

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA  
AVENIDA TARATA, TACNA, 2022”**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JHON DAVID RAMOS ALVAREZ**

**Bach. LUIS FERNANDO CHAMBILLA MARCA**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA  
AVENIDA TARATA, TACNA, 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 23 de julio del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE: Mtra. ANA GABRIELA CRUZ BALTUANO**

**SECRETARIO: Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO**

**VOCAL: Mag. ANGELY PAOLA VALLE CASTRO**

**ASESOR: Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Jhon David Ramos Alvarez, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 43603869.

Declaro bajo juramento que:

1) Soy autor (a) de la tesis titulada:

*“Evaluación de riesgos para mejorar el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata, Tacna, 2022”*, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2) La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3) La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

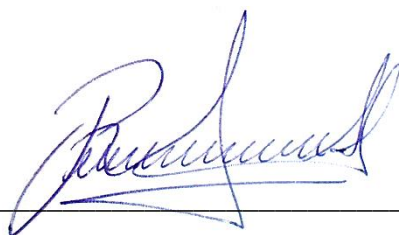
4) La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 23 de Julio del 2022



Jhon David Ramos Alvarez

DNI: 43603869

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Luis Fernando Chambilla Marca, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 48334734.

Declaro bajo juramento que:

1) Soy autor (a) de la tesis titulada:

*“Evaluación de riesgos para mejorar el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata, Tacna, 2022”*, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2) La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3) La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4) La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 23 de Julio del 2022



---

Luis Fernando Chambilla Marca

DNI: 48334734

## DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres quienes fueron pieza fundamental e impulso para seguir adelante durante los años de estudios y a mi pareja por todo el apoyo incondicional en mi vida.

Jhon David Ramos Alvarez

A mis seres queridos, que estuvieron siguiendo paso a paso este logro tan importante en mi vida y me lo dedico a mí mismo, ya que fue un gran esfuerzo en todo sentido.

Luis Fernando Chambilla Marca

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme alcanzar una de mis metas, a mis padres Francisco y Carmen por la motivación y el apoyo permanente en el transcurso de mi vida.

A mi asesor ing. Jimmi Yury Silva Charaja, por su paciencia consejos y conocimientos compartidos, en el desarrollo de esta tesis.

Jhon David Ramos Alvarez

En primer lugar, agradecer a Dios y a la Virgen de la Candelaria que siempre estuvieron guiándome e iluminándome para tomar las mejores decisiones en mi vida universitaria, también quiero agradecer a mi familia que me acompañó en el transcurso de lograr mis metas y por último a mis seres queridos que no se cansaron de alentarme.

Luis Fernando Chambilla Marca



## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema .....	2
1.2 Formulación del problema .....	2
1.3 Problema general .....	2
1.4 Problemas específicos .....	2
1.5 Justificación de la investigación .....	3
1.5.1 Justificación científica .....	3
1.5.2 Justificación social .....	3
1.5.3 Justificación económica.....	3
1.5.4 Justificación ambiental.....	3
1.6 Objetivos.....	4
1.6.1 Objetivo general.....	4
1.6.2 Objetivos específicos.....	4
1.7 Hipótesis.....	4
1.7.1 Hipótesis general .....	4
1.7.2 Hipótesis específicas .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	5

2.1	Antecedentes del estudio .....	5
2.1.1	Regional.....	5
2.1.2	Nacional.....	5
2.1.3	Internacional .....	5
2.2	Bases teóricas .....	6
2.2.1	Alcantarillado sanitario.....	6
2.2.2	Red de alcantarillado sanitario .....	6
2.2.3	Agua residual.....	6
2.2.4	Aguas residuales domesticas .....	6
2.2.5	Aguas residuales industriales .....	7
2.2.6	Aguas de lluvia proveniente de la precipitación pluvial .....	7
2.2.7	Línea de gradiente hidráulica .....	7
2.2.8	Buzón.....	7
2.2.9	Partes de un sistema de alcantarillado.....	8
2.2.10	Profundidad .....	8
2.2.11	Ramal condominal .....	8
2.2.12	Conexión domiciliaria de alcantarillado .....	8
2.2.13	Tipos de contaminantes.....	8
2.2.14	Salud.....	9
2.2.15	Factores que afectan el transporte de aguas residuales.....	9
2.2.16	Limpieza en la red de alcantarillado .....	10
2.2.17	Reparaciones de la red de alcantarillado .....	10
2.2.18	Evaluación de riesgos.....	11
2.2.19	INDECI.....	11
2.2.20	CENEPRED.....	11
2.2.21	Bases teóricas de la variable dependiente .....	14
2.2.22	Vulnerabilidad .....	14
2.2.23	Exposición .....	15
2.2.24	Fragilidad .....	16
2.2.25	Resiliencia .....	16
2.2.26	Estimación o cálculo del riesgo .....	17
2.2.27	Matriz de riesgo .....	18
2.2.28	Medidas de prevención y reducción de desastres.....	19
2.2.29	Medidas estructurales.....	19

2.2.30	Medidas no estructurales.....	19
2.2.31	Ecuación de Manning .....	20
2.2.32	Coeficiente de rugosidad: .....	20
2.2.33	Caudal .....	21
2.2.34	Velocidad .....	21
2.2.35	Pendiente.....	21
2.2.36	Tensión tractiva .....	23
2.2.37	Cámaras de inspecciones .....	23
2.2.38	Ubicación .....	23
2.2.39	Separación máxima .....	23
2.2.40	Buzones.....	24
2.2.41	Cámaras con caída.....	25
2.2.42	Control de remanso .....	25
2.2.43	Periodo de diseño.....	25
2.2.44	Criterio de diseño.....	26
2.2.45	Población .....	27
2.2.46	Población de diseño .....	27
2.2.47	Métodos matemáticos de crecimiento poblacional .....	28
2.2.48	Densidad de población .....	30
2.2.49	Usos del agua.....	31
2.2.50	Dotación.....	32
2.2.51	Variaciones del consumo.....	34
2.2.52	Consumo promedio diario anual (qm) .....	34
2.2.53	Caudal máximo horario de aguas residuales .....	35
2.2.54	Coeficiente de punta.....	35
2.2.55	Caudal de infiltración .....	37
2.2.56	Caudal de conexiones erradas .....	38
2.2.57	Caudal del diseño .....	38
2.2.58	Tipos de tuberías utilizadas en sistemas de alcantarillado.....	38
2.2.59	Profundidad de tubería .....	39
2.2.60	Diámetro mínimo .....	39
2.2.61	Coeficiente de rugosidad.....	39
2.2.62	Velocidades máximas y mínimas .....	40

2.2.63	Componentes de la red de alcantarillado y sus elementos de captación	40
2.3	Definición de términos	45
2.3.1	Aguas negras	45
2.3.2	Alcantarillado de servicio local	45
2.3.3	Altura de recubrimiento del colector	45
2.3.4	Cajas de inspección	45
2.3.5	Caudal	45
2.3.6	Colectores	46
2.3.7	Instalación sanitaria domiciliaria	46
2.3.8	Pendiente mínima	46
2.3.9	Red de alcantarillado sanitario	46
2.3.10	Tensión tractiva	46
2.3.11	Tirante hidráulico	46
2.3.12	Velocidad mínima	47
2.3.13	Velocidad máxima	47
2.3.14	Pozos de inspección	47
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		48
3.1	Tipo de investigación	48
3.2	Diseño de investigación	48
3.3	Población y muestra de estudio	48
3.4	Operacionalización de variables	52
3.5	Materiales e instrumentos	53
3.6	Tratamiento de datos y análisis estadístico	55
3.7	Procesamiento de información en programa SewerGEMS	55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		56
4.1	Datos de la evaluación de riesgos:	56
4.2	Resultado de la encuesta	59
4.3	Entrevista a expertos sobre el funcionamiento del colector principal de la avenida Tarata	66
4.4	Propuesta de colector primario en la avenida Tarata diseñado en SewerGEMS	67

DISCUSIÓN .....	69
CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES .....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS .....	74

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Distancia entre buzones.....	24
Tabla 2. Detalles de las cajas de inspección. ....	24
Tabla 3. Período de diseño de obras hidráulicas.....	26
Tabla 4. Densidad poblacional.....	32
Tabla 5. Consumos típicos de los sectores: domésticos, industrial, comercial, público y pérdidas. ....	33
Tabla 6. Dotación media diaria. ....	34
Tabla 7. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d). ....	34
Tabla 8. Valores de infiltración en tubos Qi (l/s/m) ....	37
Tabla 9. Velocidades Máximas. ....	40
Tabla 10. Cálculo de la peligrosidad.....	56
Tabla 11. Cálculo de la vulnerabilidad.....	56
Tabla 12. Cálculo de riesgo.....	57
Tabla 13. Ocupación de los entrevistados.....	59
Tabla 14. Datos de diseño.....	64
Tabla 15. Propuesta de diseño.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.....	15
Figura 2. Resiliencia y vulnerabilidad en la población .....	16
Figura 3. Plano cartesiano (x,y) .....	18
Figura 4. Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo.....	18
Figura 5. Rango para niveles de riesgo. ....	19
Figura 6. Recogida de aguas por precipitaciones pluviales.....	41
Figura 7. Dispositivo de caída dentro del buzón .....	42
Figura 8. Perfiles y sección de un colector .....	43
Figura 9. Zona de estudio .....	49
Figura 10. Intersección de las avenidas Jorge Basadre G. y la avenida Tarata.....	50
Figura 11. Vista panorámica de la zona de estudio en la avenida Tarata. ....	50
Figura 12. Vista de la parroquia Nuestra Señora de Fátima.....	51
Figura 13. Intersección de la avenida Tarata y avenida 28 de agosto, ubicación del I.E.I. Rosa Virginia Pelletier.....	51
Figura 14. Intersección de la avenida Tarata y la avenida Industrial, fin de la zona de estudio .....	52
Figura 15. Realización de encuesta.....	53
Figura 16. Realización de encuesta.....	54
Figura 17. Zona de influencia del colector primario avenida Tarata. ....	54
Figura 18. Área de influencia de riesgos.....	55
Figura 19. Cuadro de riesgos.....	57
Figura 20. Inundación en la avenida Tarata.....	58
Figura 21. Población afecta en un pasaje de la avenida Tarata .....	58
Figura 22. Nivel de instrucción (Porcentaje). ....	60
Figura 23. Años viviendo en la zona (Porcentaje). ....	60
Figura 24. Uso de viviendas (Porcentaje). ....	61
Figura 25. Disponibilidad de agua potable las 24 horas (Porcentaje).....	61
Figura 26. Frecuencia de uso de ducha por día (Porcentaje).....	62
Figura 27. Tipos de uso del servicio higiénico (Porcentaje).....	62
Figura 28. Población insatisfecha por el servicio de alcantarillado (Porcentaje). ....	63
Figura 29. Resultado del análisis actual del colector primario de la av. Tarata.....	65

Figura 30. Resultados del diseño para una población futura con las condiciones actuales ..... 65

Figura 31. Propuesta de diseño para colector primario en la av. Tarata. .... 68



**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Formato de encuesta a la población.....	74
Anexo 2. Formato de entrevista a ingenieros expertos.....	75
Anexo 3. Memoria de cálculo.....	77
Anexo 4. Panel fotográfico.....	93
Anexo 5. Planos.....	98
Anexo 6. Matriz de consistencia .....	106

## RESUMEN

En la ciudad de Tacna no es frecuente las lluvias, pero ocurren cada cierto tiempo, es precisamente cuando los factores climáticos generan lluvias intensas que se activan las quebradas y ello produce los huaicos que afectan la ciudad de Tacna. El colector primario de la avenida Tarata se encuentra ubicado de manera tal, que, al activarse las quebradas, los huaicos pasan por la zona y por la topografía que presenta, queda inundada constituyendo un nivel de peligro muy alto puesto que alteran el funcionamiento de los colectores al saturarlos y dejar sin los servicios básicos de saneamiento en la localidad. La vulnerabilidad del lugar de estudio se manifiesta mediante dos factores los cuales son el social y económico, el social considera personas adultos mayores, personas con discapacidad, mientras que el económico se presenta mediante la presencia de viviendas antiguas sin remodelar que son vulnerables a posibles desastres producto de inundaciones en ocasiones de lluvias extraordinarias en la ciudad, todo ello constituye una zona altamente vulnerable considerando además la falta de interés por parte de las autoridades en remodelar el colector en mención, así como también la falta de medidas preventivas ante posibles desastres en el lugar. Producto de lo mencionado anteriormente es que en esta tesis proponemos un diseño de colector primario que funcione cumpliendo con la demanda actual y futura de población, como también cumpla con las exigencias de la norma OS:070 para poder mejorar el flujo de aguas residuales mediante uso del programa SewerGEMS cuyos resultados se anexan a la presente.

**Palabras clave:** Colector, peligro, vulnerabilidad, riesgo, diseño hidráulico, buzón, pendiente, tirante, población, caudal, velocidad y tensión tractiva.

## ABSTRACT

In the city of Tacna, rains are not frequent, but they do occur from time to time, it is precisely when the climatic factors generate intense rains that the streams are activated and this produces the mudslides that affect the city of Tacna. The primary collector of Tarata Avenue is located in such a way that when the streams are activated, the landslides pass through the area and due to the topography, it presents, it is flooded, constituting a very high level of danger since they alter the functioning of the collectors. by saturating them and leaving the area without sewage service. The vulnerability of the place of study is manifested by two factors which are social and economic, the social one considers older adults, people with disabilities, while the economic one is presented by the presence of old unremodeled houses that are vulnerable to possible disasters. product of floods on occasions of extraordinary rains in the city, all of this constitutes a highly vulnerable area, also considering the lack of interest on the part of the authorities in remodeling the collector in question, in other side, lack of preventive responses against possible disasters in the place. As a result of the aforementioned, in this thesis we propose a primary collector design that works in compliance with the current and future population demand, as well as meets the requirements of the OS: 070 standard in order to improve the flow of wastewater through the use of the SewerGEMS program whose results are attached hereto.

**Keywords:** Collector, danger, vulnerability, risk, hydraulic design, mailbox, slope, depth, population, flow, speed and tractive tension.

## INTRODUCCIÓN

El servicio de saneamiento es necesario para asegurar una calidad buena en la vida de la población local debido a diversas actividades que se pueden desarrollar en la zona y un adecuado flujo de agua, ya que reducen significativamente los problemas de salud y ambientales que estos pueden ocasionar.

En el Perú el sistema de alcantarillado presenta muchos problemas y el reciente crecimiento de la población a originado que éstos se encuentren trabajando por encima de su capacidad por el cual fueron diseñados creando así muchos riesgos posibles para el colapso del sistema completo poniendo en riesgo la salud de las personas y parando toda la actividad económica en la zona.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

Durante los meses de verano, en la ciudad de Tacna se presenta lluvias excepcionales y también activación de algunas quebradas generando huaicos llegando a originar desastres e inundaciones de viviendas.

La avenida Tarata presenta un colector primario, el cual por incremento en su capacidad de servicio y sumado a caudales de colectores secundarios más las lluvias excepcionales, llega a desbordarse ocasionando inundaciones.

Cabe mencionar que el colector primario de la avenida Tarata tiene más de 20 años y su funcionamiento viene limitado a su diseño inicial con deficiencias en cuanto al tipo de tubería, la misma que es de CSN de 16" se sección circular.

### **1.2 Formulación del problema**

De lo mencionado anteriormente se formula las siguientes preguntas:

### **1.3 Problema general**

¿Cuál es el nivel de riesgo generado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna, 2022?

### **1.4 Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son los niveles de peligros por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?
- b. ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?
- c. ¿Cuáles serían las condiciones del diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?

## **1.5 Justificación de la investigación**

### **1.5.1 Justificación científica**

Se considera fundamental saber las razones y consecuencias de los desastres naturales para poder determinar su origen, y los efectos generados en la mayoría de colectores de la ciudad. Es de suma importancia comprender la mayoría de fenómenos naturales ya que nos permitirá diseñar planes para una correcta gestión de riesgos, todo esto con la finalidad de agilizar los planteamientos de prevención de riesgos en las redes de colectores de la ciudad.

### **1.5.2 Justificación social**

Es importante poder contar con un informe de evaluación de riesgos, ya que se podrá garantizar una buena calidad de vida, junto a un plan de concientización para prevenir desbordes e inundaciones, asegurando un ambiente de crecimiento y prosperidad.

De manera indirecta, esta investigación aporta un beneficio social ya que sentará las bases de futuros proyectos de empresas estatales o privadas que brindan servicios en el rubro, inspecciones a futuro para brindar el conocimiento necesario para un correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.

### **1.5.3 Justificación económica**

Los desbordes e inundaciones generan enormes pérdidas económicas para el estado y la población local, es por eso que la existencia de un plan para prevenir o mitigar significaría un ahorro económico a largo plazo para el país y sus habitantes.

### **1.5.4 Justificación ambiental**

Los desbordes e inundaciones son peligros ambientales porque contaminan el agua y el suelo, poniendo en peligro la flora y fauna de la región, originando focos infecciosos y brotes de enfermedades comprometiendo la integridad de la población.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Determinar el nivel del riesgo originado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna, 2022.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- a. Determinar los niveles de peligro por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.
- b. Determinar los niveles de vulnerabilidad por el flujo de saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.
- c. Formular el diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.

## **1.7 Hipótesis**

### **1.7.1 Hipótesis general**

El nivel del riesgo originado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata, es alto.

### **1.7.2 Hipótesis específicas**

- a. Los niveles de peligro por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario, en la avenida Tarata, es alto.
- b. Los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, es alto.
- c. El diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, evitará los riesgos.

## CÁPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio

#### 2.1.1 Regional

Ortega, S. (2020), en la tesis titulada “*Análisis de red y tuberías existentes para mejorar el sistema de alcantarillado de la junta vecinal- Atmat- Pampa de Viñani sector vi, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna – 2020*”, propone un sistema de alcantarillado diseñado bajo criterios de la norma OS.070 para evitar una construcción improvisada ya que crea problemas en la red.

#### 2.1.2 Nacional

Tejada, F. (2019) en la tesis “*Evaluación de la eficiencia de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado del distrito de Ichocán – San Marcos, 2018*” Realizó una evaluación completa del mantenimiento y operación del servicio sanitario en el distrito de Ichocán, usando como base diversos indicadores demostrando la situación real del sistema de alcantarillado, dando a conocer las falencias para poder brindar un servicio óptimo en su totalidad.

#### 2.1.3 Internacional

Edgar, C. (2012) en su tesis “*Diseño de los estudios para el alcantarillado sanitario del proyecto municipal de la nueva ciudad de los bancos en el cantón San Miguel de los bancos provincia de Pichincha*” Quito – Ecuador. Propone sistemas de alcantarillado que permitirán mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes cuya mayor actividad es la ganadería y agricultura.

Tuvo como primer objetivo conocer la situación socioeconómica, sus características climatológicas e hidrológicas que sirvió para garantizar la viabilidad del proyecto.



## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Alcantarillado sanitario**

Sistema cuyo fin es la de acumular aguas residuales de industrias y viviendas (Nogales y Quispe, 2009).

### **2.2.2 Red de alcantarillado sanitario**

Las redes de alcantarillado tienen el propósito de desviar las aguas residuales para su manipulación en plantas donde recibirán tratamiento, sometiéndolas a procesos depurativos, evitando el daño al receptor, para luego ser dirigidas hacia acuíferos que distribuirán el caudal en varios tramos (Morales, 2004).

### **2.2.3 Agua residual**

Es el agua que ha sido contaminada en la manipulación para fines domésticos o industriales (Machado, Suruca y Argueta, 2009). Se considera también agua residual a quienes tienen un origen por un fenómeno natural como las lluvias en exceso (Nogales y Quispe, 2009).

### **2.2.4 Aguas residuales domesticas**

Proviene de la población debido actividades rutinarias básicas, mediante el uso de servicios higiénicos, lavadoras o retretes. Debido a su origen poseen materia orgánica suspendida como también materia inorgánica y compuestos patógenos. El caudal doméstico se puede considerar de contribución ( $Q_{md}$ ) y será considerado para designar parámetros de inicio y fin a la hora de operar el sistema. Se realizarán estudios demográficos de la zona a intervenir empleando herramientas para estimar la población actual, según la distribución de sus lotes, viviendas y ocupación de la poblacional (Nogales y Quispe, 2009).

### **2.2.5 Aguas residuales industriales**

Proviene de la actividad industrial generada en la zona, la composición de estas aguas puede ser más diversa que la doméstica añadiendo elementos tóxicos y corrosivos como el mercurio, plomo u otros materiales que necesitan ser desechados antes de ingresar a las alcantarillas (Nogales y Quispe, 2009).

### **2.2.6 Aguas de lluvia proveniente de la precipitación pluvial**

Provenientes de las precipitaciones pluviales, entran en contacto directo con los techos de las viviendas, diversos tipos de calles o suelos por lo cual poseen materia sólida suspendida en su composición que pueden variar desde metales a compuestos químicos según sea la contaminación de la atmósfera (Nogales y Quispe, 2009).

### **2.2.7 Línea de gradiente hidráulica**

Nos indica la presión que puede ejercer el agua en el material que la transporta (tubería) cuando el sistema se encuentra en operación (Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales; Línea de Conducción, 1997).

### **2.2.8 Buzón**

Es una estructura cilíndrica que puede ser construida de diversos materiales en el mismo sitio o mediante prefabricados, tiene una sección de semicírculo en el fondo para funcionar como una transición entre colectores. Son diseñados en función a la pendiente calculada para transportar de manera eficiente las aguas residuales, dichas estructuras también sirven para realizar inspecciones sobre algún problema que puedan presentar en su funcionamiento y sirva también para dar el mantenimiento respectivo (Nogales y Quispe, 2009).

La norma OS.070 indica que el diámetro interior de buzones será de 1,20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1,50 m para tuberías hasta 1 200 mm.

### **2.2.9 Partes de un sistema de alcantarillado**

- *Tubería local:* Reciben y se conectan con las viviendas (Vierendel, 2009), los diámetros mínimos y máximos que se emplean a la hora de su diseño son de 8" (200mm) y 16" (400mm) respectivamente.
- *Colector:* Es el conducto primario, por lo general tiene una sección en circunferencia y su función es recolectar o captar las aguas residuales para transportarlas a su destino final (Vierendel, 2009).

### **2.2.10 Profundidad**

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior de la tubería (Vierendel, 2009).

### **2.2.11 Ramal condominal**

Colector que capta el flujo de un lote para conectarse con el sistema de alcantarillado general a su vez evita la existencia de conexiones por el fondo del condominio. Por lo general se ubica en el centro para una eficiente distribución del espacio (Vierendel, 2009).

### **2.2.12 Conexión domiciliaria de alcantarillado**

Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote (Vierendel, 2009).

### **2.2.13 Tipos de contaminantes**

Debido a su forma las arenas poseen un tamaño perceptible, debido a la naturaleza se les considera minerales, aun así, en su composición se puede encontrar material de origen orgánico. Estas pueden llegar a enturbiar el agua cuando se encuentra en movimiento, o formar depósitos de lodo si existen las condiciones necesarias para poder sedimentar.

Las grasas y aceites son sustancias lipídicas, que al entrar en contacto con el agua se quedarán en la cubierta originando natas y espumas. Las natas y espumas llegan a entorpecer los tratamientos físicos y químicos, por lo que deberían eliminarse apenas inicie el tratamiento de aguas residuales.

El nitrógeno y fósforo originan la pérdida de las masas acuáticas. El conjunto de compuestos químicos como el nitrógeno se aporta mediante excretas humanas (Cabrera y Carranza, 2004).

#### **2.2.14 Salud**

La Organización Mundial de la Salud calcula la cuarta parte de todas las enfermedades infecciosas tiene como denominador común el agua en malas condiciones.

El estado tiene el compromiso de garantizar y asegurar el acceso con una buena calidad y capacidad; promoviendo el recurso hídrico como un componente estratégico en el desarrollo urbano al influir de manera directa en los servicios de saneamiento rural y urbano (EMSA Puno, 2017).

#### **2.2.15 Factores que afectan el transporte de aguas residuales**

Las estructuras de concreto sufren de un acelerado desgaste al interactuar con los sistemas de drenaje, las primeras evidencias se dieron en California en 1900. En contra parte, el descubrimiento del desgaste en el año 1945 se le atribuye a Parker cuando observó la presencia de una bacteria de tipo Thiobacillus en el concreto, este descubrimiento coincide en lugares con un alto contenido de sulfuro de hidrógeno.

En el año 1946 se publicaron diversos análisis que se hicieron a una cantidad considerable de colectores en Estados Unidos, con la presencia de una pendiente para que funcionen a gravedad, se observó diversas condiciones que hacen posible una separación en concentraciones de sulfuro de hidrógeno. Señalan la existencia de una relación en la disminución de problemas por presencia de sulfuro de hidrógeno cuando se da un incremento en la velocidad del caudal. (Holder y Hause, 1987)

### **2.2.16 Limpieza en la red de alcantarillado**

Cuando el sistema de alcantarillado está operativo comienzan a producirse evacuaciones constantes, lo que ocasiona que disminuya de manera significativa la capacidad máxima de la red de alcantarillado pudiendo ocasionar una obstrucción, por lo cual es necesario limpiarla periódicamente.

La recomendación es emplear procesos de mantenimiento cada tres años para así mantener la red limpia sin riesgo a que ocurra una obstrucción, a pesar de que varios colectores solo necesitarán una limpieza anual (en algunos casos 2), todo según el porcentaje de colmatación admisible (Holder y Hause,1987).

### **2.2.17 Reparaciones de la red de alcantarillado**

Según (Holder y Hause,1987) se entiende por mantenimiento a los procesos que abarcan actividades de reparación, restauración, reformas, rehabilitaciones y renovaciones, las cuales serán necesarias y tendrán el objetivo de corregir o provenir un mal funcionamiento en la red:

- **Obturaciones:** Se producen por la intrusión de elementos como bolsas, palos y plásticos, que al unirse con las partículas orgánicas diminutas existentes en el flujo se puede formar una especie de tapón en la red de alcantarillado impidiendo o dificultando la circulación del caudal. Se encuentra como una de las causas más frecuentes en la alcantarilla. Bastará con limpiar la red para solucionar los desperfectos siempre y cuando la obturación no esté endurecida porque será imposible poder llegar a ella.
- **Problemas de estanquidad:** Son las fisuras o grietas que se presentan en las juntas debido a una mal conexión en los albañales.
- **Problemas de estructuras:** Son los procesos de rotura, agrietamiento y deformación a causa del movimiento de los terrenos, cargas puntuales o culminación de vida útil del material.
- **Problemas en pozos de registro:** Intrusión que puede aparecer en el contorno, base o por malas conexiones en los ramales de la alcantarilla.

## **2.2.18 Evaluación de riesgos**

### **2.2.19 INDECI**

A nivel nacional es el encargado de realizar asesoramientos y crear propuestas al gobierno mediante el Ministerio de Defensa, y dar las normas que garanticen los procesos de reacción administrativa, técnica y social para fomentar una cultura reactiva.

Como equipo técnico tienen la responsabilidad de programar y ejecutar en la Política del estado en paralelo la implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como actividades de prevención, reacción y reparación.

Conforman la Red Nacional de Alerta temprana velando por su correcto funcionamiento y expansión (INDECI, 2006).

#### **2.2.19.1 Misión**

Dirigir procedimientos para lograr implementar una gestión reactiva en beneficio de la población en conjunto, calidad de vida y conservar adecuadamente el patrimonio del país de manera eficiente y con perpetuidad dentro de lo que estipula la SINAGERD (INDECI, 2006).

#### **2.2.19.2 Objetivos**

Al poseer un amplio alcance sus objetivos son diversos pero los más prioritarios son aquellos en los cuales dedican todo su trabajo y tiempo para conseguirlo son:

Capacitar y fomentar una cultura reactiva a los integrantes de SINAGERD.

Acelerar y potenciar el funcionamiento como institución que es el INDECI (INDECI, 2006).

### **2.2.20 CENEPRED**

Encargado de ejecutar, operar y emplear en la política nacional procesos para reducir, estimar y prevenir potenciales riesgos, así como una eventual reconstrucción

siguiendo los parámetros del Ministerio de Defensa ya que está adscrito a este (CENEPRED, 2015).

### **2.2.20.1 Misión**

Trabaja de manera conjunta con el SINAGERD desarrollando y proponiendo medidas de apoyo técnico, normativas y proporcionando información para capacitar con la finalidad de reducir en la mayor medida posible la vulnerabilidad en la población debido a la existencia del riesgo por desastres naturales (CENEPRED, 2015).

### **2.2.20.2 Visión**

Es reconocida como una institución que aporta en la gestión prospectiva y correctiva frente al riesgo producido por desastres naturales, también se le reconoce su ardua labor y su gran importancia social ya que es la responsable de fortalecer y crear comunidades más resilientes en el país (CENEPRED, 2015).

### **2.2.20.3 Funciones**

- Tiene la función de brindar asesoramientos mediante la creación de propuestas a la entidad responsable en lo que respecta a estimar, prevenir y reducir los riesgos de desastres.
- Posee la facultad de brindar asesoramiento y brindar propuestas de normativas nuevas para un correcto desempeño institucional en lo administrativo y técnico en lo que respecta a estimar, reducir y prevenir riesgo para después ejecutar la reconstrucción.
- Brinda diversos indicadores en lo que respecta a gestión prospectiva y correctiva del riesgo por desastres.
- Tiene la responsabilidad de ofrecer ayuda o soporte técnico a nivel local, regional y nacional, planificando y empleando el desarrollo mediante la implementación del plan de Gestión de Riesgos de Desastres, en lo que respecta a procesos de estimar, prevenir y reducir posibles riesgos por desastres para luego reconstruir.

- Gestionar coordinaciones con diversas entidades responsables de incorporar la gestión prospectiva y correctiva del riesgo, participando y promoviendo activamente la creación de planes para el desarrollo.
- Trabajar de manera conjunta con el ministerio de educación y otras entidades competentes en el área, diversos programas de capacitación para crear e impulsar una cultura de prevención frente a desastres.
- Trabajos de evaluación, monitoreo, supervisión e implementación para poder reducir el riesgo impulsando la reconstrucción aportando ideas de mejora y medidas correspondientes.
- Trabajo en conjunto con instituciones o agencias nacionales e internacionales en diversos procesos para estimar, prevenir y reducir el riesgo como también en una eventual reconstrucción.
- Crear una política que facilite el desenvolvimiento en la administración pública en el campo de la gestión prospectiva y correctiva de riesgos para así potenciar y facilitar el desempeño de sus funciones designadas.
- Coordinar de manera directa la participación con entidades académicas impulsando de manera técnica el monitoreo en la creación de procesos de estimación de riesgo por desastres.
- Participar en eventos, congresos y foros nacionales e internacionales abarcando temas en relación con prevenir y reducir riesgos como una eventual reconstrucción, por delegación del ente rector puede llegar ocupar el lugar del SINAGERD en estas conferencias.
- Implementar y crear planes de difusión para concientizar al país sobre políticas, normativas o herramientas a emplear que corresponda a la gestión prospectiva correctiva para que la población disponga de este conocimiento.
- Difundir el conocimiento para potenciar las capacidades humanas a la hora de estimar, prevenir y reducir el riesgo en empresas públicas, privadas o la población.
- Brinda conocimiento técnico mediante opiniones acerca de diversos proyectos que promueven normas, tratados o algún otro instrumento de manera nacional e internacional siempre y cuando sea para estimar, prevenir y reducir el riesgo como una eventual reconstrucción



- Se encarga de efectuar diversos estudios y poner líneas de investigación en lo que comprende estimar, prevenir y reducir el riesgo, así como una eventual reconstrucción.
- Se encarga de emitir una opinión técnicamente para el ministerio de economía y finanza para elaborar un plan de contingencia y prevenir el riesgo y una eventual reconstrucción.

## **2.2.21 Bases teóricas de la variable dependiente**

### **2.2.21.1 Peligros**

- Según el CENEPRED 2014 en su manual define que, dependiendo del origen, los peligros son generados por acciones de humanos o anomalías naturales.
- Dentro, la clasificación de los peligros inducidos por acción humana podemos encontrar peligros físicos, químicos y biológicos.
- Por otro lado, también se hace mención a los peligros de origen natural, tales como los fenómenos hidrometeorológicos como son las inundaciones, lluvias intensas, Fenómeno del Niño, vientos fuertes, etc.

### **2.2.21.2 Parámetros generales de evaluación**

- Magnitud: Factor (numérico) que depende según una escala en cada peligro.
- Intensidad: Umbral de daño (con respecto a las pérdidas).
- Frecuencia: Intervalo de repetición de cierto suceso en un determinado tiempo ( $f=1/T$ )
- Periodo de retorno: Espacio temporal en el cual se espera la reaparición del suceso (se basa en información estadística)
- Duración: Tiempo en el cual se ve expuesto frente al peligro.

### **2.2.22 Vulnerabilidad**

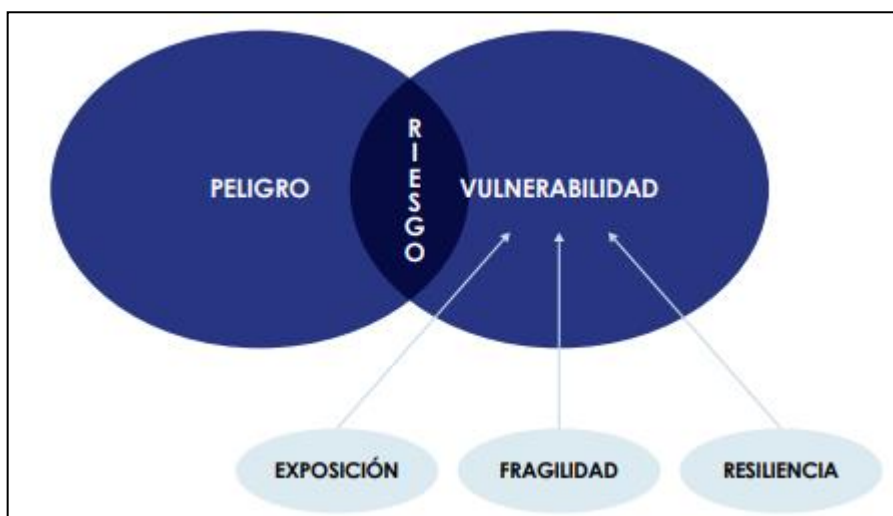
Según la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) indica que la vulnerabilidad considera valores

de susceptibilidad en los habitantes, en los cuales puede poner en riesgo la integridad física o comprometer el desarrollo socioeconómico al ser expuesto a daños por una situación de peligro.

Existen diversos factores que aumentan la vulnerabilidad de la población ante una alta gama de peligros potenciales, tales pueden ser descritos desde el mismo crecimiento de las comunidades, proyectos de urbanización y lotización, el índice de pobreza en grandes sectores de la población y una sobrecarga en los recursos naturales, dichos factores se presentan en la figura 1 (CENEPRED, 2015).

**Figura 1**

*Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.*



*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

### 2.2.23 Exposición

Se refiere a un conjunto de prácticas y toma de decisiones que resultan en la ubicación del ser humano en ambientes que representan un peligro a su integridad, debido a factores como el crecimiento de la población local, desorden en movimientos migratorios y falta de un plan urbano para ubicar las personas, ya que mientras exista una mayor exposición se incrementa considerablemente la vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

### 2.2.24 Fragilidad

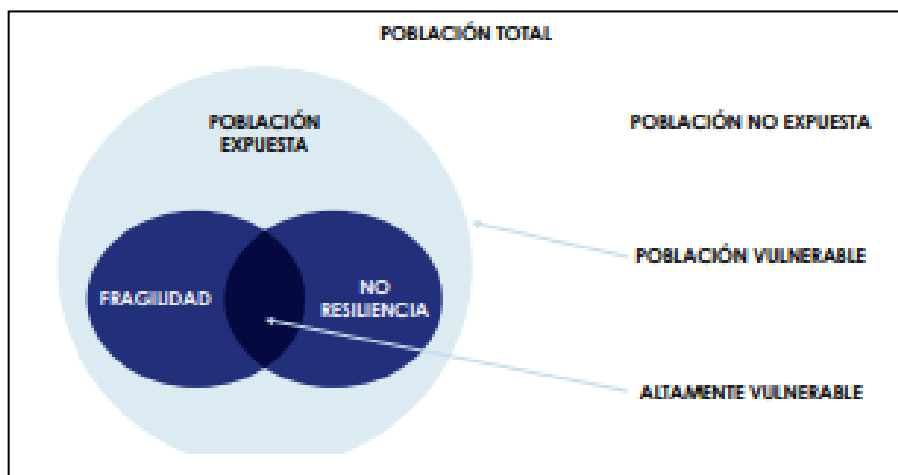
Representa la desventaja del ser humano frente a un peligro potencial existente, comprometiendo su integridad física con lo que lo rodea, por ejemplo, una mala construcción de sus viviendas, calidad de materiales y mucha práctica de actividades empíricas en una comunidad comprometen la seguridad de todos aumentando la fragilidad y en consecuencia, mayor índice de vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

### 2.2.25 Resiliencia

Es un factor en el cual el ser humano puede sobrellevar un acontecimiento adverso para una pronta recuperación cuando ocurre un peligro. Generalmente va ligada a un diversos factores sociales y su organización como comunidad y es variable dependiendo de la zona en la que se encuentre, mientras existe mayor resiliencia la vulnerabilidad se reducirá, tal como se muestra en la figura 2 (CENEPRED, 2015).

**Figura 2**

*Resiliencia y vulnerabilidad en la población.*



*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

### 2.2.26 Estimación o cálculo del riesgo

La estimación del riesgo se da mediante un proceso de poder identificar peligros existentes en una zona geográfica, mediante el análisis de diversos factores se obtienen resultados como: intensidades, magnitudes y frecuencias de ocurrencia (periodos). Es necesario considerar indicadores de vulnerabilidad y tener presente el daño potencial que se pueda dar en la zona tras la ocurrencia de un fenómeno natural, la fragilidad y resiliencia deben ser evaluados correctamente para lograr un resultado aproximado que reflejen la realidad para sí poder hacer un correcto cálculo del nivel de riesgo en la población local (CENEPRED, 2015).

La relación de la vulnerabilidad con el peligro nos da el riesgo, por lo tanto, es importante hacer estos análisis para ver que se estaría comprometiendo a la hora de determinar los posibles daños económicos, sociales y ambientales debido a una gran gama de posibles desastres tanto naturales como ocasionados por el hombre. La modificación de los valores ocasiona varianza en el peligro lo que influiría en las pérdidas totales y efectos secundarios en la zona (Carreño et. al. 2005).

Los conceptos de términos como peligro, riesgo o vulnerabilidad encuentran un amplio respaldo en el campo científico: Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), y se puede expresar según la Ley N°29664 que crea el propio Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres: tal como se muestra en la ecuación (1).

$$R = f(P_i, V_e) / t \quad (1)$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

P<sub>i</sub> =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V<sub>e</sub> = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

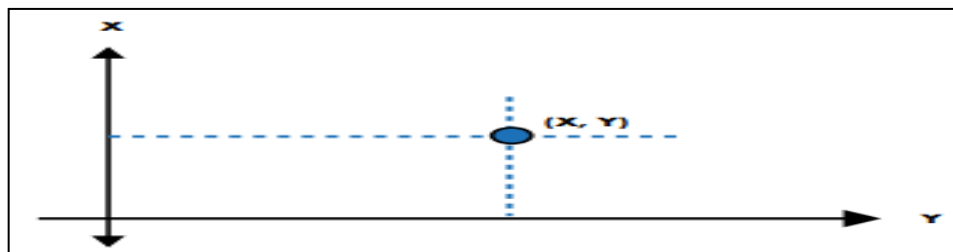
Una correcta limitación de nivel de riesgo nos ayuda a determinar de manera más precisa el nivel de peligro, se utilizará dos matrices, donde se indicará el grado de

peligrosidad y para determinar el lado vulnerable, es por ello que se identificará el intervalo de tiempo de ocurrencia junto con su magnitud de potencia o alcance.

En la figura se puede observar el eje Y representando el peligro y el X la vulnerabilidad, tal como se muestra en la figura 3.

**Figura 3**

*Plano cartesiano (x,y).*



*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

### 2.2.27 Matriz de riesgo

Este cuadro nos ofrece coeficientes de riesgo que podemos emplear en nuestro análisis de riesgo, todo basado en el peligro y vulnerabilidad de la población frente a un desastre, tal como se muestra en la figura 4 (CENEPRED, 2015).

**Figura 4**

*Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo.*

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

En la figura 5 estableció diferentes rangos de riesgo que determinan su nivel:

**Figura 5**

*Rango para niveles de riesgo.*

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

### 2.2.28 Medidas de prevención y reducción de desastres

Son medidas que se efectúan antes del desastre para poder formular y evitar estos acontecimientos reduciendo el impacto en la población, por lo cual, son las formas de reducir el riesgo antes de que ocurra (CENEPRED, 2015).

### 2.2.29 Medidas estructurales

Es la intervención física directa del humano mediante el uso de estructuras de ingeniería para mitigar, evitar o reducir el peligro de los desastres naturales, estos elementos de ingeniería aportan resistencia y resiliencia a la población protegiéndolos frente amenazas (CENEPRED, 2015).

### 2.2.30 Medidas no estructurales

No involucra una intervención directa del humano, se puede efectuar sin la construcción de ninguna infraestructura mediante el empleo de limitaciones o acuerdos apoyándose en leyes o políticas, reduciendo así cualquier peligro latente capacitando a los pobladores como afrontar estos desastres (ADM-UNAL, 2005).

Se pueden encontrar las medidas activas no estructurales que comprenden desde la capacitación de las personas mediante la educación, o fortaleciendo las instituciones creando difusiones de concientización en la zona.

Se pueden encontrar las medidas pasivas no estructurales, otorgando leyes y normas para optimizar el uso del espacio de manera eficiente sin poner en riesgo la integridad de la comunidad. Desarrollo de planes de contingencia o mitigación ante posibles desastres, como utilizar correctamente el suelo y lo que les rodea, esta clase de medidas se pueden dar sin ningún problema porque no demandan mucha inversión, por lo que lo hace ideal para países en vías de desarrollo (CENEPRED, 2015).

### 2.2.31 Ecuación de Manning

La fórmula de Manning es reconocida debido a su exactitud como su sencillez en diversos resultados de sistemas de alcantarillado o canales de todo tipo de dimensiones según Nogales y Quispe (2009), tal como se muestra en la ecuación (2).

$$Q = \frac{A}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Donde:

Q: Caudal ( $m^3/s$ )

A: Área ( $m^2$ )

n: Coeficiente de rugosidad.

Rh: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m.)

### 2.2.32 Coeficiente de rugosidad

Los coeficientes de rugosidad que indica la norma OS.010 del RNE dice que al emplear la fórmula de Manning varía de acuerdo a su material del cual están fabricados, siempre y cuando sean para canales o tuberías que funcionen como canales y son los siguientes:

- PVC, cemento y Asbesto: 0,010
- Concreto y hierro fundido: 0,015

En caso de que se use otro material el cual no está especificado, el coeficiente deberá ser justificado.

### **2.2.33 Caudal**

Los valores de caudal en toda la red deben calcularse según la norma OS.070 del RNE tanto inicial como final ( $Q_i$ ,  $Q_f$ ) y deben tener un valor mínimo de 1,5 l/s.

### **2.2.34 Velocidad**

La velocidad estará dada bajo indicaciones de la norma OS.010 del RNE, indica que, no debe haber presencia de acumulaciones o erosión por la velocidad, la cual también debe tener un valor mínimo de 0,60 m/s, también remarca que la velocidad máxima estará dada por el material del cual está fabricado la tubería, indicando estos valores:

- Tuberías de concreto : 3 m/s
- Hierro fundido y concreto : 5 m/s

En caso de que se use otro material el cual no está especificado, el coeficiente deberá ser justificado.

### **2.2.35 Pendiente**

Las pendientes deben tener la facultad de autolimpiarse las tuberías aplicando la tensión tractiva, según la norma OS.070 del RNE.

- *Pendientes mínimas:* Debe cumplir una tensión tractiva mínima de 1pa con 0,013 de coeficiente de rugosidad siempre que la pendiente sea mínima, según la norma OS.070, se calculará con la siguiente ecuación (3):



$$S_{min} = 0.0055 * Qi^{-0,47} \quad (3)$$

Existen diversos métodos para calcular la pendiente mínima, una de ellas es empleando la fórmula de la norma boliviana 688 para hallar la pendiente en tuberías con su sección llena, se calculará con la siguiente ecuación (4):

$$S_{min} = \frac{\sigma_{tmin}}{\rho * g * Rh} \quad (4)$$

Dónde:

$\rho$ : Densidad de aguas residuales. (1 200kg/m<sup>3</sup>)

$g$ : Gravedad promedio en el distrito de chilca (9,79m/s<sup>2</sup>)

$Rh$ : Radio hidráulico (m)

$\sigma_{tmin}$ : Tensión tractiva mínima (1Pa)

En caso de que la sección de tubería esté parcialmente llena se calculará con la siguiente ecuación (5):

$$S_{min} = \frac{\sigma_{tmin}}{\rho * g * \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \emptyset}{2\pi \emptyset}\right)} \quad (5)$$

Dónde:

$D$ : Diámetro de tubería (m)

$\emptyset$ : Angulo de la superficie del agua al centro del tubo (grados)

$\sigma_{tmin}$ : Tensión tractiva mínima (1Pa)

- *Pendiente máxima*: La pendiente máxima admisible deberá tener una velocidad final  $V_f = 5$  m/s según la norma OS.070; pero en caso de haber alguna situación especial deberá ser sustentada por el proyectista”.

### 2.2.36 Tensión tractiva

Corresponde al esfuerzo tangencial unitario por efecto de fuerzas gravitatorias que ejercen sobre la tubería en el sistema de alcantarillado, el agua ejerce presión en el material depositado (NORMA OS.070, 2009).

La ecuación de tensión de arrastre da como resultado un valor medio en la longitud de la tubería así muestra en la siguiente ecuación (6):

$$\sigma_t = \rho * g * R_h * S \quad (6)$$

Donde:

$\rho$ : Densidad de aguas residuales. (1 200kg/m<sup>3</sup>)

$g$ : Gravedad promedio en el distrito de chilca (9,79 m/s<sup>2</sup>)

$R_h$ : Radio hidráulico (m)

$S$ : Pendiente (m/m)

### 2.2.37 Cámaras de inspecciones

Estarán distribuidas de manera que la limpieza sea más fácil, el mantenimiento de todo el sistema para evitar una obstrucción por la acumulación excesiva de sedimentos.

### 2.2.38 Ubicación

La proyección de las cámaras de inspección estará ligadas a estos casos:

- En el inicio del tramo de inicio del colector primario.
- Cuando exista un desvío en la ruta en el colector primario.
- Al cambiar la pendiente de los colectores
- Donde se requiera mantenimiento, inspección y limpieza.

### 2.2.39 Separación máxima

La separación de las cámaras de limpieza e inspección estará limitada por la capacidad operativa de los equipos de limpieza. La distancia de separación máxima

dependerá del diámetro de la tubería. Para las tuberías principales la separación serán las indicadas en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1**

*Distancia entre buzones.*

<b>Diámetros nominales de la tubería (mm)</b>	<b>Distancias máximas (m)</b>
100-150	60
200	80
250-300	100
mayores	150

*Nota.* Obtenido de la norma OS.070

Caja de inspección o buzzoneas: “Se empleará sólo en las vías de uso peatonal cuando la profundidad permita un recubrimiento menor a 1m sobre la clave del tubo”, las dimensiones serán calculadas según los datos especificados en la tabla 2. Debe haber separaciones no mayores a 15 m entre cajas (Norma OS.070, 2009).

**Tabla 2**

*Detalles de las cajas de inspección.*

<b>Diámetros nominales de la tubería (mm)</b>	<b>Distancias máximas (m)</b>	<b>Profundidad máxima (m)</b>
0,25 X 0,50	100	0,60
0,30 X 0,60	150	0,80
0,45 X 0,60	150	1,00
0,60 X 0,60	200	1,20

*Nota.* Obtenido de Organización Panamericana de la Salud y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2005).

#### **2.2.40 Buzones**

Empleados siempre y cuando haya una altura disponible que permita un adecuado recubrimiento de 1 m como mínimo en la parte superior de la tubería, sus medidas serán de 1,20 m de diámetro para tuberías con 800 mm de diámetro y de 1,50

m para tuberías con un diámetro máximo de 1 200 mm, y estos serán construidos en la misma obra con uso disponible de prefabricados. La parte superior es una loza que podrá ser extraída y tendrá un acceso de 0,60 m de diámetro (Norma OS.070, 2009).

#### **2.2.41 Cámaras con caída**

Cuando la cámara de inspección de la conexión no esté a la misma altura, proyectará descensos irregulares por la diferencia de profundidad, lo que provocará un descenso mayor de 1 m (con respecto al fondo de la cámara) (Norma OS.070, 2006).

#### **2.2.42 Control de remanso**

Se deberá prevenir y evadir la conformación de remanente ya que la profundidad de la cámara de inspección resultar en una pendiente mayor al de todos los conductos que lleguen a ella (Norma OS.070, 2009).

#### **2.2.43 Periodo de diseño**

Tiempo en dónde el sistema de redes de alcantarillado no presenta desperfectos o fallos que ameriten renovaciones o cualquier tipo de obra de reposición.

Los proyectos de la actualidad no deben diseñarse pensando en solucionar únicamente los problemas de las localidades, sino, deben diseñarse pensando en condiciones futuras lo que influirá las cantidades de agua bebibles consumidas y aguas residuales.

Se debe plantear las siguientes condiciones cuando se realicen las respectivas estimaciones considerando las recomendaciones de la norma OS.070:

- Alcantarillas superficiales, laterales, pequeñas y plantas de depuración tienen un tiempo de 20 a 25 años de vida.
- En obras de mayor alcance se recomienda diseñar en intervalos mayores a 30 años.
- Bajo ninguna circunstancia se deberá diseñar proyectos que posean un periodo menor a 20 años, a excepción de los pozos que pueden ser de 10 a 25 años según se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3***Período de diseño de obras hidráulicas.*

<b>Componentes</b>	<b>Material</b>	<b>Vida útil</b>
Obras de Captación		25 a 50
Diques grandes o Túneles		30 a 60
Pozos		10 a 25
Conducciones	Acero	40 a 50
	PVC	20 a 30
	AC	20 a 30
Distribución	Acero	40 a 50
	PVC o AC	20 a 30

*Nota.* Obtenido de la norma OS 070.

#### **2.2.44 Criterio de diseño**

Según (Norma OS.070, 2009), todos los sistemas de alcantarillado deben operar con varias condiciones en las que podremos citar lo siguiente:

- Diseñar el sistema y funcione de manera exclusiva bajo fuerzas de gravedad.
- La red de alcantarillado deberá estar diseñado considerando números máximos en el caudal de diseño.
- El sistema de alcantarillado no debe funcionar de manera saturada, sino debe dar curvas de remanso según los cálculos hidráulicos, debe estar siempre por debajo de la corona, esto con la finalidad de permitir la ventilación del líquido y evitar la acumulación de gases tóxicos.
- La velocidad del líquido en los colectores no debe ser menor a 0,45 m/s y no sobrepasar los 0,6 m/s evitando el agrupamiento de gases sulfhídrico en el caudal.
- Se puede usar la fórmula de Manning para el diseño de las tuberías de alcantarillado mientras sean relativamente llenas. También se recomienda las velocidades máximas reales y el coeficiente de rugosidad dependiendo de cada material.
- Las tuberías deben intentar reducir lo máximo la sedimentación para evitar producir malos olores.

### 2.2.45 Población

Es la población que genera un aporte en sus respectivos tramos de la red de alcantarillado (INEI, 2017).

Para obtener la población se puede emplear la siguiente ecuación (7):

$$P = D A (\text{Hab.}) \quad (7)$$

Donde:

D = Densidad de población (Hab./ Ha)

A = Área de aporte (Ha)

### 2.2.46 Población de diseño

Se aplicará el método aritmético para poder estimar la población futura o de diseño mediante la siguiente expresión:

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right) \quad (8)$$

Donde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Periodo de diseño (años)

Es importante indicar:

Debe existir un aumento anual en la medida para periodos intercensales de la localidad específica.

Si no existiese, consideramos medidas de poblaciones similares con indicadores, por otro lado, se podría utilizar el incremento rural distrital.

En caso de que la tasa de aumento anual sea menor a 0, deberá resguardarse un factor para el diseño similar a  $r = 0$ , en contraparte podremos solicitar una valoración a la entidad correspondiente (INEI, 2017).

Se debe considerar una proyección poblacional señalando las consideraciones de la información recolectada del INEI; se deberá tener al alcance una lista de empadronamiento de los usuarios en la zona. La documentación estará ordenada y legalizada.

#### **2.2.47 Métodos matemáticos de crecimiento poblacional**

Existen métodos matemáticos aplicados para determinar la población futura de una zona, el estudio está basado en expresiones ligadas al crecimiento demográfico con dependencia del tiempo que es expresado en un porcentaje de cambio. Generalmente el recuento de los habitantes se efectúa cada diez años. Caso contrario en que no se pueda realizar se podría tomar como referencia datos como: tasa de crecimiento demográfico de países vecinos con indicadores similares (INEI, 2017).

El empleo de diversos métodos matemáticos extrapolando nos da como resultado el aumento integral a velocidad firme. Implica las características económicas y sociales en el futuro será igual al pasado o será producto de una evaluación gradual, por ende, no afectará significativamente la dinámica geográfica. Se presenta los siguientes procesos para trazar.

##### *a. Método del Crecimiento Aritmético (Cambio Lineal)*

Entre todos los métodos es el más fácil a la hora de extrapolar por su sencillez. Trata de determinar una cantidad media al año de incremento poblacional mediante el censo poblacional, sumando cifras parejas por cada intervalo de tiempo transcurrido (1 año) después de la última información recopilada del censo (INEI, 2017).

En consecuencia, se origina un aumento constante en los habitantes con la ecuación (9):

$$N_t = N_o + \Delta_{ok} * t \quad (9)$$

Donde:

$\Delta_{ok}$ : Cifra media anual de crecimiento de la población entre los años O y k del pasado

$N_o$  y  $N_k$ : Poblaciones observadas en dos fechas del pasado reciente

$N_t$ : Población futura resultante de la proyección

$k$ : Periodo expresado en años, entre  $N_o$  y  $N_k$

$t$ : Número de años que se proyectará la población

Cuando se aplica este método se deberá considerar, gracias a su sencillez, el aumento constante de habitantes se traduce a un descenso del aumento poblacional.

*b. Método del crecimiento geométrico (Cambio geométrico)*

Al aplicar los cálculos matemáticos se puede asumir un crecimiento constante a un número que está en proporción a un volumen cambiante. Se debe aplicar la ecuación (10) del “interés compuesto” para alcanzar una población futura, manteniendo como factor la tasa anual del incremento en el tiempo anterior (INEI, 2017).

$$N_t = N_o(1 + r)^t \quad (10)$$

Donde:

$N_o$ : Población al inicio de período

$N_t$ : Población futura, resultado de proyección

$r$ : Tasa media anual de crecimiento

$t$ : Número de años que se proyectará la población

Cuando se aplica un factor geométrico constante de aumento se obtiene un valor aproximado de habitantes mayor al resultado del cálculo efectuado con una razón aritmética.

No se puede asumir que los habitantes aumentarán en un plazo determinado de tiempo que no está sujeto a un ritmo fijo o constante, ya que sería demasiado grande como para dar más aumentos.

Es conveniente limitar los procesos de extrapolación geométrica en intervalos de tiempo, es correcto asumir los habitantes crecerán a un ritmo geométrico constante, gracias a diversos factores como niveles de natalidad, migración y mortandad.



Se escogerá con cautela los habitantes que conformarán la base para la proyección, como también el plazo de tiempo que se considerará para el crecimiento que se tendrá en cuenta para el cálculo.

El transcurso de varias décadas desde que se tomó el primer dato puede ocasionar variaciones a la hora de extrapolar aumentando la inexactitud y puede ocasionar una sobredimensión de habitantes acumulados, este efecto también puede producirse si los datos de tasa de aumento son de un intervalo de tiempo demasiado lejano.

### *c. Método del crecimiento parabólico*

Diversos factores e indicadores se disponen para los cálculos de la población futura, se deberá corresponder a una tendencia donde se pueda observar una recta o parábola de crecimiento, siendo las más comunes expresiones polinómicas de segundo y tercer grado (INEI, 2017).

La función polinómica de segundo grado se podrá calcular con los resultados obtenidos de tres estimaciones o usando censos. Esta gráfica se podría modificar fácilmente por una variación en el crecimiento o disminución de las estimaciones.

La expresión utilizada para funciones de segundo grado es:  $y = a + bx + cx^t$  con fin de extrapolar la población, con la siguiente ecuación (11):

$$N_t = a + bt + ct^2 \quad (11)$$

Donde:

t: Intervalo cronológico expresado en años, se mide desde la fecha en la que se realizó la primera estimación

N: Volumen de la población estimada, t en años después de la fecha inicial

a, b, c: Constantes que se calculan con la ecuación de cada una de las fechas censales o estimación pasadas.

## **2.2.48 Densidad de población**

Para adicionar a los resultados que se obtuvieron por cálculos matemáticos, podrá desarrollarse los trabajos de investigación para la comunidad utilizando métodos

indirectos. Debido a la existencia de factores que influyen el aumento de los habitantes de manera directa, este método se debe sustentar (INEI, 2017).

- Condiciones topográficas limitan el crecimiento.
- Uso de planos para zonificar el crecimiento.
- Facilidad para expansión.
- Facilidad para el transporte.
- Diversas condiciones, costumbres, hábitos culturales y calidad de vida.

La evaluación dará una estimación de valorizaciones según el número de habitantes de la zona, que resulta según el plan de desarrollo urbano y social para una correcta administración del suelo que fue determinado por las autoridades locales. Teniendo una respuesta que demuestra la saturación de los habitantes, obteniendo el factor de hogares por la densidad ocupacional que se tuvo previsto, pero sin ninguna referencia o intervalo de tiempo.

Los estudios sobre la densidad poblacional son útiles, porque ayuda a orientarnos y determinar qué población de diseño se deberá escoger; porque los factores obtenidos mediante cálculos matemáticos suelen dar datos fríos que no pueden reflejar la realidad (Victor Hugo sanchez ramirez-2010 expediente técnico del sistema de alcantarillado del centro poblado santa rosa de Asia-cañete).

Se deberá considerar dentro de los indicadores los valores de densidad poblacional y tendrá relación directa con el nivel de salario por zona, en la tabla 4 se muestra la relación según sus niveles.

#### **2.2.49 Usos del agua**

Son clasificados en:

- Uso comercial: Recurso hídrico que es distribuido a las industrias, de manera productiva como para satisfacer y ofrecer condiciones básicas para su propio personal de trabajo, zonas de comercio, depósitos, restaurantes, hotelería y mercado.

- Uso público: Agua destinada para uso público como dotación de agua a jardines, desinfectar calles, alimentar piletas y surtidores.
- Uso doméstico: Se usa en todos los hogares, prioritariamente en el campo sanitario, bebida, alimentos, limpieza y servicios higiénicos.
- Pérdidas y desperdicios.

La tabla 5 muestra los sectores típicos de consumo de agua (EPS TACNA S.A.,2013).

**Tabla 4**

*Densidad poblacional.*

<b>Tipo de zona según nivel de ingresos</b>	<b>Densidad poblacional (Hab./Vivienda)</b>
Alto	4,0
Medio	5,5
Bajo	7,0

*Nota.* Obtenido del Manual de diseño y construcción de sistemas condominales de alcantarillado sanitario. Programa de Aguas y Saneamiento. Bolivia.

### **2.2.50 Dotación**

Se establecerá la dotación de agua mientras sea capaz de satisfacer la demanda estipulada cuando fue diseñado según tabla 6 y se registrará de factores como:

- Aspectos socio culturales
- Aspectos económicos
- Ofertas de agua
- Pérdidas en el sistema
- Nivel de servicio y opciones técnicas (conexiones domiciliarias, piletas, piscinas públicas, etc).
- Condiciones de mantenimiento y operación
- Otros: agricultura, ganadería, etc.

**Tabla 5**

*Consumos típicos de los sectores: domésticos, industrial, comercial, público y pérdidas.*

<b>Consumos</b>	<b>Ítem</b>	<b>Consumo (L/hab./día)</b>
Doméstico	Aseo Personal	45,0
	Descarga de Sanitarios	40,0
	Lavado de Ropa	20,0
	Cocina	15,0
	Riego de Jardines	10,0
	Lavado de Pisos	5,0
	<b>Total Consumo Doméstico</b>	<b>135,0</b>
Industria y Comercial	Lecherías	0,8
	Fábricas de Bebidas	0,2
	Fábricas de Hielo	1,0
	Curtiembres	0,5
	Edificios Industriales	10,0
	Almacenes	3,5
	<b>Total Consumo Industrial y Comercial</b>	<b>16,0</b>
Público	Lavado de Calles	8,0
	Mataderos	0,4
	Hospitales	0,6
	Riego de Parques	9,0
	Lavado de Alcantarillado	3,0
	<b>Total Público</b>	<b>21,0</b>
<b>Subtotal</b>		<b>172,0</b>
Perdidas y Desperdicios	% del Subtotal anterior se puede adoptar un 17% (*)	28,0
Consumo total para el Caudal de Diseño		200

*Nota.* Obtenido del "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", Ricardo A López Cualla.

**Tabla 6***Dotación media diaria.*

Zonas	Hasta 500 Hab.	De 500 a 2000	De 2000 a 5000	De 5000 a 20000	De 20000 a 100000	Más de 100000 hab.
Altiplánica	30 - 50	30 - 70	50 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 250
De los Valles	50 - 70	50 - 90	70 - 100	100 - 140	150 - 200	200 - 300
De los Llanos	70 - 90	70 - 110	90 - 120	120 - 180	200 - 250	250 - 350

*Nota.* Obtenido de la norma Técnica de diseño para sistemas de alcantarillado de aguas residuales.

**Tabla 7***Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).*

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

*Nota.* Obtenido de la norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural – Perú.

### 2.2.51 Variaciones del consumo

Durante el año el uso del agua considerablemente, los consumos máximos se dan en verano, ya que la necesidad del hombre incrementa para poder refrescar y satisfacer sus necesidades (EPS TACNA S.A.,2013).

### 2.2.52 Consumo promedio diario anual (qm)

También llamado como “Caudal medio” y “gasto”, podrá ser obtenido cuando se promedia los consumos totales de un año. En caso no hubiera un registro previo podrá ser calculado mediante la siguiente ecuación (12):

$$Q_m(L/s) = \text{Dotación (L/hab./día)} \times \text{Población(hab.)}/86400 \quad (12)$$

### 2.2.53 Caudal máximo horario de aguas residuales

Corresponde al caudal o flujo máximo horario, Se determinará mediante el uso de factores de mayoración de datos como el caudal o flujo medio diario que se obtuvo antes, estos deberán ser seleccionados según características de los habitantes en la zona, las ecuaciones de referencia son las (13) y (14) (Norma OS.070, 2009).

$$Q_{max} = M * Q_m \quad (13)$$

$$Q_{max} = K_1 * K_2 * Q_m \quad (14)$$

Donde:

$Q_{max}$  = Caudal Máximo horario (l/s)

$Q_m$  = Caudal medio diario (l/s)

$M$  = Coeficiente de punta

$K_1, K_2$  = Coeficientes de mayoración

### 2.2.54 Coeficiente de punta

Según (OPS, 2005) expresa como el resultado entre los gastos máximos horarios y medios diarios, los coeficientes de punta son:

#### 2.2.54.1 Coeficiente de Harmon

Es utilizado en poblaciones que van desde los 1000 hasta 100000 habitantes, no existe algún límite o indicador a tener en cuenta y se calcula mediante la siguiente ecuación (15):

$$M = 1 + \frac{14}{4 + p^{0,5}} \quad (15)$$

### 2.2.54.2 Coeficiente de Babbitt

No se puede aplicar esta fórmula a un valor máximo de 1000 habitantes y un valor mínimo de 1 habitante, se calcula mediante la siguiente ecuación (16):

$$M = \frac{5}{p^{0,5}} \quad (16)$$

### 2.2.54.3 Coeficiente de Giffit

Esta expresión no se ve afectada por un límite de habitantes, se calcula mediante la siguiente ecuación (17):

$$M = \frac{5}{p^{0,167}} \quad (17)$$

En todos los casos:

M = Coeficiente de punta

P = Población en miles de habitantes

Para magnitudes mayores a 100000 habitantes. Se recomienda utilizar valores referidos a los máximos consumos horarios de agua potable:

$$M = 2,00 \text{ a } 2,50$$

Es recomendable aplicar la experiencia brasileña en América Latina, ya que deduce el valor de M como el producto entre indicadores K1 y K2, que representan el máximo caudal diario y caudal horario respectivamente

El valor de la constante K1 oscila desde 1,2 hasta 1,5 dependiendo de los indicadores de la población. Algunos valores que son mayores pertenecen a zonas con una menor población, que, por lo general, poseen costumbres y cultura uniformes.

El valor de la constante K2 oscila entre 1,5 a 2,2 dependiendo del tamaño de la población.

### 2.2.55 Caudal de infiltración

La infiltración no debe ignorarse ya que ocurre mediante las fisuras de los colectores, se pueden dar debido a diversos motivos como juntas de calidad comprometida, principalmente en la línea de colectores y sus respectivas cámaras de supervisión al permitir el ingreso de fluidos (OPS, 2005).

La infiltración puede variar por:

- Altura de nivel freático respecto al fondo del colector.
- Permeabilidad de los suelos y precipitaciones anuales.
- El estado, dimensiones y tipo de alcantarilla. Calidad de construcción de cámaras de inspección.

Se presentan valores de infiltración por metro, del tipo de tubería y la ubicación del nivel freático según tabla 8.

Tabla 8

*Valores de infiltración en tubos  $Q_i$  (L/s/m).*

	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
N. Freático Bajo	0,0005	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,00005
N. Freático Alto	0,0008	0,0002	0,0007	0,0001	0,0003	0,0001	0,000015	0,0005

*Nota.* Obtenido del Manual para el cálculo, diseño y proyecto de redes de alcantarillado "Ing. Waldo Peñaranda".

Cuando no hay una visión anticipada de un sistema por precipitaciones pluviales debe considerarse el caudal que estos puedan ocasionar para no generar un estado de funcionamiento saturado, el valor que puede adoptar es 2,0 l/s/ha.



### 2.2.56 Caudal de conexiones erradas

También se le puede llamar agua pluvial a aquellas que provienen de patios o instalaciones erráticas, para efectos de diseño debe estar ubicado entre un 10% a 5% del flujo máximo previsto a modo de seguridad (OPS, 2005).

### 2.2.57 Caudal del diseño

En el sistema sanitario se considera el flujo máximo sanitario cuando se tiene un control total de las conexiones domiciliarias, pero en la realidad existen caudales que aportan carga indirectamente como pueden ser las infiltraciones o conexiones erráticas (OPS, 2005).

Entonces el caudal de diseño se puede representar de la siguiente forma en la ecuación (18):

$$Qd = Qmax + Qi + Qe \quad ( 18 )$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño (l/s)

Qmax= Caudal máximo (l/s)

Qi = Caudal de infiltración (l/s)

Qe= Caudal de conexiones erradas (l/s)

### 2.2.58 Tipos de tuberías utilizadas en sistemas de alcantarillado

Según (García, 2014) los diversos materiales para tuberías en la actualidad crean un abanico de opciones a la hora de decidir que clase de tubería se debería colocar, entre ellos tenemos:

*Tubería de arcilla vitrificada.* – Posee especificaciones existentes en otro tipo de tuberías comerciables, la implementación es muy complicada por lo que se ha limitado bastante su uso.

*Tubería de Hormigón Simple.* – Tubería con mayor índice de uso en la zona y país. Posee diferentes diámetros y son económicos en el mercado.

*Tubería de Asbesto Cemento.* – Su implementación radica en suelos que no son estables y poseen la ventaja de que evitan una mayor cantidad de infiltraciones debido a que se ha reducido la cantidad de juntas.

*Tubería PVC.* – Es la elección en los diseños debido al comportamiento que tiene y sus características de fábrica, es lisa generando un menor efecto de rugosidad, fácil producción haciendo una distribución más rápida con un mayor tiempo de vida útil, es algo más cara por su calidad de fabricación.

### **2.2.59 Profundidad de tubería**

La tubería es diseñada con el fin de transportar las aguas servidas de las viviendas mediante la gravedad dependiendo del tipo de suelo y los diversos factores que soportan las tuberías.

Todas las tuberías deben tener un recubrimiento no menor a 1,0 m en la vía vehicular y de 0,60 m en vía peatonal, menores a estos se debe justificar su uso.

El sistema de alcantarillado se debería ubicar por debajo de las redes de agua potable, se recomienda una diferencia en la altura de 30 cm en paralelo o 20 cm cuando se encuentren cruzadas (Norma OS.070, 2009).

### **2.2.60 Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo recomendado es 200mm, 100mm o 150 mm para conexiones domiciliarias, estas derivan del tipo de tubería junto a sus características únicas que estas posean (Norma OS.070, 2009).

### **2.2.61 Coeficiente de rugosidad**

Es el tipo de material quién determina la ecuación de Manning. Algunos fabricantes de tuberías PVC aconsejan utilizar factores como  $n = 0,010$ . Por otro lado, el total de cámaras de examen, conexiones a viviendas e instalaciones diversas generan un mayor coeficiente de rugosidad por lo que se aconseja considerar valores menores a 0.013. Factores como  $n = 0.016$  se podrán utilizar siempre que sean para tramos antiguos o deteriorados, para observar desviaciones de pendiente, alguna variación en

dimensiones interiores por la sedimentación o unión de baja calidad (Norma Técnica de Edificación OS.070).

### 2.2.62 Velocidades máximas y mínimas

Se debe tener en cuenta que las aceleraciones producidas en colectores, secundarios, terciarios o primarios que estén sometidos a caudales máximos instantáneos no sea superior a 0,45 m/seg y un máximo de 0,6 m/seg, para restar la acumulación de gases garantizando así la limpieza (Norma OS.070, 2009).

Las velocidades altas podrían causar problemas por la fuerza a la red y efectos abrasivos en el fondo por los detritos, en consecuencia, el material de la tubería dispondrá las velocidades máximas que se podrán utilizar.

Se presentan diferentes coeficientes de rugosidad para tipos de material en tuberías con sus respectivas velocidades máximas son los siguientes según la tabla 9:

**Tabla 9**

*Velocidades Máximas.*

<b>Material</b>	<b>V. máxima m/s</b>	<b>Coef. Rugosidad</b>
Hormigón simple		
Con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,50 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

*Nota.* Obtenido de la norma OS.070.

### 2.2.63 Componentes de la red de alcantarillado y sus elementos de captación

Según (García, 2014) en la captación para la recogida de aguas se deberán considerar los siguientes elementos:

- *Recogida de aguas residuales:* Son las que conectan el desagüe de los edificios en el sistema de alcantarillado público. Se dividen en tres partes:

Dispositivo para conexión con el colector, canalización de enlace y pozo de registro.

- *Recogida de aguas pluviales*: Elementos ubicados en la superficie que captan las aguas provenientes por lluvia transportándolas hacia el sistema de alcantarillado, dividido en rejillas o buzones, capacitación en limpieza y pozo de registro, conexión al colector y canalizar el enlace. Son de diferentes tipos: reja, ventana, diagonal, transversal y compuestos. Deben estar ubicados junto a los bordillos en calles con una sección convexa coincidiendo con los puntos ubicados en la parte superior, justo en toda la distancia de la vía pública creando separaciones en función a la pendiente. Si la calle posee sección cóncava y no presencia de bordillos se podrá colocar en el centro de la vía haciendo que los orificios de las rejillas sean de mayor tamaño, como se puede apreciar en la figura 6.

### Figura 6

*Recogida de aguas por precipitaciones pluviales.*



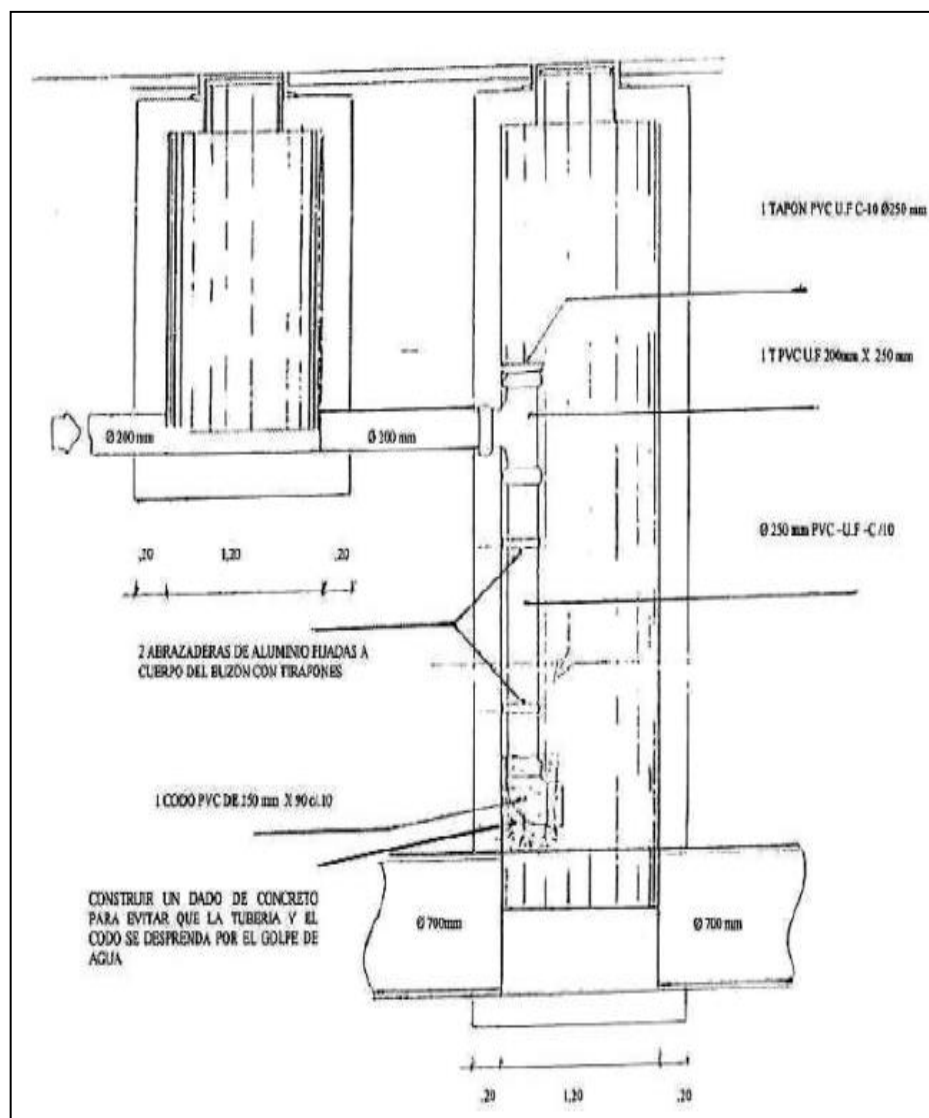
*Nota.* Elemento que conduce el agua de lluvias al alcantarillado.

- *Alcantarillado*: Elemento de inspección.

Son los pozos de registro que tienen la función de entrada para hacer la limpieza en los colectores, estos deben contemplar pates que servirán subir o bajar garantizando mayor movilidad evitando accidentes por la existencia de caídas del personal, en la figura 7 se observan detalles de un buzón (Norma OS.070, 2009).

**Figura 7**

*Dispositivo de caída dentro del buzón.*



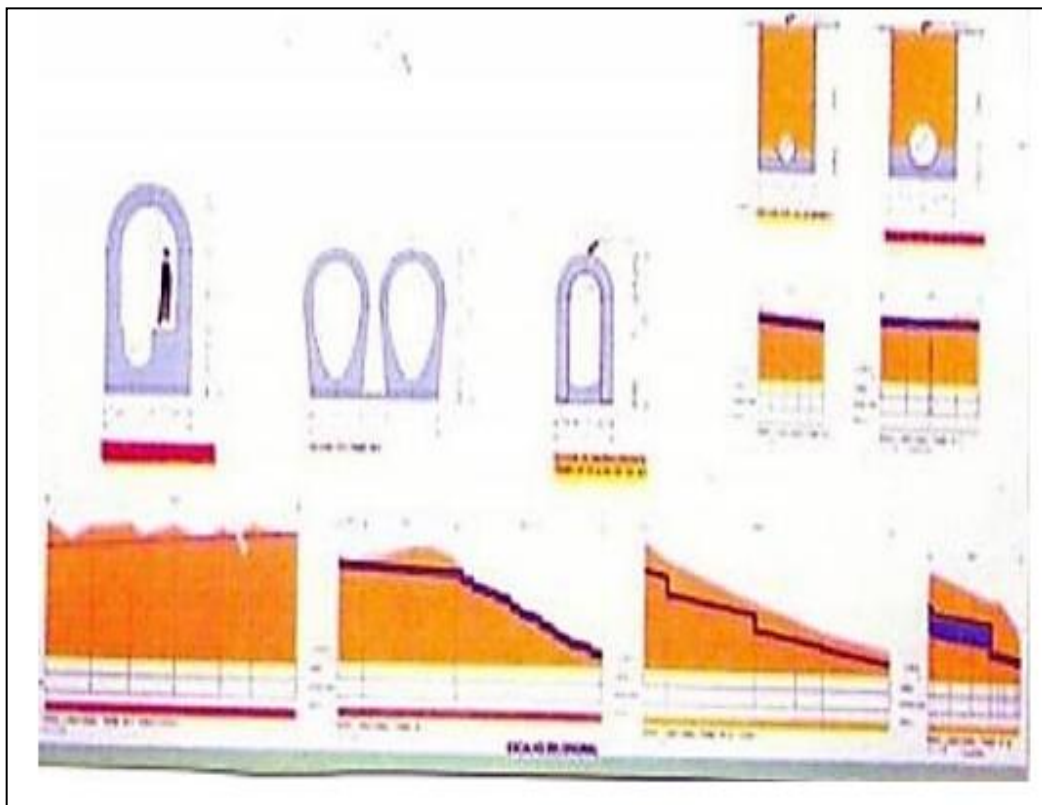
*Nota.* Basado en la Norma OS.070, 2009.

- *Elemento de transporte: Canalizaciones lineales.*

Elementos de gran relevancia en el sistema ya que son los encargados de las canalizaciones lineales, se clasifican en visitables y no visitables, los visitables son los que tienen medidas inferiores que hacen posible el traslado de las personas mientras sus paredes son verticales rematadas por una sección oval, se pueden encontrar con una tipología más compleja. Las de menor dimensión carecen de andén haciendo del tránsito posible por la solera. Las no visitables es cuando el tubo no sobrepasa 1.5 m. Poseen una sección de circunferencia y son construidos con prefabricados, con diversos materiales, características brindándoles diferentes cualidades y terminan conectándose mediante juntas tal como se aprecia en la figura 8 (Nogales y Quispe, 2009).

**Figura 8**

*Perfiles y sección de un colector.*



*Nota.* Obtenido del libro de Ingeniería Sanitaria II por Nogales y Quispe, 2009.

- Elementos especiales en alcantarillado.

Ayudan en la función de componentes encargados del transporte, solucionando situaciones urgentes ubicados en puntos críticos, reteniendo para regular todos los flujos controlando y supervisando la operatividad, pueden clasificarse:

- *Puntos críticos:* Los encargados de reducir la energía cinética son los pozos de resalto, provocada por los mismos al tener que salvar desniveles importantes, todo esto puede generar perjuicios en la integridad de la estructura, los tramos pasables pueden adoptar soluciones con velocidades rápidas y para las secciones tubulares es más fácil dar solución a los resaltos.
- *De alivio:* Se encargan de la retención y regulación, sirven para almacenar y laminar caudales, disponen de redes unitarias y su misión es la de verter parte importante del caudal que fue generado por lluvias, todo esto por encima de un valor predeterminado.

Son instalaciones que originan diversos tipos de contaminación en el captador cuando ocurren fenómenos naturales como tormentas. Los sistemas actuales deberían mitigar y corregir añadiendo elementos que puedan crear un sistema para retener y regular.

- *De control:* Son las medidas de control que ejercen las instalaciones para ayudar al seguimiento y monitoreo de los caudales externos, como pueden ser los implementos que nos ayudan a medir los caudales, calidad del agua, entre otros.
- Existen otro tipo de elementos que forman parte de la red que son utilizados en circunstancias especiales o de urgencia como instalaciones de bombeo, cámaras para descargar y ventilar.

## **2.3 Definición de términos**

### **2.3.1 Aguas negras**

Es el recurso que ha sido contaminado por influencia industrial o doméstico, encontrándose en su composición componentes químicos que requieren tratamiento, estas aguas pueden ser de origen doméstico, urbanos o de algún residuo de proceso industrial como la refinería de metales (Morales, 2004, p. 152).

### **2.3.2 Alcantarillado de servicio local**

Conformado por redes que conectan conexiones prediales, de las cuales sólo se permitirán aquellas que tengan un diámetro mínimo de 8" (200mm) o 16" (400mm) (Vierendel, 2009, p 78.).

### **2.3.3 Altura de recubrimiento del colector**

Es la diferencia que hay del nivel desde el terreno hasta la superficie, considerando también la clave del colector en cuestión (OPS/CEPIS, 2005, p. 89).

### **2.3.4 Cajas de inspección**

Sirven para los procesos de mantenimiento e inspección operativa, ubicados en toda la longitud del tramo colector, se le considera parte del sistema de alcantarillado domiciliario (NTE OS.070, 2009, p.151).

### **2.3.5 Caudal**

Muy variable dependiendo del momento o circunstancia según el número de conexiones y ramas sanitarias que aporten a este (OPS/CEPIS, 2005, p.78).



### **2.3.6 Colectores**

Son tuberías que captan las aguas desviadas por otras redes para el traslado a la planta de tratamiento según sea la zona, son de mayor sección (Vierendel, 2009, p.123).

### **2.3.7 Instalación sanitaria domiciliaria**

Son todos aquellos componentes sanitarios que se encuentran dentro de la propiedad privada: tuberías, accesorio, artefactos, entre otros (OPS/CEPIS, 2005, p.60).

### **2.3.8 Pendiente mínima**

Todo diseño para sistemas de alcantarillado sanitario tiene en cuenta la pendiente, esta definirá la posición e inclinación de la tubería asegurando una velocidad mínima de 0,6 m/s con un máximo del 75% de diámetro cubierto (OPS/CEPIS, 2005, p.55).

### **2.3.9 Red de alcantarillado sanitario**

Las redes de alcantarillado tienen el propósito de desviar las aguas residuales para su manipulación en plantas donde recibirán tratamiento, sometiénolas a procesos depurativos, evitando el daño al receptor, para luego ser dirigidas hacia acuíferos que distribuirán el caudal en varios tramos (Morales, 2004, p.36).

### **2.3.10 Tensión tractiva**

Esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado (Norma OS.070).

### **2.3.11 Tirante hidráulico**

Es la altura que genera el caudal en la tubería o canal (Morales, 2004, p.29).

### **2.3.12 Velocidad mínima**

Es el cálculo que se realiza para evitar estancamientos de la materia depositaria en las redes o cajas de inspección sanitario (OPS/CEPIS, 2005, p.71).

### **2.3.13 Velocidad máxima**

Es el cálculo que se realiza para evitar la abrasión por acumulación de energía cinética de la materia existente en el caudal residual (OPS/CEPIS, 2005, p.75).

### **2.3.14 Pozos de inspección**

Es la cámara que sirve de acceso en los colectores para facilitar el mantenimiento.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo de investigación

Este trabajo de investigación por su naturaleza se le considera Explicativa, empleada en poder esclarecer la conducta en la variable dependiente respecto a las demás variables independientes. Nos aporta un mejor entendimiento del porque ocurre un fenómeno y las condiciones que presenta y a la vez dar a conocer una propuesta con fines de mejora producto de la evaluación de riesgos por flujo saturado en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna – 2022.

### 3.2 Diseño de investigación

Este trabajo de investigación emplea un diseño innovador ya que su función es validar la propuesta de evaluación de riesgos por flujo saturado en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna -2022.

### 3.3 Población y muestra de estudio

#### *Zona - Población*

- La Ciudad de Tacna.

#### *Muestra*

- Avenida Tarata tramo entre la avenida Jorge Basadre y la avenida Industrial tal como se ve en la figura 9.

La zona de influencia cuenta con 1352 habitantes en la actualidad; los usos que se le dan son viviendas, talleres, 01 colegio, 01 parroquia, tiendas de abarrotes. Cuenta con tres mercados distantes a unos 300 metros aprox. Como son el mercado Juan Velazco, Mercado Quiñonez y mercado Leoncio Prado.

**Figura 9**

Zona de estudio.

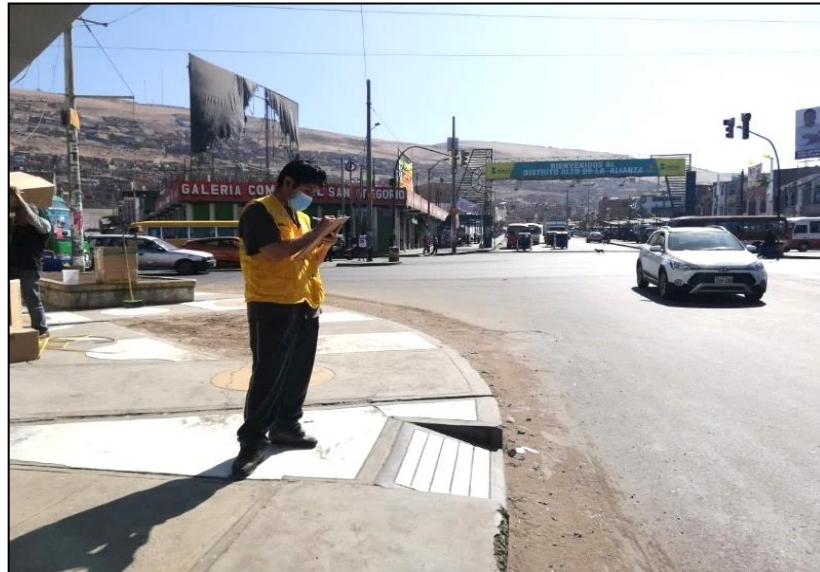


Nota. Obtenido de Google Earth (2022).

La zona de estudio es un sector en desarrollo por la presencia de talleres mecánicos para autos y motos y demás actividades comerciales, detalles de la zona se muestran en las figuras 10 al 14.

**Figura 10**

*Intersección de las avenidas Jorge Basadre G. y la avenida Tarata.*



*Nota.* Punto de inicio del colector primario de la avenida Tarata.

**Figura 11**

*Vista panorámica de la zona de estudio en la avenida Tarata.*



*Nota.* Estado actual de la avenida Tarata.

**Figura 12**

*Vista de la parroquia Nuestra Señora de Fátima.*



*Nota.* Uso no doméstico de lotes en la avenida Tarata.

**Figura 13**

*Intersección de la avenida Tarata y avenida 28 de agosto, ubicación del I.E.I. Rosa Virginia Pelletier.*



*Nota.* Uso no doméstico de lotes en la avenida Tarata.

**Figura 14**

*Intersección de la avenida Tarata y la avenida Industrial, fin de la zona de estudio.*



*Nota.* Punto final del colector primario de la avenida Tarata.

### 3.4 Operacionalización de variables

Para la evaluación de riesgos por flujo saturado en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna – 2022, las variables independientes y dependientes pondrán los límites en la gestión de riesgo.

En el presente trabajo de investigación se empleó la siguiente expresión (19):

$$Y = f(x) \quad (19)$$

Donde:

Y = Variable dependiente.

X = Variable independiente.

Variable independiente

X = Gestión de Riesgos

Indicadores:

- Riegos.
- Peligro.
- Vulnerabilidad.

- Encuestas

Variable dependiente

Y = Diseño de alcantarillado

- Evaluación de Daños

### 3.5 Materiales e instrumentos

La herramienta que se empleó para obtener datos estadísticos fue la encuesta, con una muestra de 40 habitantes de la zona a intervenir. Se estructuró de tal manera que cumpla con el propósito base de este proyecto, la misma que se presenta en el Anexo 01 (Formato de encuesta a la población) y Anexo 02 (Formato de entrevista a ingenieros expertos).

Se realizó tal como se muestran en las figuras 15 al 18 y está compuesta por:

- Condición o situación social
- Noción del peligro: Determina si la población es consciente de la situación actual
- Aprobación de los trabajos de investigación o estudios respectivos: Determinar si la propuesta mejorará las condiciones de vida y servirá como prevención ante fenómenos naturales.

#### Figura 15

*Realización de encuesta.*



*Nota.* Recopilación de información de la población.



**Figura 16**

*Realización de encuesta.*



*Nota.* Recopilación de información de la población.

**Figura 17**

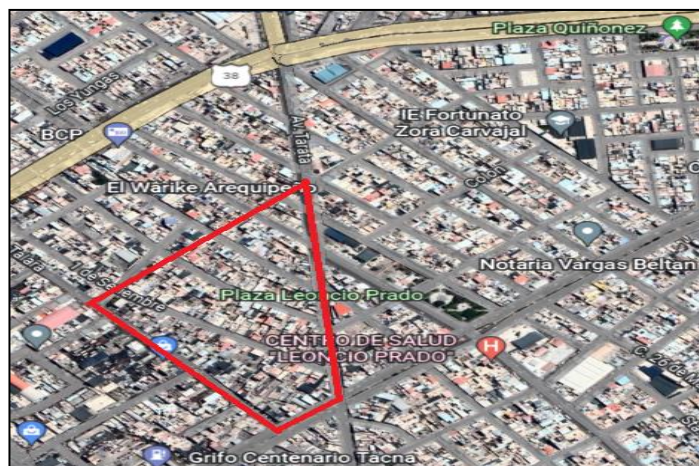
*Zona de influencia del colector primario avenida Tarata.*



*Nota.* Tramo de avenida Tarata afectado actualmente.

**Figura 18**

Área de influencia de riesgos.



Nota. Obtenido de Google Earth (2022).

### 3.6 Tratamiento de datos y análisis estadístico

Se utilizaron tablas e imágenes para ordenar los datos obtenidos de los encuestados para un mejor análisis de gabinete, para ello usaremos la norma del CEPRENEB y así determinar los niveles de riesgos, peligro y vulnerabilidad del área de estudio.

### 3.7 Procesamiento de información en programa SewerGEMS

Con los resultados obtenidos en la memoria de cálculo se procedió a configurar y diseñar en el programa SewerGEMS ingresando los caudales obtenidos en los cálculos para una población futura diseñada en la propuesta.

También se utilizó la información del levantamiento topográfico realizado en campo, ello sirvió para ingresar datos como son las longitudes entre buzones, pendientes de terreno, viviendas existentes y la longitud total del colector primario estudiada.

Como datos complementarios se revisó información de expedientes de la EPS TACNA S.A. a fin de conocer los criterios de diseño con los que se vienen trabajando en la ciudad de Tacna.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Datos de la evaluación de riesgos

Se consideró un peligro de colapso del colector principal en la av. Tarata debido a fenómenos de inundación por precipitaciones pluviales en los meses de diciembre, enero y febrero; por lo que se obtuvieron los siguientes resultados de Peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo en la tabla 10, 11 y 12,

$$\text{Peso Ponderado} \times \text{Valor Fenomeno} + \text{Peso Ponderado} \times \text{Valor Suceptibilidad} = \text{Valor}$$

**Tabla 10**

*Cálculo de la peligrosidad*

	Fenómeno	Susceptibilidad	Valor
Peso ponderado	0,5	0,5	
Valor	0,502	0,503	0,503

*Nota.* En la tabla se presenta el valor de la peligrosidad.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Social} \times \text{Peso} + \text{Económica} \times \text{Peso} + \text{Ambiental} \times \text{Peso} = \text{Valor}$$

**Tabla 11**

*Cálculo de la vulnerabilidad*

	Factor	Valor
Social	0,603	
Descriptivo	0,171	
Económica	0,175	
Descriptivo	0,405	0,351
Ambiental	0,342	
Descriptivo	0,503	

*Nota.* En la tabla se presenta el valor de la vulnerabilidad.

**Tabla 12***Cálculo del riesgo.*

	<b>Factor</b>	<b>Valor riesgo</b>
Peligrosidad	0,503	0,177
Vulnerabilidad	0,351	

*Nota.* En la tabla se presenta el valor del riesgo.

Siendo el resultado de Peligrosidad: 0,503 Muy alto

Siendo el resultado de Vulnerabilidad: 0,351 Muy alto

Obtenemos un riesgo de 0,177 Muy alto

Según con lo establecido por el CENEPRED tenemos la figura 19:

**Figura 19***Cuadro de riesgos.*

<b>Riesgo Muy Alto</b>	$0.068 \leq R < 0.253$
<b>Riesgo Alto</b>	$0.018 \leq R < 0.068$
<b>Riesgo Medio</b>	$0.005 \leq R < 0.018$
<b>Riesgo Bajo</b>	$0.001 \leq R < 0.005$

*Nota.* Obtenido de Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión.

Los cálculos detallados para la obtención de la peligrosidad, vulnerabilidad se encuentran en el Anexo 3

Toda la información recabada nos ubica en un coeficiente de  $R = 0,177$ ; se clasifica la zona vulnerable y con niveles de peligro: Riesgo muy alto, como referencia se tiene las figuras 20 y 21.

**Figura 20**

*Inundación en la avenida Tarata.*



*Nota.* Obtenido de nota de prensa de Radio Uno, 24 de enero del 2020.

**Figura 21**

*Población afecta en un pasaje de la avenida Tarata*



*Nota.* Obtenido de nota de prensa de Radio Uno, 24 de enero del 2020.

## 4.2 Resultado de la encuesta

Fueron 45 viviendas las que formaron parte de la encuesta en la Avenida Tarata en los días 16, 17 y 18 de mayo del año 2022, se determinó la cantidad de pobladores por vivienda, indagando sus respectivos estilos de vida y uso del alcantarillado teniendo como medida principal la frecuencia de uso de agua, para desarrollar el análisis respectivo, los resultados se muestran en la tabla 13.

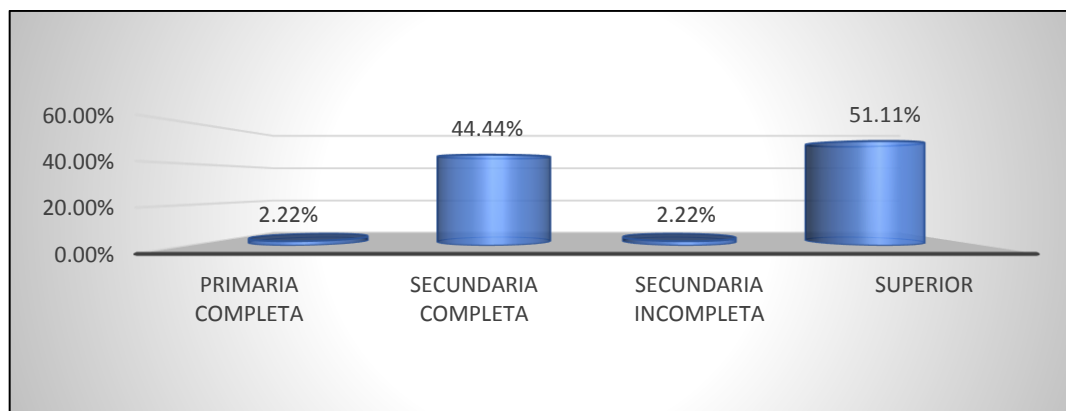
**Tabla 13**

*Ocupación de los entrevistados.*

Oficio	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Soldador	5	11,1	11,1	11,1
Secretaria	2	4,4	4,4	15,6
Obrero	2	4,4	4,4	20,0
Obrera	2	4,4	4,4	24,4
Mecánico	3	6,7	6,7	31,1
Gasfitero	1	2,2	2,2	33,3
Ganadero	1	2,2	2,2	35,6
Electricista	3	6,7	6,7	42,2
Comerciante	4	8,9	8,9	51,1
Cocinero	5	11,1	11,1	62,2
Cocinera	10	22,2	22,2	84,4
Chofer	2	4,4	4,4	88,9
Chef	1	2,2	2,2	91,1
Carpintero	1	2,2	2,2	93,3
Ama de casa	3	6,7	6,7	100,0
Total	45	100,0	100,0	

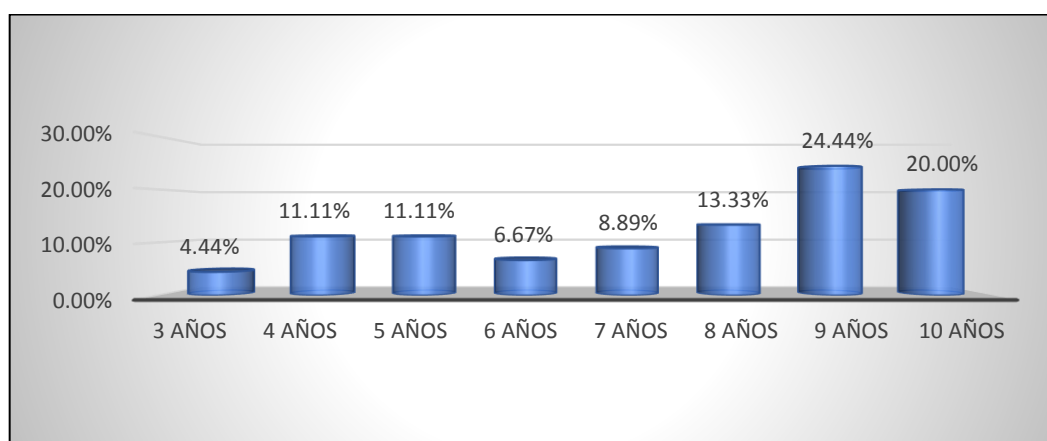
*Nota.* La tabla muestra en porcentaje los oficios de la población muestreada.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 01 personas (2,22 %) tienen estudios hasta primaria completa, 20 personas (44,44 %) tienen estudios hasta secundaria completa, 1 personas (2,22 %) tienen secundaria incompleta y 23 personas (51,11 %) tienen estudios hasta nivel superior como se indica en la figura 22.

**Figura 22***Nivel de instrucción (Porcentaje).*

*Nota.* En la figura se muestra el nivel de instrucción de la población.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 02 personas (4,44 %) se encuentran viviendo 03 años en su domicilio, 05 personas (11,11 %) se encuentran viviendo 04 años en su domicilio, 05 personas (11,11 %) se encuentran viviendo 05 años en su domicilio, 03 personas (6,67 %) se encuentran viviendo 06 años en su domicilio, 04 personas (8,89 %) se encuentran viviendo 07 años en su domicilio, 06 personas (13,33 %) se encuentran viviendo 08 años en su domicilio, 11 personas (24,44 %) se encuentran viviendo 09 años en su domicilio, 09 personas (20,00 %) se encuentran viviendo 10 años en su domicilio tal como se indica en la figura 23.

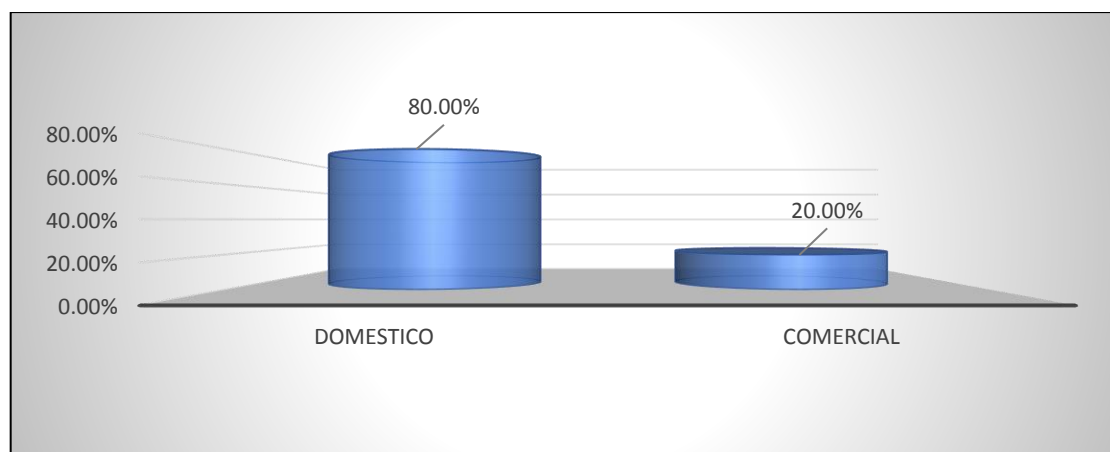
**Figura 23***Años viviendo en la zona (Porcentaje).*

*Nota.* En la figura se muestra la cantidad de años que viven en la zona de estudio.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 36 personas (80,00 %) le dan uso doméstico y 9 personas (20,00 %) le dan uso comercial a la vivienda como se indica en la figura 24.

**Figura 24**

*Uso de viviendas (Porcentaje).*

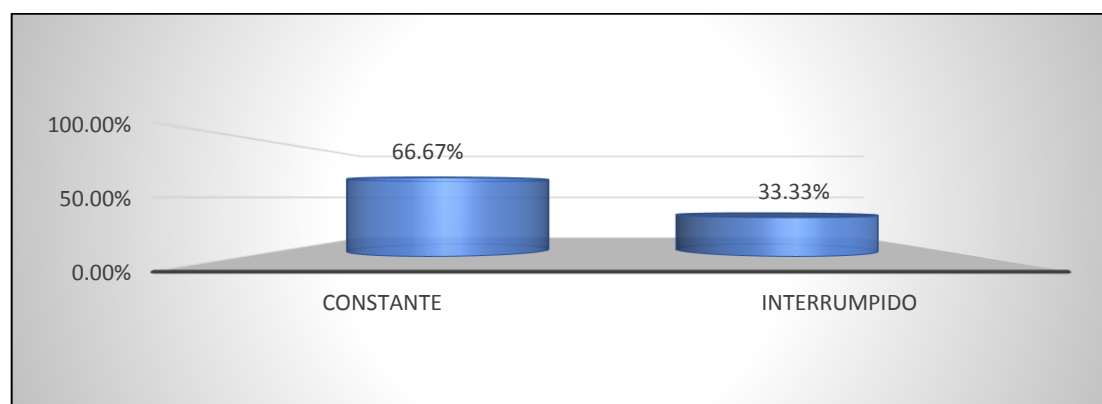


*Nota.* En la figura se muestra el uso de las viviendas de la zona.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 30 personas (66,67 %) tienen servicio de agua potable las 24 horas, 15 personas (33,33 %) no tienen servicio de agua potable las 24 horas tal como se indica en la figura 25.

**Figura 25**

*Disponibilidad de agua potable las 24 horas (Porcentaje).*



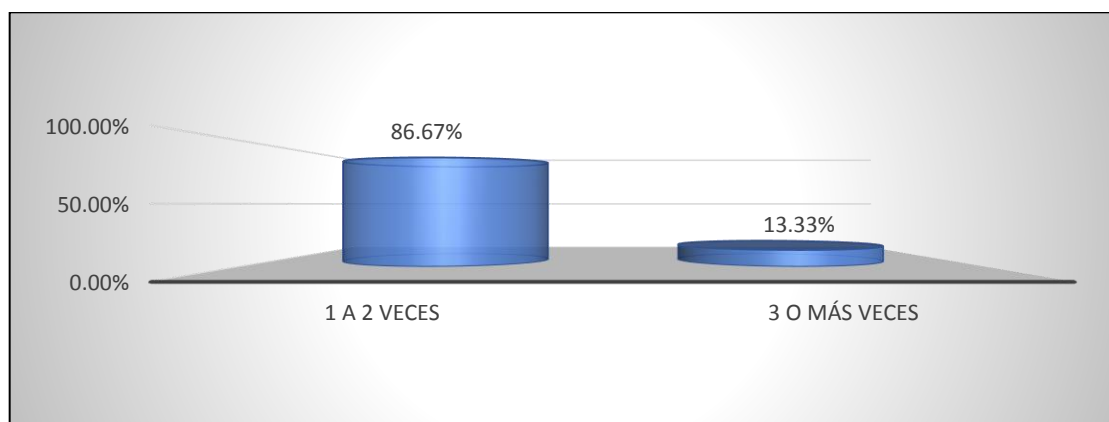
*Nota.* En la figura se muestra la disponibilidad de agua potable en la zona de estudio.



De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 39 personas (86,67 %) se duchan 1 a 2 veces por día, 6 personas (13,33 %) se duchan 3 o más por día, como se indica en la figura 26.

**Figura 26**

*Frecuencia de uso de ducha por día (Porcentaje).*



*Nota.* En la figura se muestra el uso de la ducha por día de la población.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 45 personas (100 %) utilizan el retrete como servicio higiénico, 45 personas (100 %) está conectado a la red de desagüe, 44 personas (97,78 %) no tiran desperdicios al desagüe, 01 personas (2,22 %) tiran desperdicios al desagüe, según se indica en la figura 27.

**Figura 27**

*Tipos de uso del servicio higiénico (Porcentaje).*



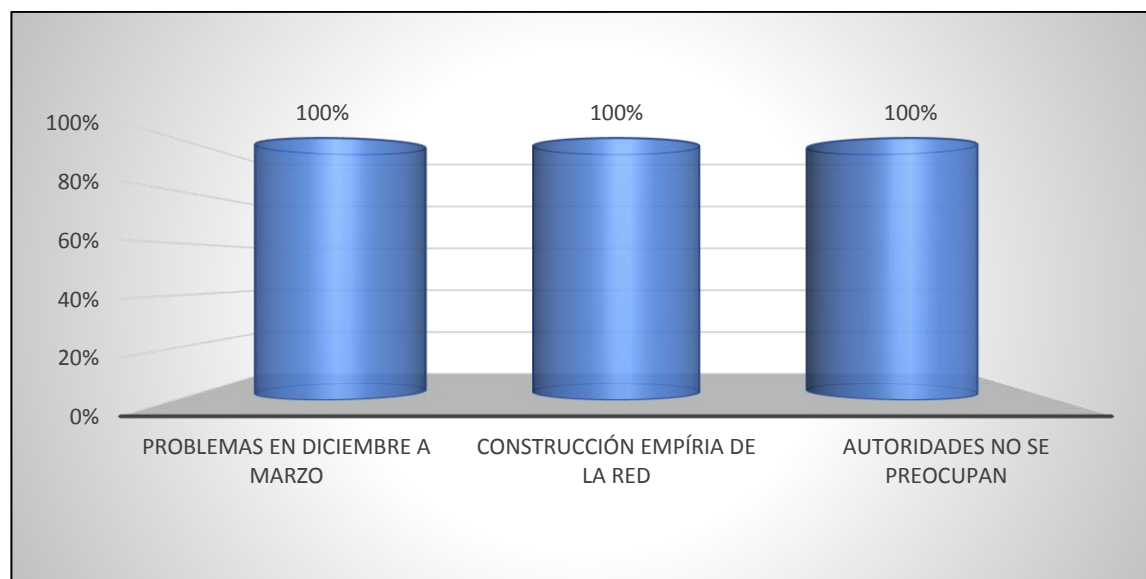
*Nota.* En la figura se muestra los servicios higiénicos que cuenta la población.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 45 personas (100 %) indica que por los meses de diciembre a marzo hay problemas en la red de alcantarillado debido a las lluvias en los últimos años, 45 personas (100 %) indican que el proceso constructivo del alcantarillado ocurrió de manera improvisada hace bastante tiempo siendo necesario una renovación, 45 personas (100 %) afirman que las autoridades no se preocupan de la situación actual de la zona.

Pobladores hablan de problemas desde diciembre hasta marzo, una construcción empírica de la red y respuesta tardía de las autoridades como se indica en la figura 28.

### Figura 28

*Población insatisfecha por el servicio de alcantarillado (Porcentaje).*



*Nota.* En la figura se muestra el nivel de rechazo sobre el alcantarillado presente.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 45 personas (100 %) está de acuerdo en que un correcto diseño de la red de alcantarillado mejoraría la situación crítica del colector.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 45 personas (100 %) está de acuerdo en que se necesita mayor orientación sobre el correcto uso del servicio de alcantarillado y ello mejoraría el funcionamiento de este.

De las encuestas se obtuvo los siguientes resultados: 45 personas (100 %) está de acuerdo en que es importante la solución de la saturación del colector en la zona. Dichos resultados se justifican en el anexo 04 (Panel fotográfico).

Resultado de evaluación del colector primario de la av. Tarata con el programa SewerGEMS.

Se realizó los cálculos respectivos para poder obtener los datos de diseño actual en el programa, los cuales son los que se muestran en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Datos de diseño*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fuente</b>
Dotación lt/hab/día	220	EPS TACNA S.A.
Densidad de Vivienda	3,69	INEI
Tasa de crecimiento	1,55%	INEI
Viviendas	6 707	INEI
Población actual (hab)	24 761	Memoria de Cálculo
Población futura (hab)	32 437	Memoria de Cálculo

*Nota.* INEI - Instituto nacional de estadística e informática, EPS TACNA S.A.- Entidad prestadora de servicios de saneamiento Tacna S.A.

Al realizar la evaluación del estado actual del colector primario de la av. Tarata en el programa SewerGEMS se pudo comprobar que en los tramos de los buzones entre Bz- 6 y Bz- 8, la relación de tirante y diámetro del colector según norma OS.070 indica que debe ser igual o inferior al 75%, y el resultado obtenido es de 75,6%, lo que indica que a caudales máximos horarios actuales viene funcionando excediendo en 0,6% del diseño con el que se construyó, los resultados completos se muestran en la figura 29 y se presentan en el anexo 05 (Planos).

**Figura 29**

*Resultado del análisis actual del colector primario de la av. Tarata.*

	Buzón inicio	Cota de fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión Tractiva (Pascals)	Observación
37: CO-1	BZ-1	581.58	54.87	4.43	Circle	400.0	0.013	2.96	0.20	118.51	438.52	48.9	34.014	
39: CO-2	BZ-2	579.99	46.46	3.42	Circle	400.0	0.013	2.70	0.20	118.51	385.16	50.1	27.671	
41: CO-3	BZ-3	579.07	15.85	5.77	Circle	400.0	0.013	3.26	0.28	118.51	500.29	69.0	41.893	
43: CO-4	BZ-4	578.95	34.26	0.37	Circle	400.0	0.013	1.14	0.28	118.51	126.55	70.2	4.385	
45: CO-5	BZ-5	578.71	40.09	0.58	Circle	400.0	0.013	1.38	0.25	118.51	158.25	63.4	6.504	
47: CO-6	BZ-6	578.45	20.07	1.31	Circle	400.0	0.013	1.90	0.30	118.51	238.53	75.6	12.824	NO CUMPLE
49: CO-7	BZ-7	578.31	57.08	0.25	Circle	400.0	0.013	0.94	0.30	118.51	103.29	75.6	2.411	NO CUMPLE
51: CO-8	BZ-8	577.78	75.95	0.70	Circle	400.0	0.013	1.49	0.25	118.51	174.80	61.3	7.691	
53: CO-9	BZ-9	577.22	65.22	0.85	Circle	400.0	0.013	1.61	0.24	118.51	191.99	59.5	8.989	
55: CO-10	BZ-10	576.27	63.53	1.50	Circle	400.0	0.013	1.99	0.22	118.51	255.26	55.1	14.313	
57: CO-11	BZ-11	575.91	41.58	0.85	Circle	400.0	0.013	1.61	0.24	118.51	192.02	59.5	8.991	
59: CO-12	BZ-12	574.09	106.04	1.72	Circle	400.0	0.013	2.10	0.22	118.51	273.28	54.1	15.978	

*Nota.* En la figura se muestra los resultados obtenidos del programa SewerGMS.

Luego se realizó el diseño en el programa SewerGMS con las condiciones actuales a una proyección de 20 años con una población futura de 32 437 hab. donde se puede apreciar que las tuberías desde el Bz-2 al Bz-7 no cumplen con la norma OS .070 debido a que la relación Tirante / Diámetro superan el 75% tal como se indica en la figura 30.

**Figura 30**

*Resultados del diseño para una población futura con las condiciones actuales*

	Buzón	Cota Fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión tractiva (Pascals)	Observación
37: CO-1	BZ-1	581.58	54.87	4.434	Circle	400.0	0.013	3.18	0.22	152.91	438.52	55.8	37.753	
39: CO-2	BZ-2	579.99	46.46	3.420	Circle	400.0	0.013	2.89	0.23	152.91	385.16	57.4	30.674	
41: CO-3	BZ-3	579.07	15.85	5.771	Circle	400.0	0.013	3.50	0.33	152.91	500.29	83.6	46.563	No cumple
43: CO-4	BZ-4	578.95	34.26	0.369	Circle	400.0	0.013	1.22	0.35	152.91	126.55	87.6	3.619	No cumple
45: CO-5	BZ-5	578.71	40.09	0.577	Circle	400.0	0.013	1.43	0.31	152.91	158.25	77.8	6.881	No cumple
47: CO-6	BZ-6	578.45	20.07	1.312	Circle	400.0	0.013	2.01	0.35	152.91	238.53	88.2	14.057	No cumple
49: CO-7	BZ-7	578.31	57.08	0.246	Circle	400.0	0.013	1.22	0.34	152.91	103.29	86.2	2.411	No cumple
51: CO-8	BZ-8	577.78	75.95	0.705	Circle	400.0	0.013	1.57	0.29	152.91	174.80	71.7	8.265	
53: CO-9	BZ-9	577.22	65.22	0.850	Circle	400.0	0.013	1.70	0.28	152.91	191.99	69.2	9.741	
55: CO-10	BZ-10	576.27	63.53	1.502	Circle	400.0	0.013	2.12	0.25	152.91	255.26	63.4	15.723	
57: CO-11	BZ-11	575.91	41.58	0.850	Circle	400.0	0.013	1.70	0.28	152.91	192.02	69.2	9.744	
59: CO-12	BZ-12	574.09	106.04	1.722	Circle	400.0	0.013	2.24	0.25	152.91	273.28	62.2	17.588	

*Nota.* En la figura se muestra resultados obtenidos del programa SewerGMS.

### 4.3 Entrevista a expertos sobre el funcionamiento del colector principal de la avenida Tarata

Se entrevistó a 06 expertos los cuales indicaron:

¿Con miras hacia el futuro, es posible que el colector primario colapse debido a su estado de funcionamiento saturado?

- El propio crecimiento de la población y la falta de mantenimiento son las causas principales de un mal funcionamiento en el sistema de alcantarillado, por lo tanto, la solución no está en un diseño actualizado con proyección hacia el futuro sino un plan de mantenimiento programado para garantizar y extender la vida útil de las redes.

¿Cuál sería su recomendación para mejorar el funcionamiento del colector principal?

- Las recomendaciones son diversas, desde tener un adecuado diseño de alcantarillado, hasta tener un plan estructurado de mantenimientos periódicos. También se remarca la instrucción para un adecuado uso del servicio sanitario en la población como no abrir buzones, si bien se busca un drenaje rápido y eficiente en el exterior esto ocasiona un caudal extra no contemplado en el diseño de red sanitaria lo cual llevaría al colapso.

¿De qué material se haría o renovaría el colector principal?

- Se recomiendan emplear tuberías de material PVC en el desvío de desperdicios, antes se usaban de concreto, pero no es recomendable porque debido a su porosidad se genera una infiltración, también se señala que a la hora de diseñar una red esta requiere mayor pendiente debido al coeficiente de Manning (0,013).

La población está en incremento constante, ¿considera que el estado actual del colector principal es un problema que debe ser abordado lo más pronto posible?

- Recomiendan que sí, debido a que el agua potable y alcantarillado son servicios básicos para vivir, el colapso repentino de éste podría generar grandes problemas a nivel de salud, económico y social.

No ha habido lluvias en los últimos años, pero el riesgo de que ocurran es todavía latente, ¿debería tomarse en cuenta este criterio para un futuro diseño?

- Debido al cambio climático se debe implementar un diseño que considere el caudal adicional de precipitaciones pluviales al sistema sanitario, en paralelo debe haber una comunicación directa con el sistema de control meteorológico para poder prevenir y anticipar los aumentos de caudales para el correcto funcionamiento del servicio sanitario.

#### 4.4 Propuesta de colector primario en la avenida Tarata diseñado en SewerGEMS

La propuesta del colector primario en la avenida Tarata se realizó para una vida útil de 20 años, para lo cual se proyectó la cantidad de habitantes según se indica en el Anexo 03 (Memoria de cálculo) y tabla 15, cuyo resultado fue de 32 437 hab, así mismo por las observaciones en la norma del diseño actual se optó por proponer una tubería de PVC SN4 UF DN 500mm (20") ISO 4435 con longitud de 606,60 ml

**Tabla 15**

*Propuesta de diseño.*

<b>Datos de propuesta de diseño</b>		
Dotación lt/hab/día	220	EPS TACNA S.A.
Densidad de Vivienda (hab/viv.)	3,69	Fuente INEI
Tasa de crecimiento	1,55%	Fuente INEI
Viviendas	6 707	Fuente INEI
Población actual (hab)	24 761	Memoria de Cálculo
Población futura (hab)	32 437	Memoria de Cálculo
Periodo de diseño (años)	20	Memoria de Cálculo
Tubería PVC (mm)	500	Memoria de Cálculo
Tensión tractiva mínima (Pascal)	1,00	Norma OS.070
Velocidad máxima (m/s)	5,00	Norma OS.070
Coeficiente de rugosidad (Manning)	0,013	Norma OS.070
Relación Tirante/Diámetro máx. (%)	75	Norma OS.070

*Nota.* INEI - Instituto nacional de estadística e informática, EPS TACNA S.A.- Entidad prestadora de servicios de saneamiento Tacna S.A.

El resultado obtenido al procesarlo en el programa SewerGEMS fue el que se muestra en la figura 31 donde se puede observar que el diseño cumple con lo que manda la norma SO.070.

**Figura 31**

*Propuesta de diseño para colector primario en la av. Tarata.*

	Buzón inicio	Cota de fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión Tractiva (Pascals)	Cumple Norma
37: CO-1	BZ-1	581.53	54.87	3.759	Cirde	475.4	0.013	2.96	0.21	152.91	639.97	45.0	32.573	SI
39: CO-2	BZ-2	580.01	46.46	3.270	Cirde	475.4	0.013	2.81	0.22	152.91	596.83	45.6	29.158	SI
41: CO-3	BZ-3	579.64	15.85	2.364	Cirde	475.4	0.013	2.50	0.23	152.91	507.49	47.5	22.541	SI
43: CO-4	BZ-4	578.97	34.26	1.945	Cirde	475.4	0.013	2.33	0.23	152.91	460.37	48.2	19.303	SI
45: CO-5	BZ-5	578.39	40.09	1.450	Cirde	475.4	0.013	2.09	0.24	152.91	397.52	49.9	15.269	SI
47: CO-6	BZ-6	578.27	20.07	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.67	56.2	7.459	SI
49: CO-7	BZ-7	577.93	57.08	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.67	56.2	7.459	SI
51: CO-8	BZ-8	577.47	75.95	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.72	56.2	7.462	SI
53: CO-9	BZ-9	576.83	65.22	0.988	Cirde	475.4	0.013	1.82	0.25	152.91	328.06	52.4	11.203	SI
55: CO-10	BZ-10	576.29	63.53	0.841	Cirde	475.4	0.013	1.71	0.25	152.91	302.72	53.5	9.833	SI
57: CO-11	BZ-11	575.99	41.58	0.730	Cirde	475.4	0.013	1.62	0.26	152.91	281.99	54.6	8.761	SI
59: CO-12	BZ-12	575.16	106.04	0.779	Cirde	475.4	0.013	1.66	0.26	152.91	291.29	54.1	9.237	SI

*Nota.* En la figura se muestra los resultados del programa SewerGMS.

## DISCUSIÓN

Según la hipótesis 01 se especifica:

Los niveles de peligro generados por el caudal saturado de aguas desechables en el colector primario, en la avenida Tarata, es alto.

La visita a campo nos confirmó que el colapso del sistema de alcantarillado sería crítico ya que afectaría una zona de alto tránsito, con muchos talleres, restaurantes, locales comerciales y una institución educativa, amenazando la salud de las personas generando también pérdidas económicas y sociales importantes.

Según la hipótesis 02 se especifica:

Los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, es alto.

Se verificó la presencia de locales comerciales, restaurantes y un gran tránsito vehicular al igual que una institución educativa, todo eso se traduce en un incremento de los caudales en el sistema de alcantarillado.

Se tiene conocimiento por información en los expedientes técnicos de la EPS TACNA S.A. de que la tubería del colector principal no es la adecuada para garantizar un adecuado comportamiento en el tiempo.

Según la hipótesis 03 se especifica:

El diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, evitará los riesgos.

El análisis realizado al colector primario de la avenida Tarata con las condiciones reales para una población actual considerando un caudal máximo horario, dio como resultado que existen tramos en que la tubería existente sobre pasa el 75% de la relación Tirante / Diámetro tal como indica la norma OS.070 y a su vez la mayoría de los demás tramos están funcionando con más del 50% de dicha relación, por lo que sumado a posibles inundaciones en la zona saturarían la capacidad de conducción de la tubería, generando así problemas a la población del lugar.

Por lo mismo es que se propone un nuevo sistema de colector primario con un nuevo diseño que satisfaga los requerimientos de la norma OS.070 y por consecuencia a la población.



## CONCLUSIONES

El peligro es alto en la avenida Tarata debido a que el colapso del sistema de alcantarillado afectaría directamente a talleres, locales comerciales, restaurantes y una institución educativa.

El caudal del colector principal aumentó debido al incremento de la población y el cambio climático por temporada de lluvias. Mientras que la construcción del colector principal existente fue realizada de manera empírica, dónde no se realizan mantenimientos periódicos por parte de las autoridades competentes, dichos factores la convierten en zona vulnerable al tramo estudiado en la avenida Tarata.

Se propone un nuevo diseño de tubería de PVC con DN 500 mm en todo el tramo estudiado, ello cumpliría con las exigencias de diseño como manda la norma OS.070 para una población futura de 20 años tal como se demostró en los resultados obtenidos en el diseño realizado en el programa SewerGEMS.

## RECOMENDACIONES

Para cuando se realice la remodelación del colector primario en la avenida Tarata, la entidad responsable debe tener en cuenta que la educación sanitaria es un factor importante para un correcto funcionamiento en el sistema de alcantarillado y que una acción preventiva frente a fenómenos naturales sumado a un periódico mantenimiento al colector reduciría significativamente los niveles de peligro en la zona.

La Empresa Prestadora de Servicios tenga en cuenta que el colector primario de la avenida Tarata presenta más de 20 años de funcionamiento y según el modelamiento en condiciones actuales, viene funcionando muy cerca a la capacidad de conducción a tubo lleno, para lo cual se recomienda un nuevo diseño que cumpla la norma OS.070 y así pueda transportar mayores caudales, sobre todo en tiempos de lluvia y reducir así la vulnerabilidad referida al flujo de aguas residuales en el colector.

Se recomienda diseñar el colector primario de la avenida Tarata con tubería de PVC de DN 500 mm pero a su vez es necesario una correcta instalación de los accesorios en las conexiones para garantizar así su correcto funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez C. & Chicangana Y., (2015) *Inicios del alcantarillado en Medellín (Colombia) 1920- 1955.*
- Cabrera Davila, A. A. y Carranza Cárdenas, & W. M. A, (2004). *Diseño de un sistema condominial de alcantarillado sanitario de los barrios 3 y 4, centro poblado. Alto Trujillo, El Porvenir.* (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- CEDEX, (2007) *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.*
- CENEPRED. (2015). Informe de evaluación de riesgos por flujo de detritos en el área de influencia de las quebradas: Carossio y Libertad - Lurigancho Chosica. Lima.
- Chilón Pozo JG, Valdez Muñoz W. 2011. *Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado - Tratamiento de las Aguas Servidas de Ichocán.* Proyecto Profesional Ingeniero Civil. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Congreso de la República del Perú. (2011). *Ley que crea el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres. lima: diario el peruano.*
- Davies, Clarke, Whiter, Cunningham, & Leidi, (2001) *El estado estructural de las tuberías rígidas de alcantarillado: una investigación estadística.*
- EMSA Puno, (2017) *Programa de educación sanitaria.*
- EPS TACNA S.A., (2013) Plan Maestro Optimizado Actualizado (2013 – 2043).
- Evaluación geológica – geodinámica en el Cerro Intiorko y la Quebrada del Rio Seco Caramolle (abril del 2017)
- García, O. (8 de marzo de 2014). SlidePlayer. *Obtenido de Taller Operación y Mantenimiento de sistemas de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, dirigido a ingenieros:* <https://slideplayer.es/slide/1486008/>
- Ibarra, E. (12 de marzo de 2018). Ecuadoradiario. *Obtenido de Mantenimiento y Limpieza de sumideros y alcantarillas:* <http://www.ecuadoradiario.com/mantenimiento-y-limpieza-de-sumideros-yalcantarillas>

- INEI. *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda*, 22 de octubre del 2017, Perú: Resultados Definitivos. Lima, octubre de 2018.
- INDECI. (2006). *Manual Básico para la Estimación de Riego*.
- INGEMMET. (2016). *Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Tacna*.
- Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM)
- Loayza, G., & Mera, J. (1997). *Redes de agua potable, alcantarillado y conexiones domiciliarias del III sectores de la ciudad Mariscal Cáceres - Canto Grande - San Juan de Lurigancho*. (Tesis para Titulación). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Municipalidad provincial de Tacna. (2015). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025*.
- Nogales, S. y Quispe, A. (2009), *Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evaluación de aguas residuales*, Bolivia.
- Norma Boliviana 688, *Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial* – Norma vigente.
- Norma Técnica de Edificación OS.070, *Redes de Agua Residuales* – Norma vigente.
- OPS, (2005). *Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado en el medio Rural*. Lima, Perú.
- Ortega, S. (2020), en la tesis titulada “*Análisis de red y tuberías existentes para mejorar el sistema de alcantarillado de la junta vecinal- Atmat- Pampa de Viñani sector vi, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna – 2020*”.
- Roger Agüero Pittman – *Agua potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento* – Lima septiembre de 1997.
- Tejada, F. (2019) en la tesis “*Evaluación de la eficiencia de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado del distrito de Ichocán – San Marcos, 2018*”
- Vierendel (2009), *Abastecimiento de agua y alcantarillado*, Lima.

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de encuesta a la población



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Encuesta para la población, asociaciones de vivienda de la Avenida Tarata, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna**

#### **PREGUNTAS**

RANGO DE EDAD	CANTIDAD
MAYOR A 66 AÑOS	
0 A 14 AÑOS	
46 A 64 AÑOS	
16 A 29 AÑOS	
30 A 44 AÑOS	

DISCAPACITADOS	CANTIDAD
MAYORES A 66 AÑOS	
0 A 14 AÑOS	
46 A 64 AÑOS	
16 A 29 AÑOS	
30 A 44 AÑOS	

Para cada interrogante se considera dos respuestas SI (de acuerdo), NO (desacuerdo) y OTRO (rellenar)

Nº	ITEM	SI	NO	OTRO
1	Ocupación			
2	Nivel de educación			
3	Tiempo de residencia en la casa			
4	Cantidad de personas que viven en el domicilio			
5	Uso de vivienda			
6	¿Cuenta con servicio de agua potable 24 horas?			
7	¿Cuántas veces usan la ducha al día?			
8	¿Tiene retrete su servicio higiénico?			
9	¿Su red está conectada al sistema de alcantarillado sanitario?			
10	¿Es consciente de que el alcantarillado no debe contener basura o desechos?			
11	¿Los meses de diciembre a marzo ocurren mayor cantidad de caudales por lluvias?			
12	¿La construcción de la red fue de manera empírica?			
13	¿Existe una rápida respuesta de las autoridades?			
14	¿La red mejoraría si hubiera un correcto diseño en el colector?			
15	¿Cree que un manual de uso del servicio de alcantarillado mejoraría la situación crítica actual?			
16	¿Cree que es importante solucionar la situación actual del colector?			

**Anexo 2.** Formato de entrevista a ingenieros expertos**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA****FACULTAD DE INGENIERÍA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL****ENTREVISTA A EXPERTOS SOBRE PROBLEMAS EN REDES DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO**

Nombre de la tesis: **“EVALUACIÓN DE  
RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR  
PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA,  
2022”**

Alumnos:

Bach. Jhon David Ramos Alvarez

Bach. Luis Fernando Chambilla Marca

**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

Durante los meses de verano, en la ciudad de Tacna se presenta lluvias excepcionales y también activación de algunas quebradas generando huaicos llegando a originar desastres e inundaciones de viviendas.

La avenida Tarata presenta un colector primario, el cual por incremento en su capacidad de servicio y sumado a caudales de colectores secundarios más las lluvias excepcionales, llega a desbordarse ocasionando inundaciones en las viviendas aledañas.

**PREGUNTAS:**

1. ¿Con miras hacia el futuro, es posible que el colector primario colapse debido a su estado de funcionamiento saturado?
2. ¿Cuál sería su recomendación para mejorar el funcionamiento del colector primario?
3. ¿De qué material se haría o renovarían el colector primario?
4. La población está en incremento constante, ¿considera que el estado actual del colector primario es un problema que debe ser abordado lo más pronto posible?
5. No ha habido lluvias en los últimos años, pero el riesgo de que ocurran es todavía latente, ¿debería tomarse en cuenta este criterio para un futuro diseño?

**Firma:****Nombre del experto:****CIP:****DNI:**

### Anexo 3. Memoria de cálculo

Los valores de peso ponderado se obtuvieron del “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, con el fin de determinar el riesgo existente debido a un colapso del colector principal en la avenida Tarata mediante inundaciones por precipitaciones pluviales en la ciudad.

Cálculo para determinar el riesgo en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.

Paso 01: Evaluamos el fenómeno con la siguiente expresión

$$\sum_{i=1}^n Fenomeno_i \times Descriptor_i = Valor$$

	<b>Velocidad de desplazamiento</b>	<b>Cercanía a fuente de agua</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Valor</b>
Peso ponderado	0,260	0,106	0,633	0,502
Descriptivo	0,503	0,503	0,503	

Paso 02: Cuantificamos los factores condicionantes y desencadenantes

$$\sum_{i=1}^n Factor_i \times Descriptor_i = Valor$$

	<b>Uso actual de suelos</b>	<b>Valor condicionante</b>
Peso ponderado	1,000	0,503
Descriptivo	0,503	



	<b>Hidrometeorológicos</b>	<b>Inducido por el ser humano</b>	<b>Valor desencadenante</b>
Peso ponderado	0,367	0,633	0,503
Descriptivo	0,503	0,503	

Paso 03: Evaluamos la Susceptibilidad para determinar la Peligrosidad

*Peso Ponderado x Valor Condicionante + Peso Ponderado x Valor Descadenante = Valor*

	<b>Factor condicionante</b>	<b>Factor desencadenante</b>	<b>Valor susceptibilidad</b>
Peso ponderado	0,500	0,500	0,503
Valor	0,503	0,503	

*Peso Ponderado x Valor Fenomeno + Peso Ponderado x Valor Suceptibilidad = Valor*

	<b>Factor fenómeno</b>	<b>Factor susceptibilidad</b>	<b>Valor peligrosidad</b>
Peso ponderado	0,500	0,500	0,503
Valor	0,502	0,503	

Paso 04: Evaluamos los diferentes campos: Social, Económico y Ambiental para poder obtener la vulnerabilidad comenzando por la Exposición, fragilidad y resiliencia Social:

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposición Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Grupo etario</b>	<b>Serv. educativos expuestos</b>	<b>Serv. de salud terciarios</b>	<b>Valor exposición social</b>
Peso ponderado	0,260	0,106	0,633	0,105
Descriptivo	0,035	0,503	0,068	

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Material de construcción</b>	<b>Estado conservación</b>	<b>Antigüedad</b>	<b>Valor fragilidad social</b>
Peso ponderado	0,503	0,260	0,237	0,180
Descriptivo	0,035	0,503	0,134	

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Peso ponderado</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor resiliencia social</b>
Capacitación temas de riesgo	0,285	0,503	<b>0,3</b>
Conocimiento desastres pasados	0,152	0,068	
Actitud frente al riesgo	0,421	0,260	
Campaña difusora	0,142	0,260	

*E. Social x P. Ponderado + F. Social x P. Ponderado + R. Social x P. Ponderado = Valor*

	<b>Valor</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor vulnerabilidad social</b>
Exposición social	0,503	0,105	0,171
Fragilidad social	0,206	0,180	
Resiliencia social	0,270	0,300	

Paso 05: Evaluamos la exposición, fragilidad y resiliencia económica:

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Peso ponderado</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor exposición económica</b>
Ubicación de edificación	0,500	0,503	0,503
Servicio de saneamiento	0,500	0,503	

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Peso ponderado</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor fragilidad económica</b>
Material de construc.	0,503	0,035	0,180
Estado conservación	0,260	0,503	
Antigüedad	0,237	0,134	

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Peso ponderado</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor resiliencia económica</b>
Ingreso familiar promedio	1,000	0,260	0,260

$$E. \text{ Económica} \times P. \text{ Ponderado} + F. \text{ Económica} \times P. \text{ Ponderado} + R. \text{ Económica} \times P. \text{ Ponderado} = \text{Valor}$$

	<b>Valor</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor vulnerabilidad económica</b>
Exposición económica	0,633	0,503	0,405
Fragilidad económica	0,106	0,180	
Resiliencia económica	0,260	0,260	

Paso 06: Evaluamos la fragilidad Ambiental:

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

	<b>Peso ponderado</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor fragilidad ambiental</b>
Cercanía de habitantes	1,000	0,503	0,503

Paso 07: Operamos para obtener el valor de la Vulnerabilidad:

$$Vulnerabilidad = Social \times Peso + Económica \times Peso + Ambiental \times Peso = Valor$$

	<b>Valor</b>	<b>Descriptivo</b>	<b>Valor vulnerabilidad</b>
Social	0,633	0,171	
Económica	0,175	0,405	0,351
Ambiental	0,342	0,503	

Paso 08: Se obtiene el valor de Riesgo MUY ALTO:

	<b>Factor</b>	<b>Valor riesgo</b>
Peligrosidad	0,503	
Vulnerabilidad	0,351	0,177

<b>Riesgo Muy Alto</b>	$0.068 \leq R < 0.253$
<b>Riesgo Alto</b>	$0.018 \leq R < 0.068$
<b>Riesgo Medio</b>	$0.005 \leq R < 0.018$
<b>Riesgo Bajo</b>	$0.001 \leq R < 0.005$

Cálculo de la demanda del colector primario en la avenida Tarata proyectada a 20 años.

Año	Años de diseño	Población total	Número de viviendas totales	Volumen desagüe promedio		
				l/día	m3/año	LPS
2022	0	24 761	6 703	4 357 915	1 590 639	50,44
2023	1	25 145	6 807	4 425 463	1 615 294	51,22
2024	2	25 528	6 911	4 493 011	1 639 949	52,00
2025	3	25 912	7 015	4 560 558	1 664 604	52,78
2026	4	26 296	7 119	4 628 106	1 689 259	53,57
2027	5	26 680	7 222	4 695 654	1 713 914	54,35
2028	6	27 064	7 326	4 763 201	1 738 568	55,13
2029	7	27 447	7 430	4 830 749	1 763 223	55,91
2030	8	27 831	7 534	4 898 297	1 787 878	56,69
2031	9	28 215	7 638	4 965 844	1 812 533	57,48
2032	10	28 599	7 742	5 033 392	1 837 188	58,26
2033	11	28 983	7 846	5 100 940	1 861 843	59,04
2034	12	29 366	7 950	5 168 487	1 886 498	59,82
2035	13	29 750	8 054	5 236 035	1 911 153	60,60
2036	14	30 134	8 158	5 303 583	1 935 808	61,38
2037	15	30 518	8 261	5 371 131	1 960 463	62,17
2038	16	30 902	8 365	5 438 678	1 985 118	62,95
2039	17	31 285	8 469	5 506 226	2 009 772	63,73
2040	18	31 669	8 573	5 573 774	2 034 427	64,51
2041	19	32 053	8 677	5 641 321	2 059 082	65,29
2042	20	32 437	8 781	5 708 869	2 083 737	66,07

Cálculo del caudal de diseño proyectado a 20 años.

Año	Años de diseño	Caudal de infiltración			Caudales herrados (l/s) 5% Qmax.h LPS	Demanda total promedio (LPS)	Demanda máxima hora (LPS)
		Longitud km	C.L. (l/s/km)	LPS			
2022	0	0,621	0,05	0,03	5,04	55,51	111,03
2023	1	0,621	0,05	0,03	5,12	56,37	112,75
2024	2	0,621	0,05	0,03	5,20	57,23	114,47
2025	3	0,621	0,05	0,03	5,28	58,09	116,19
2026	4	0,621	0,05	0,03	5,36	58,95	117,91
2027	5	0,621	0,05	0,03	5,43	59,81	119,63
2028	6	0,621	0,05	0,03	5,51	60,67	121,35
2029	7	0,621	0,05	0,03	5,59	61,53	123,07
2030	8	0,621	0,05	0,03	5,67	62,39	124,79
2031	9	0,621	0,05	0,03	5,75	63,25	126,51
2032	10	0,621	0,05	0,03	5,83	64,11	128,23
2033	11	0,621	0,05	0,03	5,90	64,97	129,95
2034	12	0,621	0,05	0,03	5,98	65,83	131,67
2035	13	0,621	0,05	0,03	6,06	66,69	133,39
2036	14	0,621	0,05	0,03	6,14	67,55	135,11
2037	15	0,621	0,05	0,03	6,22	68,41	136,83
2038	16	0,621	0,05	0,03	6,29	69,27	138,55
2039	17	0,621	0,05	0,03	6,37	70,13	140,27
2040	18	0,621	0,05	0,03	6,45	70,99	141,99
2041	19	0,621	0,05	0,03	6,53	71,85	143,71
2042	20	0,621	0,05	0,03	6,61	72,71	145,43

Aportantes al colector primario de la avenida Tarata según su uso.

Volumen asignado ( $m^3$ /mes)				
Social	Doméstico	Comercial	Industrial	Estatad
10	16	30	60	40

Nota: Modelo Reordenamiento Tarifario de la EPS TACNA S.A.

Aportante	Social	Comercial	Industrial	Estatad	Total
BUZÓN - 1	22	95	0	8	125
BUZÓN - 7	5	253	0	4	262
BUZÓN - 4	1	10	0	0	11
BUZÓN - 8	0	5	0	0	5
BUZÓN - 9	1	8	0	1	10
BUZÓN - 10	0	6	0	0	6
<b>SUBTOTAL</b>	<b>29</b>	<b>377</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>419</b>
CAUDAL ( $m^3$ /mes)	290	11310	0	520	12 120
CAUDAL (lts/s)	0,112	4,363	0	0,201	<b>4,676</b>

Caudal de aportación 80% 3,740 lts/s  
Caudal máximo horario 7,481 lts/s

### Diseño del caudal máximo horario

1. Población Actual

Viviendas: 6703  
Densidad: 3,694 hab/viv.

Población actual ( $P_o$ ): 24761 hab

2. Población futura

tasa de crecimiento ( $r$ ): 1,55 %  
Periodo de diseño ( $t$ ): 20 años

$P_f = P_o * (1 + r * t / 100)$

Población futura ( $P_f$ ): 32437 hab

3. Dotación (Dot)

220 l/hab/dia

## 4. Caudal máximo horario (Qmh)

Caudal medio diario  $Q_m = P_f \cdot \text{Dot} / 86400$   $Q_m = 82,5936$  l/s

Caudal de aportación  $Q_c = 0.80 \cdot Q_m$   $Q_c = 66,0749$  l/s

Coefficiente de variación Horaria  $K_2 = 2$   
 $Q_{mh} = Q_c \cdot K_2$   $Q_{mh} = 132,1497$  l/s

Caudal unitario  $Q_u = Q_{mh} / P_f$   $Q_u = 0,0041$  l/s

Aportantes por puntos	
Descripción	Viviendas
AL BUZÓN -1 585,568	3 786
AL BUZÓN -7 580,410	2 506
AL BUZÓN -4 581,612	209
AL BUZÓN -8 580,014	61
AL BUZÓN -9 579,445	69
AL BUZÓN -10 578,801	72



Caudal de diseño inicial.

Aporte no doméstico	7,481 l/s
Caudal máximo horario	111,028 l/s
Caudal actual	<b>118,509 l/s</b>

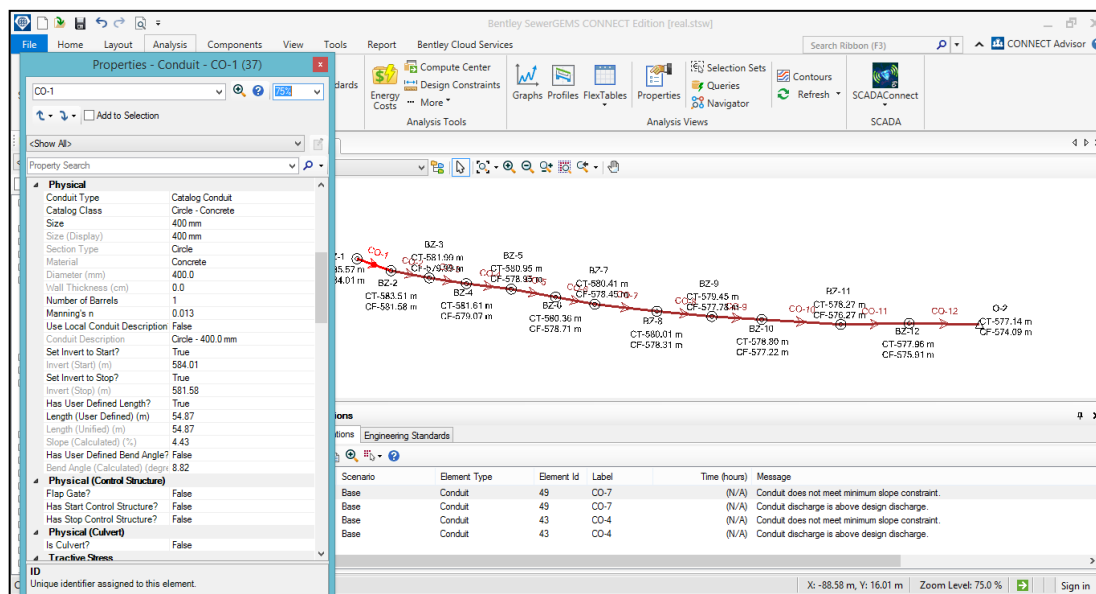
Caudal de diseño para una población futura en 20 años.

Caudal máximo horario	145,427 l/s
Aporte no doméstico	7,481 l/s
Caudal de diseño	<b>152,908 l/s</b>

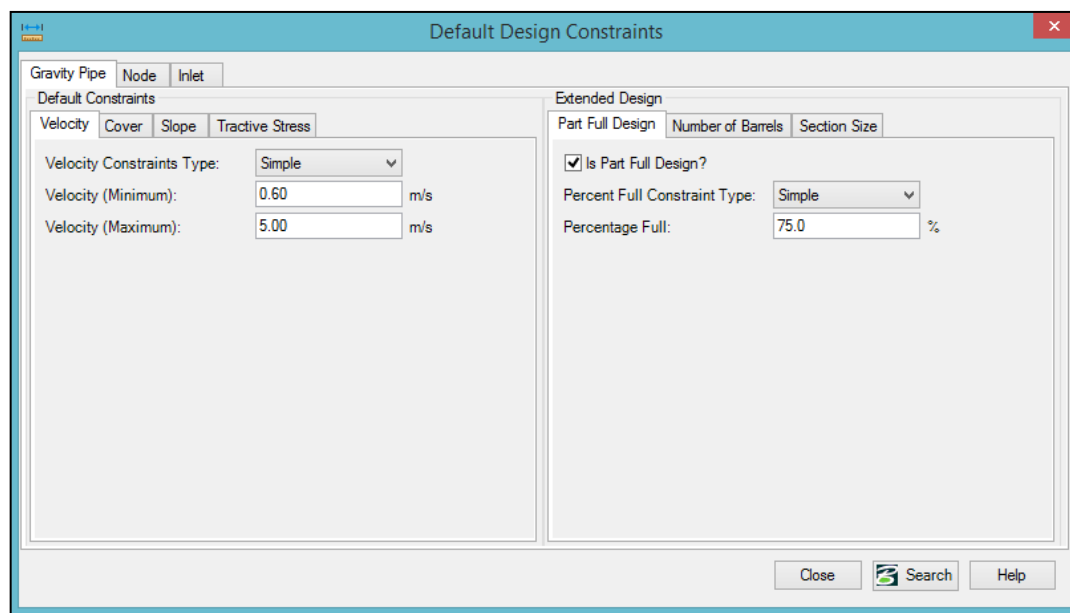
Área de drenaje del colector av. Tarata

Área	1 441 676,0063	$m^2$
Perímetro	6 917,8530	ml
<b>Área de drenaje</b>		
	1 441 676,006	$m^2$

Evaluación del colector primario de la avenida Tarata en condiciones actuales para una población inicial al 2022 tal con tubería de CSN – 16” DN 400 mm en el programa SewerGEMS.



**Nota.** Línea de conducción del colector primario en la avenida Tarata.

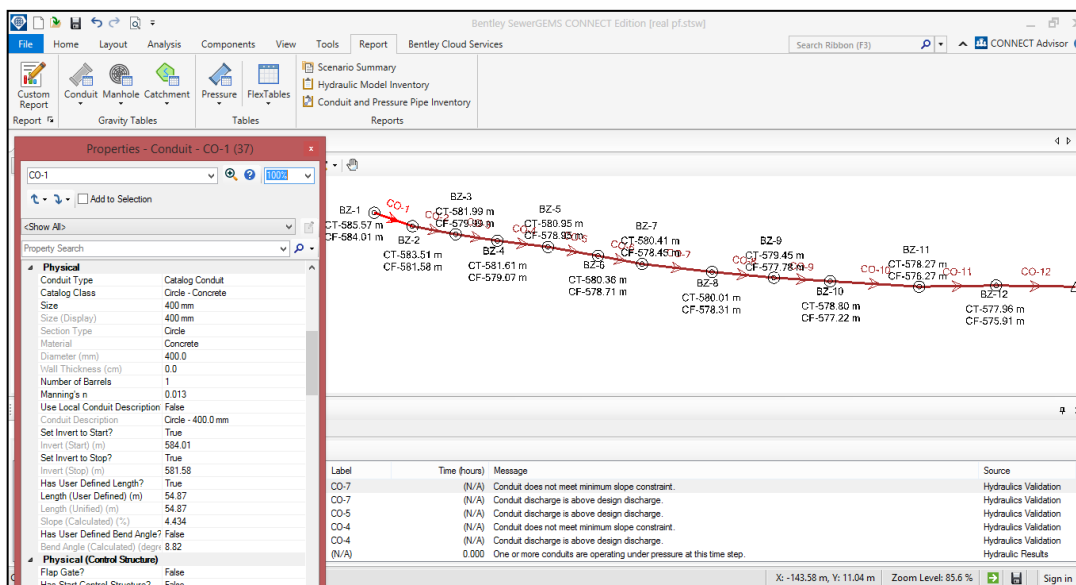


**Nota.** Configuración para tubería CSN de DN 400 mm.

	Buzón inicio	Cota de fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión Tractiva (Pascals)	Observación
37: CO-1	BZ-1	581.58	54.87	4.43	Cirde	400.0	0.013	2.96	0.20	118.51	438.52	48.9	34.014	
39: CO-2	BZ-2	579.99	46.46	3.42	Cirde	400.0	0.013	2.70	0.20	118.51	385.16	50.1	27.671	
41: CO-3	BZ-3	579.07	15.85	5.77	Cirde	400.0	0.013	3.26	0.28	118.51	500.29	69.0	41.893	
43: CO-4	BZ-4	578.95	34.26	0.37	Cirde	400.0	0.013	1.14	0.28	118.51	126.55	70.2	4.385	
45: CO-5	BZ-5	578.71	40.09	0.58	Cirde	400.0	0.013	1.38	0.25	118.51	158.25	63.4	6.504	
47: CO-6	BZ-6	578.45	20.07	1.31	Cirde	400.0	0.013	1.90	0.30	118.51	238.53	75.6	12.824	NO CUMPLE
49: CO-7	BZ-7	578.31	57.08	0.25	Cirde	400.0	0.013	0.94	0.30	118.51	103.29	75.6	2.411	NO CUMPLE
51: CO-8	BZ-8	577.78	75.95	0.70	Cirde	400.0	0.013	1.49	0.25	118.51	174.80	61.3	7.691	
53: CO-9	BZ-9	577.22	65.22	0.85	Cirde	400.0	0.013	1.61	0.24	118.51	191.99	59.5	8.989	
55: CO-10	BZ-10	576.27	63.53	1.50	Cirde	400.0	0.013	1.99	0.22	118.51	255.26	55.1	14.313	
57: CO-11	BZ-11	575.91	41.58	0.85	Cirde	400.0	0.013	1.61	0.24	118.51	192.02	59.5	8.991	
59: CO-12	BZ-12	574.09	106.04	1.72	Cirde	400.0	0.013	2.10	0.22	118.51	273.28	54.1	15.978	

**Nota.** Cuadro resultado de la evaluación donde los tramos 6 y 7 no cumplen con la norma OS.070 al sobrepasar el 75% en la relación Tirante / Diámetro.

Evaluación del colector primario de la avenida Tarata en condiciones actuales para una población futura de 20 años con tubería de CSN - 16" DN 400 mm en el programa SewerGEMS.



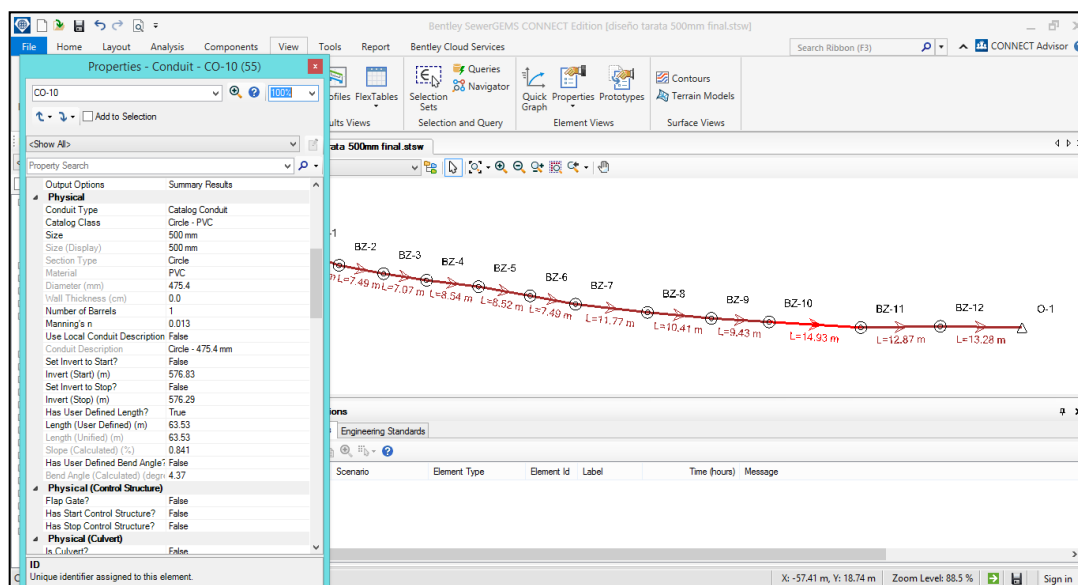
**Nota.** Línea de conducción del colector primario en la avenida Tarata.

**Nota.** Configuración para tubería CSN de DN 400 mm.

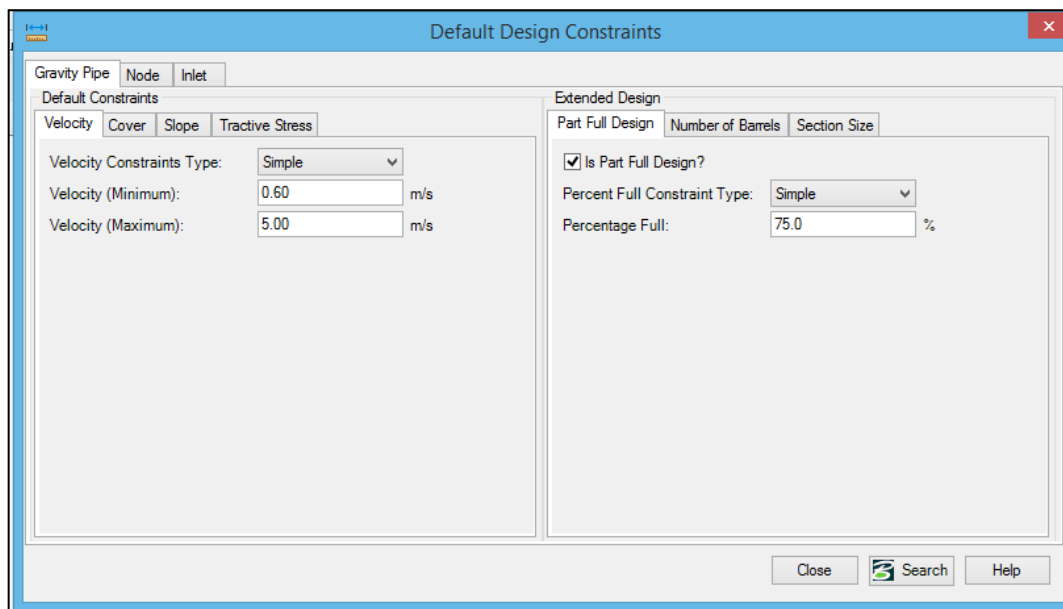
	Buzón	Cota Fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión tractiva (Pascals)	Observación
37: CO-1	BZ-1	581.58	54.87	4.434	Cirde	400.0	0.013	3.18	0.22	152.91	438.52	55.8	37.753	
39: CO-2	BZ-2	579.99	46.46	3.420	Cirde	400.0	0.013	2.89	0.23	152.91	385.16	57.4	30.674	
41: CO-3	BZ-3	579.07	15.85	5.771	Cirde	400.0	0.013	3.50	0.33	152.91	500.29	83.6	46.563	No cumple
43: CO-4	BZ-4	578.95	34.26	0.369	Cirde	400.0	0.013	1.22	0.35	152.91	126.55	87.6	3.619	No cumple
45: CO-5	BZ-5	578.71	40.09	0.577	Cirde	400.0	0.013	1.43	0.31	152.91	158.25	77.8	6.881	No cumple
47: CO-6	BZ-6	578.45	20.07	1.312	Cirde	400.0	0.013	2.01	0.35	152.91	238.53	88.2	14.057	No cumple
49: CO-7	BZ-7	578.31	57.08	0.246	Cirde	400.0	0.013	1.22	0.34	152.91	103.29	86.2	2.411	No cumple
51: CO-8	BZ-8	577.78	75.95	0.705	Cirde	400.0	0.013	1.57	0.29	152.91	174.80	71.7	8.265	
53: CO-9	BZ-9	577.22	65.22	0.850	Cirde	400.0	0.013	1.70	0.28	152.91	191.99	69.2	9.741	
55: CO-10	BZ-10	576.27	63.53	1.502	Cirde	400.0	0.013	2.12	0.25	152.91	255.26	63.4	15.723	
57: CO-11	BZ-11	575.91	41.58	0.850	Cirde	400.0	0.013	1.70	0.28	152.91	192.02	69.2	9.744	
59: CO-12	BZ-12	574.09	106.04	1.722	Cirde	400.0	0.013	2.24	0.25	152.91	273.28	62.2	17.588	

**Nota.** Cuadro resultado de la evaluación donde desde el tramo 3 al 7 no cumplen con la norma OS.070 al sobrepasar el 75% en la relación Tirante / Diámetro.

Propuesta de diseño del colector primario de la avenida Tarata para una población futura de 20 años con tubería de PVC - 20" DN 500 mm en el programa SewerGEMS.



**Nota.** Línea de conducción del colector primario en la avenida Tarata con tubería de PVC– DN 500 mm



**Nota.** Configuración para tubería PVC de DN 500 mm referente a la velocidad máxima y mínima.

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Consider Cover Along Pipe Length?

Active Terrain Model: <none>

Measure Cover To: Pipe Crown

Cover Constraints Type: Simple

Cover (Minimum): 1.50 m

Cover (Maximum): 4.57 m

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

**Nota.** Configuración para tubería PVC de DN 500 mm referida a la profundidad de buzón tanto el mínimo como la máxima profundidad diseñada.

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Slope Constraints Type: Simple

Slope (Minimum): 0.600 %

Slope (Maximum): 10.000 %

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

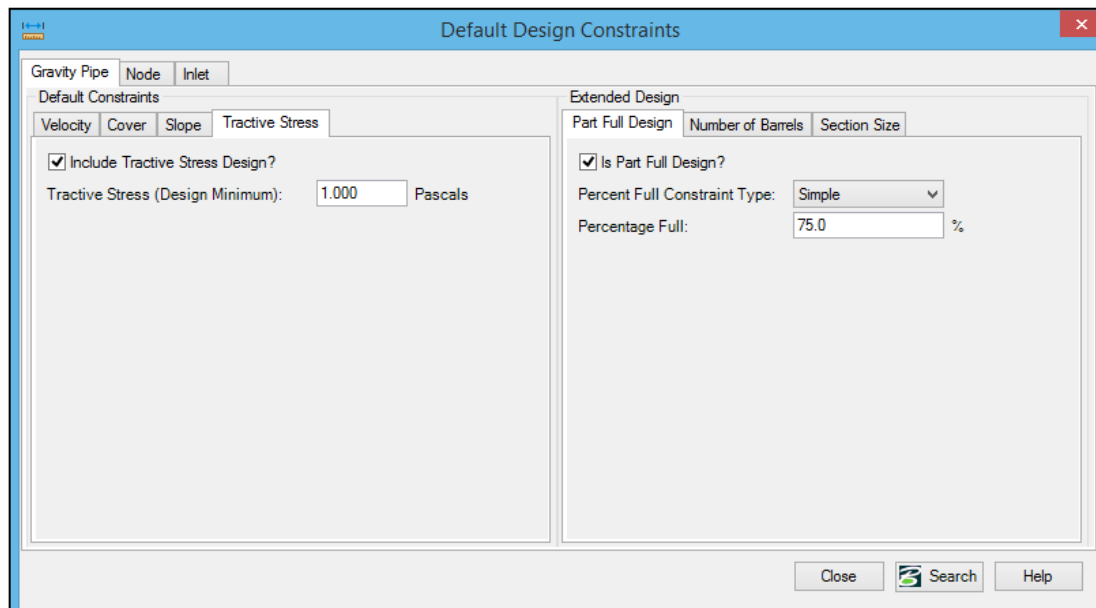
Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

**Nota.** Configuración para tubería PVC de DN 500 mm referida valores máximos y mínimos de la pendiente.

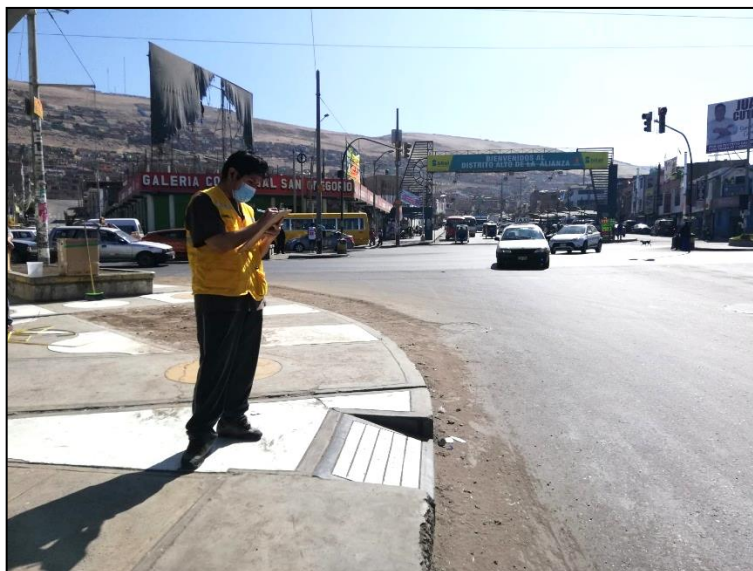


**Nota.** Configuración para tubería PVC de DN 500 mm referida a la tracción tractiva, donde por norma consideraremos como valor mínimo 1 Pa y valor máximo de la línea de agua en relación al diámetro de la tubería según norma OS.070 es de 75 %

	Buzón inicio	Cota de fondo (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Tipo de sección	Diámetro (mm)	Manning's n	Velocidad (m/s)	Tirante (m)	Caudal (L/s)	Capacidad (Caudal max.) (L/s)	Tirante / Diámetro (%)	Tensión Tractiva (Pascals)	Cumple Norma
37: CO-1	BZ-1	581.53	54.87	3.759	Cirde	475.4	0.013	2.96	0.21	152.91	639.97	45.0	32.573	SI
39: CO-2	BZ-2	580.01	46.46	3.270	Cirde	475.4	0.013	2.81	0.22	152.91	596.83	45.6	29.158	SI
41: CO-3	BZ-3	579.64	15.85	2.364	Cirde	475.4	0.013	2.50	0.23	152.91	507.49	47.5	22.541	SI
43: CO-4	BZ-4	578.97	34.26	1.945	Cirde	475.4	0.013	2.33	0.23	152.91	460.37	48.2	19.303	SI
45: CO-5	BZ-5	578.39	40.09	1.450	Cirde	475.4	0.013	2.09	0.24	152.91	397.52	49.9	15.269	SI
47: CO-6	BZ-6	578.27	20.07	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.67	56.2	7.459	SI
49: CO-7	BZ-7	577.93	57.08	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.67	56.2	7.459	SI
51: CO-8	BZ-8	577.47	75.95	0.600	Cirde	475.4	0.013	1.50	0.27	152.91	255.72	56.2	7.462	SI
53: CO-9	BZ-9	576.83	65.22	0.988	Cirde	475.4	0.013	1.82	0.25	152.91	328.06	52.4	11.203	SI
55: CO-10	BZ-10	576.29	63.53	0.841	Cirde	475.4	0.013	1.71	0.25	152.91	302.72	53.5	9.833	SI
57: CO-11	BZ-11	575.99	41.58	0.730	Cirde	475.4	0.013	1.62	0.26	152.91	281.99	54.6	8.761	SI
59: CO-12	BZ-12	575.16	106.04	0.779	Cirde	475.4	0.013	1.66	0.26	152.91	291.29	54.1	9.237	SI

**Nota.** Cuadro resultado del diseño propuesto donde con una tubería de PVC y DN 500 mm, se puede apreciar que en todos los tramos cumple con la norma OS.070

**Anexo 4. Panel fotográfico.**

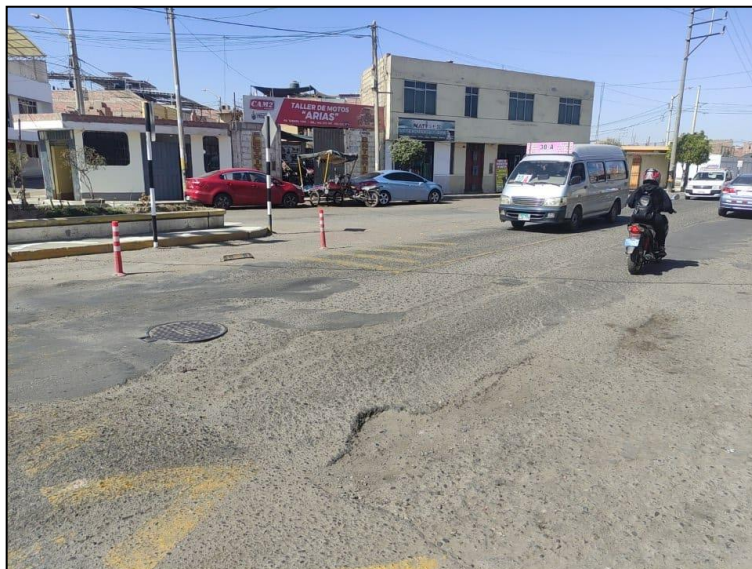


**Fotografía 1.** Inicio del colector primario en la avenida Tarata



**Fotografía 2.** Evidencia del mal estado de la carpeta asfáltica en la avenida Tarata.





**Fotografía 3.** La avenida Tarata presenta un tránsito vehicular medio – alto.



**Fotografía 4.** Vivienda con Pequeño muro de Protección para aguas de lluvia, huaicos, reboce de buzones de más arriba.



**Fotografía 5.** Realización de conteo de viviendas en la avenida Tarata.



**Fotografía 6.** Final del colector primario de la avenida Tarata intersección con la avenida Industrial.



**Fotografía 7.** Realización de encuesta a poblador de taller mecánico en la avenida Tarata.



**Fotografía 8.** Realización de encuesta a poblador en vivienda de la avenida Tarata.

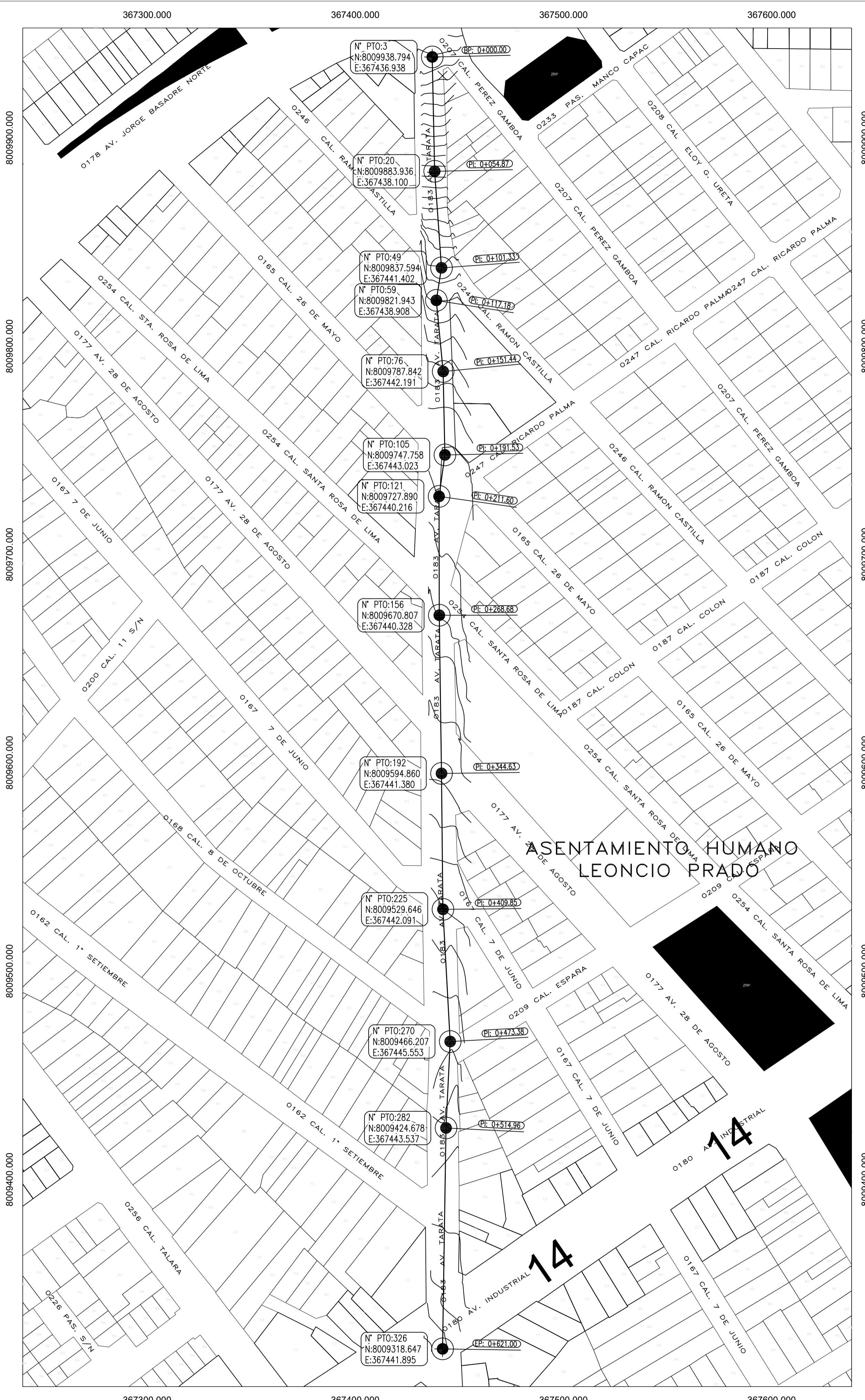


**Fotografía 9.** Levantamiento topográfico realizado con GPS diferencial TOPCON.



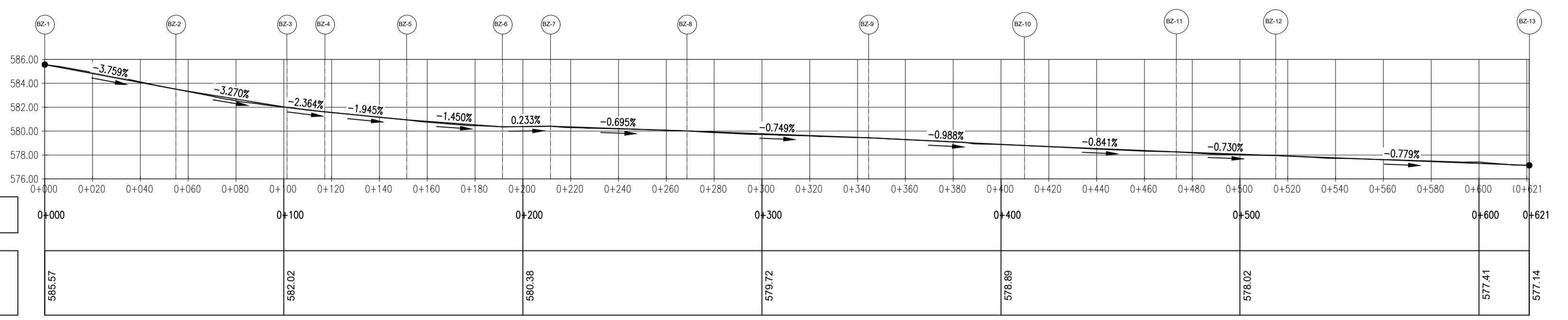
**Fotografía 10.** BM referencial de la EPS TACNA S.A. ubicado en la intersección de la av. Gustavo Pinto con Jorge Basadre.

## **Anexo 5. Planos**



**PLANO DE UBICACION**

ESC: 1/1250



**PERFIL LONGITUDINAL Y PENDIENTES**

ESC: 1/1500

PUNTO	BUZON	NORTE	ESTE	COTA	KILOMETRO(m)
3	BZ-1	8009938.7935	367436.9383	585.5687	0+000
20	BZ-2	8009883.9361	367438.1004	583.5059	0+054.87
49	BZ-3	8009837.5935	367441.4025	581.9868	0+101.33
59	BZ-4	8009821.9429	367438.9081	581.6121	0+117.18
76	BZ-5	8009787.8415	367442.1911	580.9456	0+151.44
105	BZ-6	8009747.7584	367443.0234	580.3641	0+191.53
121	BZ-7	8009727.8895	367440.2157	580.4108	0+211.60
156	BZ-8	8009670.8072	367440.3282	580.0140	0+268.68
192	BZ-9	8009594.8605	367441.3802	579.4453	0+344.63
225	BZ-10	8009529.6465	367442.0908	578.8010	0+409.85
270	BZ-11	8009466.2068	367445.5532	578.2666	0+473.38
282	BZ-12	8009424.6776	367443.5369	577.9631	0+514.96
326	BZ-13	8009318.6473	367441.8950	577.1372	0+621.00

CUADRO TECNICO: DATUM UTM-84 ZONA 19-S

DESCRIPCION DE ESTACION		
IDENTIFICACION: <b>H-10</b>	DETERMINADO POR: 	
UBICACION: Distrito : <b>ALTO DE LA ALIANZA</b> Provincia : <b>TACNA</b> Departamento : <b>TACNA</b>	EQUIPO: <b>HIPER V</b>	FECHA: <b>JUNIO 2022</b>
COORDENADAS GEOCENTRICAS X : <b>2051210.7190</b> Y : <b>-5711546.6910</b> Z : <b>-1957985.5005</b>		COORDENADAS WGS 84: GEOGRAFICAS Latitud : <b>17°59'39.61290"S</b> Longitud : <b>70°14'42.21672"W</b>
COORDENADAS TOPOGRAFICAS WGS 84: Norte : <b>800998.5012</b> Este : <b>368182.0060</b>		ZONA UTM <b>19 SUR</b>
Altura Elipsoidal: <b>638.1875</b>	Elev. Ortométrica. <b>604.2589</b>	F. de Escala Combinada: <b>1.000285399360</b>
ITINERARIO: La placa se encuentra ubicada en la esquina de la Av. Circunvalación Norte con la Av. Pinto en la parte inferior del sardinel central del paseo de los Héroes cerca a los rieles de protección de tránsito, es una placa de Bronce incrustado en pista de asfalto vaciado en mezcla de concreto.		

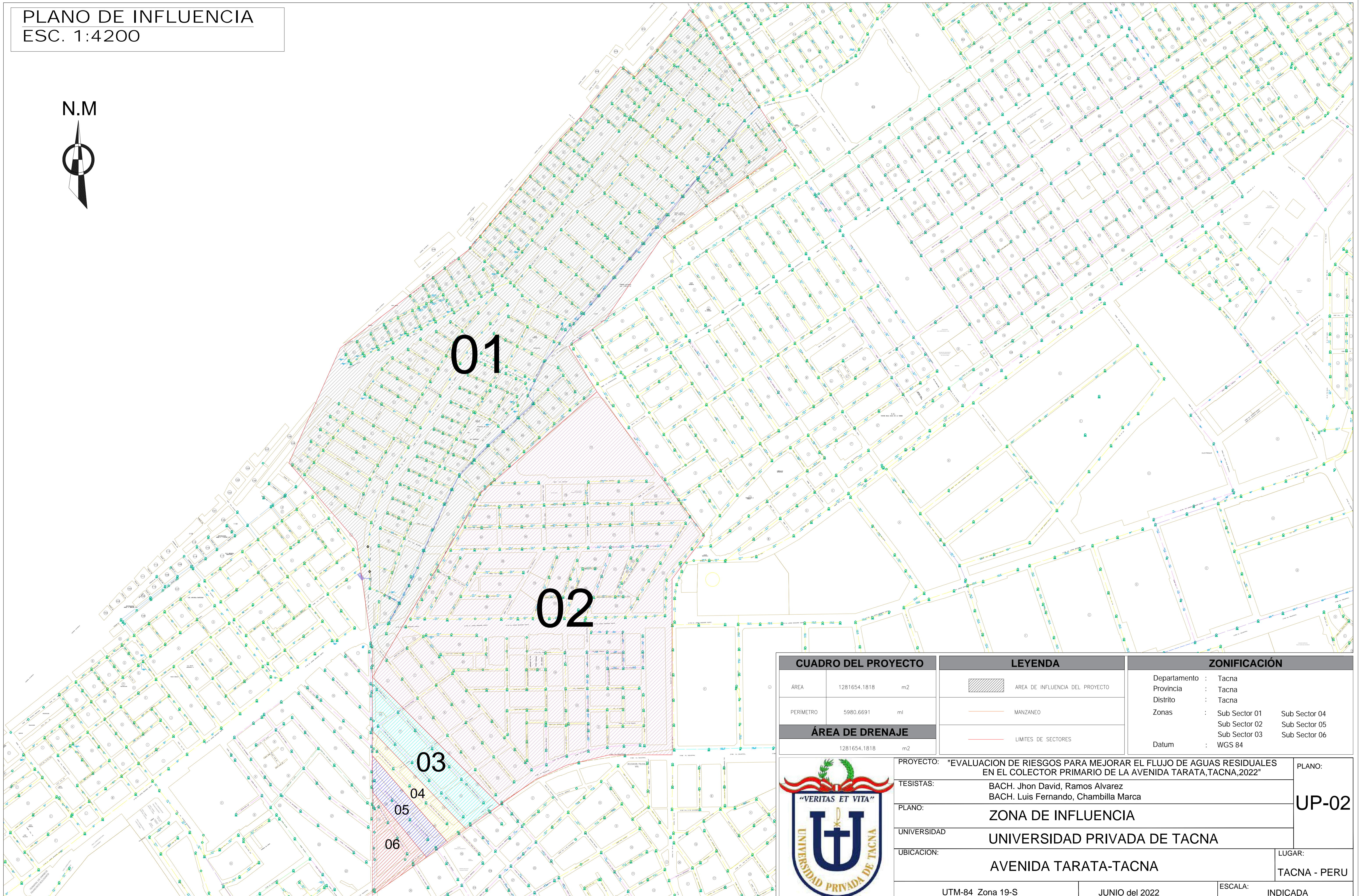
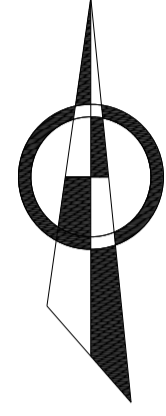
PUNTO DE REFERENCIA



PROYECTO: "EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022"	PLANO:
TESISTAS: BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca	<b>UP-01</b>
PLANO: <b>UBICACION - PERFIL LONGITUDINAL</b>	
UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	
UBICACION: <b>AVENIDA TARATA-TACNA</b>	LUGAR: <b>TACNA - PERU</b>
UTM-84 Zona 19-S	JUNIO del 2022
	1500/1250

PLANO DE INFLUENCIA  
ESC. 1:4200

N.M



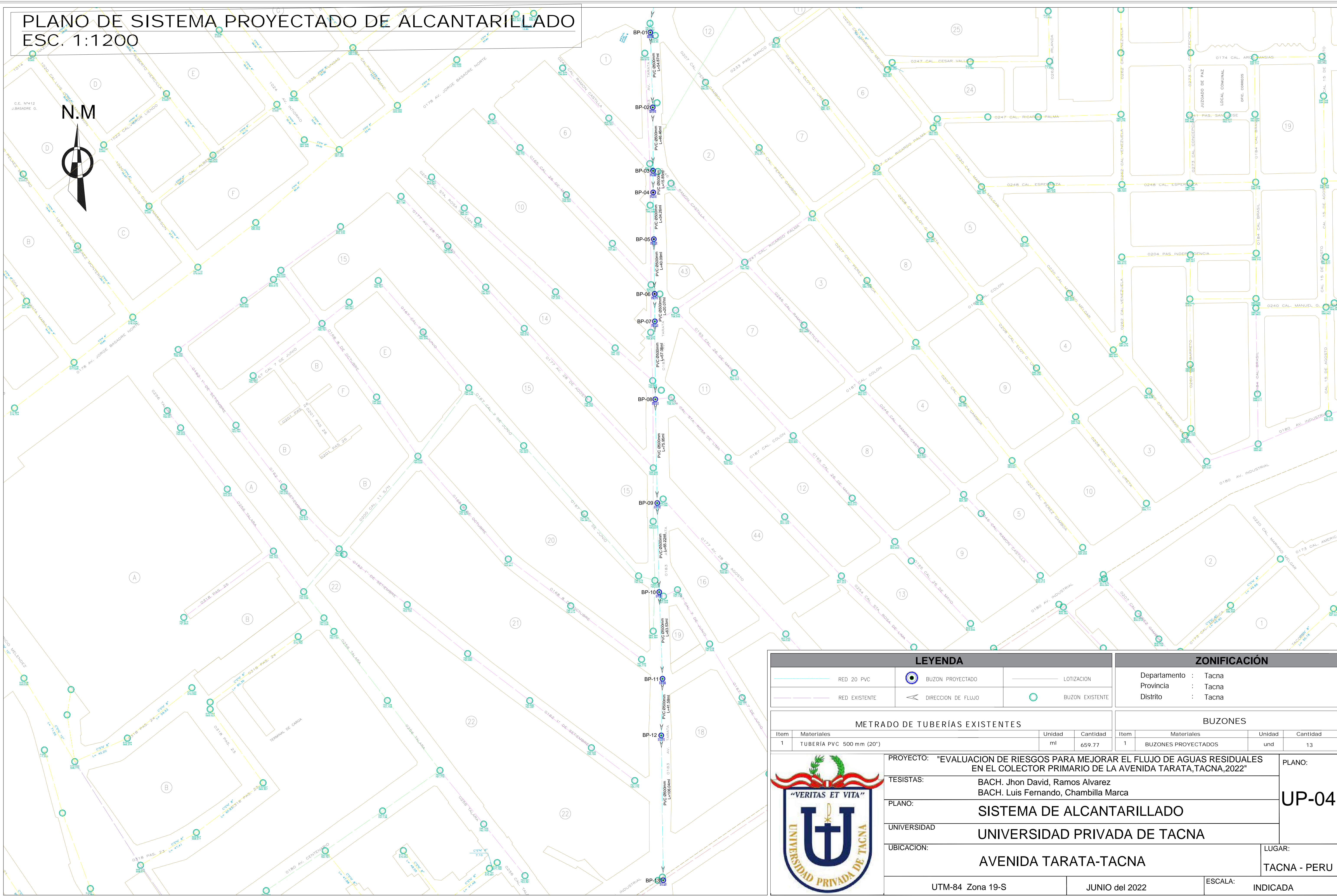
CUADRO DEL PROYECTO		LEYENDA		ZONIFICACIÓN	
ÁREA	1281654.1818 m <sup>2</sup>		ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	Departamento	: Tacna
PERIMETRO	5980.6691 ml		MANZANEO	Provincia	: Tacna
<b>ÁREA DE DRENAJE</b>			LIMITES DE SECTORES	Distrito	: Tacna
1281654.1818 m <sup>2</sup>				Zonas	: Sub Sector 01    Sub Sector 04 Sub Sector 02    Sub Sector 05 Sub Sector 03    Sub Sector 06
				Datum	: WGS 84
		PROYECTO: "EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022"			PLANO:
		TESISTAS: BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca			UP-02
		PLANO: ZONA DE INFLUENCIA			
		UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			
UBICACION: AVENIDA TARATA-TACNA				LUGAR:	
				TACNA - PERU	
UTM-84 Zona 19-S		JUNIO del 2022		ESCALA:	INDICADA



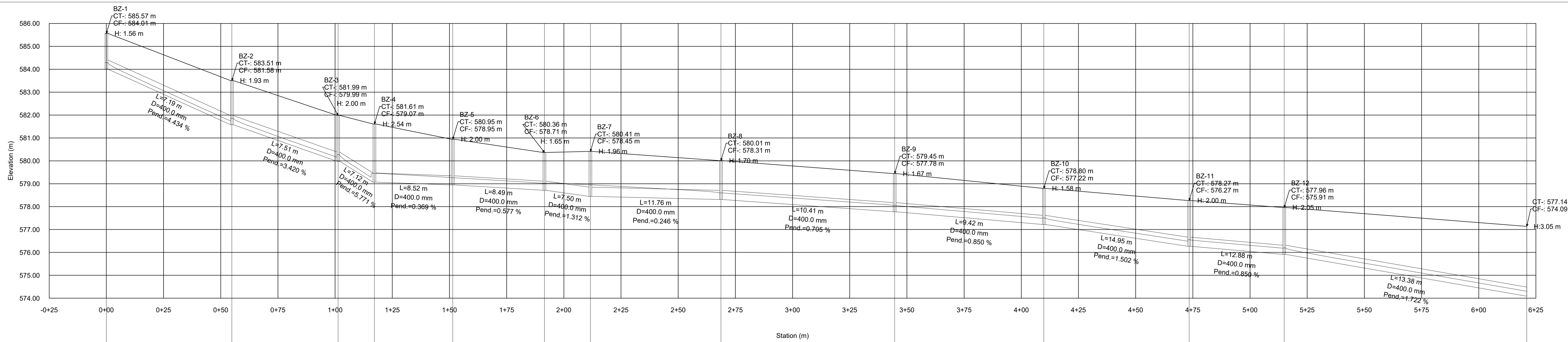


# PLANO DE SISTEMA PROYECTADO DE ALCANTARILLADO ESC. 1:1200

N.M



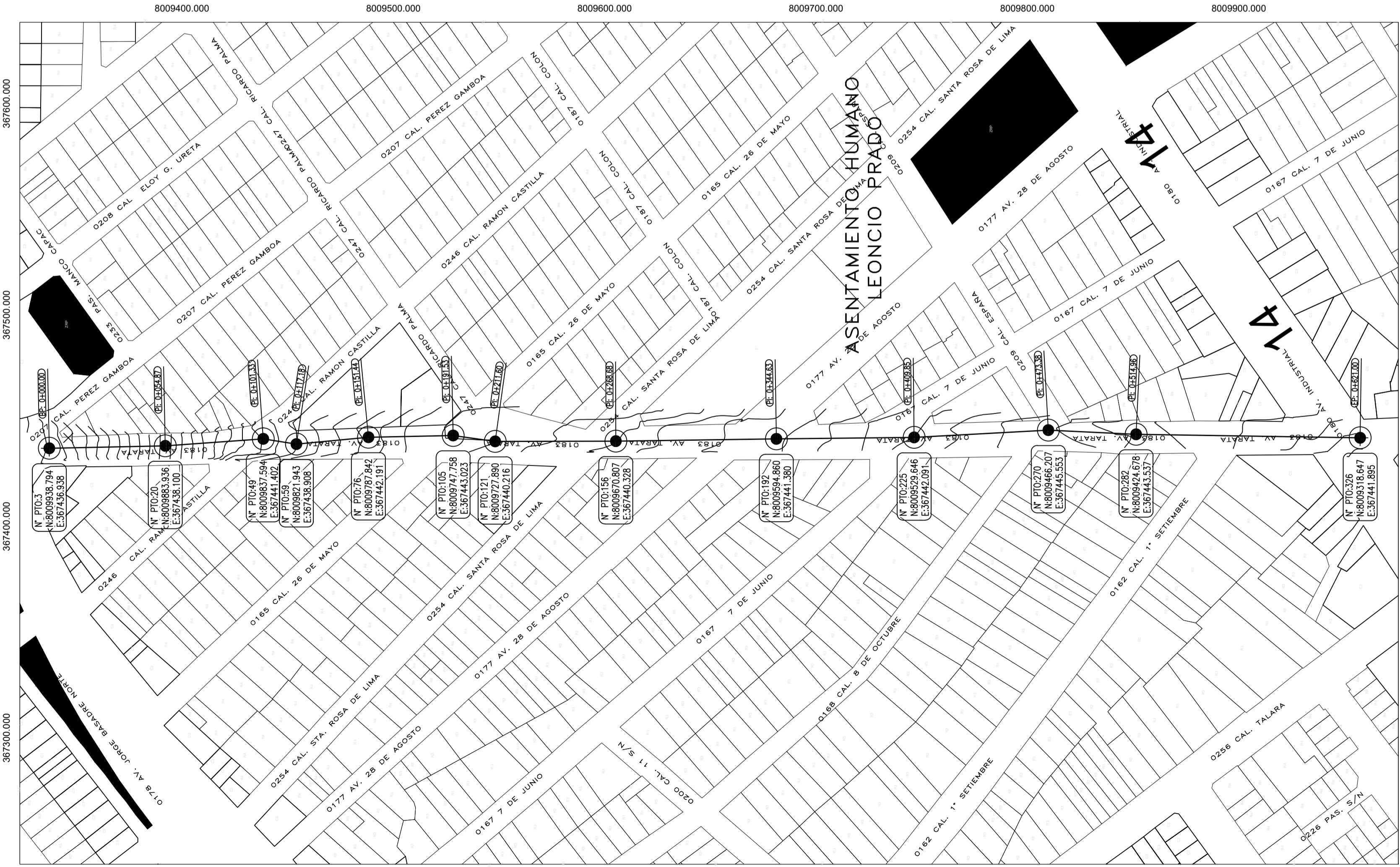
LEYENDA				ZONIFICACIÓN			
	RED 20 PVC		BUZON PROYECTADO		LOTIZACION	Departamento :	Tacna
	RED EXISTENTE		DIRECCION DE FLUJO		BUZON EXISTENTE	Provincia :	Tacna
						Distrito :	Tacna
METRADO DE TUBERÍAS EXISTENTES				BUZONES			
Item	Materiales	Unidad	Cantidad	Item	Materiales	Unidad	Cantidad
1	TUBERÍA PVC 500 mm (20")	ml	659.77	1	BUZONES PROYECTADOS	und	13
				PROYECTO: "EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022" TESISTAS: BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca PLANO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA UBICACION: AVENIDA TARATA-TACNA			
UTM-84 Zona 19-S				JUNIO del 2022		ESCALA: INDICADA	
						PLANO: <b>UP-04</b> LUGAR: TACNA - PERU	



Length (Unified) (m)	54.87	46.46	15.85	34.26	40.09	20.07	57.08	75.95	65.22	63.53	41.58	106.04	
Rise (Unified) (m)/Material	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	
Flow (L/s)	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	
Slope (Calculated) (%)	4.434	3.420	5.771	0.369	0.577	1.312	0.246	0.705	0.850	1.502	0.850	1.722	
Label	BZ-1	BZ-2	BZ-3	BZ-4	BZ-5	BZ-6	BZ-7	BZ-8	BZ-9	BZ-10	BZ-11	BZ-12	O-2
Elevation (Ground) (m)	585.57	583.51	581.99	581.61	580.95	580.36	580.41	580.01	579.45	578.80	578.27	577.96	577.14
Elevation (Invert) (m)	584.01	581.58	579.99	579.07	578.95	578.71	578.45	578.31	577.78	577.22	576.27	575.91	574.09
Station (m)	0+00	0+55	1+01	1+17	1+51	1+92	2+12	2+89	3+45	4+10	4+73	5+15	6+21

## PERFIL LONGITUDINAL DE CSN 16" EXISTENTE

ESC: 1/850

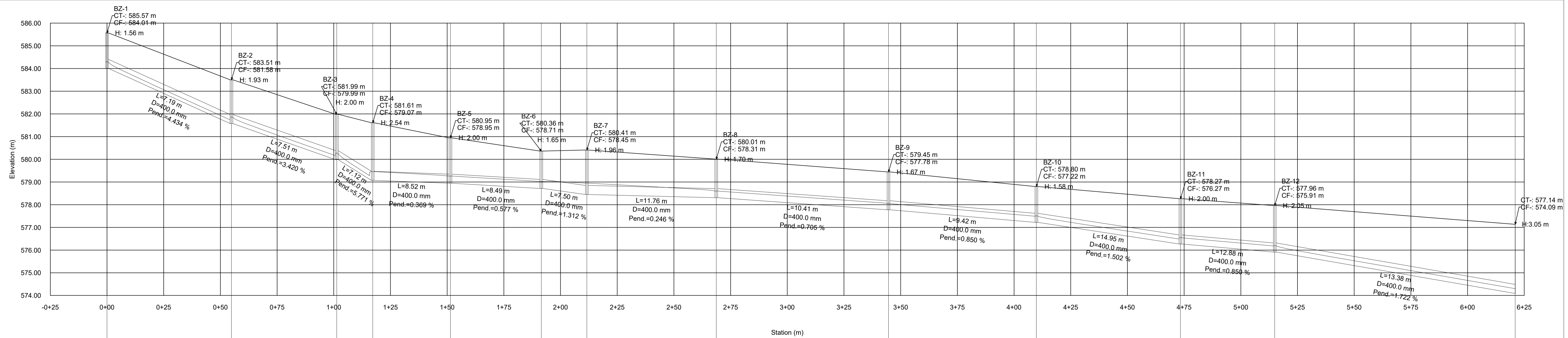


## PLANO DE UBICACION

ESC: 1/1200

PUNTO	BUZON	NORTE	ESTE	COTA	KILOMETRO(m)
3	BZ-1	8009938.7935	367436.9383	585.5687	0+000
20	BZ-2	8009883.9361	367438.1004	583.5059	0+054.87
49	BZ-3	8009837.5935	367441.4025	581.9868	0+101.33
59	BZ-4	8009821.9429	367438.9081	581.6121	0+117.18
76	BZ-5	8009787.8415	367442.1911	580.9456	0+151.44
105	BZ-6	8009747.7584	367443.0234	580.3641	0+191.53
121	BZ-7	8009727.8895	367440.2157	580.4108	0+211.60
156	BZ-8	8009670.8072	367440.3282	580.0140	0+268.68
192	BZ-9	8009594.8605	367441.3802	579.4453	0+344.63
225	BZ-10	8009529.6465	367442.0908	578.8010	0+409.85
270	BZ-11	8009466.2068	367445.5532	578.2666	0+473.38
282	BZ-12	8009424.6776	367443.5369	577.9631	0+514.96
326	BZ-13	8009318.6473	367441.8950	577.1372	0+621.00

	PROYECTO: "EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022" TESISTAS: BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca	PLANO: <b>P-01E</b>
	PLANO: <b>PERFIL LONGITUDINAL TUBERIA CSN 16" EXISTENTE</b>	
	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	LUGAR: <b>TACNA - PERU</b>
	UBICACION: <b>AVENIDA TARATA-TACNA</b>	
UTM-84 Zona 19-S	JUNIO del 2022	1500/1250

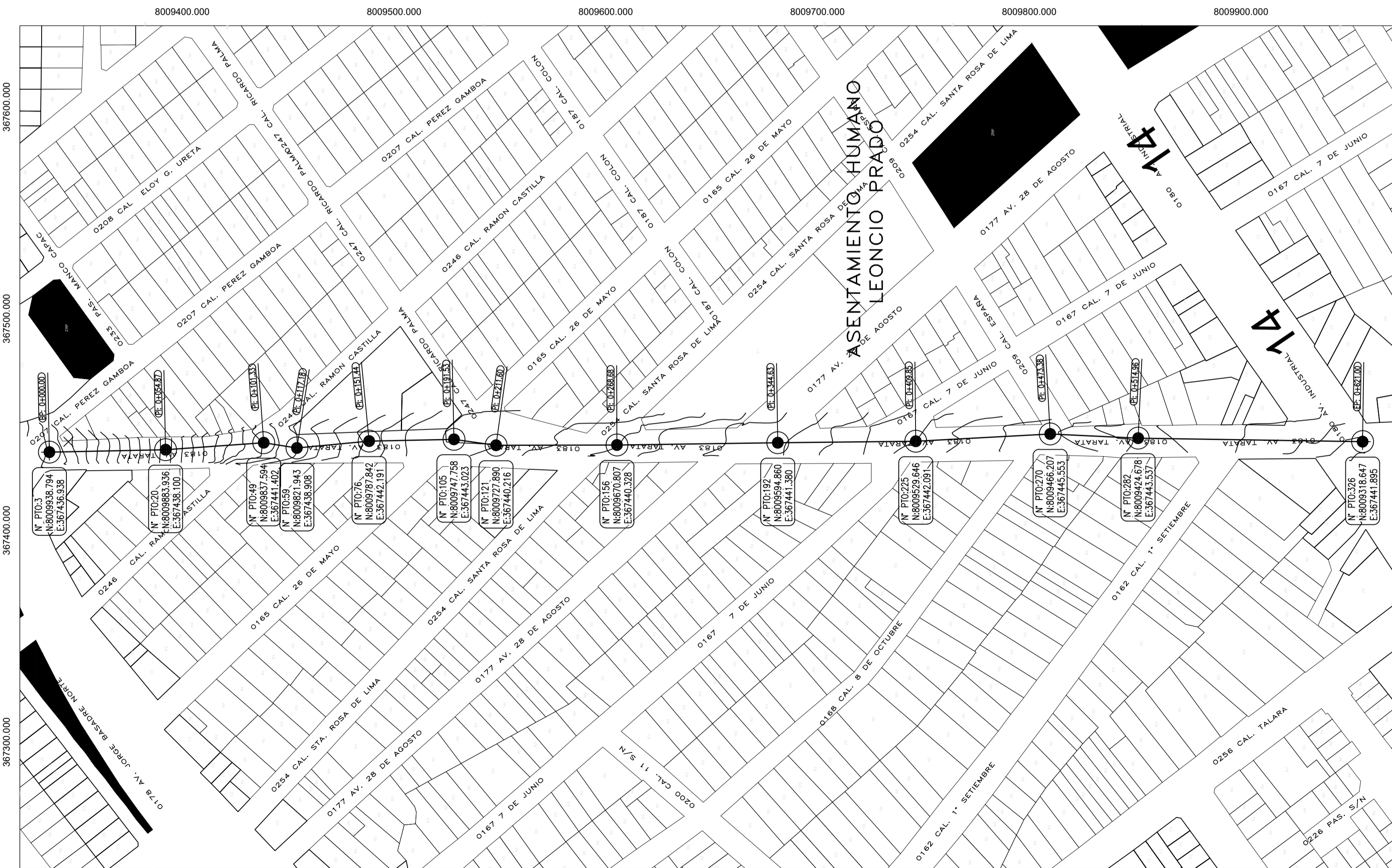


Length (Unified) (m)	54.87	46.46	15.85	34.26	40.09	20.07	57.08	75.95	65.22	63.53	41.58	106.04	
Rise (Unified) (m)/Material	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	0.40/Concrete	
Flow (L/s)	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	
Slope (Calculated) (%)	4.434	3.420	0.369	0.369	0.577	1.312	0.246	0.705	0.850	1.502	0.850	1.722	
Label	BZ-1	BZ-2	BZ-3	BZ-4	BZ-5	BZ-6	BZ-7	BZ-8	BZ-9	BZ-10	BZ-11	BZ-12	O-2
Elevation (Ground) (m)	585.57	583.51	581.99	581.61	580.95	580.36	580.41	580.01	579.45	578.80	578.27	577.96	577.14
Elevation (Invert) (m)	584.01	581.58	579.99	579.07	578.95	578.71	578.45	578.31	577.78	577.22	576.27	575.91	574.09
Station (m)	0+00	0+55	1+01	1+17	1+51	1+92	2+12	2+69	3+45	4+10	4+73	5+15	6+21

# PERFIL LONGITUDINAL DE CSN 16" EN 20 AÑOS

ESC: 1/850

PUNTO	BUZON	NORTE	ESTE	COTA	KILOMETRO(m)
3	BZ-1	8009938.7935	367436.9383	585.5687	0+000
20	BZ-2	8009883.9361	367438.1004	583.5059	0+054.87
49	BZ-3	8009837.5935	367441.4025	581.9868	0+101.33
59	BZ-4	8009821.9429	367438.9081	581.6121	0+117.18
76	BZ-5	8009787.8415	367442.1911	580.9456	0+151.44
105	BZ-6	8009747.7584	367443.0234	580.3641	0+191.53
121	BZ-7	8009727.8895	367440.2157	580.4108	0+211.60
156	BZ-8	8009670.8072	367440.3282	580.0140	0+268.68
192	BZ-9	8009594.8605	367441.3802	579.4453	0+344.63
225	BZ-10	8009529.6465	367442.0908	578.8010	0+409.85
270	BZ-11	8009466.2068	367445.5532	578.2666	0+473.38
282	BZ-12	8009424.6776	367443.5369	577.9631	0+514.96
326	BZ-13	8009318.6473	367441.8950	577.1372	0+621.00

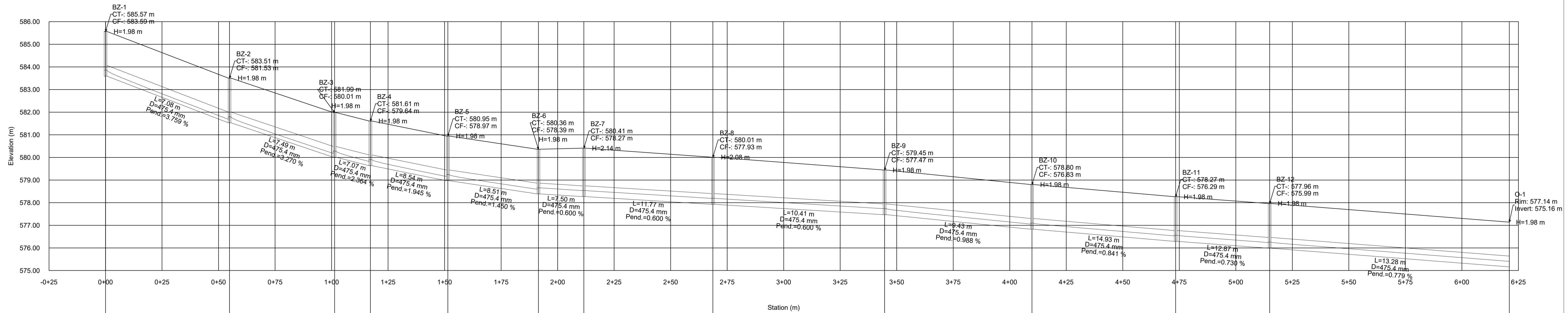


## PLANO DE UBICACION

ESC: 1/1200



PROYECTO:	"EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022"		PLANO:
TESISTAS:	BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca		<b>P-02E</b>
PLANO:	PERFIL LONGITUDINAL TUBERIA CSN 16" EN 20 AÑOS		
UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		LUGAR:
UBICACION:	AVENIDA TARATA-TACNA		TACNA - PERU
UTM-84 Zona 19-S		JUNIO del 2022	1500/1250

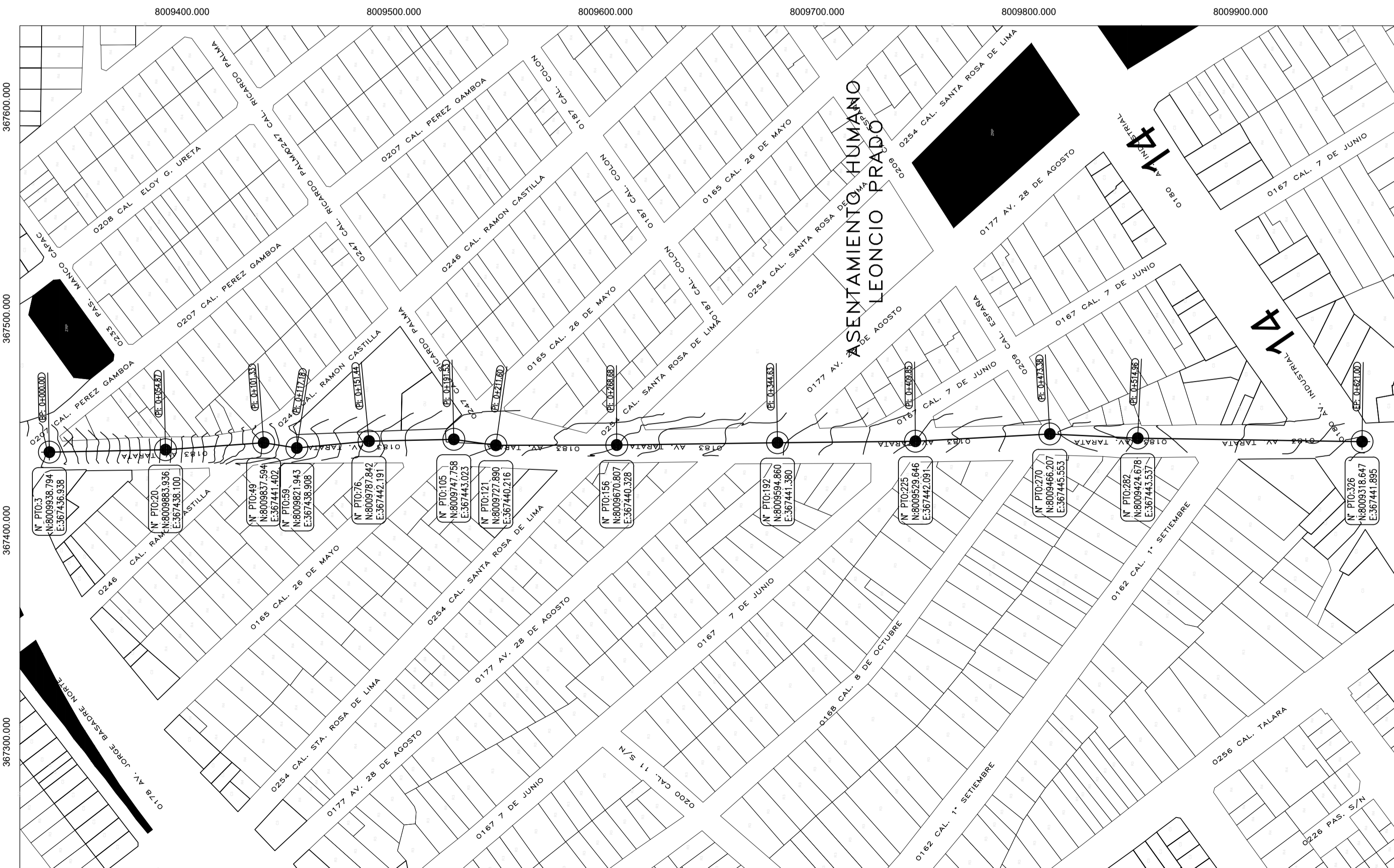


Length (Unified) (m)	54.87	46.46	15.85	34.26	40.09	20.07	57.08	75.95	65.22	63.53	41.58	106.04	
Rise (Unified) (m)/Material	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	0.48/PVC	
Flow (L/s)	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	152.91	
Slope (Calculated) (%)	3.759	3.270	2.364	1.945	1.450	0.600	0.600	0.600	0.988	0.841	0.730	0.779	
Label	BZ-1	BZ-2	BZ-3	BZ-4	BZ-5	BZ-6	BZ-7	BZ-8	BZ-9	BZ-10	BZ-11	BZ-12	O-1
Elevation (Ground) (m)	585.57	583.51	581.99	581.61	580.95	580.36	580.41	580.01	579.45	578.80	578.27	577.96	577.14
Elevation (Invert) (m)	583.59	581.53	580.01	579.64	578.97	578.39	578.27	577.93	577.47	576.83	576.29	575.99	575.16
Station (m)	0+00	0+55	1+01	1+17	1+51	1+92	2+12	2+69	3+45	4+10	4+73	5+15	6+21

## PERFIL LONGITUDINAL DE PROPUESTA PVC 20" EN 20 AÑOS

ESC: 1/850

PUNTO	BUZON	NORTE	ESTE	COTA	KILOMETRO(m)
3	BZ-1	8009938.7935	367436.9383	585.5687	0+000
20	BZ-2	8009883.9361	367438.1004	583.5059	0+054.87
49	BZ-3	8009837.5935	367441.4025	581.9868	0+101.33
59	BZ-4	8009821.9429	367438.9081	581.6121	0+117.18
76	BZ-5	8009787.8415	367442.1911	580.9456	0+151.44
105	BZ-6	8009747.7584	367443.0234	580.3641	0+191.53
121	BZ-7	8009727.8895	367440.2157	580.4108	0+211.60
156	BZ-8	8009670.8072	367440.3282	580.0140	0+268.68
192	BZ-9	8009594.8605	367441.3802	579.4453	0+344.63
225	BZ-10	8009529.6465	367442.0908	578.8010	0+409.85
270	BZ-11	8009466.2068	367445.5532	578.2666	0+473.38
282	BZ-12	8009424.6776	367443.5369	577.9631	0+514.96
326	BZ-13	8009318.6473	367441.8950	577.1372	0+621.00



## PLANO DE UBICACION

ESC: 1/1200



PROYECTO:	"EVALUACION DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022"		PLANO:
TESISTAS:	BACH. Jhon David, Ramos Alvarez BACH. Luis Fernando, Chambilla Marca		<b>P-03E</b>
PLANO:	PERFIL LONGITUDINAL TUBERIA PVC 20" A 20 AÑOS		
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		LUGAR:
UBICACION:	AVENIDA TARATA-TACNA		TACNA - PERU
UTM-84 Zona 19-S		JUNIO del 2022	1500/1250

**Anexo 6.** Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA MEJORAR EL FLUJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL COLECTOR PRIMARIO DE LA AVENIDA TARATA, TACNA, 2022					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente		
¿Cuál es el nivel de riesgo generado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna, 2022?	Determinar el nivel del riesgo originado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna, 2022.	El nivel del riesgo originado por el flujo de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata, es alto.	Evaluación de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de Peligro</li> <li>Nivel de Vulnerabilidad</li> <li>Escala de medición: Nominal; alto; medio; bajo.</li> </ul>	Tipo de Estudio y Nivel de Investigación <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Tipos de Estudio: Explicativo</li> <li>B) Nivel de Investigación: Aprehensivo, Comprensivo e Integrativo.</li> </ul>
Problema Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específica	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Población</li> <li>Escala de medición: Número de habitantes.</li> <li>Nivel Socio Económico</li> <li>Escala de medición: A; B; C y D.</li> <li>Topografía</li> <li>Escala de medición: Pendiente (%).</li> <li>Precipitaciones</li> <li>Escala de medición: m<sup>3</sup>/s</li> </ul>	
¿Cuáles son los niveles de peligros por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario de la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?	Determinar los niveles de peligro por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.	Los niveles de peligro por el flujo saturado de aguas residuales en el colector primario en la avenida Tarata, es alto.	Flujo de aguas residuales en el colector.		
¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?	Determinar los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.	Los niveles de vulnerabilidad por el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, es alto.			
¿Cuáles serían las condiciones del diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna?	Formular el diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata de la ciudad de Tacna.	El diseño para mejorar el flujo saturado de aguas residuales en la avenida Tarata, evitará los riesgos.			