t$$

Dónde:

Pi y Pf = Población al inicio y al final del período.

T = Tiempo en años, entre Ni y Nf.

r = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r = \left( \frac{P_t}{P_i} \right)^{1/t} - 1$$

Donde:

$1/t$  = Tiempo Intercensal invertido.

Para la determinación de la tasa de crecimiento se utilizaron los censos nacionales del INEI, siendo los resultados para los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres como sigue:

Para el distrito de Callao la tasa de crecimiento a utilizar de la interpolación de los censos del INEI de 1972, 1981, 1993 y 2007 resulta de 1.74%.

Para el distrito de Ventanilla la tasa de crecimiento a utilizar de la interpolación de los censos del INEI de 1972, 1981, 1993 y 2007 resulta de 8.35%.

Para el distrito de San Martín de Porres la tasa de crecimiento a utilizar de la interpolación de los censos del INEI de 1972, 1981, 1993 y 2007 resulta de 2.98%.

## **Proyección de Demanda**

Para los efectos de proyectar la demanda, se entiende por demanda actual a aquella existente en el momento que se está desarrollando el estudio; y por demanda al año 1 aquella que teóricamente se produciría el primer año de operación del proyecto. Por lo que para la determinación de la demanda total de agua potable del Esquema Víctor Raúl Haya de la Torre a lo largo del horizonte del proyecto se ha considerado los siguientes puntos:

- a) Población proyectada
- b) Proyección de la cobertura del servicio
- c) Proyección de la demanda de agua por categorías de servicio
- d) Demanda neta total

La demanda total de agua está conformada por la sumatoria de las demandas doméstica, comercial, industrial, estatal y social. A partir de la demanda promedio neta de agua calculada por cada año, se debe aplicar los coeficientes de variación a fin de obtener la demanda diaria y horaria. A continuación, se presenta el resumen de la demanda de agua para el esquema Víctor Raúl Haya de la Torre y las demandas por área de influencia de cada reservorio que va abastecer al esquema respectivamente.

Tabla 5: Demanda Total de Alcantarillado Víctor Raúl

AÑO		POBLACION	AMPLIACION	POBLACION TOTAL	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS (unidades)	CONEXIONES						CONSUMO DE AGUA (l/día)						DEMANDA DESAGUE			Qmh desague (lt/seg)
					CONEX.	OTROS MEDIOS (*)			CNX DOME	CNX COMER	CNX IND	CNX ESTAT	CNX SOCIAL	TOTAL CNX	CONSUMO DOMESTICO	CONSUMO COMERCIAL	CONSUMO INDUSTRIAL	CONSUMO ESTATAL	CONSUMO SOCIAL	CONSUMO TOTAL CONECTADO	Qp desague (lt/seg)	Qp desague (lt/día)	Qp desague (m3/año)	
2,015	Exp.	65,108	0	65,108	52.91%	47%	34,449	8,428	8,428	289	0	15	14	8,746	4,458,336	198,331	0	10,955	10,225	4,677,847	43.31	3,742,277.23	1,365,931.19	77.96
2,016	0	67,048	0	67,048	53%	47%	35,476	8,679	8,679	289	0	15	14	8,997	4,592,358	198,833	0	12,051	11,247	4,814,489	44.58	3,851,591.17	1,405,830.77	80.24
2,017	1	69,046	0	69,046	100%	0%	69,046	15,381	15,381	297	49	15	15	15,757	8,131,422	197,587	0	10,955	10,225	8,350,188	77.32	6,680,150.67	2,438,254.99	139.17
2,018	2	71,104	0	71,104	100%	0%	71,103	15,838	15,838	322	50	16	16	16,242	8,373,023	214,503	0	11,685	11,685	8,610,897	79.73	6,888,717.33	2,514,381.83	143.51
2,019	3	73,223	6,115	79,338	100%	0%	79,337	17,548	17,548	332	51	16	16	17,963	9,277,043	221,270	0	11,685	11,685	9,521,683	88.16	7,617,346.67	2,780,331.54	158.69
2,020	4	75,405	6,297	81,702	100%	0%	81,702	18,071	18,071	341	53	17	17	18,499	9,553,535	227,360	0	12,416	12,416	9,805,727	90.79	7,844,581.33	2,863,272.18	163.43
2,021	5	77,652	6,485	84,137	100%	0%	84,138	18,611	18,611	349	54	18	18	19,050	9,839,015	232,097	0	13,146	13,146	10,097,404	93.49	8,077,923.20	2,948,441.98	168.29
2,022	6	79,966	6,678	86,644	100%	0%	86,644	19,164	19,164	358	56	19	18	19,615	10,131,368	238,187	0	13,876	13,146	10,396,577	96.26	8,317,261.60	3,035,800.49	173.28
2,023	7	82,349	6,877	89,226	100%	0%	89,225	19,735	19,735	368	57	19	19	20,198	10,433,237	244,953	0	13,876	13,876	10,705,943	99.13	8,564,754.13	3,126,135.26	178.43
2,024	8	84,803	7,082	91,885	100%	0%	91,886	20,324	20,324	376	59	19	19	20,797	10,744,621	250,367	0	13,876	13,876	11,022,741	102.06	8,818,192.53	3,218,640.28	183.71
2,025	9	87,330	7,293	94,623	100%	0%	94,622	20,929	20,929	385	60	19	19	21,412	11,064,465	256,457	0	13,876	13,876	11,348,674	105.08	9,078,939.20	3,313,812.81	189.14
2,026	10	89,932	7,510	97,443	100%	0%	97,441	21,552	21,552	394	62	20	20	22,048	11,393,824	262,547	0	14,607	14,607	11,685,584	108.20	9,348,467.20	3,412,190.52	194.76
2,027	11	92,612	7,734	100,347	100%	0%	100,347	22,195	22,195	403	63	20	20	22,701	11,733,757	268,637	0	14,607	14,607	12,031,607	111.40	9,625,285.33	3,513,229.15	200.53
2,028	12	95,372	7,965	103,337	100%	0%	103,337	22,856	22,856	412	65	21	20	23,374	12,083,205	274,050	0	15,337	14,607	12,387,199	114.70	9,909,759.20	3,617,062.11	206.45
2,029	13	98,214	8,202	106,416	100%	0%	106,418	23,539	23,539	420	66	21	21	24,067	12,444,285	279,463	0	15,337	15,337	12,754,422	118.10	10,203,537.60	3,724,291.22	212.57
2,030	14	101,141	8,447	109,588	100%	0%	109,587	24,239	24,239	429	68	22	21	24,779	12,814,351	285,553	0	16,067	15,337	13,131,309	121.59	10,505,047.20	3,834,342.23	218.86
2,031	15	104,155	8,698	112,853	100%	0%	112,853	24,962	24,962	438	69	22	21	25,512	13,196,577	291,643	0	16,067	15,337	13,519,625	125.18	10,815,700.00	3,947,730.50	225.33
2,032	16	107,259	8,957	116,216	100%	0%	116,217	25,706	25,706	447	71	23	23	26,270	13,589,905	297,733	0	16,798	16,798	13,921,234	128.90	11,136,987.20	4,065,000.32	232.02
2,033	17	110,455	9,224	119,680	100%	0%	119,680	26,472	26,472	455	72	23	23	27,045	13,994,864	303,147	0	16,798	16,798	14,331,606	132.70	11,465,284.80	4,184,828.96	238.86
2,034	18	113,747	9,499	123,246	100%	0%	123,245	27,259	27,259	466	74	24	24	27,847	14,410,925	309,913	0	17,528	17,528	14,755,894	136.63	11,804,715.20	4,308,721.05	245.93
2,035	19	117,136	9,782	126,919	100%	0%	126,917	28,072	28,072	474	75	24	25	28,670	14,840,731	315,327	0	17,528	18,258	15,191,844	140.67	12,153,474.93	4,436,018.35	253.20
2,036	20	120,627	10,074	130,701	100%	0%	130,701	28,909	28,909	483	77	25	25	29,519	15,283,225	321,417	0	18,258	18,258	15,641,158	144.83	12,512,926.40	4,567,218.15	260.69

Fuente: Propia.

## **Colectores Existentes**

El Modelo de Simulación Hidráulico ha sido realizado para estudiar el comportamiento hidráulico de las redes principales que se han identificado en el área de estudio, también se ha identificado colectores principales existentes que inician en el área de estudio y continúan más allá de las mismas hasta su ingreso a la PTAR Taboada. En el presente Estudio se construirán colectores principales que drenaran a los colectores existentes donde se acumularan los desagües hasta llegar a las partes bajas del esquema. Se ha elaborado la simulación teniendo como base la información catastral de las redes de alcantarillado existentes, considerando los datos de longitud, diámetros, tipo de material y cálculos de la demanda.

El recorrido mayor de las redes secundarias drena los desagües hacia el colector proyectado y este al colector existente San Nicolás, este colector San Nicolás contribuye al colector existen Bertello, luego a el Colector Gambeta 2 y luego al Colector Naranjal Santa Rosa y posteriormente a la Planta de Tratamiento de Taboada, para tratar el incremento de caudales de las Zonas Nortes y partes de la Zona Centro de Lima.

Para el cálculo de los colectores principales y redes se ha tenido en cuenta el drenaje natural del área de estudio. La simulación hidráulica se ha realizado por área de drenaje y el colector principal que se ha calculado corresponde al drenaje de la red secundaria donde descargan los reservorios, siendo los caudales que se indica a continuación:

Tabla 6: Caudales Según Áreas de Drenaje por Sectores

Sector	Áreas de Drenaje	Sub Áreas de Drenaje	Área	Caudal (l/s)
S-253	AD-01	AD-01A	105746.03	3.64
		AD-01B	234945.67	8.10
		AD-01C	189603.03	6.53
		AD-01D	126881.16	4.37
		AD-01E	89547.77	3.09
		AD-01F	86592.33	2.98
S-253	AD-02	AD-02A	99361.02	3.42
		AD-02B	122925.31	4.24
		AD-02C	260784.81	8.99
		AD-02D	231271.57	7.97
S-253	AD-03	AD-03	266801.72	9.19
S-254	AD-04	AD-04A	125162.76	5.36
		AD-04B	93878.84	4.02
		AD-04C	74732.08	3.20
		AD-04D	100274.41	4.29
		AD-04E	412321.36	17.64
		AD-04F	549137.32	23.50
		AD-04G	270855.3	11.59
		AD-04H	211988.09	9.07
		AD-04I	157658.72	6.75
S-254	AD-05	AD-05A	409603.5	17.53
		AD-05B	172040.55	7.36
		AD-05C	156116.04	6.68
		AD-05D	131063.94	5.61
		AD-05E	47915.43	2.05
		AD-05F	148768.62	6.37
S-255	AD-06	AD-06A	8323.28	0.34
		AD-06B	48857.35	2.01
		AD-06C	66614.21	2.75
		AD-06D	95773.52	3.95
S-259	AD-07	AD-07A	42513.39	2.56
		AD-07B	45758.52	2.75
		AD-07C	74773.03	4.50
S-258	AD-08	AD-08	3743530.35	26.53
S-255	AD-09	AD-09	442182.37	18.23
S-256/S-257	AD-10	AD-10	1033276.44	48.30
S-255	AD-CDP-01	AD-CDP-01A	126994.33	3.60
S-253		AD-CDP-01B	58930.95	2.54
S-259	AD-CD-99	AD-CD-99	100801.43	6.06
S-259	AD-CD-41	AD-CD-41	459297.5	27.62
S-258	AD-CD-87	AD-08	3743530.35	74.83
S-256/S-257		AD-10	1033276.44	

Fuente: Propia.

## **CAPÍTULO IV**

### **Resultados**

#### **4.1 Resultados obtenidos**

##### **Tuberías**

Los tramos de tuberías que soportan valores de velocidad bajas es debido al poco caudal por tramo y que las redes consideradas se consideraron como mínimo de 200 mm.

##### **Redes Secundarias de Alcantarillado**

Para la determinación del diámetro de las redes secundarias de alcantarillado se consideró lo indicado en las normas:

- Norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales
- Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao (SEDAPAL)

Así tenemos que en la norma OS.070 Redes de Aguas Residuales se indica:

### **Cámaras de Inspección**

Las cámaras de Inspección podrán ser buzonetas y buzones de inspección. Los buzones se usan cuando la profundidad sea mayor a 1.0 m sobre la clave de la tubería.

Se proyectarán cámaras de inspección en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en los siguientes casos:

En el inicio de todo colector

En todos los empalmes de colectores

En los cambios de dirección

En los cambios de pendientes

En los cambios de diámetros

En los cambios de material de las tuberías

La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación depende del diámetro de las tuberías según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7: Cuadro de Distancias Máximas según Diámetros

Diámetro Nominal de Tubería (mm)	Distancia Máxima (m)
150	60
200	80
250 a 300	100

Fuente: Propia.

### Ubicación de Tuberías

En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará un solo colector de preferencia en el eje de la vía vehicular.

En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará un colector a cada lado de la calzada.

La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería debe ser como mínimo 1.5 m. La distancia entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y red de aguas residuales debe ser como mínimo de 2 m.

Así tenemos que el Reglamento de Proyectos de Sedapal indica:

El diámetro mínimo de los colectores será de DN 200mm

Para casos excepcionales y solo en habilitaciones de uso vivienda, previo sustento técnico y la autorización de SEDAPAL, podrá utilizarse colectores de DN 150 mm. Teniendo en cuenta lo indicado en las normas se consideró como diámetro mínimo DN 200 mm para las tuberías de alcantarillado. Asimismo, como se aprecia en el cálculo realizado en el Gráfico N°09 que el caudal que pueden soportar estas tuberías es de 24.7 l/s para una pendiente de 5 o/oo que es el caso más desfavorable para redes secundarias.

Haciendo una comparación del máximo caudal que puede conducir una tubería de DN 200 (24.7 l/s) y el caudal de las sub áreas de drenaje (resulta evidente que las redes secundarias sólo requieren un diámetro de DN200 para cumplir con las normas de diseño. Asimismo, estos caudales de sub áreas de drenaje se encuentran distribuidas en todas las redes secundarias de cada sub área por lo que el caudal efectivo que pasa por estos colectores resultan ser muy inferiores. Con respecto a las áreas de drenaje AD-CD-41 y AD-CD-87 hay que tener en cuenta que estos caudales corresponden al caudal que van a bombear las cámaras de desagüe, por lo que la distribución de este caudal en las redes secundarias es mucho menor.

Figura 3: Caudal máximo en tubería PVC DN 200 y pendiente 5.00 m/km

**Cálculo del caudal, sección circular**

**Lugar:** Callao, Ventanilla y SMP **Proyecto:** E.T. Víctor Raúl

**Tramo:** Redes Secundarias **Revestimiento:** PVC


**Datos:**

Tirante (y): 0.144 m

Diámetro (d): 0.192 m

Rugosidad (n): 0.010

Pendiente (S): 0.005 m/m



**Resultados:**

Caudal (Q): 0.0247 m<sup>3</sup>/s

Velocidad (v): 1.0586 m/s

Area hidráulica (A): 0.0233 m<sup>2</sup>

Perímetro mojado (p): 0.4021 m

Radio hidráulico (R): 0.0579 m

Espejo de agua (T): 0.1663 m

Número de Froude (F): 0.9030

Energía específica (E): 0.2011 m-Kg/Kg

Tipo de flujo: Subcrítico

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Activa la calculadora 11:03 a.m. 09/02/2015

Fuente: Propia.

## **4.2 Modelamiento del Sistema Proyectado**

El sistema de alcantarillado del área de estudio está conformado por Colectores, Líneas de Rebose y redes secundarias convencionales y redes condominiales. Las descargas generadas en el área de estudio son recolectadas mediante las redes secundarias, las cuales a su vez descargan hacia los colectores principales proyectados.

Los colectores del área de estudio se empalman a los colectores existentes ubicados en las zonas bajas, las cuales soportan las descargas del área de influencia del estudio

El Sistema Proyectado de Alcantarillado Proyectado está conformado por 14 Áreas de Drenajes distribuidas en 11 Sectores.

Cada Área de Drenaje está dividido por Sub Áreas, que aportan sus descargas hacia los Colectores Proyectados y Existentes.

En el cuadro siguiente se muestra la división de las Áreas de Drenaje:

Tabla 8: Subdivisión de las Áreas de Drenaje.

SECTOR	AREA DRENAJE	SUB - AREA DRENAJE	LOTES DOMESTICOS (HAB. + DESHAB.)	CAUDAL SUB AREAS DRENAJE (L/S)	CAUDAL AREAS DRENAJE (L/S)
SECTOR 253	AD-01	AD-01A	47	6.03	37.12
		AD-01B	478	7.84	
		AD-01C	585	9.58	
		AD-01D	158	2.58	
		AD-01E	256	4.18	
		AD-01F	175	2.85	
		AD-01G	245	4.06	
	AD-02	AD-02A	250	4.48	27.14
		AD-02B	1128	18.64	
		AD-02C	246	4.02	
	AD-03	AD-03	379	7.03	7.03
SECTOR 254	AD-04	AD-04A	500	8.47	78.40
		AD-04B	171	2.87	
		AD-04C	577	9.80	
		AD-04D	292	4.97	
		AD-04E	625	10.46	
		AD-04F	662	11.00	
		AD-04G	185	3.11	
		AD-04H	64	1.10	
		AD-04I	401	6.89	
		AD-04J	169	2.79	
		AD-04K	562	9.54	
		AD-04L	76	1.24	
		AD-04M	341	6.16	
	AD-05	AD-05A	302	5.02	18.17
		AD-05B	167	2.72	
		AD-05C	260	4.25	
		AD-05D	44	0.72	
		AD-05E	331	5.46	
SECTOR 255	AD-06	AD-06A	36	0.59	9.99
		AD-06B	111	1.81	
		AD-06C	147	2.46	
		AD-06D	312	5.13	
SECTOR 259	AD-07	AD-07A	22	0.34	0.53
		AD-07B	8	0.17	
		AD-07C	1	0.02	
SECTOR 258	AD-08	AD-08	1	1.06	1.06
SECTOR 255	AD-09	AD-09	117	20.44	20.44
SECTOR 255	AD-CDP-01	AD-CDP-01A	202	3.35	4.61
SECTOR 253		AD-CDP-01B	77	1.26	
SECTOR 259	AD-CD-99	AD-CD-99	573	7.38	7.38
	AD-CD-41	AD-CD-41	2713	35.13	35.13
SECTOR 257	AD-10	AD-10	1974	38.53	38.53
SECTOR 253	AD-11	AD-11	72	1.3	1.3

Fuente: Propia.

## **Áreas de Drenaje**

### **Área de Drenaje 01**

Se encuentra dividida en 07 Sub Áreas de Drenaje AD-01A, AD-01B, AD-01C, AD-01D, AD-01E, AD-01F, AD-01G.

#### ***AD-01A***

El AD-01A descargara 6.03 lps (Año 20), en el Be-17 que forma parte de una red secundaria que empalma al Colector San Nicolás en el B-108.

#### ***AD-01B***

El AD-01B descargara 7.84 lps (Año 20), en el B-105 que forma parte del Colector San Nicolás y en el B-115 que forma parte del Colector Los Nogales.

#### ***AD-01C***

El AD-01C descargara 9.58 lps (Año 20), en el B-124 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-01D***

El AD-01D descargara 2.58 lps (Año 20), en el B-124 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-01E***

El AD-01E descargara 4.18 lps (Año 20), en el B-130 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-01F***

El AD-01F descargara 2.85 lps (Año 20), en el B-57 que forma parte del Colector Santa Cruz.

***AD-01G***

El AD-01G descargara 4.06 lps (Año 20), en el B-106 que forma parte del Colector San Nicolás.

## **Área de Drenaje 02**

Se encuentra dividida en 03 Sub Áreas de Drenaje AD-02A, AD-02B y AD-02C.

### ***AD-02A***

El AD-02A descargara 4.48 lps (Año 20), en el B-144 que forma parte del Colector Paramonga.

### ***AD-02B***

El AD-02B descargara 18.64 lps (Año 20), en el B-139 que forma parte del Colector Paramonga.

### ***AD-02C***

El AD-02C descargara 4.02 lps (Año 20), en el B-139 que forma parte del Colector Paramonga.

### **Área de Drenaje 03**

Descarga 4.02 lps (Año 20), en el Colector Existente.

### **Área de Drenaje 04**

Se encuentra dividida en 13 Sub Áreas de Drenaje AD-04A, AD-04B, AD-04C, AD-04D, AD-04E, AD-04F, AD-04G, AD-04H, AD-04I, AD-04J, AD-04K, AD-04L y AD-04M.

#### ***AD-04A***

El AD-04A descargara 8.47 lps (Año 20), en el BE-64 que forma parte del Colector Paramonga.

#### ***AD-04B***

El AD-04B descargara 2.87 lps (Año 20), en el BE-62 que forma parte del Colector Paramonga.

***AD-04C***

El AD-04C descargara 9.80 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-04F.

***AD-04D***

El AD-04D descargara 4.97 lps (Año 20), en el B-138 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-04E***

El AD-04E descargara 10.46 lps (Año 20), en el B-162 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-04F***

El AD-04F descargara 11.00 lps (Año 20), en el BE-88 que forma parte del Colector San Nicolás.

***AD-04G***

El AD-04G descargara 3.11 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-29.

***AD-04H***

El AD-04H descargara 1.10 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-4M.

***AD-04I***

El AD-04I descargara 6.89 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-4K.

***AD-04J***

El AD-04J 2.79 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-4K y en el BE-92 que forma parte del Colector San Nicolás.

#### ***AD-04K***

El AD-04K descargara 9.54 lps (Año 20), en el BE-40 que forma parte del Colector Bertello.

#### ***AD-04L***

El AD-04L descargara 1.24 lps (Año 20), en una red secundaria que forma parte del AD-4M.

#### ***AD-04M***

El AD-04M descargara 6.16 lps (Año 20), en el BE-35 que forma parte del Colector Bertello.

#### **Área de Drenaje 05**

Se encuentra dividida en 5 Sub Áreas de Drenaje AD-05A, AD-05B, AD-05C, AD-05D y AD-05E.

#### ***AD-05A***

El AD-05A descargara 5.02 lps (Año 20), en el B-135 que forma parte del Colector San Nicolás.

#### ***AD-05B***

El AD-05B descargara 2.87 lps (Año 20), en el BE-81 que forma parte del Colector San Nicolás.

#### ***AD-05C***

El AD-05C descargara 4.25 lps (Año 20), en el B-88 que forma parte del Colector Santa Cruz.

#### ***AD-05D***

El AD-05D descargara 5.61 lps (Año 20), en el BE-87 que forma parte del Colector San Nicolás.

### ***AD-05E***

El AD-05E descargara 5.46 lps (Año 20), en el BE-96 que forma parte del Colector San Nicolás.

### **Área de Drenaje 06**

Se encuentra dividida en 4 Sub Áreas de Drenaje AD-06A, AD-06B, AD-06C y AD-06D.

### **AD-06A**

El AD-06A descargara 0.59 lps (Año 20), en el B-1 que forma parte del Colector Chuquitanta.

### **AD-06B**

El AD-06B descargara 1.87 lps (Año 20), en el B-13 que forma parte del Colector Chuquitanta.

#### **AD-06C**

El AD-06C descargara 2.46 lps (Año 20), en el B-13 que forma parte del Colector Chuquitanta.

#### **AD-06D**

El AD-06D descargara 5.13 lps (Año 20), en el Colector Villa Isolina y en el B-22 que forma parte del Colector Chuquitanta.

#### **Área de Drenaje 07**

Se encuentra dividida en 3 Sub Áreas de Drenaje AD-07A, AD-07B y AD-07C.

#### **AD-07A**

El AD-07A descargara 0.34 lps (Año 20), en el B-34 y B-36 que forma parte del Colector Chuquitanta.

### **AD-07B**

El AD-07B descargara 0.17 lps (Año 20), en el B-36 que forma parte del Colector Chuquitanta.

### **AD-07C**

El AD-07C descargara 0.02 lps (Año 20), en el BE-97 que forma parte del Colector Gambeta.

### **Área de Drenaje 08**

Descarga 1.06 lps en el Colector Zona Industrial

### **Área de Drenaje 09**

Descarga 20.44 lps en el Colector Tayacaja y en el Colector Santa Cruz

### **Área de Drenaje 10**

Descarga 38.53 lps en el Colector Zona Industrial

## **Área de Drenaje 11**

Descarga 1.3 lps en el Colector Puente Piedra

## **Área de Drenaje CDP-01**

Se encuentra dividida en 2 Sub Áreas de Drenaje AD-CDP-01A y AD-CDP-01B.

### **AD-CDP-01A**

El AD-06A descargara 3.35 lps (Año 20) en una red secundaria que descarga en la CDP-01

### **AD-CDP-01B**

El AD-06A descargara 1.26 lps (Año 20) en el Bz-188 que forma parte una red secundaria que descarga en la CDP-01.

## **Colectores Proyectados**

### **Colector Proyectado San Nicolás**

Recibe 34.27 lps del AD-01 (A, B, C, D, E, G), 16.31 lps del AD-04 (A, B, D, E), 7.74 lps del AD-05 (A, B), 83.34 lps de la descarga del Rebose del Reservorio REP-01 a través del Colector Los Nogales y además recibe las descargas del Colector Santa Cruz.

Está conformado por tuberías de PVC de diámetros que varían de 250mm a 355mm.

### **Colector Proyectado Santa Cruz**

Recibe 2.85 lps del AD-01F, 4.25 lps del AD-05C, 20.44 lps del AD-09 y 26.85 lps de la descarga del Rebose del Reservorio RAP-01 a través del Colector Tayacaja.

Está conformado por tuberías de PVC de diámetros que varían de 200mm a 315mm.

### **Colector Proyectoado Paramonga**

Recibe 27.14 lps del AD-02. Está conformado por tuberías de PVC de diámetro 250mm.

### **Colector Proyectoado Chuquitanta**

Recibe 9.99 lps del AD-06, 0.53 lps del AD-07 y 22.844 lps de la descarga del Rebose del Reservorio RAP-03 a través del Colector Villa Isolina.

Está conformado por tuberías de PVC de diámetros que varían de 200mm a 250mm.

### **Colector Proyectoado Los Nogales**

Recibe 83.34 lps de la descarga del Rebose del Reservorio REP-01. Está conformado por tuberías de PVC de diámetro 315mm.

### **Colector Proyectoado Tayacaja**

Recibe 26.85 lps de la descarga del Rebose del Reservorio RAP-01. Está conformado por tuberías de PVC de diámetro 200mm.

### **Colector Proyectoado Villa Isolina**

Recibe 22.844 lps de la descarga del Rebose del Reservorio RAP-03. Está conformado por tuberías de PVC de diámetro 200mm.

### **Colector Proyectoado Mirasol**

Recibe 0.535 lps de una zona del AD-05E y recibe 110.32 lps de la descarga del Rebose del Reservorio RAP-02. Está conformado por tuberías de PVC de diámetro 315mm.

Luego de realizar el Modelamiento Hidráulico se identificaron los tramos con Velocidades y Tensiones Tractivas Mínimas.

Tabla 9: Velocidades mínimas – Cuadro 1.

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)	Shear Stress (Calculated) (Pascals)
CO-55	Be-19	5.427	MH-58	5.052	59.3	0.006	200	Concrete	0.013	1.5	0.45	16.3	1.24
CO-56	MH-58	5.052	MH-59	5.012	11.8	0.003	200	Concrete	0.013	4.236	0.49	32.1	1.195
CO-58	MH-60	4.905	MH-61	4.808	29.6	0.003	200	Concrete	0.013	4.555	0.49	33.5	1.202
CO-57	MH-59	5.012	MH-60	4.905	29.9	0.004	200	Concrete	0.013	4.299	0.5	31.8	1.259
CO-59	MH-61	4.808	Be-10	4.763	18.2	0.002	200	Concrete	0.013	7.913	0.52	49.1	1.197
CO-50	Be-18	3.254	MH-55	2.869	65.3	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.054
C-4	B-4	41.186	B-5	41.062	20.8	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.063
RS-944	Bz-1086	3.261	Be-14	3.088	28.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.066
RS-949	Bz-1091	3.298	Bz-1092	3.093	34.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.066
RS-934	Bz-1074	4.975	Be-10	4.77	34.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-948	Bz-1090	3.487	Bz-1091	3.298	31.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-9	B-9	39.63	B-10	39.445	30.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-933	Bz-1077	5.117	Be-10	4.763	59.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-929	Bz-1072	5.632	Bz-1073	5.338	49	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-1	B-1	42.073	B-2	41.71	60.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-5	B-5	41.062	B-6	40.843	36.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-753	Bz-403	37.709	Bz-584	37.3	68.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-6	B-6	40.843	B-7	40.587	42.7	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-1378	Bz-584	37.3	Bz-583	36.891	68.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-932	Bz-1076	5.408	Bz-1077	5.117	48.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.067
C-2	B-2	41.71	B-3	41.375	55.8	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-602	Bz-697	49.027	Bz-698	48.709	53	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-751	Bz-401	38.242	Bz-402	37.978	44	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-604	Bz-699	48.36	Bz-694	48	60	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068

Fuente: Propia.

Tabla 10: Velocidades mínimas – Cuadro 2.

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)	Shear Stress (Calculated) (Pascals)
C-10	B-10	39.445	B-11	38.969	79.3	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-7	B-7	40.587	B-8	40.11	79.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-951	Bz-1093	2.894	Be-1	2.693	33.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-11	B-11	38.969	B-12	38.644	54.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-12	B-12	38.644	B-13	38.319	54.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-603	Bz-698	48.709	Bz-699	48.36	58.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
C-8	B-8	40.11	B-9	39.63	79.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-930	Bz-1073	5.338	Bz-1074	4.975	60.4	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-950	Bz-1092	3.093	Bz-1093	2.894	33.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-752	Bz-402	37.978	Bz-403	37.709	44.7	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.07
RS-1379	Bz-583	36.891	Be-22	36.861	5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.071
C-3	B-3	41.375	B-4	41.186	31.4	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.072
CO-45	MH-52	2.51	MH-53	2.501	5.5	0.002	250	Concrete	0.013	17.933	0.54	64.3	1.152
CO-48	Be-15	3.367	MH-54	2.827	85.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.55	15.1	1.114
CO-74	MH-91	35	MH-92	34.55	69	0.007	192.2	PVC	0.01	1.5	0.55	15	1.139
P-265	BZ872	24.19	BZ873	23.88	52.7	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.56	13.2	1.145
P-263	BZ874	23.73	BZ875	23.56	28.5	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.2	1.158
P-264	BZ873	23.88	BZ874	23.73	25	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.2	1.163
P-261	BZ876	23.15	BZ877	22.73	70	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.2	1.163
P-260	BZ877	22.73	BC-54 (AD-73A)	22.41	52.9	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.1	1.17
P-262	BZ875	23.56	BZ876	23.15	67.6	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.1	1.173
P-266	BZ871 (AD-73B)	24.66	BZ872	24.19	77.4	0.006	240.2	PVC	0.01	2	0.57	13.1	1.174
CO-75	MH-92	34.55	MH-93 (AD-04Ea)	34.2	47.6	0.007	192.2	PVC	0.01	1.5	0.57	14.6	1.252
C-56	B-56 (AD-01Fa)	46.317	B-57 (AD-01Fb)	46.198	14.9	0.008	240.2	PVC	0.01	1.5	0.57	10.7	1.277

Fuente: Propia.

Tabla 11: Tensiones tractivas efectivas – Cuadro 1.

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)	Shear Stress (Calculated) (Pascals)
CO-42	MH-49	3.015	MH-50	2.949	30.2	0.002	192.2	PVC	0.01	9.429	0.63	51.4	1.053
CO-50	Be-18	3.254	MH-55	2.869	65.3	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.054
C-4	B-4	41.186	B-5	41.062	20.8	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.063
RS-944	Bz-1086	3.261	Be-14	3.088	28.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.066
RS-949	Bz-1091	3.298	Bz-1092	3.093	34.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.066
RS-934	Bz-1074	4.975	Be-10	4.77	34.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-948	Bz-1090	3.487	Bz-1091	3.298	31.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-9	B-9	39.63	B-10	39.445	30.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-933	Bz-1077	5.117	Be-10	4.763	59.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-929	Bz-1072	5.632	Bz-1073	5.338	49	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-1	B-1	42.073	B-2	41.71	60.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-5	B-5	41.062	B-6	40.843	36.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-753	Bz-403	37.709	Bz-584	37.3	68.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
C-6	B-6	40.843	B-7	40.587	42.7	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067

Fuente: Propia.

Tabla 12: Tensiones tractivas efectivas – Cuadro 2.

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Material	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)	Shear Stress (Calculated) (Pascals)
RS-1378	Bz-584	37.3	Bz-583	36.891	68.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.53	15.3	1.067
RS-932	Bz-1076	5.408	Bz-1077	5.117	48.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.067
C-2	B-2	41.71	B-3	41.375	55.8	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-602	Bz-697	49.027	Bz-698	48.709	53	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-751	Bz-401	38.242	Bz-402	37.978	44	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-604	Bz-699	48.36	Bz-694	48	60	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-10	B-10	39.445	B-11	38.969	79.3	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-7	B-7	40.587	B-8	40.11	79.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-951	Bz-1093	2.894	Be-1	2.693	33.5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-11	B-11	38.969	B-12	38.644	54.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
C-12	B-12	38.644	B-13	38.319	54.2	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.068
RS-603	Bz-698	48.709	Bz-699	48.36	58.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
C-8	B-8	40.11	B-9	39.63	79.9	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-930	Bz-1073	5.338	Bz-1074	4.975	60.4	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-950	Bz-1092	3.093	Bz-1093	2.894	33.1	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.069
RS-752	Bz-402	37.978	Bz-403	37.709	44.7	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.07
RS-1379	Bz-583	36.891	Be-22	36.861	5	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.071
C-3	B-3	41.375	B-4	41.186	31.4	0.006	192.2	PVC	0.01	1.5	0.54	15.3	1.072

Fuente: Propia.

## CAPÍTULO V

### Discusión de resultados

#### Interpretación del modelamiento del sistema existente al año 20

Se realizó el modelamiento de los Colectores Existentes, actualizando la información del Esquema Oquendo por cada Sector.

Tabla 13: Áreas de Drenaje Sector 251

Colector	AD N°	BZ Descarga	Caudal (lps) Oquendo	Caudal (lps) Víctor Raúl
<b>COLECTOR BERTELLO EXISTENTE</b>	13	B-09	1.715	<b>1.99</b>
	23	B-10	4.236	<b>4.92</b>
	14 / 24	B-11	8.531	<b>9.91</b>
	15	B-14	7.443	<b>8.65</b>
	25	B-16	7.726	<b>8.98</b>
	27 / 16	B-18	8.755	<b>10.17</b>
	26A / 26B	B-19	27.73	<b>32.22</b>
	17 / 28	B-20	19.911	<b>23.13</b>
<b>COLECTOR ALISOS EXISTENTE</b>	1	BC-1	16.391	<b>19.04</b>
	2	BC-3	4.519	<b>5.25</b>
	3	BC-4	4.728	<b>5.49</b>
	4	BC-5	0.731	<b>0.85</b>
			<b>112.416</b>	<b>130.6</b>

Fuente: Propia.

Tabla 14: Áreas de Drenaje Sector 252

Colector	AD N°	BZ Descarga	Caudal (lps)	Caudal (lps) Víctor Raúl
<b>COLECTOR BERTELLO EXISTENTE</b>	18	B-25	16.69	<b>23.74</b>
	20	B-26	0.254	<b>0.36</b>
	19	B-27	2.133	<b>3.04</b>
	21	B-28	0.492	<b>0.7</b>
	29A / 29B	B-32	20.655	<b>29.4</b>
<b>COLECTOR ALISOS EXISTENTE</b>	5A / 5B	BC-10	3.198	<b>4.55</b>
	6	BC-11	0.984	<b>1.4</b>
	7A / 7B	BC-12	2.105	<b>3</b>
	8A / 8B	BC-13	2.035	<b>2.9</b>
	9	BC-17	9.456	<b>13.46</b>
	10	BC-18	1.805	<b>2.57</b>
	11	BC-21	1.969	<b>2.8</b>
	12	BC-28	7.472	<b>10.64</b>
	22	BC-29	0.06	<b>0.09</b>
			<b>69.308</b>	<b>98.65</b>

Fuente: Propia.

Tabla 15: Áreas de Drenaje Sector 256

Colector	AD N°	BZ Descarga	Caudal (lps)	Caudal (lps)
<b>COLECTOR BERTELLO EXISTENTE</b>	30	B-39	1.089	<b>1.18</b>
	36	B-48	2.953	<b>3.21</b>
<b>COLECTOR GAMBETA I EXISTENTE</b>	65	B-132	17.473	<b>18.97</b>
<b>COLECTOR GAMBETA II EXISTENTE</b>	66	B-147	9.56	<b>10.38</b>
	67	B-151	31.306	<b>33.99</b>
<b>COLECTOR IZAGUIRRE EXISTENTE</b>	73A / 73B	BC-54	17.909	<b>19.44</b>
	75A / 75B	BC-60	3.82	<b>4.15</b>
	77	BC-62	2.744	<b>2.98</b>
	76	BC-63	0.701	<b>0.76</b>
	74A / 74B	BC-65	10.39	<b>11.28</b>
	79	BC-67	0.224	<b>0.24</b>
	80	BC-69	0.433	<b>0.47</b>
	78	BC-70	2.237	<b>2.43</b>
	81	BC-74	9.471	<b>10.28</b>
	82	BC-76	15.646	<b>16.99</b>
	83	BC-81	13.185	<b>14.32</b>
	84	BC-92	9.113	<b>9.89</b>
<b>COLECTOR PRINCIPAL EXISTENTE</b>	71	BC-31	6.98	<b>7.58</b>
	69	BC-36A	4.325	<b>4.7</b>
	70	BC-37	21.716	<b>23.58</b>
	72	BC-38	1.014	<b>1.1</b>
	68	BC-44	5.175	<b>5.62</b>
<b>C. EXISTENTE</b>	87	BEX-1	1.089	<b>1.18</b>
			<b>188.553</b>	<b>204.72</b>

Fuente: Propia.

Tabla 16: Áreas de Drenaje Sector 257

Colector	AD N°	BZ Descarga	Caudal (lps)	Caudal (lps)
<b>COLECTOR GAMBETA I EXISTENTE</b>	61	B-116	1.999	<b>2.18</b>
	62	B-116	8.71	<b>9.51</b>
	63	B-125	8.129	<b>8.88</b>
	64	B-130	11.481	<b>12.54</b>
<b>COLECTOR SAN NICOLAS EXISTENTE</b>	49A / 49B	B-96	4.964	<b>5.42</b>
			<b>35.283</b>	<b>38.53</b>

Fuente: Propia.

Durante el modelamiento del Sistema Existente se verificó que todos cumplen con las tensiones tractivas mínimas y que ninguno sobrepasa el 75% de tirante máximo. Sin embargo, se verifico que el Colector Los Alisos al Año 20 (2036) operaria represado, por lo que se recomienda a Sedapal realizar el mejoramiento del mismo al Año 15 (2031) incrementando su diámetro a 355 mm desde el buzón BC-24 hasta el BE-29.

### Plano de Modelamiento

En el Anexo de Planos se presentarán los Planos de Modelamiento Hidráulico.

El PG-16A Colectores Existentes Máxima Demanda Año Base se modelo teniendo en cuenta los aportes de cada Sub Área de Drenaje al Año Base, así como los caudales de rebose de las estructuras existentes más representativas.

El PG-16B Colectores Existentes Máxima Demanda Año 20 se modelo teniendo en cuenta los aportes de cada Sub Área de Drenaje al Año 20, así como los caudales de rebose de las estructuras existentes más representativas.

El PG-16C Colectores Proyectados Máxima Demanda Año 20 se modelo teniendo en cuenta los aportes de cada Sub Área de Drenaje al Año 20, así como los caudales de rebose de cada estructura Proyectada y Mejorada.

El D-05 Calculo Hidráulico de cada Sector se modelo teniendo en cuenta los aportes de cada lote al Año 20. En este caso no se adicionaron los caudales de rebose ya que corresponden a otro Escenario ya presentado en el PG-16C.

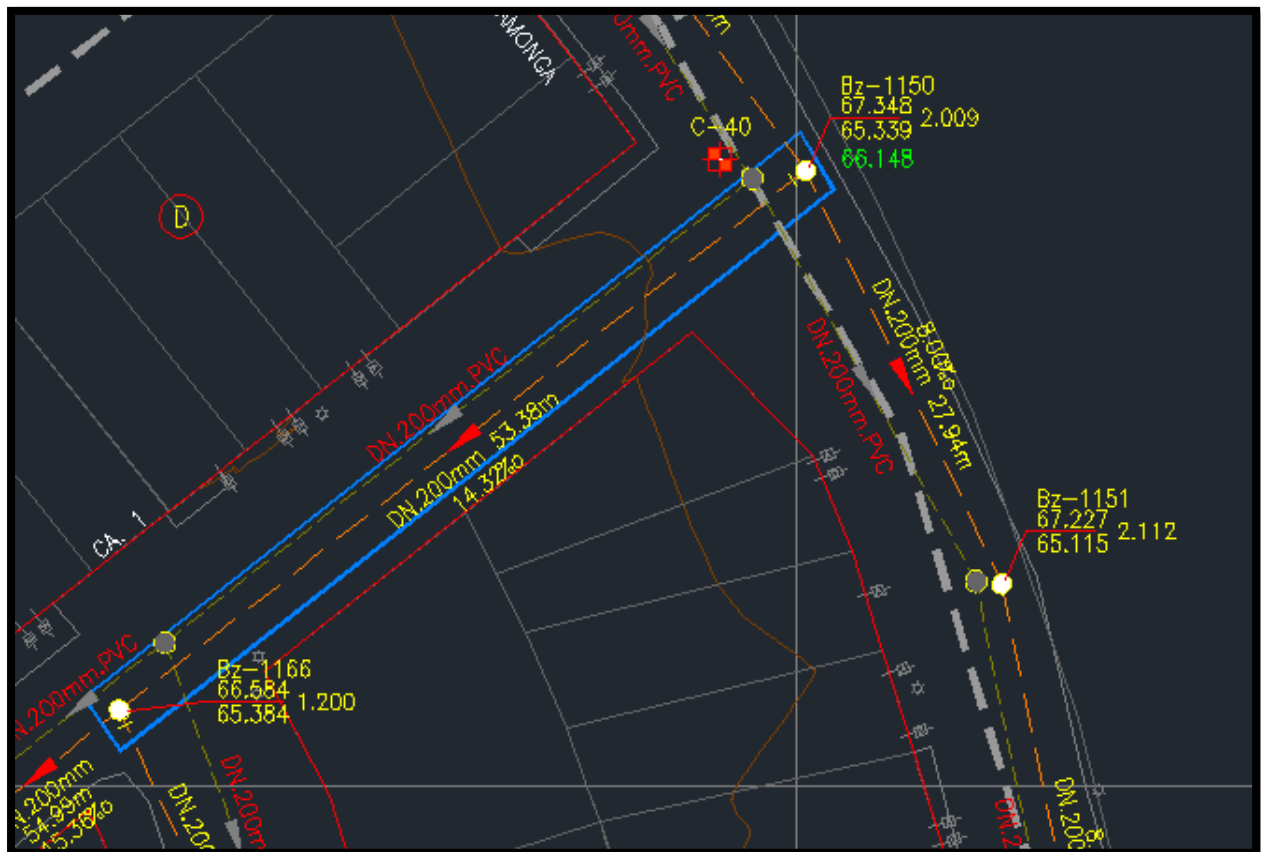
### **Plano de Diseño**

En los Planos de Diseño D-01 Redes Secundarias Proyectadas, se han señalado los buzones de arranque, indicando en estos su cota de arranque. En todos los casos el arranque es 1.20 m por debajo de la Cota de Tapa.

Por ejemplo, en las siguientes imágenes se aprecia el Bz-1150 con Cota de Tapa 67.348 y 2.009 m de profundidad, dicho buzón sirve de arranque para el tramo Bz1150-Bz1166, siendo su Cota de Arranque 66.148, 1.20 m por debajo de la Cota de Tapa del Bz-1150.

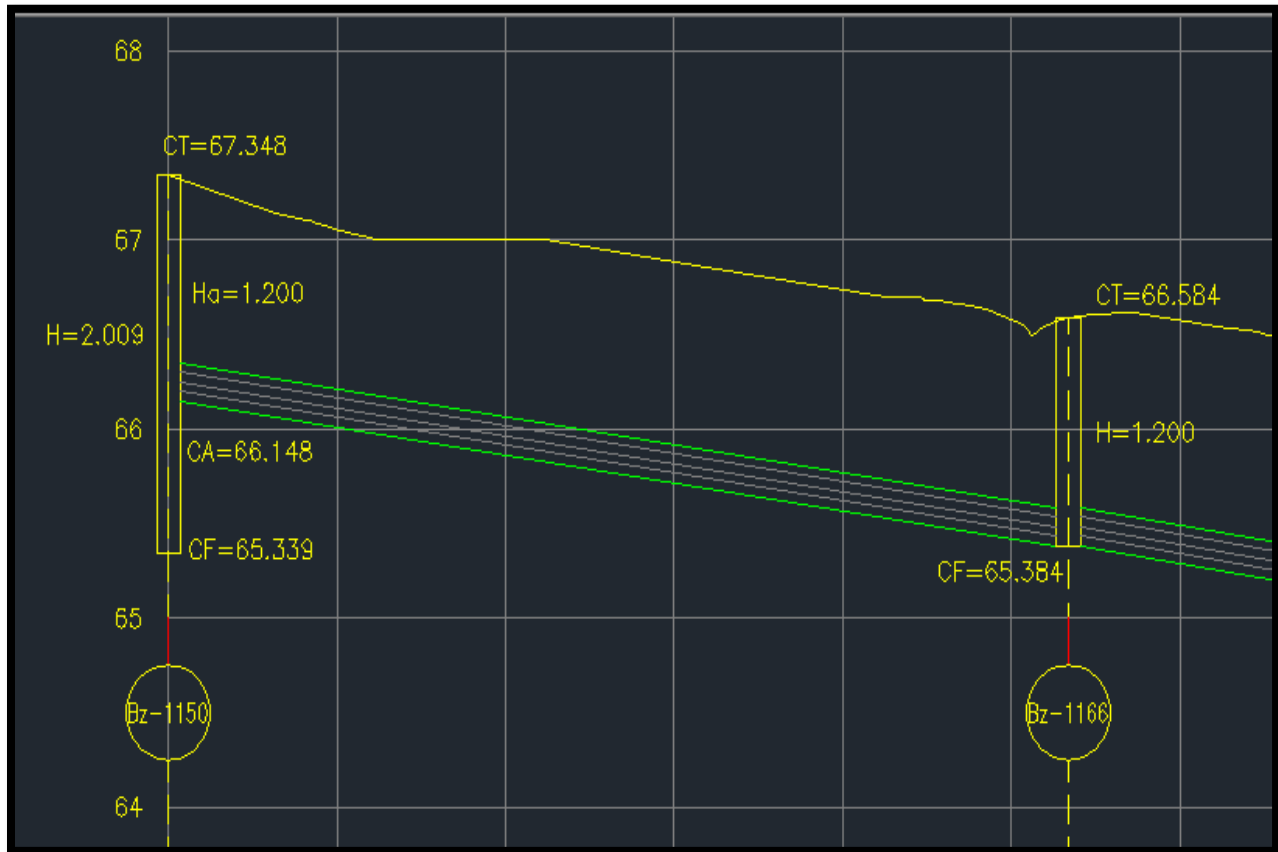
Por lo tanto, el Bz-1150 con 2.009 m de profundidad sirve de arranque para el tramo Bz1150-Bz1166, pero no representa que la Cota de Arranque sea igual a la Cota de Fondo del Bz-1150.

Figura 4: Plano N°1 de diseño.



Fuente: Sedapal.

Figura 5: Plano N°2 de diseño.



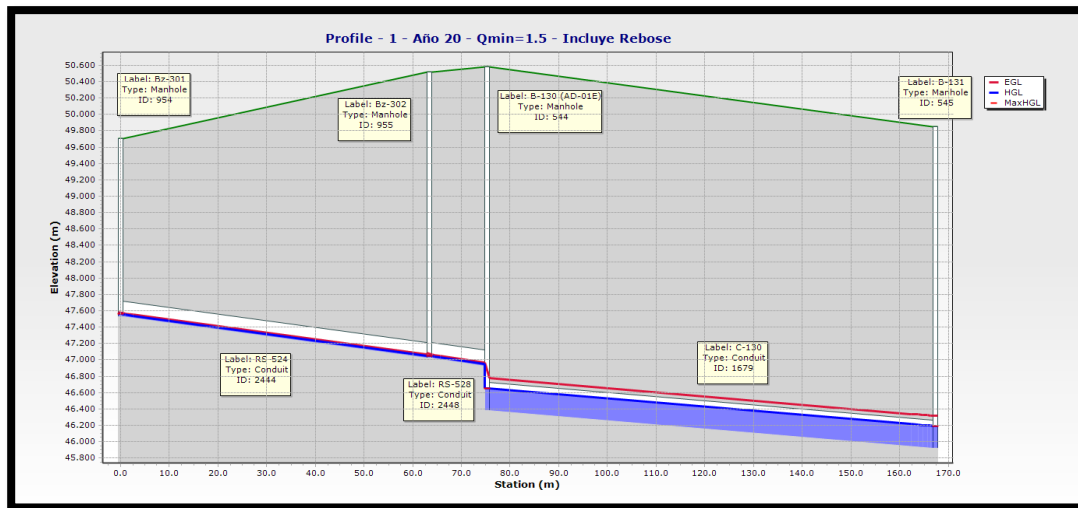
Fuente: Sedapal.

### Buzones de Empalme

En los Planos de Diseño se han identificado los empalmes que existen de los Colectores Secundarios a los Colectores Principales, tanto proyectados como existentes. En todos los casos las cotas de llegada de los Colectores Existentes son superiores a las Cotas de Fondo de los buzones en los Colectores Principales.

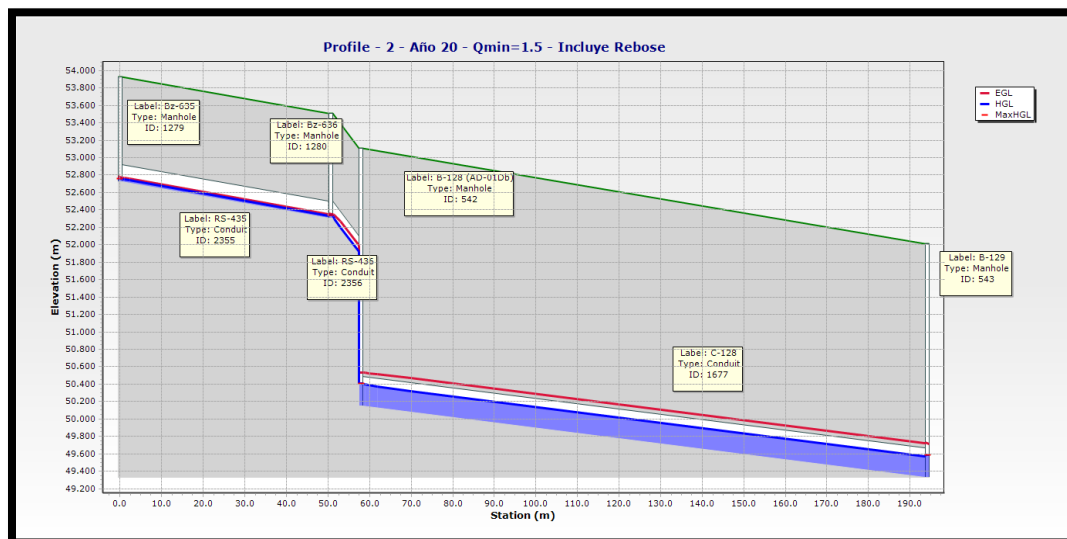
Durante el modelamiento se verifico que ningún colector secundario trabajaría represado, en los siguientes gráficos se muestran el comportamiento del Sistema de Alcantarillado incluyendo el Rebose al Año 20.

Figura 6: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 1.



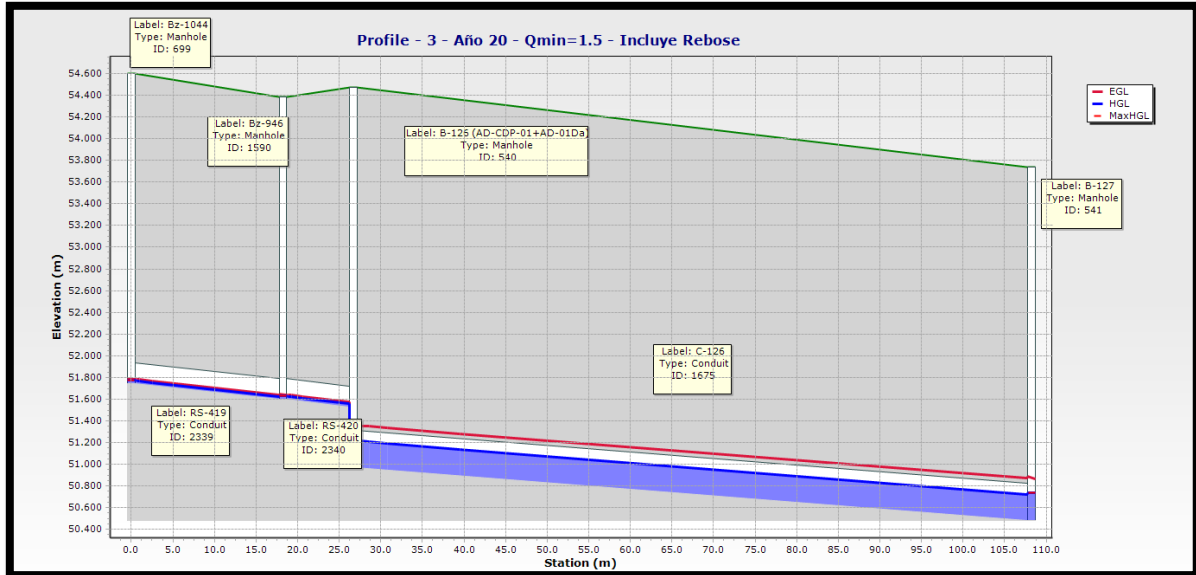
Fuente: SewerCad.

Figura 7: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 2.



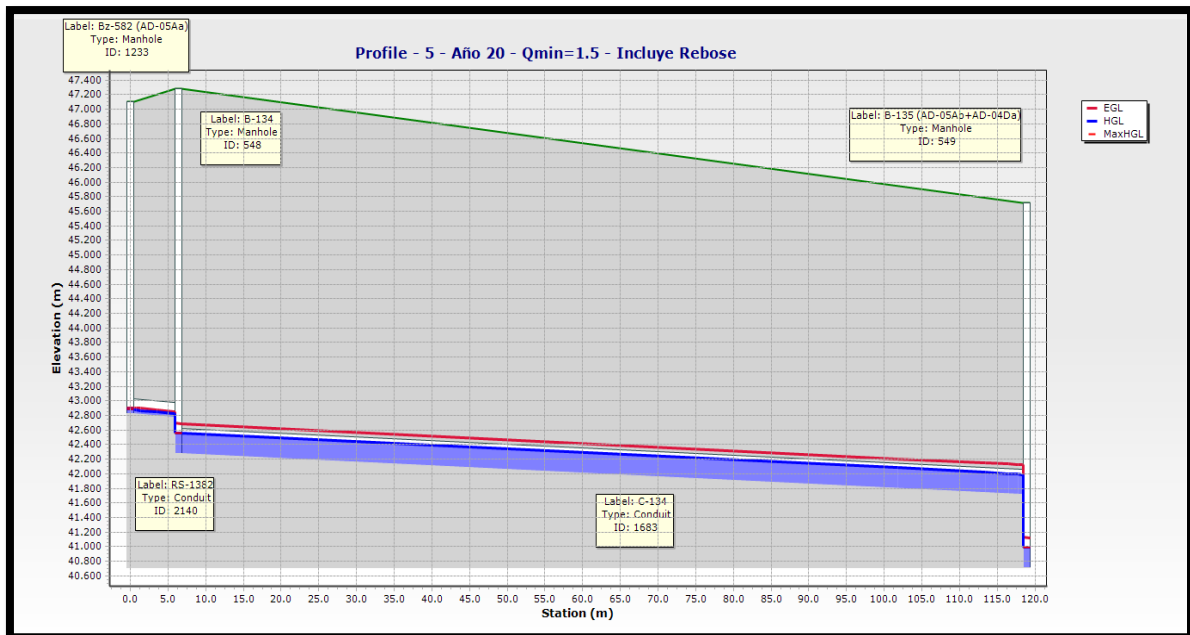
Fuente: SewerCad.

Figura 8: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 3.



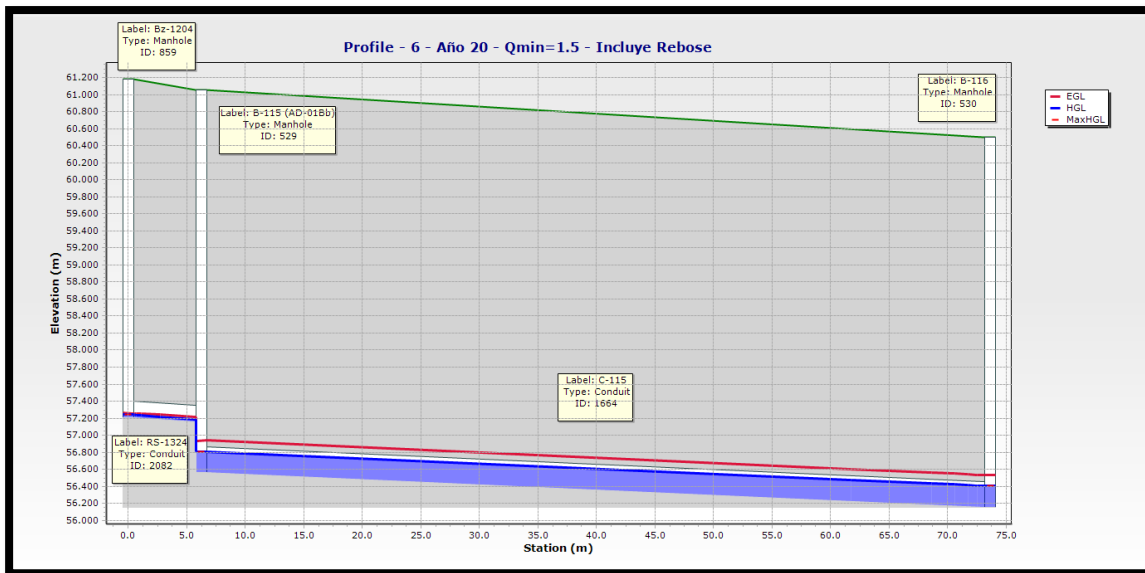
Fuente: SewerCad.

Figura 9: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 5.



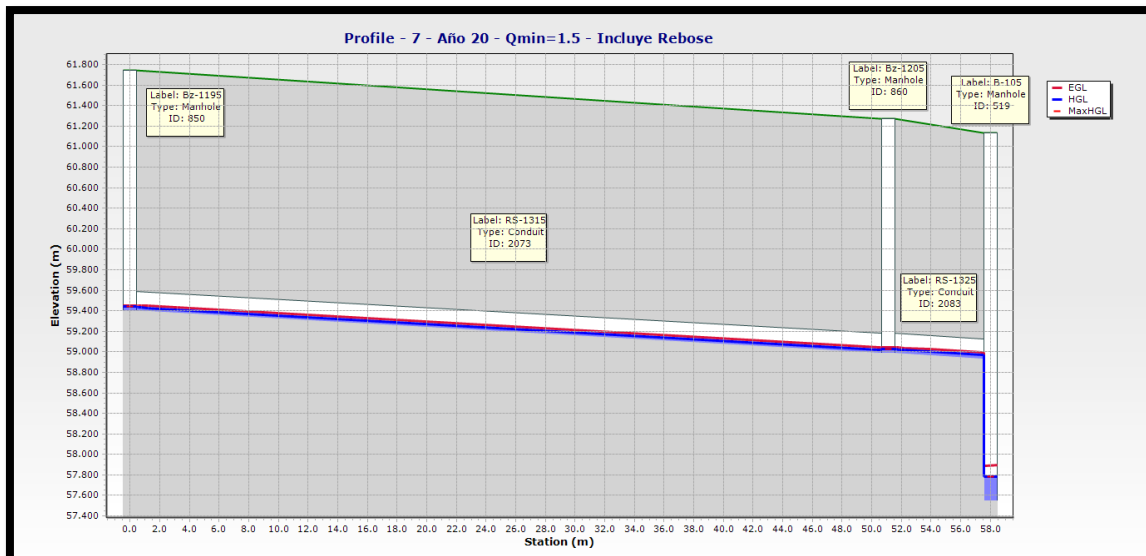
Fuente: SewerCad.

Figura 10: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 6.



Fuente: SewerCad.

Figura 11: Comportamiento del sistema de alcantarillado – Perfil 7.



Fuente: SewerCad.

## CONCLUSIONES

El Modelamiento Hidráulico ha sido realizado para estudiar el comportamiento hidráulico de las redes principales que se han identificado en el área de estudio, también se ha identificado colectores principales existentes que inician en el área de estudio y continúan más allá de las mismas hasta su ingreso a la PTAR Taboada. En la presente tesis se concluye que es necesario construir colectores principales que drenen a los colectores existentes donde se acumularan los desagües hasta llegar a las partes bajas del esquema. Se ha elaborado la simulación teniendo como base la información catastral de las redes de alcantarillado existentes, considerando los datos de longitud, diámetros, tipo de material y cálculos de la demanda.

Teniendo en cuenta lo indicado en las normas se consideró como diámetro mínimo DN 200 mm para las tuberías de alcantarillado. Asimismo, como se aprecia en los cálculos realizados en la presente tesis el caudal que pueden soportar estas tuberías es de 24.7 l/s para una pendiente de 5 % que es el caso más desfavorable para redes secundarias.

La metodología llevada a cabo en la presente tesis consistió en simular el comportamiento de la red de alcantarillado con el caudal máximo horario en el programa SewerCad, considerando para ello un escenario con caudal máximo horario para el Esquema Víctor Raúl Haya de la Torre, según el periodo de diseño correspondiente a los sistemas de alcantarillado.

## **RECOMENDACIONES**

El diseño de la red debe limitarse solo para el desalojo de las aguas residuales domésticas. En la Asentamiento Humano Ex Fundo Márquez se recomienda instalar tuberías de HDPE, ya que es una zona vulnerable a la licuefacción del suelo. Se debe dar un tratamiento preventivo y correctivo a la red de alcantarillado periódicamente para evitar daños en su funcionamiento. En los tramos donde las velocidades son relativamente bajas, se recomienda realizar inspección y limpieza en periodos más cortos, para evitar la sedimentación y la posterior obstrucción del sistema de alcantarillado.

Se recomienda realizar el mejoramiento del Colector Los Alisos del mismo al Año 15 (2031) incrementando su diámetro a 355 mm desde el buzón BC-24 hasta el BE-29.

Como se aprecia en los gráficos de la simulación, no se presenta represamiento, ya que en todos los casos los empalmes fueron diseñados con caídas que garantizan el adecuado funcionamiento hidráulico de los colectores secundarios y principales.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.

Celi, B. & Pesantez, F. (2012). *Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización Finca Municipal, en el Cantón El Chaco, provincia de Napo* (Tesis de Pregrado), Escuela Politécnica del Ejército, Sangolqui, Ecuador

Cerquín, R. (2013). *Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón La Cantuta en la ciudad de Cajamarca* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Chávez, F. (2006). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano* (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Diario El Peruano.

Viteri, L. (2012). *Estudio del sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales en el caserío El Placer de la parroquia Rio Verde de la provincia de Tungurahua* (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

## **ANEXOS**

## **Anexo 01**

### **Panel fotográfico**

Figura 12: Vista Panorámica del Área de Estudio desde el Cerro / Estudio cualitativo  
(longitudes y pendientes)



Fuente: Propia.

Figura 13: Vista Panorámica de las Habitaciones del Sector



Fuente: Propia.

Figura 14: Vista Panorámica de los Sectores 253-254



Fuente: Propia.

Figura 15: Vista de los terrenos de cultivo del ex – fundo.



Fuente: Propia.

Figura 16: Vista Panorámica de las Habitaciones del Sector 255



Fuente: Propia.

Figura 17: Vista de la Habilitación Programa de Vivienda Las Fresas



Fuente: Propia.

Figura 18: Vista de la Habitación Programa de Vivienda Residencia Dinastía



Fuente: Propia.

Figura 19: Vista habilitaciones denominada Asociación de Propietarios Virgen de Guadalupe.



Fuente: Propia.

Figura 20: Vista de un canal de regadío natural atravesando la Av. Naranjal.



Fuente: Propia.

Figura 21: Vista Panorámica de la Av. San Diego de Alcalá.



Fuente: Propia.

Figura 22: Vista Panorámica de la habilitación denominada “Mercado Horizonte de San Diego”.



Fuente: Propia

Figura 23: Vista Panorámica de ubicación de la cámara de Derivación SM-1.



Fuente: Propia.

Figura 24: Vista Panorámica de ubicación de datos de ventilación de la cámara de Derivación SM-1”.



Fuente: Propia.

Figura 25: Vista Panorámica de la Av. San Nicolás en dirección al Reservorio RAP-01.



Fuente: Propia.

Figura 26: Vista Panorámica de las válvulas de aire de la línea de Conducción que ingresan al Reservorio REP-01.



Fuente: Propia.

Figura 27: Vista Panorámica de la Av. San Nicolás y sección Vial en el ingreso al reservorio RAP-01.



Fuente: Propia.

Figura 28: Vista Panorámica del Reservorio RAP-01 de  $V=5,000\text{m}^3$ .



Fuente: Propia.

Figura 29: Vista Panorámica de ubicación de la cámara de Derivación SM-3”.



Fuente: Propia.

Figura 30: Vista Panorámica del Área donde se proyectará el Reservorio RAP-01.



Fuente: Propia.

Figura 31: Vista Panorámica del Cerro Pan de Azúcar desde Ubicación del Reservorio RAP-01.



Fuente: Propia.

Figura 32: Vista cercana Muralla Milenaria en estado de Abandono.



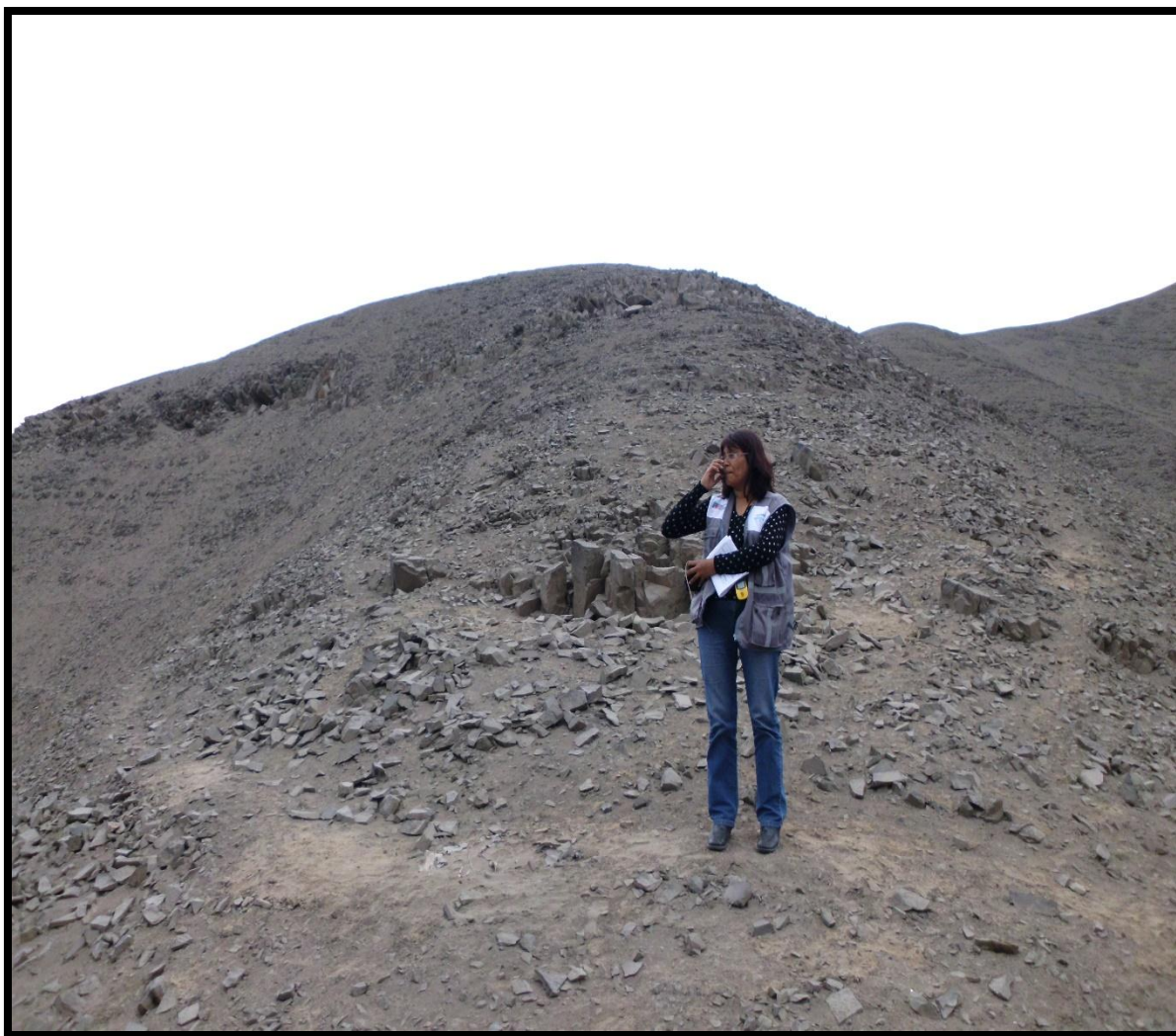
Fuente: Propia.

Figura 33: Vista una nueva habilitación dentro del sector 255.



Fuente: Propia.

Figura 34: Vista de la Inspección Arqueológica realizada por la Profesional responsable.



Fuente: Propia.

Figura 35 Vista Panorámica de los muros de señalización de zona Arqueológica.



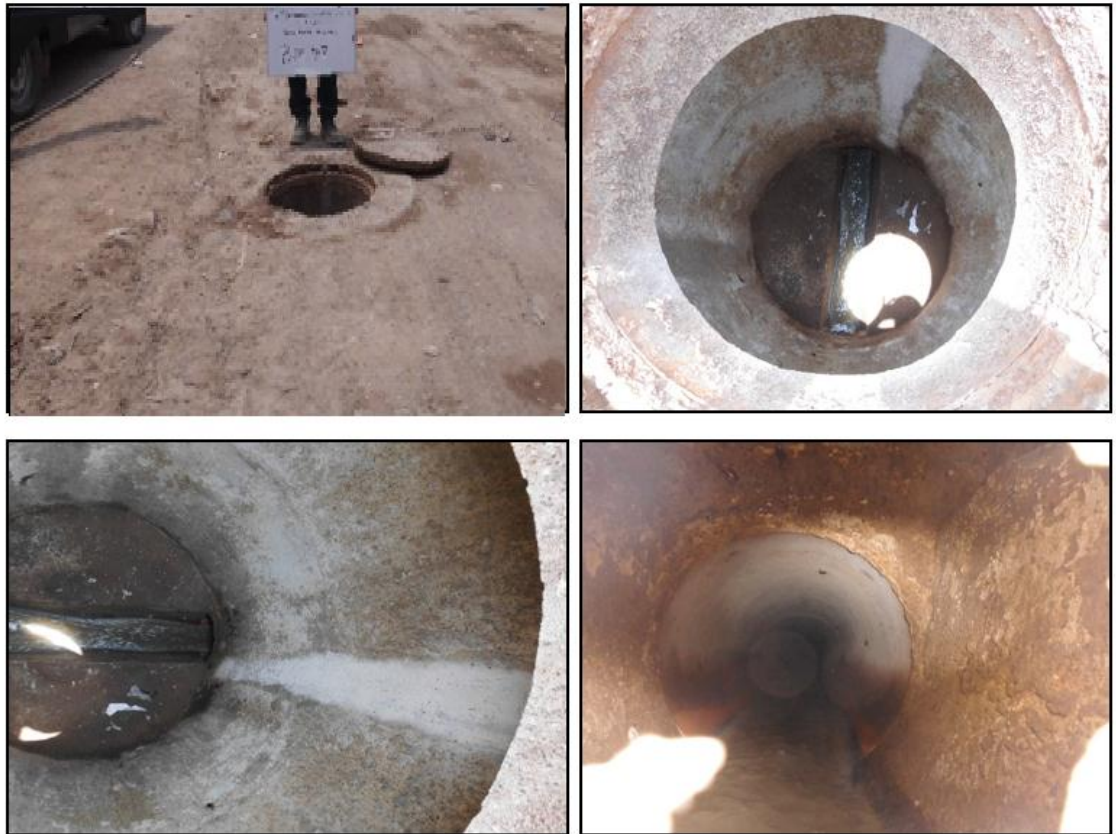
Fuente: Propia.

Figura 36: Prueba hidráulica de conexiones para verificar cálculos /Aforos en el Buzón BE-A



Fuente: Propia.

Figura 37: Aforos en el Buzón BE-57 en el Punto N° 02



Fuente: Propia.

Figura 38: Vista Interior del Buzón 79



Fuente: Propia.

Figura 39: Pruebas hidráulicas a la red primaria de alcantarillado / Aforos en el Buzón BE-35 y BE-36 en el Punto N° 04



Fuente: Propia.

Figura 40: Aforos en el Buzón BE-45 en el Punto N° 05



Fuente: Propia.

Figura 41: Vista Interior del Buzón BE-146.

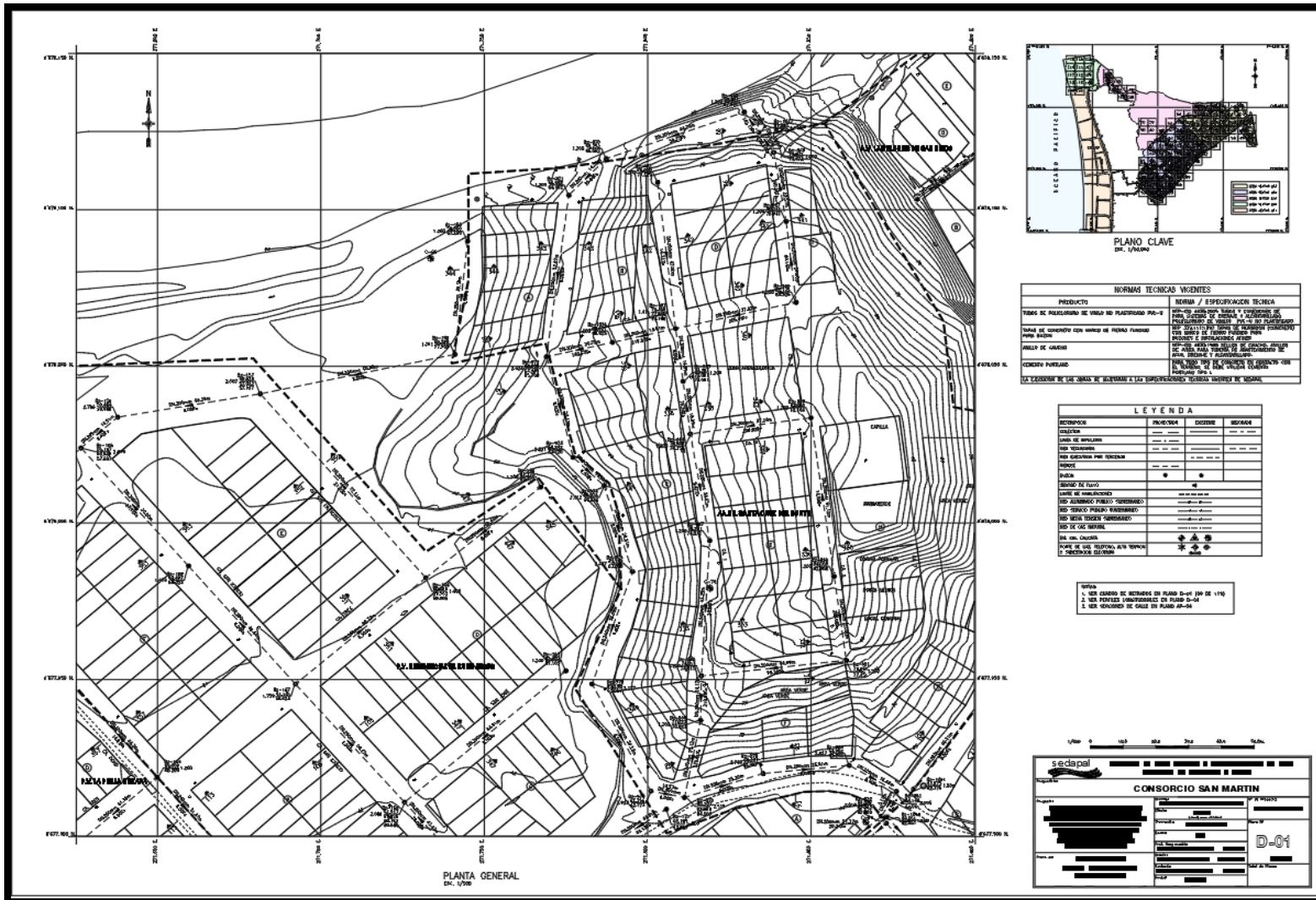


Fuente: Propia.

## **Anexo 2:**

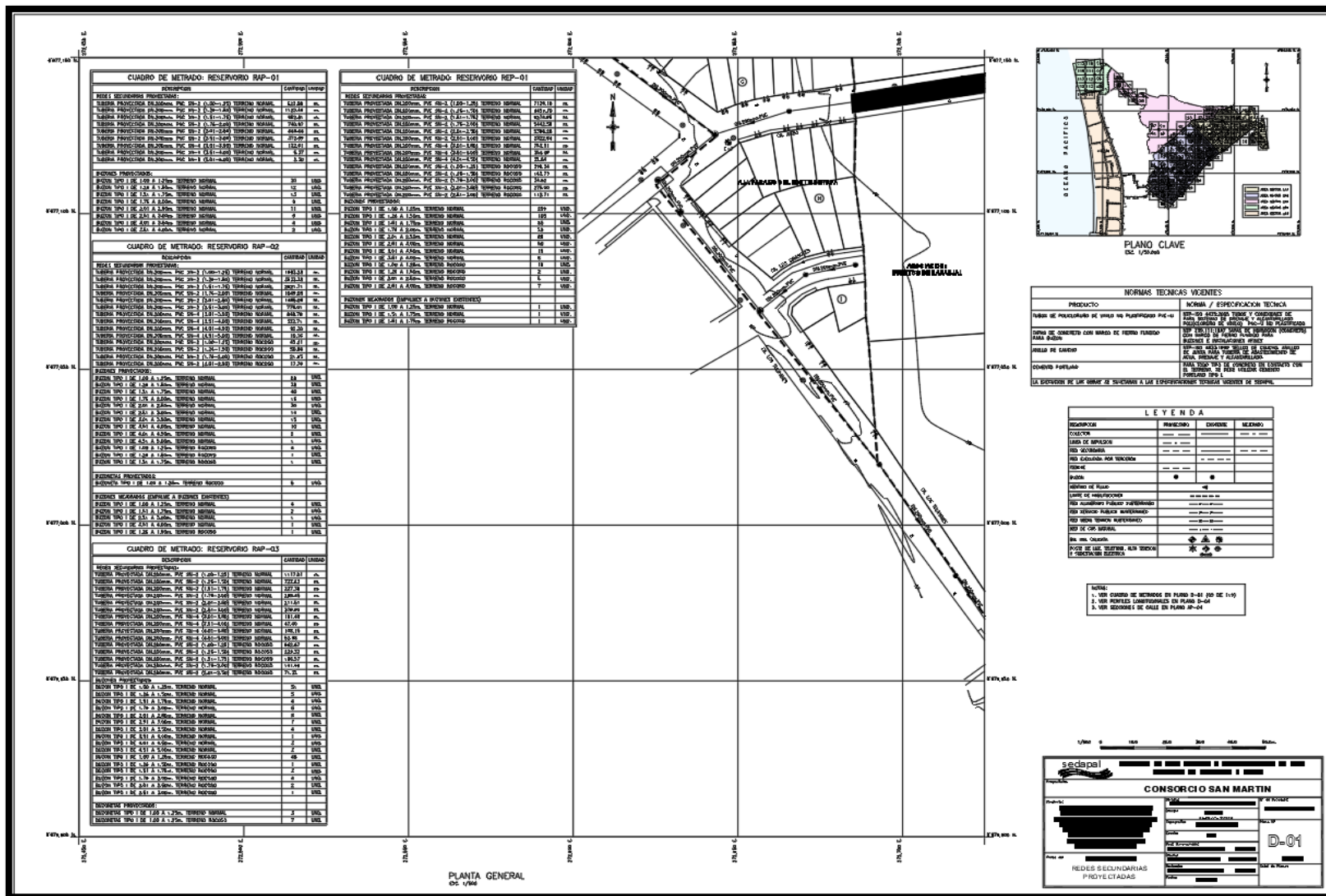
### **Planos**

Figura 42: Plano N°1 de redes secundarias proyectadas.



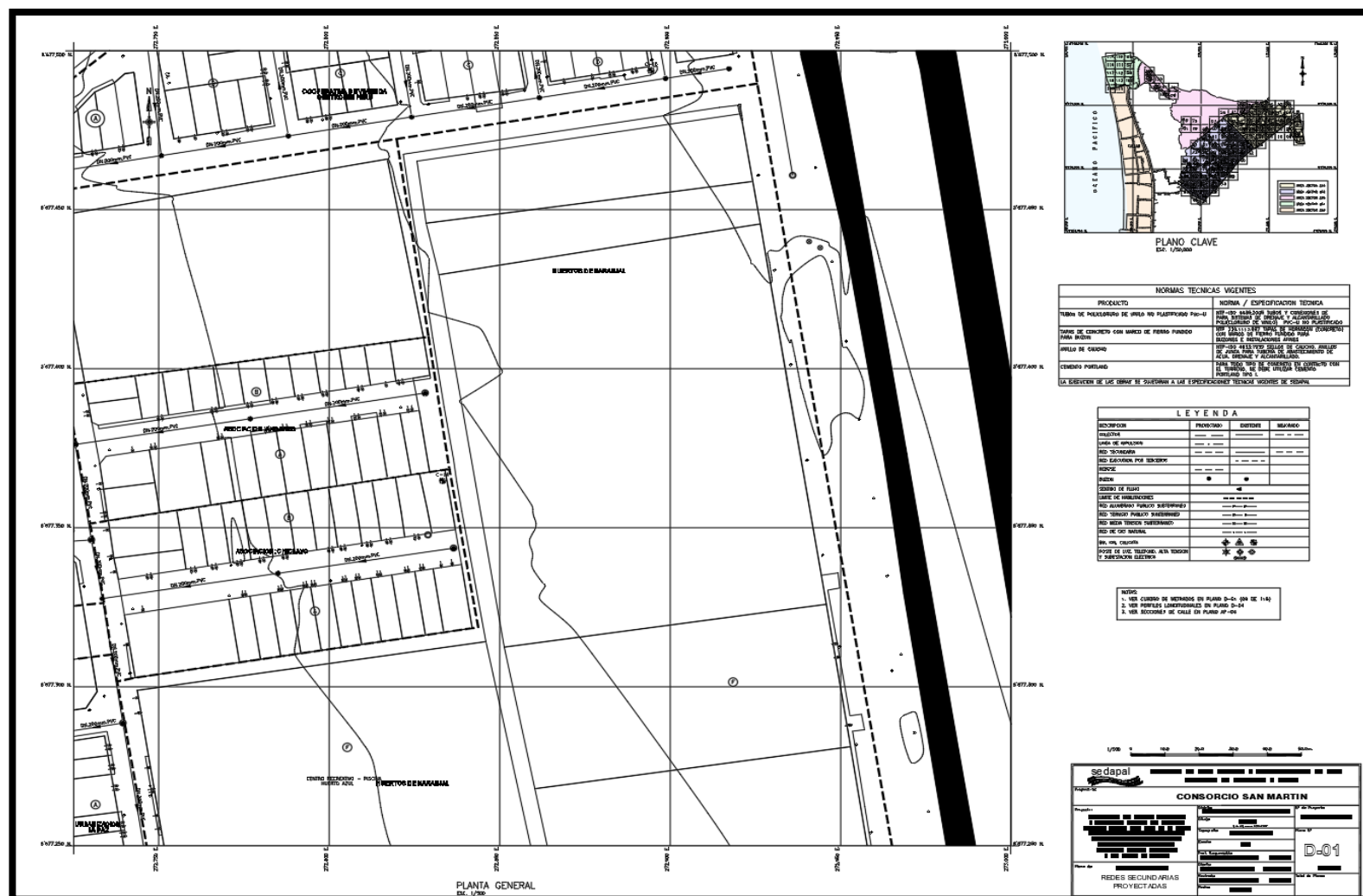
Fuente: Sedapal.

Figura 43: Plano N°2 de redes secundarias proyectadas



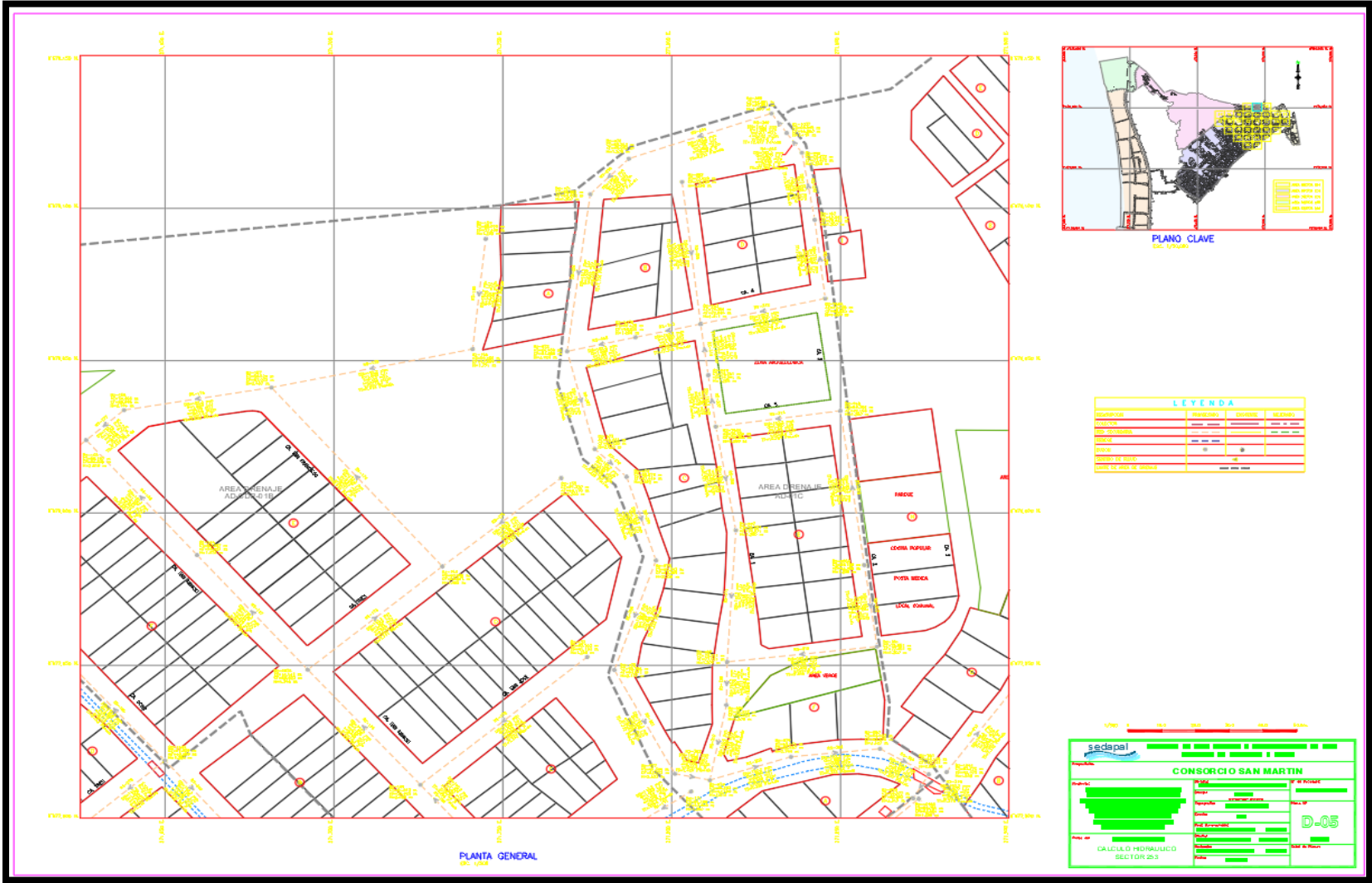
Fuente: Propia.

Figura 44: Plano N°3 de redes secundarias proyectadas.



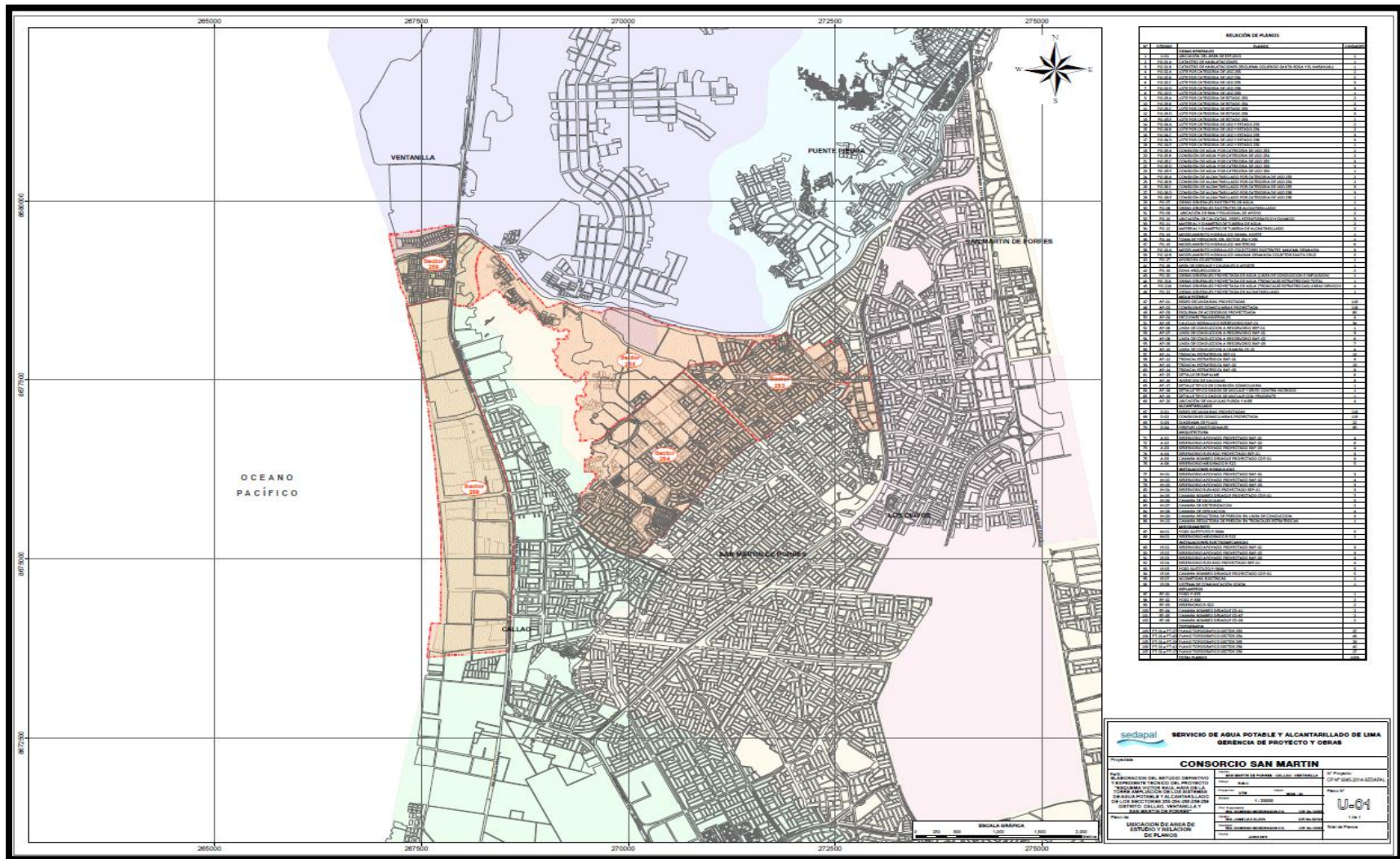
Fuente: Sedapal.

Figura 45: Plano de cálculo hidráulico del sector 253.



Fuente: Sedapal.

Fuente: Sedapal.



[illegible]

120