

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE ASIA – CAÑETE  
DISEÑO DE REDES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**VICTOR HUGO SANCHEZ RAMIREZ**

**LIMA – PERÚ**

**2010**

## INDICE

	<b>Pag.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I: ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
1.1 Diagnóstico de la situación actual	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
2.1 Período de diseño	12
2.2 Población de diseño	15
2.3 Usos del agua – dotación	21
2.4 Área de diseño	28
2.5 Hidráulica de una red de alcantarillado	28
2.6 Aspectos normativos	30
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO</b>	<b>32</b>
3.1 Información básica	32
3.2 Cálculo hidráulico de la red	34
3.3 Conexiones domiciliarias	46
3.4 Cámaras de inspección y limpieza de las tuberías	47
<b>CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS Y CUERPO RECEPTOR</b>	<b>51</b>
4.1 Consideraciones generales para el tratamiento de las aguas negras	51
4.2 Diseño de la planta de oxidación	55
4.3 Aprovechamiento de las aguas tratadas	59
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO</b>	

## RESUMEN

El trabajo a nivel de Informe de Suficiencia denominado “Expediente Técnico del Sistema de Alcantarillado del Centro Poblado Santa Rosa de Asia – Cañete, Diseño de Redes” detalla los criterios utilizados para un eficiente y adecuado diseño del nuevo sistema de redes de alcantarillado para dicho centro poblado.

El objetivo principal es el diseño de una red de alcantarillado, que pueda cubrir el drenaje de las aguas residuales de las viviendas actuales y futuras en su totalidad; incluyendo las normativas y el diseño de una laguna de oxidación para el tratamiento de estas aguas.

Para implementar el nuevo sistema de alcantarillado, se está proponiendo que las aguas residuales sean recolectadas por gravedad, abarcando un área de 86 Ha; a través de 08 colectores y un emisor principal ubicado al sur del centro poblado. Las consideraciones y el dimensionamiento de la laguna de oxidación están incluidas en este informe, pero la ubicación será establecida por la propia Municipalidad, por no contar en estos momentos con un área oficial destinada para este componente.

Los anexos o sectores del Distrito de Asia, son actualmente atendidos en su servicio de agua y desagüe por la Empresa Municipal EPS EMAPA CAÑETE[4].

El diseño ha sido realizado utilizando como referencia las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE[11]), el Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas, aprobadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; R.S. N° 146-72-VI – DM del 8-3-72 y la Guía Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, realizado por el OPS[08]/CEPIS[02] Lima 2005.

El análisis poblacional fue realizado en base a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI[05]), con el censo del año 2007, habiéndose procedido a estudiar y analizar su crecimiento poblacional en base a la experiencia en poblaciones urbanas de la gran Lima.

Para los cálculos hidráulicos se ha utilizado la fórmula de Manning utilizando tuberías de PVC[09] ( $n = 0.010$ ) y buzones de inspección de concreto simple.

El caudal de diseño utilizado para el cálculo hidráulico fue de 16.4 L/s para una período de diseño de 15 años.

## LISTA DE CUADROS

		<b>Pag.</b>
Cuadro N° 1.01	Número Actual de Viviendas – Santa Rosa	8
Cuadro N° 1.02	Atendidos y Atenciones Por Tipo De Establecimiento, Según Provincia De Cañete – Año 2008	10
Cuadro N° 1.03	Principales Causas de Morbilidad Registradas en Consulta Externa Departamento de Lima – Año 2007	11
Cuadro N° 2.01	Período de Diseño según Población	13
Cuadro N° 2.02	Flexibilidad de las Instalaciones	14
Cuadro N° 2.03	Distribución de la Población por Sexo y Edad – Santa Rosa	16
Cuadro N° 2.04	Densidad Poblacional	20
Cuadro N° 2.05	Consumos Típicos de los Sectores: Domésticos, Industrial, Comercial, Público y Pérdidas	23
Cuadro N° 2.06	Dotación por Tamaño de la Población y Clima	24
Cuadro N° 2.07	Valores de Infiltración en Tuberías	26
Cuadro N° 3.01	Análisis Químico	33
Cuadro N° 3.02	Separación Máxima entre Buzones	37
Cuadro N° 3.03	Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Rosa de Asia	Santa 39
Cuadro N° 3.04	Datos de Buzones de Inspección	42
Cuadro N° 3.05	Dimensiones de Cajas de Registro	46
Cuadro N° 3.06	Distancia Máxima ente Cámaras de Inspección	48
Cuadro N° 3.07	Resumen de Buzones según Profundidad	49
Cuadro N° 4.01	Directrices Recomendadas Sobre la Calidad Microbiológica de las Aguas Residuales Empleadas en Agricultura	61

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura N° 2.01 Tubería Parcialmente Llena	30
Figura N° 3.01 Cámara de Inspección – Buzón Tipo I	49

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- [01]  $\tau_{\min}$ : Fuerza Tractiva Mínima
- [02] CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
- [03] DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
- [04] EMAPA Cañete: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Cañete S.A.
- [05] INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- [06] ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Normalización)
- [07] NTP: Norma Técnica Peruana
- [08] OPS: Organización Panamericana de la Salud
- [09] PVC: Poli Cloruro de Vinilo.
- [10] PVC-U: Poli Cloruro de Vinilo no plastificado
- [11] RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones
- [12] SENCICO: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
- [13] MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- [14] ACI: American Concrete Institute, USA. (Instituto Americano del Concreto)
- [15] OMS: Organización Mundial de la Salud

## INTRODUCCION

El presente informe, aborda un tema muy importante en cuanto al campo de saneamiento, como es el dotar de un eficiente sistema de alcantarillado para el centro poblado Santa Rosa de Asia, que en la actualidad carecen de este servicio.

De acuerdo a la información del último censo del año 2007, el centro poblado está conformado por 138 viviendas con una densidad promedio de 3 hab./lote que hacen una población de 338 habitantes.

EPS EMAPA CAÑETE[04], es la empresa que presta servicio de Agua y Alcantarillado en la zona sur del Departamento de Lima.

El presente estudio consta de un total de 04 capítulos. El primer capítulo es referido a los antecedentes con los que cuenta el centro poblado Santa Rosa de Asia y el estado actual de las instalaciones sanitarias.

En el segundo capítulo, se definen los parámetros de diseño, en el cual se establece un período de diseño y se realiza un estudio de la población futura. Asimismo se define la dotación para el cálculo del caudal de diseño.

En el tercer capítulo, se señala el desarrollo del sistema de alcantarillado elegido, el tipo de trazos y sus principales componentes. Incluye además el caudal de diseño y el cálculo hidráulico de la red de alcantarillado.

En el cuarto capítulo, se define el sistema de tratamiento de las aguas residuales y su futuro aprovechamiento.

En tal sentido, la intención es contribuir con este trabajo en el desarrollo del Expediente Técnico del diseño de la red de alcantarillado, siguiendo los lineamientos generales y secuencias, contenidos en reglamentos, normas pertinentes, para la concepción de un adecuado sistema; tratándose en lo posible, que los temas tratados sean de fácil entendimiento y comprensión, para su ejecución.

## **CAPÍTULO I: ANTECEDENTES**

El centro poblado Santa Rosa está ubicado en el extremo Este del distrito de Asia, Provincia de Cañete, Departamento de Lima, a 10 Km con dirección noreste del Km 101 de la Panamericana Sur. El acceso es a través de una carretera asfaltada que comunica con la Municipalidad de Asia (La Capilla), a partir de ese punto se puede acceder hacia muchos centros poblados por accesos aún no definidos como Santa Rosa y sus colindantes como los centros poblados El Platanal, La Isla y La Esquina de Asia.

Este centro poblado se formó como parte de la inmigración realizada por los habitantes de la sierra central y selva hacia la parte sur del departamento de Lima debido a la proliferación del terrorismo en la década de los 80. El crecimiento desordenado y la falta de organización vecinal han sido un obstáculo para desarrollarse social y económicamente. Actualmente viven en condiciones precarias al contar con el servicio de agua restringido y un sistema de desagüe artesanal a través de pozos sépticos y letrinas, contaminando su suelo y exponiendo a sus habitantes a diversas enfermedades como las gastrointestinales y virales.

Con la instalación del sistema de alcantarillado se brindará a sus habitantes mejores condiciones de vida, siendo un ejemplo a imitar por otros poblados aledaños que también necesitan urgentemente de un sistema de desagüe

### **1.1 Diagnóstico de la Situación Actual**

El centro poblado Santa Rosa cuya altitud promedio es de 110 msnm, presenta un clima desértico, con una temperatura media anual entre 16 a 24 °C y escasa precipitación (20 mm anuales).

El centro poblado, como la mayoría de los anexos del distrito de Asia están en pleno crecimiento poblacional, por lo que es necesario realizar un ordenamiento y una planificación adecuada; este crecimiento poblacional trae consigo la necesidad de mejorar los servicios de agua, desagüe, recojo de basura, educación, aumentar la cantidad de centros médicos, etc.

La número de habitantes, la actividad económica principal y el modo de vida son parámetros e indicadores necesarios para poder establecer una adecuada red de alcantarillado.



### 1.1.1 Población y Densidad Demográfica Actual

De acuerdo a la información del último censo del año 2007, el centro poblado está conformado por 138 lotes con una densidad poblacional promedio de 3 hab./vivienda que hacen una población de 338 habitantes.

CUADRO 1.01  
NUMERO ACTUAL DE VIVIENDAS – SANTA ROSA

Población	Ocupada, con personas presentes	De uso ocasional	Desocupada, en construcción / reparación	Abandonada, cerrada	Total
Rural	93	33	-	12	138
Total	93	33	-	12	138

Fuente: INEI[05]

El centro poblado tiene una conformación urbana en proceso de consolidación, notándose que solo el 14 % de lotes están ocupados y construidos con material de ladrillo, adobe; en algunos casos las viviendas están construidas de material rustico (madera, quincha y estera). Sus calles aún no han sido pavimentadas, la vía principal corresponde a la Av. Oscar R. Benavides que comunica con el distrito de Coaylo.

La cantidad de lotes proyectados asciende a 944 (511 lotes delimitados), sobre un área de 86.0 Ha. El plano de manzaneo y lotización se encuentra en trámite.

A nivel del distrito de Asia, la población según el censo del año 1993 alcanzó a 3466 habitantes; según el censo del 2005 se registraron 6037 pobladores y al 2007 la población total fue de 6618 habitantes. El crecimiento anual del distrito presenta una tendencia positiva censo tras censo. Luego, el área de intervención, muestra crecimientos sostenidos en los dos periodos inter censales 1993-2005 y 2005-2007; con tasas de crecimiento altas de 4.73 % y 3.56 % anuales respectivamente.

Según estas referencias el nuevo sistema de alcantarillado no solamente beneficiará a la actual población, sino que además deberá de satisfacer las necesidades de la población futura por todo el tiempo considerado en el diseño. Las consideraciones para determinar la población futura se establecen en el Capítulo II del presente informe.

Otra característica importante de la población es la actividad económica a la cual se dedican. Las principales actividades y ocupaciones de la población están basados en una agricultura para su autoconsumo, como peones para labranza y construcción, personal de seguridad, personal de limpieza y personal de

servicios no calificados. Los jornales percibidos por estos trabajadores son inferiores a los jornales percibidos en Lima, por ejemplo un peón de construcción percibe S/. 100.0 Nuevos Soles semanales. Siendo un indicativo de los bajos recursos de los pobladores de esta zona, carentes de infraestructuras apropiadas de salud y saneamiento.

### 1.1.2 Hábitos de Higiene

Los hábitos sanitarios e higiene están determinados por las facilidades sanitarias con que cuenta la población. El agua es restringida a 2 días a la semana y por 2 horas. El desagüe es a través de pozos sépticos y letrinas.

Las excretas son confinadas en los pozos sépticos y letrinas, existiendo aún en la zona inadecuadas prácticas de higiene y defecación al aire libre.

Por lo tanto los hábitos sanitarios están encuadrados dentro de la realidad y limitaciones en que vive la población.

El poblado de Santa Rosa carece de servicios hospitalarios, postas médicas.

La población tiene que acudir a la capital del Distrito (La Capilla) para poder atenderse de alguna enfermedad que pudiera padecer. En los Cuadros N° 1.02 y 1.03 muestran las estadísticas de atenciones por tipo de establecimiento y enfermedades más comunes en la zona.

Enfermedades predominantes:

- Infecciones respiratorias agudas seguida de
- Infecciones gastrointestinales

Las principales causas de las enfermedades son:

- La Helmintiasis (enfermedades parasitarias)
- La desnutrición
- Infecciones de la piel y tejido subcutáneo

### 1.1.3 Descripción y Evaluación General del Sistema de Agua Existente

La empresa que presta servicio de Agua y Alcantarillado es EPS EMAPA CAÑETE[04].

La mayor parte de la población consumen agua a través de un punto de agua a la intemperie, donde es recogido a través de baldes para cada vivienda, solo algunos cuentan con conexión domiciliaria independiente.

Este punto es abastecido a través de un pozo tubular de agua subterránea, llegando al poblado un tubería de PVC de 2" de diámetro, pero el servicio es

restringido a 3 días por semana y por 2 horas, la tarifa mensual que pagan en promedio es de S/. 10.0 Nuevos Soles.

**CUADRO N° 1.02**  
**ATENDIDOS Y ATENCIONES POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO, SEGÚN**  
**PROVINCIA DE CAÑETE – AÑO 2008**

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Atendidos / Atenciones</b>	<b>Total</b>	<b>Hospital e Instituto</b>	<b>Centro Salud</b>	<b>Puesto Salud</b>
<b>Cañete</b>		<b>Atendidos</b>	<b>126672</b>	<b>37761</b>	<b>58325</b>	<b>30586</b>
		<b>Atenciones</b>	<b>590633</b>	<b>129607</b>	<b>293787</b>	<b>167239</b>
	Asia	Atendidos	3167			3167
		Atenciones	12479			12479
	Calango	Atendidos	880			880
		Atenciones	4406			4406
	Cerro Azul	Atendidos	2835		2711	124
		Atenciones	20578		18890	1688
	Chilca	Atendidos	9122		6414	2708
		Atenciones	42780		31166	11614
	Coayllo	Atendidos	430			430
		Atenciones	1559			1559
	Imperial	Atendidos	14996		11628	3368
		Atenciones	89200		59391	29809
	Lunahuana	Atendidos	2998		2998	
		Atenciones	13881		13881	
	Mala	Atendidos	14406		8701	5705
		Atenciones	71209		38831	32378
	Nuevo Imperial	Atendidos	12964		7861	5103
		Atenciones	58615		29281	29334
	Pacaran	Atendidos	2316		1626	690
		Atenciones	11213		8487	2726
	Quilmana	Atendidos	4509		3807	702
		Atenciones	37631		33427	4204
	San Antonio	Atendidos	1926		1926	
		Atenciones	11443		11443	
	San Luis	Atendidos	5642		2685	2957
		Atenciones	31826		16220	15606
	San Vicente de Cañete	Atendidos	48464	37761	7968	2735
		Atenciones	173892	129607	32770	11515
	Santa Cruz de Flores	Atendidos	1262			1262
		Atenciones	6046			6046
	Zuñiga	Atendidos	755			755
		Atenciones	3875			3875

Fuente: Ministerio de Salud – Oficina General de Estadística e Informática

**CUADRO N° 1.03**  
**PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS EN CONSULTA**  
**EXTERNA DEPARTAMENTO DE LIMA – AÑO 2007**

Ord	Causas de Morbilidad	Total		Masculino		Femenino	
		N°	%	N°	%	N°	%
	<b>Total</b>	<b>6013534</b>	<b>100</b>	<b>2398031</b>	<b>100</b>	<b>3615503</b>	<b>100</b>
1	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	1267259	21.1	596360	24.9	670899	18.6
2	Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares	600878	10	205357	8.6	395521	10.9
3	Enfermedades infecciosas intestinales	308136	5.1	151752	6.3	156384	4.3
4	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	301017	5	143081	6	157936	4.4
5	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	233531	3.9	120202	5	113329	3.1
6	Otras enfermedades del sistema urinario	142729	2.4	23538	1	119191	3.3
7	Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	139207	2.3	44429	1.9	94778	2.6
8	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	136874	2.3	66451	2.8	70423	1.9
9	Infecciones con modo de transmisión predominantemente sexual	128002	2.1	4932	0.2	123070	3.4
10	Dermatitis y eczema	112703	1.9	50121	2.1	62582	1.7
11	Otras dorsopatías	91771	1.5	33833	1.4	57938	1.6
12	Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos	86731	1.4	6	0	86725	2.4
13	Trastornos no inflamatorios de los órganos genitales femeninos	85362	1.4	6	0	85356	2.4
14	Micosis	82749	1.4	32613	1.4	50136	1.4
15	Obesidad y otros tipos de hiperalimentación	80441	1.3	27633	1.2	52808	1.5
	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	203858	3.4	84034	3.5	119824	3.3
	Las demás causas	2012286	33.5	813683	33.9	1198603	33.2

Fuente: Ministerio de Salud – Oficina General de Estadística e Informática

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Este capítulo define conceptualmente los parámetros considerados para el diseño del nuevo sistema de alcantarillado del centro poblado Santa Rosa de Asia, tomando como base las normativas establecidas por el RNE[11] y el MVCS[13], en muchos casos adecuándolos a la realidad socioeconómica de la zona.

### 2.1 Período de Diseño

Cualquier obra de ingeniería que se ejecuta, debe ser hecha considerando que tenga un período de uso óptimo, período por el cual se le denomina Vida Útil del Proyecto.

Por lo que se define como Período de Diseño o del Proyecto al tiempo que una obra debe permanecer en uso eficiente y que al límite de este período deberán hacerse las ampliaciones y mejoras necesarias para que el servicio siga funcionando satisfactoriamente.

Este período está en relación directa con el monto de inversión.

#### 2.1.1 Criterios para fijar el Período de Diseño

Resulta muy complejo elegir el Período de Diseño de un proyecto, ya que está en función de muchos parámetros que determinan las características del Proyecto en sí. Generalmente se consideran los siguiente criterios:

a) Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE[11])

Según la Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño para Infraestructura Sanitaria, indica en el punto 1.2 lo siguiente: “Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas”

Es evidente que estos períodos óptimos y su aplicación dependerá del criterio del proyectista que deberá tener en cuenta la realidad de la zona y una adecuación a los parámetros antes mencionados.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento nos plantea períodos de Proyectos tentativos de acuerdo a la población de las ciudades, así tenemos:

CUADRO N° 2.01  
PERÍODO DE DISEÑO SEGÚN POBLACIÓN

Población	Período de Diseño
De 2000 a 20000 hab.	15 años
Más de 20000 hab.	10 años

Fuente: MVCS[13]

b) Criterio Poblacional – Tiempo

Que consiste en asumir una población futura y luego en base a esta se determina el tiempo en que dicha población será real. Este criterio es aplicable en ciudades grandes que tengan poblaciones cercanas a su saturación. El período de diseño está íntimamente ligado al grado de ampliar o sustituir las instalaciones.

c) Criterio Tiempo – Población

Se fija el período de proyecto y en base a este se calcula la población futura que habrá al término de este. Este criterio es el que se empleará en este caso de Santa Rosa, pues es el que más se ajusta a nuestra realidad, ya que es aplicable a poblaciones jóvenes en vías de desarrollo, que es el predominante en nuestro medio.

2.1.2 Factores que determinan el Período de un Proyecto

a) De Orden Material

El período está limitado a la vida probable de los materiales que componen la obra así como del equipo a instalarse. Para este caso la vida útil de las redes de alcantarillado fluctúan dentro del rango de 10 a 30 años; considerándose para el caso de tuberías, una vida útil de 20 años.

b) Flexibilidad de las Instalaciones

Se deberá prever la posibilidad de mejoramientos o sustituciones parciales de acuerdo a los incrementos y necesidades de la población. Este tiene que ver con el costo de la inversión, ya que un Proyecto no puede tener una amplitud superior a la necesaria, pues requeriría una excesiva inversión que no hace viable al Proyecto.

De acuerdo a los materiales existen períodos de Proyectos tentativos limitados por esta característica. Así por ejemplo:

CUADRO N° 2.02  
 FLEXIBILIDAD DE LAS INSTALACIONES

Tipo de Instalación	Características Especiales	Período (Años)
Conductores Diámetro > 0.3m	Sustitución costosa	20 a 25
Conductores Diámetro < 0.3m	Sustitución fácil, bajo costo	15 a 20
Maquinaria y Equipo	Desgaste rápido	10 a 20

Fuente: Propia

c) De Orden Poblacional

Es el más complejo de todos, debido a que por ejemplo una fuerte migración trae consigo las alteraciones básicas de diseño iniciales; lo que significa que existen una serie de imprevistos, que pueden traer por tierra el período de diseño elegido.

Por lo que en todo caso, para que este período refleje lo más cercanamente posible el tiempo de diseño elegido, es que debemos tener en cuenta siempre estos factores:

- Carácter y emplazamiento de la ciudad.
- Posibilidad de crecimiento industrial de la zona o zonas vecinas
- Atractivos propios de la zona, así como su posibilidad de expansión.

Como un criterio a usar se puede determinar que un crecimiento acelerado de población, requiere de un período de diseño corto que puede ser de 15 a 20 años; pues no se conoce con exactitud si el crecimiento de la población de la zona seguirá con el mismo ritmo o se producirá un estancamiento; este criterio generalmente se emplea en ciudades jóvenes en vías de desarrollo y con posibilidades de expansión tal el caso de Santa Rosa.

En cambio en ciudades grandes, donde prácticamente su extensión ha quedado limitada o está cerca de la población de saturación, se prefieren períodos mayores.

d) De Orden Técnico

Muchas veces se tiene que por ser población muy pequeña, el cálculo de tubería, válvulas y accesorios nos determinan que necesitamos colocarlas de dimensiones menores que el límite permitido por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE[11]), y como ello no se puede hacer, se colocarán estos

accesorios de mayores diámetros con lo que estamos alargando el período de diseño del Proyecto.

e) De Orden Económico

Es el más importante en la elección del Período de Diseño. Un período muy largo trae consigo un costo elevado, lo que hace que el Proyecto sea antieconómico, por el contrario un período muy corto, mientras que el costo inicial es bajo, muy pronto estaría en desuso y tendría que hacerse una nueva inversión lo que traería un problema mayor que el inicial.

#### 2.1.4 Período del Proyecto a considerar en el Diseño

Considerando todos los criterios anteriormente mencionados y teniendo en cuenta que el centro poblado Santa Rosa de Asia es una ciudad pequeña, en pleno proceso de formación y por la importancia que tendrá en el futuro por el desarrollo de los Balnearios de las playas de Asia, que traerá consigo una migración esperada; vemos que el factor de orden poblacional, es él que en última instancia va a primar para la elección del período del Proyecto.

Actualmente la población de Santa Rosa no supera los 1000 habitantes y de acuerdo a la tasa de crecimiento anual es muy probable que la población futura tampoco supere los 5000 habitantes, adicionando los criterios por orden material y flexibilidad de las instalaciones, cuyo indicador relevante es la instalación de las tuberías para alcantarillado, se ha creído conveniente fijar el período de diseño en **15 años**, cumpliendo en todo sentido con las normas establecidas y económicamente más acorde con la realidad de la población de Santa Rosa.

## 2.2 Población de Diseño

El principal problema que se encuentra al tratar de predecir una población, es que no se cuenta con datos veraces para poder efectuar el cálculo de crecimiento de población. Para la determinación de la población futura, existen varios métodos basados en el crecimiento que ha tenido la ciudad a lo largo de su evolución.

Para el cálculo de la población futura, se ha considerado como punto de partida los datos del censo realizado en el año 2007 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI[05]); considerándose una población rural de 338 habitantes con una densidad población de 3 hab./vivienda.



CUADRO N° 2.03  
DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR SEXO Y EDAD – SANTA ROSA

Edad	Hombre	Mujer	Total
De 0 a 4 años	23	13	36
De 5 a 9 años	23	15	38
De 10 a 14 años	12	18	30
De 15 a 19 años	11	16	27
De 20 a 24 años	16	11	27
De 25 a 29 años	17	14	31
De 30 a 34 años	15	8	23
De 35 a 39 años	15	11	26
De 40 a 44 años	4	7	11
De 45 a 49 años	5	8	13
De 50 a 54 años	7	8	15
De 55 a 59 años	8	3	11
De 60 a 64 años	4	6	10
De 65 a 69 años	5	4	9
De 70 a 74 años	6	6	12
De 75 a 79 años	3	4	7
De 80 a 84 años	4	4	8
De 85 a 89 años	1	-	1
De 90 a 94 años	-	1	1
De 95 a 99 años	2	-	2
Total	181	157	338

Fuente: INEI[05] Censo 2007

La cantidad de alcantarillado sanitario que se construirá en una comunidad depende de la población beneficiada y de su distribución espacial. Los tipos de población que normalmente se cuenta son:

Población actual, es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.

Población al inicio del proyecto, es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes. Cabe observar que entre la población actual y esta población puede haber una diferencia en función del tiempo de implantación de las obras.

Población al fin del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Para estimar estas poblaciones, son necesarios, por lo menos, los dos estudios que se explican a continuación. Los resultados de ambos deberán evaluarse y definir la opción más probable.

### 2.2.1 Métodos Matemáticos de Proyección Poblacional

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo, dicho crecimiento medido y expresado en una tasa o en un porcentaje de cambio, se obtiene a partir de la observación o estimación del volumen poblacional en dos o más fechas del pasado reciente. Por lo general, los censos de población, realizados con un intervalo aproximado de diez años, permiten dicha medición. De otro lado, si no existe esa información, es válido utilizar por analogía, tasa de crecimiento demográfico de otros países que hayan experimentado circunstancias similares.

En la aplicación de los métodos matemáticos de extrapolación se supone que el crecimiento total de la población sigue un ritmo bastante regular, que se mantendrá constante en el futuro. Ello implica que las características pertinentes de la situación económica y social del futuro serán iguales que en el pasado, o serán consecuencia de una evaluación gradual, de manera tal que no afecten significativamente a la dinámica demográfica.

A continuación, se presenta estos métodos de proyección.

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

Es este el método más sencillo de extrapolación. Consiste en calcular la cifra media anual de aumento de la población entre un censo y el siguiente y añadir una cantidad igual por cada año transcurrido después del último censo.

Ello supone una relación de aumento lineal de la población de la siguiente naturaleza:

$$N_t = N_0 + \Delta_{0,k} \cdot t$$

Donde:

$\Delta_{0,k}$ : La cifra media anual de aumento de la población entre los años 0 y k del pasado

$N_0$  y  $N_k$  : Las poblaciones observadas en dos fechas del pasado reciente

$N_t$ : La población futura o resultado de la proyección

$k$  : Período en años, entre  $N_0$  y  $N_k$

$t$  : Es el número de años que se va a proyectar la población

Al aplicarse este método deberá considerarse, además de su relativa sencillez, que el supuesto básico de un aumento constante de población, significa en realidad un ritmo descendente del crecimiento de la población.

b) Método del Crecimiento Geométrico (Cambio Geométrico)

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Para obtener la población futura se aplica al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de crecimiento del período anterior:

$$N_t = N_0(1 + r)^t$$

Donde:

$N_0$  : Población al inicio del período

$N_t$  : Población futura, resultado de la proyección

$r$  : Tasa media anual de crecimiento

$t$  : Número de años que se va proyectar la población

La aplicación de una tasa constante de crecimiento geométrico siempre da una estimación de la población más elevada que cuando se aplica proporciones aritméticas.

No es posible suponer que la población de un país crecerá durante un período indefinido a un ritmo constante, pues llegaría a ser tan grande que resultaría casi imposible más aumentos. Por tanto, conviene limitar la extrapolación geométrica a períodos, si es plausible suponer que determinada población aumentará siguiendo una proporción geométrica, ya sea porque los niveles de natalidad, mortalidad y migraciones se mantendrán constantes, o porque las variaciones de alguno de dichos factores se verán compensadas con variaciones en sentido contrario, de otro de los factores.

También deberá escogerse con sumo cuidado la población base de la proyección, como el período al cual se refiere la tasa de crecimiento que se va aplicar. Si han transcurrido varias décadas desde la fecha a la cual se refiere la población base, la extrapolación geométrica resultará cada vez menos fiable y puede conducir a una exageración acumulativa de la población acumulada. Ocurrirá del mismo modo, si la tasa de crecimiento seleccionada pertenece a un período muy lejano en el tiempo, cuando el crecimiento alcanzaba niveles distintos.

c) Método del Crecimiento Parabólico

En los casos en que se dispone de estimaciones de la población referidas a tres o más fechas pasadas y la tendencia observada no responde ni a una línea recta, ni a una curva geométrica o exponencial, es factible el empleo de

una función polinómica siendo las más utilizadas las de segundo o tercer grado.

Una parábola de segundo grado puede calcularse a partir de los resultados de tres censos o estimaciones. Este tipo de curva no sólo es sensible al ritmo medio de crecimiento, sino también al aumento o disminución de la velocidad de ese ritmo.

La Fórmula general de las funciones polinómicas de segundo grado es la siguiente:  $Y = a + bx + cx^2$ , la misma que aplicada con fines de extrapolación de la población se simboliza de la siguiente manera:

$$N_t = a + bt + ct^2$$

Donde:

t : es el intervalo cronológico en años, medido desde la fecha de la primera estimación

$N_t$  : es el volumen poblacional estimado t años después de la fecha inicial

a,b,c : son constantes que pueden calcularse resolviendo la ecuación para cada una de las tres fechas censales o de estimación pasadas.

### 2.2.2 Densidad de Población

A fin de complementar los resultados obtenidos por los métodos matemáticos, se pueden realizar estudios de población por métodos indirectos. Este método se sustenta, en que hay factores que gobiernan el crecimiento de una población como son:

- a) Condición topográfica, ya que esta limita el crecimiento.
- b) Zonificación a base de planos reguladores que gobiernan el crecimiento.
- c) Facilidades de expansión.
- d) Facilidades de transporte.
- e) Condiciones, hábitos y nivel de vida.

Este análisis pondrá énfasis en la estimación de la población futura, resultante de la ocupación total del área de acuerdo al plan maestro de desarrollo urbano o plan regulador de uso de suelo establecido por el municipio. El resultado será la población de saturación, producto del número de viviendas por la densidad de ocupación prevista; pero sin referencia temporal.

Un estudio de densidad de población es muy útil, para orientarnos que población de diseño debemos escoger; ya que la obtenida por métodos matemáticos a veces nos dan resultados algo fríos y fuera de la realidad.

Un indicador importante que se tendrá que tomar en cuenta en el valor de la densidad poblacional, tiene relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad. Ver Cuadro N° 2.04

CUADRO N° 2.04  
DENSIDAD POBLACIONAL

Tipo de Zona según Nivel de Ingresos	Densidad Poblacional (hab./vivienda)
Alto	4.0
Medio	5.5
Bajo	7.0

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario. Programa de Aguas y Saneamiento. Bolivia

### 2.2.3 Población de Diseño Definitiva

Establecido el Período de Diseño en 15 años y con la información de los últimos censos, se llegó a determinar una tasa de crecimiento poblacional anual de 3.56% para el distrito de Asia, referencia que utilizaremos para el cálculo de la población futura.

Utilizando el método matemático de proyección poblacional lineal la población futura asciende aproximadamente a 1200 habitantes, cantidad que deberá compararse con el método de densidad poblacional.

Según el RNE[11], indica que para nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab./vivienda, valor que escapa de la realidad actual del poblado por tener en estos momentos una densidad de 3 hab./vivienda.

Por las oportunidades de crecimiento económico y por los distintos rubros de trabajos que pueden elevar el nivel de vida de la población, se estima que la población futura en el mejor de los casos podrá ocupar el total de terrenos que se están considerando en la lotización (actuales y proyectados) del pueblo de Santa Rosa.

La cantidad de lotes asciende a 944 lotes, asumiendo una densidad poblacional futura de 5 hab./vivienda por el nivel de ingreso de la población; se espera que en los próximos 15 años la población futura del centro poblado Santa Rosa de Asia alcance los **4720 habitantes**.

## 2.3 Usos del Agua – Dotación

Para efecto del Proyecto, es de sumo interés conocer el consumo de agua que tiene la población, ya que éste parámetro tiene mucha relación con la cantidad de agua por evacuar por el sistema de alcantarillado. Este se mide por el número de litros que consume cada habitante por día (L/hab/día), factor al cual se le denomina “Dotación de Agua”.

Entre los principales factores que afectan este consumo se tienen los siguientes:

- Importancia de la ciudad

El efecto de la importancia de la ciudad es probablemente indirecta. En una ciudad pequeña se prevee un pequeño consumo de agua por habitante, debido a que en ellas hay sólo limitados usos de agua. Pero a medida que las ciudades se van desarrollando y adquiriendo mayor envergadura, este consumo irá aumentando.

Investigaciones realizadas en poblaciones estadounidenses; se observó que el consumo de agua por habitante, tiende a incrementarse en un 1% por cada 10% de incremento poblacional; igualmente se realizó estudios en poblaciones francesas obteniendo curvas de porcentaje de aumento anual de la dotación según el mejoramiento de los servicios de una ciudad.

- Características de la población

Los requerimientos de agua de un habitante, está en razón directa con su standart de vida, condiciones económicas y sus costumbres; debido a estas características y según la distribución de zonas, habrá un mayor consumo de agua en las zonas residenciales que en las de condiciones humilde.

- Clima de la zona

En las zonas tropicales o de clima muy cálido el uso del agua será más significativo que en las zonas de climas templados o fríos. Asimismo varía éste consumo según las estaciones, siendo mayor en el verano que en cualquiera de las demás estaciones.

- Actividad industrial y comercial

En ciudades que tienen gran actividad industrial y comercial, el consumo de agua se incrementará.

La diferencia entre el consumo de agua que necesita una industria, del requerimiento para consumo doméstico es significativamente apreciable, por lo que es necesario fijar específicamente una dotación industrial según el tipo que se adecue a este.

Sin embargo algunas industrias poseen su propia fuente de consumo, como por ejemplo: una industria de bebidas gaseosas.

De igual forma cuando existe un comercio de gran intensidad, se proveerá el volumen de agua que es necesario en locales tales como: mercados, restaurantes, hoteles, etc.

- Características del servicio de agua potable y alcantarillado

Cuando se cuenta con un buen servicio y buena calidad del mismo, el consumo tiende a ser mayor.

Entre estas características se mencionan: calidad, costo, presión de la red y control del agua.

### 2.3.1 Usos del Agua

Estos se clasifican como sigue:

a) Uso doméstico

Que viene a ser el agua usada en las viviendas que se destinan al uso sanitario, culinario, bebida, lavado, ase personal, baño, riego de jardines, etc.

b) Uso comercial

Que es el agua suministrada a las plantas industriales para ser usadas; ya sea en función productiva como en las necesidades de sus trabajadores y a los locales comerciales como: mercado, almacenes, hoteles, restaurantes, etc.

c) Uso público

Es el consumo de agua destinada para el riego de jardines públicos, limpieza de calles, alimentación para fuentes, surtidores, piscinas públicas.

d) Pérdidas y desperdicios

En el Cuadro N° 2.05 se presentan, como guía, valores típicos estadísticos del consumo para cada uno de los sectores mencionados.

**CUADRO N° 2.05**  
**CONSUMOS TÍPICOS DE LOS SECTORES: DOMÉSTICOS, INDUSTRIAL**  
**COMERCIAL, PÚBLICO Y PÉRDIDAS**

<b>CONSUMOS</b>	<b>ITEM</b>	<b>CONSUMO (L/hab./día)</b>
<b>Doméstico</b>	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>Industrial y Comercial</b>	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>Público</b>	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>Subtotal</b>		<b>172.0</b>
<b>Pérdidas y Desperdicios</b>	% del Subtotal anterior	
	Se puede adoptar un 17% (*)	28.0
<b>Consumo Total para el Caudal de Diseño</b>		<b>200.0</b>

Fuente: "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", Ricardo A. López Cualla

(\*) El porcentaje de pérdidas y desperdicios depende en gran parte de la infraestructura del municipio o entidad respectiva, necesaria para controlar estos factores. Puede ser de un 45% para poblaciones con poca capacidad técnica hasta un 5% en poblaciones con un alto grado de desarrollo técnico y administrativo.



### 2.3.2 Fijación de la Dotación

Según las Normas y Requisitos Para la Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas, la dotación se fijará en base a un estudio de consumo técnicamente justificado sustentado en informaciones estadísticas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerarán las dotaciones que se señalan a continuación en el Cuadro N° 2.06

CUADRO N° 2.06

#### DOTACION POR TAMAÑO DE LA POBLACION Y CLIMA

POBLACION (Habitantes)	CLIMA	
	Frío	Templado y Cálido
De 2000 a 10000	120 L/hab./día	150 L/hab./día
De 10000 a 50000	150 L/hab./día	200 L/hab./día
Más de 50000	200 L/hab./día	250 L/hab./día

Fuente: MVCS[13]

Teniendo en cuenta estas consideraciones y basados en las Normas de Diseño, para el caso del centro poblado Santa Rosa de Asia cuya población futura estimada de 4720 habitantes y con clima cálido; la Dotación de diseño utilizado para el cálculo de la red de alcantarillado será de **150 L/hab./día**.

### 2.3.3 Variaciones de Consumo

El consumo de agua varia constantemente durante los días del año.

Los consumos máximos se dan durante la estación de calor, en esta época del año, es cuando se consume grandes volúmenes de agua para refrescar y satisfacer las necesidades del hombre.

- Consumo Promedio Diario Anual ( $Q_m$ )

Denominado también "Gasto" ó "Caudal Medio", que se obtiene de promediar un año de registro de consumos diarios.

De no existir registros, se calcula:

$$Q_m = \text{Dotación} \times \text{Población}$$

Usualmente se expresa en L/s:

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

- Consumo Máximo Diario ( $Q_{md}$ )

Se presenta en el día con mayor demanda o consumo

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

Donde  $K_1$  : Coeficiente de variación de consumo máximo diario

Según el Reglamento  $K_1$  debe variar entre 1.2 a 1.5 pero se recomienda un valor de 1.5

- Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )

Es el consumo o demanda máxima en una hora que se presenta en un día durante un año.

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

Donde  $K_2$  es: Coeficiente de variación de consumo máximo horario

Según el Reglamento:

$K_2 = 2.5$  Para poblaciones de 2000 a 10000 hab.

$K_2 = 1.8$  Para poblaciones mayores de 10000 hab.

- Factor de Retorno (C)

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población. En áreas áridas de Estados Unidos, por ejemplo, el factor de retorno es tan pequeño como 0.4; mientras que en las zonas peri urbanas de Brasil es mayor 0.8 sin embargo, en los proyectos se han empleados valores más bajos 0.65.

Es recomendable estimar este factor en base a información y estudios locales, sin embargo, cuando no puedan ser realizados es recomendable asumir valores entre 0.80 a 0.85.

- Caudal de infiltración ( $Q_i$ )

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

En el Cuadro N° 2.06, se recomienda tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

CUADRO N° 2.07  
VALORES DE INFILTRACIÓN EN TUBERÍAS

	CAUDALES DE INFILTRACION (L/s/Km)							
	Tubo de Cemento		Tubo de Arcilla		Tubo de Arcilla Vitrificada		Tubo de P.V.C.	
Unión	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático Bajo	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
Nivel Freático Alto	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.1	0.5

Fuente: OPS[08]/CEPIS[02]

- Caudal por conexiones erradas ( $Q_e$ )

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

- Caudales concentrados ( $Q_c$ )

Son contribuciones debido a instalaciones no habitacionales que presentan un consumo bastante superior al doméstico, son caudales sobretudo correspondientes a descargas de industrias pequeñas o de establecimientos comerciales.

### 2.3.4 Caudal de Diseño

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarillado para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e + Q_c$$

Donde:

$Q_{mh}$  = Caudal máximo horario

$Q_i$  = Caudal de infiltración

$Q_e$  = Caudal por conexiones erradas

$Q_c$  = Caudal concentrado en un punto de las redes.

Para el cálculo del caudal en cada tramo de la red, se debe tomar el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) de contribución, luego dividirla por el tamaño total de la red, obteniendo el caudal unitario ( $Q_u$ ), en L/s/Km de red:

$$Q_u = Q_{mh} / L$$

Donde:

$L$  = tamaño de la red

Para el cálculo de la contribución de desagües en un tramo, basta multiplicar el tamaño de la red aguas arriba, incluyendo el tramo en cálculo, por el caudal unitario y por la tasa de infiltración ( $Q_i$ ), sumando a continuación los caudales concentrados que han sido descargados en la red:

$$Q = (Q_u + Q_i) L_m + Q_c$$

Donde:

$L_m$  = tamaño de la red aguas arriba, que incluye el tramo en cálculo.

Existe otro método para el cálculo de caudales en cada tramo de la red, en el cual los caudales para el diseño de cada tramo serán obtenidos en función a su área tributaria. Para la delimitación de áreas se tomará en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras geométricas que el trazado configura, la unidad de medida será la hectárea (Ha).

El caudal de diseño será el que resulte de multiplicar el caudal unitario (L/s/Ha) por su área correspondiente. El tramo podrá recibir caudales adicionales de aporte no doméstico (industria, comercio y público) como descarga concentrada.

## 2.4 Área de Diseño

El centro poblado de Santa Rosa de Asia posee una extensión aproximada de 86 Ha, con altitudes que varía entre los 93 y 118 m.s.n.m. La topografía del terreno es relativamente llana verificándose en campo que posee una pendiente uniforme de 2.7% con dirección norte sur.

Las calles no se encuentran asfaltadas, sólo hay una avenida afirmada que es la Av. Oscar R. Benavides (antigua Panamericana Sur).

Santa Rosa de Asia forma parte de la llanura costera, cuyo perfil litológico presenta en la superficie bloques de material alóctono (roca ígnea) fracturado, esporádicamente disgregado, con costras adheridas de halita (cloruro de sodio), luego una formación de suelos granulares del tipo arenas limosas pobremente graduadas.

## 2.5 Hidráulica de una Red de Alcantarillado

El diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad se realiza considerando que durante su funcionamiento, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento. En el caso de flujo en canales abiertos la condición de auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto. Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de la tensión tractiva.

Los criterios de diseño empleados en los sistemas de alcantarillado estudiados anteriormente son similares, a continuación se explica cada uno de ellos.

### 2.5.1 Formulas para el Diseño

Considerando que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto, para los cálculos hidráulicos se pueden emplear las siguientes ecuaciones:

a) Fórmula de Ganguillet – Kutter

El cálculo de la velocidad es mediante la ecuación de Chezy:

$$V = C\sqrt{RS}$$

El valor del coeficiente de descarga de C de Chezy, de acuerdo a Ganguillet – Kutter es:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{S}) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

C = Coeficiente de descarga de Chezy.

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

N = Coeficiente de rugosidad

b) Fórmula de Manning

Tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional).

R = Radio hidráulico (m).

S = Pendiente (m/m).

Para tuberías con sección llena:

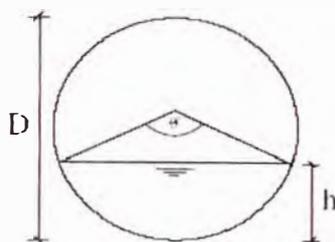
$$\text{Velocidad: } V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Continuidad:  $Q = V A$

$$\text{Caudal: } Q = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Para tuberías con sección parcialmente llena:

FIGURA N° 2.01  
TUBERIA PARCIALMENTE LLENA



El grado central  $\theta$  en grado sexagesimal:

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2h}{D} \right)$$

Radio hidráulico:

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

Velocidad:

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

Caudal:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15n(2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta - 360 \operatorname{sen} \theta)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Analizando la ecuación de Manning se observa que la influencia del radio hidráulico sobre el caudal, al comparar tuberías de diámetros muy próximos y de características relativamente homogéneas, no es significativa. Este aspecto adquiere mayor importancia en las tuberías de diámetro reducido, de modo que en ellas la influencia del radio hidráulico puede no considerarse.

## 2.6 Aspectos Normativos

Se han utilizado como guía para el diseño hidráulico, la normas establecidas por las siguientes entidades reguladoras del país:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE[11]) del 2006
- Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas, aprobadas por el Ministerio

de Vivienda, Construcción y Saneamiento; R.S. N° 146-72-VI – DM del 8-3-72

- Guía Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, realizado por el OPS[08]/CEPIS[02] Lima 2005.



## CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Este capítulo abarca el diseño de la red de alcantarillado en general, esto es todo el sistema integral, el mismo que estará constituido por todos los colectores, conexiones domiciliarias, que se encargarán de recolectar y conducir por gravedad las aguas residuales domésticas.

Al no contar el centro poblado Santa Rosa con una red de alcantarillado y no haber determinado el área para la construcción de su laguna de oxidación, el alcance del diseño comprenderá solamente la instalación de 11033.2 m de tubería de PVC de 6" y 8" de diámetro y 167 buzones. El último buzón denominado Buzón N° 167 se encuentra ubicado en la parte sur oeste del centro poblado; en la zona de menor altitud y hacia donde las aguas residuales pueden drenar en forma natural debido a las condiciones topográficas del terreno. A partir de ese buzón se debe trazar la línea de tubería del emisor principal y dirigirla hacia el área de la laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales.

### 3.1 Información básica

En forma preliminar se tuvo que contar con información topográfica y estudio de suelos para poder determinar el material de la tubería que se utilizará para el diseño del alcantarillado.

De acuerdo a las calicatas realizadas, la zona de estudio presenta un perfil típico, en la superficie bloques de material alóctono (roca ígnea) fracturado, esporádicamente disgregado, con costras adheridas de halita (cloruro de sodio), luego una formación de suelos granulares del tipo arenas limosas (SM) pobremente graduadas.

Es relevante y de suma importancia evaluar el material existente considerando el grado de dificultad para su excavación, por la importancia de esta partida en el costo del proyecto.

Para el sistema de alcantarillado del centro poblado Santa Rosa, se utilizará **tubería de PVC** por ser un material que se adapta mejor a las condiciones de agresividad de los suelos, las sustancias propias de un alcantarillado sanitario no lo atacan; por su superficie interna lisa las pendientes se reducen considerablemente, obteniendo menores volúmenes de excavación; por su peso por metro significativamente menor, el costo de manejo e instalación se reduce

considerablemente, logrando altos rendimientos de mano de obra y porque es muy resistente a golpes y al trato normal de obra, desde luego debe protegerse del manejo inadecuado y rudo.

Otro parámetro importante que fue evaluado para el estudio de suelos son los sulfatos y cloruros, que por su acción química sobre el concreto y las sales solubles totales pueden causar pérdidas de resistencia por lixiviación. Los resultados obtenidos en una muestra representativa se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 3.01  
ANÁLISIS QUÍMICO

Calicata	Prof. (m)	Valores Obtenidos				Agresión
C-3 Red de Alcantarillado	2	Sales solubles Totales		Sulfatos		Leve
		ppm	(%)	ppm	(%)	
		1435.51	0.1435	666.01	0.0666	

Fuente: Análisis Químico del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería.

De acuerdo a los límites máximos permisibles de sulfatos especificados en el Comité 318-83 ACI [14] se está frente a un caso leve de agresión y de acuerdo a la experiencia se sabe que en caso de valores mayores a 6000 ppm recién resulta agresiva la presencia de sales solubles, por lo que se podrá utilizar cemento Pórtland Tipo I en la preparación de cualquier estructura que sea necesaria para la construcción de las redes de alcantarillado

### 3.1.2 Sistema de Alcantarillado Elegido

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de aguas residuales que van a conducir:

- Sistema Sanitario o Separativo

En el cual se separan las aguas pluviales de las aguas negras, las cuales se colectan en forma independiente por tuberías separadas. Este tipo de sistema es muy ventajoso en zonas donde el aporte de las aguas pluviales es significativo y en algunos casos es posible darle otro uso para satisfacer alguna otra necesidad.

- Sistema Unitario

En el cual se colectan las aguas provenientes de las precipitaciones y las aguas negras en una sola red de tuberías. Este sistema es ventajoso en zonas donde el aporte de aguas pluviales no es significativo. El costo inicial es más bajo comparado con el sistema separativo.

- Sistema Doblemente Separativo
- Sistema Restringido
- Sistema Deficitario

El centro poblado Santa Rosa de Asia tiene una extensión de 86 Ha, con una topografía favorable al escurrimiento de las aguas residuales, todo por gravedad. Asimismo por encontrarse en una zona costera, con un clima semi – desértico con escasa presencia de lluvias se escoge para el diseño un **Sistema de Alcantarillado Unitario**, diseñado exclusivamente para llevar las aguas residuales domésticas.

No existe una regla general para la disposición de la red de alcantarillado, ésta se debe ajustar a las condiciones topográficas de cada ciudad.

En particular para Santa Rosa de Asia, se ha utilizado un Sistema Interceptor, que viene a ser una variante del sistema perpendicular; esto es porque los flujos son interceptados antes de llegar al cuerpo receptor.

El interceptor está ubicado en la zona más baja y el escurrimiento de las aguas residuales va de este a oeste. Aún no está definido el nombre de la calle pero podemos denominarlo Calle S/N 95 – 167 que es el número de los buzones que se encuentran en los extremos de la calle.

### 3.2 Cálculo Hidráulico de la red

Primero se debe de estimar el Caudal de Diseño ( $Q_d$ ) el mismo que se utilizará para el diseño de la red de alcantarillado para el centro poblado Santa Rosa para un período de 15 años, según las consideraciones del Capítulo II:

- Al no contar con un registro de consumo de agua de la población, se ha adoptado según lo indicado por el RNE[11]; una dotación de **150L/hab./día**
- Se ha utilizado una población futura para el año 2025 de **4720 habitantes**
- El coeficiente de variación de consumo horario  $K_2$ , tendrá el valor de **2.5**; tal como lo especifica el RNE[11].
- El factor de retorno C; adoptado para nuestro cálculo será de **0.80**

- No existe un aporte por filtraciones por presentar la zona un nivel freático por debajo de los 10.0 m de profundidad.
- En resumen el  $Q_d$  utilizado para un período de diseño de 15 años es de **16.4 L/s**

$$Q_d = \frac{150 * 4720}{86400} * 0.80 * 2.5 \frac{L}{s}$$

$$Q_d = 16.40 \frac{L}{s}$$

### 3.2.1 Calidad de la Tubería

El material del que está hecha la tubería influirá en el coeficiente de rugosidad (Manning), en este caso por lo expuesto anteriormente en el ítem 3.1; se está utilizando PVC[09] y se está considerando  $n$  igual a 0.013 a pesar que es una tubería lisa cuyo valor  $n$  es de 0.010; pero la resistencia al flujo de una tubería no depende principalmente de su tipo de material, más bien de un conjunto de factores tales como: la capa de película biológica que se desarrolla en las paredes de la tubería, el número de conexiones domiciliarias, pozos de registro y otras instalaciones complementarias que perturban el flujo permaneciendo invariable independientemente del material del conducto.

Por tanto, teniendo en cuenta el grado de incertidumbre inherente al proyecto y construcción de alcantarillas, el valor de  $n$  a adoptar para el diseño de todos los sistemas de alcantarillado no debe de ser inferior de 0.013

### 3.2.2 Velocidad de Flujo

La velocidad del flujo deberá ser una velocidad tal que permita el arrastre de las aguas negras evitando su almacenamiento y a la vez una velocidad que no cause erosión ni daños en la tubería.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE[11]) se contará con los siguientes límites de velocidad: mínima de 0.6 m/s y una velocidad máxima de 3.0 m/ s para tuberías de PVC[09].

### 3.2.3 Pendiente de la Tubería

#### Criterio de la Pendiente mínima

El diseño usual del alcantarillado convencional considera que la pendiente mínima que tendrá una alcantarilla, viene dada por la inclinación de la tubería

con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0.6 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua de 75% del diámetro.

De no conseguirse condiciones de flujo favorables debido al pequeño caudal evaluado, en los tramos iniciales de cada conector, (primeros 300 metros) se deberá mantener una pendiente mínima del 0.8%.

Según el RNE[11] específicamente en la Norma Legal OS.070 sobre Obras de Saneamiento, indica que la pendiente mínima en cada tramo de la red de alcantarillado, deberá calcularse para una tensión tractiva media mínima de  $\tau_{\min}[01]=1$  Pa y para un coeficiente de Manning de 0.013. La relación aproximada que satisface esta condición de acuerdo a la norma es la siguiente

$$S_{\min} = 0.0055Q_i^{-0.47}$$

Donde:

$S_{\min}$  = m/m

$Q_i$  = flujo máximo de diseño en L/s

Si se reemplaza en la ecuación  $Q_i = 1.5$  L/s, para obtener la pendiente mínima en los tramos iniciales de los colectores se tiene un valor de  $4.3 \times 10^{-3}$  m/m, esta cifra se podría redondear a 1/220 o 5 por mil.

Esta pendiente es más ventajosa que la pendiente mínima recomendada en el diseño de redes convencionales (8 por mil), los costos de construcción se reducen debido a que demandan menores profundidades de instalación para las tuberías y a su vez menores costos de excavación, especialmente en zonas de topografía plana.

En el caso de Santa Rosa al inicio del proyecto el caudal mínimo ( $Q_i$ ) será generado por los 338 habitantes que utilicen el nuevo sistema de alcantarillado, este caudal es de 1.2 L/s, siendo este valor menor a 1.5 L/s establecidos por el RNE[11]. Por consiguiente para el cálculo de la pendiente mínima en todos los tramos del sistema de alcantarillado se utilizará un caudal mínimo ( $Q_i$ ) igual a 1.5 L/s obteniéndose una pendiente mínima de 5 ‰.

#### 3.2.4 Diámetro de la tubería

Para el cálculo recordemos que el valor del caudal mínimo ( $Q_i$ ) es usado para determinar la pendiente mínima (5‰) y el valor del caudal máximo o caudal de diseño ( $Q_d$ ) para determinar el diámetro de la tubería

El RNE[11] indica que los diámetros nominales a considerar no deben ser menores de 100 mm (4”).

En tal sentido para un caudal de diseño ( $Q_d$ ) de 16.4 L/s y un tirante de 0.75D, el diámetro ptimo calculado es de 200 mm (8”), correspondiendo este diámetro al emisor principal, porque será en ese tramo donde se llegará a recolectar todo el caudal de diseño.

Para los 08 colectores secundarios que se unirán al emisor, recolectaran en total un aproximado de 2 L/s cada uno cuyo diámetro calculado se reduce a 150 mm (6”).

En conclusión se trabajará con una tubería de 8” en el emisor principal y 6” en los colectores secundarios y laterales de la tubería, ambos diámetros cumplen con los requerimientos de velocidad y pendiente en los tramos correspondientes (Ver Cuadro 3.03).

### 3.2.5 Profundidad Mínima de enterramiento

Según establece el RNE[11] Norma OS.070, se considerará una profundidad mínima de enterramiento de 1.0 m a la clave de la tubería.

### 3.2.6 Separación Máxima entre buzones

CUADRO Nº 3.02  
SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE BUZONES

Diámetro		Distancia Máxima entre buzones (m)
Pulgadas	mm	
6	150	60
8 -10	200 - 250	80
12 -24	300 - 600	100
> 24	> 600	250

Fuente: RNE[11]

### 3.2.7 Trazo de la Red de Alcantarillado

Para el trazado de la red de colectores, se aplicaron los siguientes criterios:

- Se trazan los ejes de las calles existentes y las zonas de expansión previstas.
- Se miden las longitudes de los tramos (limitados por los buzones de inspección).

- Con la topografía se definen las cotas de tapa de cada buzón a nivel de rasante de la calle. Si en caso no estuviera definida la rasante, trazar la pendiente más apropiada de acuerdo al perfil del terreno según la topografía.
- Se indica en cada tramo por medio de flechas el sentido de escurrimiento natural del terreno en cada tramo del colector. El sentido del flujo no siempre coincide con la pendiente del terreno.
- Se enumeran los colectores en forma independiente.
- Se enumeran los buzones de mayor a menor cota. Se debe tener en cuenta que se reordena la numeración de buzones de acuerdo al sentido de flujo.

El resumen de las características hidráulicas y la profundidad de los buzones de inspección de la Red de Alcantarillado del centro poblado Santa Rosa de Asia, se pueden apreciar en los Cuadros N° 3.03 y N° 3.04 respectivamente.

CUADRO N° 3.03  
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO – SANTA ROSA DE ASIA

PROYECTO: Expediente Técnico del Sistema de Alcantarillado del Centro Poblado Santa Rosa de Asia - Cañete  
LOCALIDAD: Santa Rosa de Asia - Cañete - Lima

INFORMACION BASICA:

CAUDAL DEL DESAGUE	16.4	L/s
LONGITUD TOTAL =	11,033.18	m

CAUDAL UNITARIO =	0.00149	L/s/m
CAUDAL INFILTRACION =	0.00000	L/s/m (*)
CAUDAL EN MARCHA =	0.00149	L/s/m

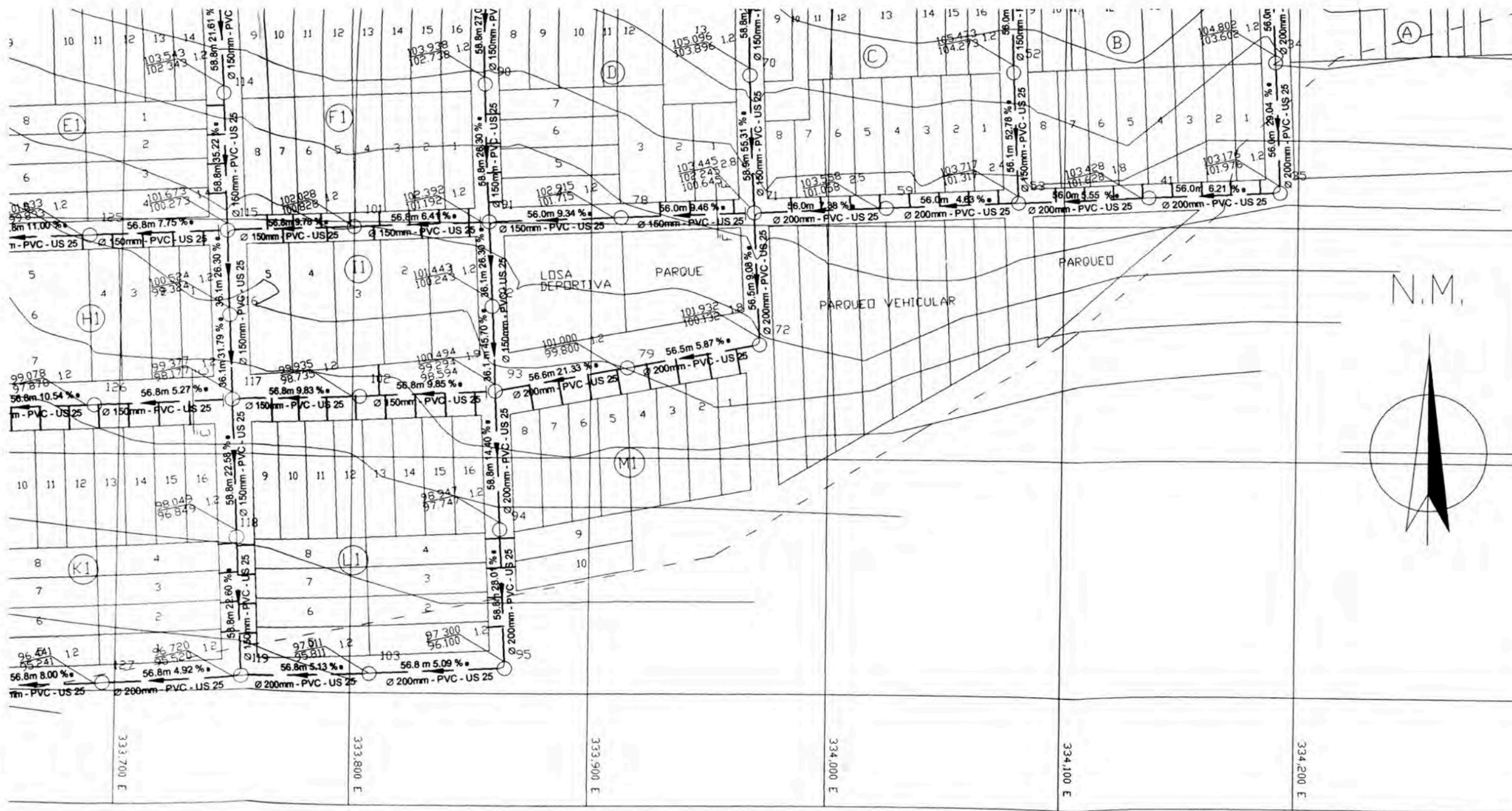
So mín =	0.005	(**)
D mín =	6	plg
n MANNING =	0.013	PVC

Vmín =	0.6	m/s
Vmáx =	3.0	m/s

OBS: (\*) Los valores de precipitación en Santa Rosa de Asia, son nulas y no se tomaran en cuenta para nuestro cálculo hidráulico.  
(\*\*) El caudal inicial (Q<sub>i</sub>) para el cálculo de la pendiente mínima es menor que 1.5 L/s para una población de 400 hab. El cálculo de la pendiente es utilizando el criterio de Tensión Tractiva

COLECTOR	TRAMO	N° DE BUZON		NOMBRE Calle/Av/Jr	LONGITUD (m)	TRAMO CONTRIBUYENTE		CAUDAL A. ARRIBA (L/s)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (L/s)	CAUDAL A. ABAJO (L/s)	DESCARGA EN EL TRAMO	COTA DEL TERRENO		ALTURA DEL BUZON		COTA DE FONDO BZ		DESNIVEL ENTRE FONDO BZs (m)	PENDIENTE S <sub>0</sub>	DIAMETRO D (plg)	Secc. Parcial y D=0.76	
		A. ARRIBA	A. ABAJO			N°	CONTRIB. (L/s)					A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO				Q <sub>i</sub> (L/s)	V <sub>f</sub> (m/s)
1	XXV	1	2		52.77	—	—	0.000	0.078	0.078	—	123.502	121.508	1.20	1.20	122.30	120.31	2.00	0.038	6	1.5	1.92
	XXIV	2	3		52.77	—	—	0.078	0.078	0.157	—	121.506	119.509	1.20	1.20	120.31	118.31	2.00	0.038	6	1.5	1.92
	XXIII	3	7		56.00	—	—	0.157	0.083	0.240	—	119.509	119.513	1.20	1.50	118.31	118.01	0.30	0.005	6	1.5	0.72
	XXII	7	13		56.00	—	—	0.240	0.083	0.323	—	119.513	119.511	1.50	2.30	118.01	117.21	0.80	0.014	6	1.5	1.18
	XXI	4	8		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	115.159	115.250	1.20	1.60	113.96	113.65	0.31	0.006	6	1.5	0.73
	XX	8	15		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	115.250	115.356	1.60	2.30	113.65	113.06	0.59	0.011	6	1.5	1.02
	XX	5	9		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	111.600	111.550	1.20	1.50	110.40	110.05	0.35	0.006	6	1.5	0.78
	XX	9	17		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	111.550	111.787	1.50	2.10	110.05	109.89	0.36	0.006	6	1.5	0.80
	XVIII	17	17		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	110.550	110.700	1.20	1.80	109.35	108.90	0.45	0.008	6	1.5	0.89
	XVII	6	10		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	110.700	110.778	1.80	2.20	108.90	108.58	0.32	0.006	6	1.5	0.75
	XVI	10	18		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	119.386	119.448	1.20	1.60	118.19	117.85	0.34	0.006	6	1.5	0.77
	XV	26	21		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	119.448	119.511	1.60	2.30	117.85	117.21	0.64	0.011	6	1.5	1.05
	XIV	21	13		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	110.579	111.100	1.20	2.00	109.38	109.10	0.28	0.005	6	1.5	0.70
	XIII	31	22		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	111.100	110.778	2.00	2.20	109.10	108.58	0.52	0.009	6	1.5	0.95
	XII	22	18		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	123.718	121.814	1.20	1.20	122.52	120.41	2.10	0.040	6	1.5	1.97
	XI	11	12		52.77	—	—	0.078	0.078	0.157	—	121.614	119.511	1.20	2.30	120.41	117.21	3.20	0.061	6	1.5	2.43
	X	12	13		52.77	—	—	0.078	0.078	0.157	—	119.511	117.456	2.30	1.20	117.21	116.26	0.96	0.017	6	1.5	1.29
	IX	13	14		56.21	XIV+XXII	0.489	0.646	0.083	0.730	—	117.456	115.356	1.20	2.30	116.26	113.06	3.20	0.057	6	1.5	2.36
	VIII	14	15		56.21	—	—	0.730	0.083	0.813	—	115.356	113.594	2.30	1.20	113.06	112.39	0.68	0.012	6	1.5	1.07
	VII	15	16		56.53	XX	0.166	0.980	0.084	1.064	—	113.594	111.787	1.20	2.10	112.39	109.89	2.71	0.048	6	1.5	2.16
	VI	16	17		56.53	—	—	1.064	0.084	1.148	—	111.787	110.778	2.10	2.20	109.89	108.58	1.11	0.033	6	1.5	1.78
	V	17	18		34.10	XVIII	0.166	1.314	0.051	1.365	—	110.778	109.172	2.20	1.20	108.58	107.97	0.61	0.011	6	1.8	1.02
	IV	18	19		56.50	XI+XVI	0.333	1.897	0.084	1.781	—	109.172	107.562	1.20	1.20	107.97	106.36	1.61	0.028	6	1.9	1.87
III	19	20		56.50	—	—	1.781	0.084	1.865	—	107.562	107.000	1.20	1.20	106.36	105.80	0.56	0.010	6	1.9	1.20	
II	20	23		56.00	—	—	1.865	0.083	1.948	—	107.000	106.552	1.20	1.20	105.80	105.35	0.45	0.008	6	2.0	1.07	
I	23	33		56.00	—	—	1.948	0.083	2.032	—	123.740	121.565	1.20	1.20	122.54	120.37	2.18	0.041	6	1.5	2.01	
2	XIII	24	25		52.77	—	—	0.000	0.078	0.078	—	121.565	119.386	1.20	1.20	120.37	118.19	2.18	0.041	6	1.5	2.01
	XII	25	26		52.77	—	—	0.078	0.078	0.157	—	119.386	117.379	1.20	1.20	118.19	116.18	2.01	0.036	6	1.5	1.87
	XI	26	27		56.21	—	—	0.157	0.083	0.240	—	117.379	115.368	1.20	1.20	116.18	114.17	2.01	0.036	6	1.5	1.87
	X	27	28		56.21	—	—	0.240	0.083	0.324	—	115.368	113.573	1.20	1.20	114.17	112.37	1.79	0.032	6	1.5	1.76
	IX	28	29		56.53	—	—	0.324	0.084	0.408	—	113.573	111.776	1.20	1.20	112.37	110.58	1.80	0.032	6	1.5	1.76
	VIII	29	30		56.53	—	—	0.408	0.084	0.492	—	111.776	110.579	1.20	1.20	110.58	109.38	1.20	0.035	6	1.5	1.85
	VII	30	31		34.10	—	—	0.492	0.051	0.542	—	110.579	108.498	1.20	1.20	109.38	107.30	2.08	0.037	6	1.5	1.90
	VI	31	32		56.50	—	—	0.542	0.084	0.626	—	108.498	106.552	1.20	1.20	107.30	105.35	1.95	0.034	6	1.5	1.83
	V	32	33		56.50	—	—	0.626	0.084	0.710	—	106.552	104.802	1.20	1.20	105.35	103.60	1.75	0.031	6	2.8	2.12
	IV	33	34		56.00	1-1	2.032	2.742	0.083	2.825	—	104.802	103.176	1.20	1.20	103.60	101.98	1.63	0.029	6	2.9	2.04
	III	34	35		56.00	—	—	2.825	0.083	2.908	—	103.176	103.428	1.20	1.80	101.98	101.63	0.35	0.006	6	3.0	0.94
	II	35	41		56.00	—	—	2.908	0.083	2.991	—	103.428	103.717	1.80	2.40	101.63	101.32	0.31	0.006	6	3.1	0.89
	I	41	53		56.00	—	—	2.991	0.083	3.074	—	119.386	119.364	1.20	1.50	118.19	117.86	0.32	0.006	6	1.5	0.75
	3	XXIII	26	36		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	119.364	119.364	1.50	1.50	117.86	117.86	0.00	0.011	6	1.5
XXII		36	44		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	119.364	119.346	1.50	2.10	117.86	117.25	0.61	0.011	6	1.5	0.88
XXI		28	37		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	115.368	115.101	1.20	1.20	114.17	113.90	0.28	0.005	6	1.5	0.68
XX		37	46		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	115.101	115.392	1.20	2.20	113.90	113.19	0.71	0.013	6	1.5	1.11
XX		37	46		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	111.776	111.980	1.20	1.70	110.58	110.28	0.30	0.005	6	1.5	0.72
XX		30	38		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	111.980	112.179	1.70	2.20	110.28	109.98	0.30	0.005	6	1.5	0.72
XVIII		38	48		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	110.579	110.980	1.20	1.90	109.38	109.08	0.30	0.005	6	1.5	0.72
XVII		31	39		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	110.980	111.083	1.90	2.30	109.08	108.78	0.30	0.005	6	1.5	0.72
XVI		39	49		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	110.980	111.083	1.90	2.30	109.08	108.78	0.30	0.005	6	1.5	0.72
XV		33	40		56.00	—	—	0.000	0.083	0.083	—	106.552	106.823	1.20	1.80	105.35	105.02	0.33	0.006	6	1.5	0.76
XV		33	40		56.00	—	—	0.083	0.083	0.166	—	106.823	107.230	1.80	2.50	105.02	104.73	0.29	0.005	6	1.5	0.71
XIV		40	51		56.00	—</																



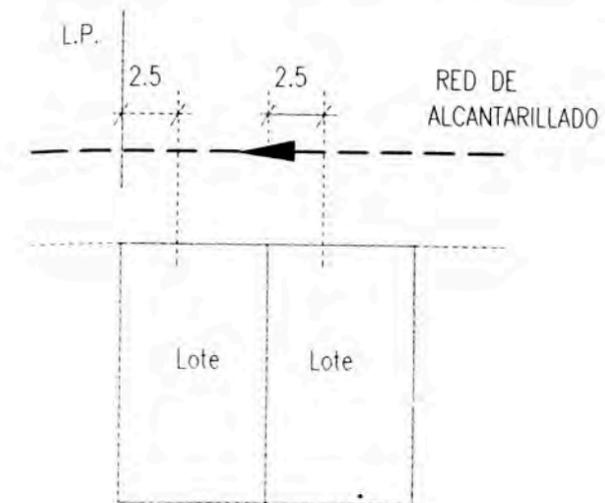


### REDES DE ALCANTARILLADO

ESC. 1:2000

METRADO BASE	
TUBERIA PVC-U SERIE 25 Ø150mm.	9958.98m
TUBERIA PVC-U SERIE 25 Ø200mm.	1074.20m
BUZON TIPO I	167 Unid.

NOTA: EL METRADO INDICADO EN ESTE PLANO HA CONSIDERADO LAS LONGITUDES HORIZONTALES DE EJE A EJE DE LAS CAMARAS DE INSPECCION, SIENDO ESTE REFERENCIAL PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO



LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN

- PR
- TUBOS DE POLICLONO PLASTIFICADO I
- TAPAS DE CONCRETO REGISTRO
- MARCO DE FIERRO ARMADA PARA BUZ
- ANILLO DE CAUCHO
- CAJA PREFABRICADA PARA REGISTRO
- CODO - CACHIMBA

LA OMISION EN ESTE CIUD

CONTINUA CUADRO N° 3.03  
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO – SANTA ROSA DE ASIA

COLECTOR	TRAMO	N° DE BUZON		NOMBRE Calle/Av/Jr	LONGITUD (m)	TRAMO CONTRIBUYENTE		CAUDAL A. ARRIBA (L/s)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (L/s)	CAUDAL A. ABAJO (L/s)	DESCARGA EN EL TRAMO	COTA DEL TERRENO		ALTURA DEL BUZON		COTA DE FONDO BZ		DESNIVEL ENTRE FONDO BZs (m)	PENDIENTE S <sub>0</sub>	DIAMETRO D (plg)	Secc. Parcial y/D=0.75	
		A. ARRIBA	A. ABAJO			N°	CONTRIB. (L/s)					A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO	A. ARRIBA	A. ABAJO				Q <sub>r</sub> (L/s)	V <sub>r</sub> (m/s)
7	XXXI	106	120		56.75			0.000	0.084	0.084		115.760	114.793	1.20	1.20	114.56	113.59	0.97	0.017	6	1.5	1.29
	XXX	120	130		56.75			0.084	0.084	0.169		114.793	113.878	1.20	1.20	113.59	112.68	0.92	0.016	6	1.5	1.26
	XXX	108	121		56.75			0.000	0.084	0.084		113.127	112.208	1.20	1.20	111.93	111.01	0.92	0.016	6	1.5	1.26
	XXVIII	121	132		56.75			0.084	0.084	0.169		112.208	111.345	1.20	1.20	111.01	110.14	0.86	0.015	6	1.5	1.22
	XXVII	110	122		56.75			0.000	0.084	0.084		109.883	109.180	1.20	1.20	108.68	107.98	0.70	0.012	6	1.5	1.10
	XXVI	122	134		56.75			0.084	0.084	0.169		109.180	108.031	1.20	1.20	107.98	106.83	1.15	0.020	6	1.5	1.41
	XXV	111	123		56.75			0.000	0.084	0.084		109.186	108.480	1.50	1.20	107.69	107.28	0.41	0.007	6	1.5	0.84
	XXIV	123	135		56.75			0.084	0.084	0.169		108.480	107.353	1.20	1.20	107.28	106.15	1.13	0.020	6	1.5	1.39
	XXIII	113	124		56.75			0.000	0.084	0.084		105.413	104.466	1.80	1.20	103.61	103.27	0.35	0.008	6	1.5	0.77
	XXII	124	137		56.75			0.084	0.084	0.169		104.466	103.860	1.20	1.20	103.27	102.66	0.61	0.011	6	1.5	1.02
	XXI	115	125		56.75			0.000	0.084	0.084		101.673	101.033	1.40	1.20	100.27	99.83	0.44	0.008	6	1.5	0.87
	XX	125	139		56.75			0.084	0.084	0.169		101.033	100.409	1.20	1.20	99.83	99.21	0.62	0.011	6	1.5	1.04
	XX	117	126		56.75			0.000	0.084	0.084		99.377	99.078	1.20	1.20	98.18	97.88	0.30	0.005	6	1.5	0.72
	XVIII	126	141		56.75			0.084	0.084	0.169		99.078	98.780	1.20	1.50	97.88	97.28	0.60	0.011	6	1.5	1.01
	XVII	128	129		52.77			0.000	0.078	0.078		116.628	115.237	1.20	1.20	115.43	114.04	1.39	0.028	6	1.5	1.80
	XVI	129	130		52.77			0.078	0.078	0.157		115.237	113.878	1.20	1.20	114.04	112.68	1.36	0.028	6	1.5	1.59
	XV	130	131		56.21	XXX	0.169	0.325	0.083	0.409		113.878	112.802	1.20	1.20	112.68	111.40	1.27	0.023	6	1.5	1.49
	XIV	131	132		56.21			0.409	0.083	0.492		112.802	111.345	1.20	1.20	111.40	110.14	1.26	0.022	6	1.5	1.48
	XIII	132	133		56.53	XXVIII	0.169	0.661	0.084	0.745		111.345	109.697	1.20	1.20	110.14	108.50	1.65	0.029	6	1.5	1.69
	XII	133	134		56.53			0.745	0.084	0.829		109.697	108.031	1.20	1.20	108.50	106.83	1.67	0.029	6	1.5	1.70
	XI	134	135		23.00	XXVI	0.169	0.997	0.034	1.032		108.031	107.353	1.20	1.20	106.83	106.15	0.68	0.029	6	1.5	1.70
	X	135	136		59.28	XXIV	0.169	1.200	0.088	1.288		107.353	105.606	1.20	1.20	106.15	104.41	1.75	0.029	6	1.5	1.70
	IX	136	137		59.28			1.288	0.088	1.376		105.606	103.860	1.20	1.20	104.41	102.66	1.75	0.029	6	1.5	1.69
	VIII	137	138		58.78	XXII	0.169	1.545	0.087	1.632		103.860	102.124	1.20	1.20	102.66	100.92	1.74	0.030	6	1.6	1.70
VII	138	139		58.78			1.632	0.087	1.720		102.124	100.409	1.20	1.20	100.92	99.21	1.72	0.029	6	1.7	1.89	
VI	139	140		36.09	XX	0.169	1.888	0.054	1.942		100.409	99.583	1.20	1.20	99.21	98.38	0.83	0.023	6	1.9	1.49	
V	140	141		36.09			1.942	0.054	1.995		99.583	98.780	1.20	1.50	98.38	97.28	1.10	0.031	6	2.0	1.73	
IV	141	142		58.81	XVIII	0.169	2.164	0.087	2.251		98.780	97.470	1.50	1.20	97.28	96.27	1.01	0.017	6	2.3	1.29	
III	142	143		58.81			2.251	0.087	2.339		97.470	96.187	1.20	1.40	96.27	94.79	1.48	0.025	6	2.3	1.57	
II	143	151		56.00	6-I	11.561	13.899	0.083	13.983		96.187	95.673	1.40	1.20	94.79	94.47	0.31	0.006	8	14.0	0.90	
I	151	167		56.00			13.983	0.083	14.066	EMISOR	95.673	95.172	1.20	1.20	94.47	93.97	0.50	0.009	8	14.1	1.13	
8	XXX	130	144		56.00			0.000	0.083	0.083		113.876	113.417	1.20	1.20	112.68	112.22	0.46	0.008	6	1.5	0.89
	XXVIII	144	154		56.00			0.083	0.083	0.166		113.417	113.000	1.20	1.30	112.22	111.70	0.52	0.009	6	1.5	0.95
	XXVII	132	145		56.00			0.000	0.083	0.083		111.345	110.510	1.20	1.20	110.14	109.31	0.83	0.015	6	1.5	1.21
	XXVI	145	156		56.00			0.083	0.083	0.166		110.510	109.672	1.20	1.20	109.31	108.47	0.84	0.015	6	1.5	1.21
	XXV	134	146		56.00			0.000	0.083	0.083		108.031	107.250	1.20	1.20	106.83	106.05	0.78	0.014	6	1.5	1.17
	XXIV	146	158		56.00			0.083	0.083	0.166		107.250	106.340	1.20	1.20	106.05	105.14	0.91	0.016	6	1.5	1.26
	XXIII	135	147		56.00			0.000	0.083	0.083		107.353	106.500	1.20	1.20	106.15	105.30	0.85	0.015	6	1.5	1.22
	XXII	147	159		56.00			0.083	0.083	0.166		106.500	105.665	1.20	1.20	105.30	104.47	0.83	0.015	6	1.5	1.21
	XXI	137	148		56.00			0.000	0.083	0.083		103.860	103.420	1.20	1.20	102.66	102.22	0.44	0.008	6	1.5	0.88
	XX	148	161		56.00			0.083	0.083	0.166		103.420	102.208	1.20	1.20	102.22	101.01	1.21	0.022	6	1.5	1.45
	XX	139	149		56.00			0.000	0.083	0.083		100.409	99.696	1.20	1.20	99.21	98.50	0.71	0.013	6	1.5	1.11
	XVIII	149	163		56.00			0.083	0.083	0.166		99.696	99.000	1.20	1.20	98.50	97.80	0.70	0.012	6	1.5	1.10
	XVII	141	150		56.00			0.000	0.083	0.083		98.780	98.165	1.50	1.20	97.28	96.97	0.31	0.006	6	1.5	0.74
	XVI	150	165		56.00			0.083	0.083	0.166		98.165	97.550	1.20	1.20	96.97	96.35	0.62	0.011	6	1.5	1.03
	XV	152	153		52.77			0.000	0.078	0.078		115.668	114.340	1.20	1.20	114.47	113.14	1.33	0.025	6	1.5	1.57
	XIV	153	154		52.77			0.078	0.078	0.157		114.340	113.000	1.20	1.30	113.14	111.70	1.44	0.027	6	1.5	1.63
	XIII	154	155		56.21	XXVIII	0.166	0.323	0.083	0.407		113.000	111.380	1.30	1.20	111.70	110.18	1.52	0.027	6	1.5	1.82
	XII	155	156		56.21			0.407	0.083	0.490		111.380	109.672	1.20	1.20	110.18	108.47	1.71	0.030	6	1.5	1.72
	XI	156	157		56.53	XXVI	0.166	0.858	0.084	0.740		109.672	108.000	1.20	1.20	108.47	106.80	1.67	0.030	6	1.5	1.70
	X	157	158		56.53			0.740	0.084	0.824		108.000	106.340	1.20	1.20	106.80	105.14	1.66	0.029	6	1.5	1.69
	IX	158	159		23.00	XXIV	0.166	0.991	0.034	1.025		106.340	105.665	1.20	1.20	105.14	104.47	0.67	0.029	6	1.5	1.69
	VIII	159	160		59.28	XXII	0.166	1.191	0.088	1.279		105.665	103.938	1.20	1.20	104.47	102.74	1.73	0.029	6	1.5	1.69
	VII	160	161		59.28			1.279	0.088	1.367		103.938	102.208	1.20	1.20	102.74	101.01	1.73	0.029	6	1.5	1.69
	VI	161	162		58.78	XX	0.166	1.534	0.087	1.621		102.208										

CUADRO Nº 3.04  
 DATOS DE BUZONES DE INSPECCION

Buzón	Profundidad (m)	Cota Tapa (msnm)	Cota Fondo (msnm)
1	1.20	123.502	122.302
2	1.20	121.506	120.306
3	1.20	119.509	118.309
4	1.20	115.159	113.959
5	1.20	111.600	110.400
6	1.20	110.550	109.350
7	1.50	119.513	118.013
8	1.60	115.250	113.650
9	1.50	111.550	110.050
10	1.80	110.700	108.900
11	1.20	123.718	122.518
12	1.20	121.614	120.414
13	2.30	119.511	117.211
14	1.20	117.456	116.256
15	2.30	115.356	113.056
16	1.20	113.594	112.394
17	2.10	111.787	109.687
18	2.20	110.778	108.578
19	1.20	109.172	107.972
20	1.20	107.562	106.362
21	1.60	119.448	117.848
22	2.00	111.100	109.100
23	1.20	107.000	105.800
24	1.20	123.740	122.540
25	1.20	121.565	120.365
26	1.20	119.386	118.186
27	1.20	117.379	116.179
28	1.20	115.366	114.166
29	1.20	113.573	112.373
30	1.20	111.776	110.576
31	1.20	110.579	109.379
32	1.20	108.498	107.298
33	1.20	106.552	105.352
34	1.20	104.802	103.602
35	1.20	103.176	101.976
36	1.50	119.364	117.864
37	1.20	115.101	113.901
38	1.70	111.980	110.280
39	1.90	110.980	109.080
40	1.80	106.823	105.023
41	1.80	103.428	101.628
42	1.20	123.024	121.824
43	1.20	121.191	119.991
44	2.10	119.346	117.246
45	1.20	117.376	116.176
46	2.20	115.392	113.192
47	1.20	113.785	112.585
48	2.20	112.179	109.979
49	2.30	111.083	108.783
50	1.20	109.156	107.956

CONTINUA CUADRO N° 3.04  
DATOS DE BUZONES DE INSPECCION

Buzón	Profundidad (m)	Cota Tapa (msnm)	Cota Fondo (msnm)
51	2.50	107.230	104.730
52	1.20	105.473	104.273
53	2.40	103.717	101.317
54	1.20	107.300	106.100
55	1.20	118.969	117.769
56	1.20	114.832	113.632
57	1.20	111.300	110.100
58	1.50	107.200	105.700
59	2.50	103.558	101.058
60	1.20	122.275	121.075
61	1.20	120.438	119.238
62	1.40	118.592	117.192
63	1.20	116.663	115.463
64	1.50	114.698	113.198
65	1.20	112.757	111.557
66	1.20	110.799	109.599
67	1.20	110.077	108.877
68	1.20	108.412	107.212
69	1.40	106.747	105.347
70	1.20	105.096	103.896
71	2.80	103.445	100.645
72	1.80	101.932	100.132
73	1.20	118.091	116.891
74	1.20	114.371	113.171
75	1.40	110.650	109.250
76	1.40	109.920	108.520
77	1.20	105.860	104.660
78	1.20	102.915	101.715
79	1.20	101.000	99.800
80	1.20	120.878	119.678
81	1.20	119.242	118.042
82	1.30	117.589	116.289
83	1.20	115.862	114.662
84	1.80	114.095	112.295
85	1.20	112.212	111.012
86	1.40	110.304	108.904
87	1.40	109.527	108.127
88	1.20	107.527	106.327
89	1.20	105.526	104.326
90	1.20	103.938	102.738
91	1.20	102.392	101.192
92	1.20	101.443	100.243
93	1.90	100.494	98.594
94	1.20	98.947	97.747
95	1.20	97.300	96.100
96	1.20	116.671	115.471
97	1.20	113.564	112.364
98	1.40	110.150	108.750
99	1.40	109.350	107.950
100	1.50	105.510	104.010

CONTINUA CUADRO Nº 3.04  
DATOS DE BUZONES DE INSPECCION

Buzón	Profundidad (m)	Cota Tapa (msnm)	Cota Fondo (msnm)
101	1.20	102.028	100.828
102	1.20	99.935	98.735
103	1.20	97.011	95.811
104	1.20	118.236	117.036
105	1.20	117.000	115.800
106	1.20	115.760	114.560
107	1.20	114.453	113.253
108	1.20	113.127	111.927
109	1.20	111.512	110.312
110	1.50	109.883	108.383
111	1.50	109.186	107.686
112	1.20	107.300	106.100
113	1.80	105.413	103.613
114	1.20	103.543	102.343
115	1.40	101.673	100.273
116	1.20	100.524	99.324
117	1.20	99.377	98.177
118	1.20	98.049	96.849
119	1.20	96.720	95.520
120	1.20	114.793	113.593
121	1.20	112.206	111.006
122	1.20	109.180	107.980
123	1.20	108.480	107.280
124	1.20	104.466	103.266
125	1.20	101.033	99.833
126	1.20	99.078	97.878
127	1.20	96.441	95.241
128	1.20	116.626	115.426
129	1.20	115.237	114.037
130	1.20	113.876	112.676
131	1.20	112.602	111.402
132	1.20	111.345	110.145
133	1.20	109.697	108.497
134	1.20	108.031	106.831
135	1.20	107.353	106.153
136	1.20	105.606	104.406
137	1.20	103.860	102.660
138	1.20	102.124	100.924
139	1.20	100.409	99.209
140	1.20	99.583	98.383
141	1.50	98.780	97.280
142	1.20	97.470	96.270
143	1.40	96.187	94.787
144	1.20	113.417	112.217
145	1.20	110.510	109.310
146	1.20	107.250	106.050
147	1.20	106.500	105.300
148	1.20	103.420	102.220
149	1.20	99.696	98.496
150	1.20	98.165	96.965

CONTINUA CUADRO N° 3.04  
DATOS DE BUZONES DE INSPECCION

Buzón	Profundidad (m)	Cota Tapa (msnm)	Cota Fondo (msnm)
151	1.20	95.673	94.473
152	1.20	115.668	114.468
153	1.20	114.340	113.140
154	1.30	113.000	111.700
155	1.20	111.380	110.180
156	1.20	109.672	108.472
157	1.20	108.000	106.800
158	1.20	106.340	105.140
159	1.20	105.665	104.465
160	1.20	103.936	102.736
161	1.20	102.208	101.008
162	1.20	100.599	99.399
163	1.20	99.000	97.800
164	1.20	98.275	97.075
165	1.20	97.550	96.350
166	1.20	96.368	95.168
167	1.20	95.172	93.972

### 3.3 Conexiones Domiciliarias

La conexión domiciliaria deberá tener los siguientes componentes:

- El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en el Cuadro N° 3.05
- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida)
- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.

Se deberá ubicar a una distancia entre 1.20 a 2.00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha.

El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

CUADRO N° 3.05

#### DIMENSIONES DE CAJAS DE REGISTRO

Dimensiones Interiores (m)	Diámetro Máximo (mm)	Profundidad Máxima (m)
0.25 x 0.50	100	0.6
0.30 x 0.60	150	0.8
0.45 x 0.60	150	1.0
0.60 x 0.60	200	1.2

Fuente: OPS[08]/CEPIS[02]

#### 3.3.1 Tubería

Para efectuar el diseño del trazo definitivo de las tuberías, previamente se fijarán las secciones transversales de todas las calles del proyecto, con la ubicación acotada y a escala de todos los servicios públicos de electricidad, teléfonos, agua, desagüe, canales de regadío, etc., tanto existente como proyectado. A continuación se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

- En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.
- En las calles o avenidas de más de 20 m de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía, salvo el caso de que se justifique la instalación de una sola línea.
- Si el ancho de la vereda lo permite y no hay interferencia con otros servicios públicos, la tubería de alcantarillado podrá ubicarse en ella, pero

la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2.0 m

- La distancia mínima a cables eléctricos, telefónicos u otras instalaciones, será de 1.0 m medido entre planos verticales tangentes.

Para recolectar las aguas residuales de este centro poblado se ha diseñado colectores de 150 y 200 mm de diámetro, de PVC-U[10], Serie 25, según norma ISO[06] 4435:1995, que pasan frente a todos los lotes.

En conclusión, son 511 conexiones de vivienda proyectadas.

De acuerdo a las profundidades promedio que van a ser instaladas las tuberías y al tipo de suelo, corresponde construir buzones de concreto, empleando cemento tipo I.

### **3.4 Cámaras de Inspección y Limpieza de las Tuberías**

Las cámaras de Inspección podrán ser buzonetas y buzones de inspección.

Las buzonetas se utilizarán en vías peatonales cuando la profundidad sea menor de 1.0 m sobre la clave del tubo. Se proyectarán sólo para colectores de hasta 200 mm de diámetro.

Los buzones de inspección se usan cuando la profundidad sea mayor de 1.0 m sobre la clave de la tubería.

El diámetro interior de los buzones de inspección será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1.50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0.60 m de diámetro.

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

#### **3.4.1 Ubicación**

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de los colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.



- En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- En los cambios de material.
- En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

### 3.4.2 Separación Máxima

La separación máxima entre las cámaras de inspección será:

CUADRO N° 3.06

#### DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CÁMARAS DE INSPECCIÓN

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

Fuente: RNE[11]

Otro criterio que podría ser considerado en los diseños, es el que considera la separación de las cámaras de inspección en función a la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean estos manuales o mecanizados:

- Si se utiliza equipo manual como varillas flexibles y sus respectivos accesorios, la distancia entre cámaras podrá ser de 50 a 70 m.
- Si se utiliza equipo mecánico (Sewer Roder), la distancia entre cámaras puede llegar a 100 m y avanzar aún hasta los 150 m.
- Si los diámetros de los colectores son visitables y permiten una limpieza directa por un operador, la distancia puede ampliarse a 150 ó 200 m.

En tal sentido el diseño de la red de alcantarillado para el centro poblado Santa Rosa de Asia, tendrá un número total de **167 buzones**, cuya profundidad mínima será de 1.20 m, aumentando paulatinamente en el sentido del escurrimiento,

cuidando siempre de que la tubería cumpla con los criterios de pendiente mínima permisible, adaptándose a las condiciones topográficas del terreno.

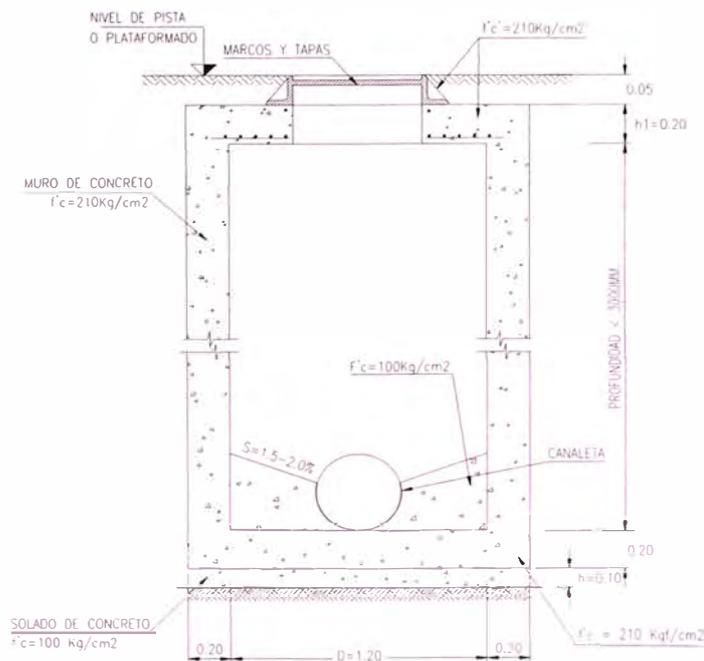
En el Cuadro N° 3.07, se muestra la relación de profundidades de los buzones que se utilizará en el proyecto, ninguna supera la profundidad de 3.0 m; de tal manera que solo habrá un solo Tipo de Buzón denominado Tipo I constituido de concreto simple

CUADRO N° 3.07  
 RESUMEN DE BUZONES SEGÚN SU PROFUNDIDAD

Profundidad (m)	Número	Total
1.20 - 1.25	122	167
1.26 - 1.50	21	
1.51 - 1.75	3	
1.76 - 2.00	9	
2.01 - 2.50	11	
2.51 - 3.00	1	

Fuente: Propia

FIGURA N° 3.01  
 CÁMARA DE INSPECCIÓN – BUZON TIPO I



Fuente: Propia

### *3.4.3 Mantenimiento y Limpieza de Tuberías y Cámaras de Inspección de Alcantarillado*

Según el RNE[11] indica que deberá efectuarse inspección y limpieza periódica anual de las tuberías y cámaras de inspección, para evitar posibles obstrucciones por acumulación de fango u otros.

En las épocas de lluvia se deberá intensificar la periodicidad de la limpieza debido a la acumulación de arena y/o tierra arrastrada por el agua.

Todas las obstrucciones que se produzcan deberán ser atendidas a la brevedad posible utilizando herramientas, equipos y métodos adecuados.

Deberá elaborarse periódicamente informes y cuadros de las actividades de mantenimiento, a fin de conocer el estado de conservación y condiciones del sistema.

## **CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS Y CUERPO RECEPTOR**

Estos sistemas de tratamiento de aguas residuales, dependiendo del origen, de la disponibilidad de terreno, de la electricidad, etc.; se puede realizar de diversas formas. Sin embargo, es oportuno mencionar aquellos tratamientos que pueden proporcionar menores inversiones con eficiencias compatibles con las necesidades del momento. La alternativa de lagunas de oxidación o estabilización, de un modo general, es más económica y fácil de operar.

### **4.1 Consideraciones Generales para el Tratamiento de las Aguas Negras**

Existen varios sistemas para el tratamiento de las aguas negras provenientes de una red de alcantarillado, entre los principales sistemas más utilizados en el país con buenos resultados tenemos:

#### **a) Evacuación por dilución**

Es el método más simple y común de evacuación de las aguas negras, en el cual los flujos provenientes de plantas de tratamiento, se vierten en una masa de agua de suficiente magnitud que no cause daños ya sea ecológicos o a la salud pública, por medio del cuerpo receptor al cual se ha vertido.

La base teórica en el cual se sustenta este sistema es, que cuando se descarga materia orgánica putrescible en agua de escorrentía, los riesgos que puedan producir esta materia se reduce debido a la dispersión de la dilución, la cual si es suficiente puede por sí sola evitar cualquier perjuicio.

En un proceso de auto purificación, existen factores físicos de la corriente que facilitan este proceso, entre estos los más importantes son la temperatura, la turbulencia y la hidrografía de la corriente. Otro proceso de importancia en la auto purificación de las corrientes, es el de la oxidación de la materia orgánica la cual empieza inmediatamente después de su descarga en el agua de dilución debido al desarrollo y la actividad de los organismos oxidantes, es decir es indispensable la presencia de oxígeno disuelto en la corriente.

Las aportaciones de oxígeno son a través de factores naturales como son la dilución de un afluente, o la aireación en caídas y rápidas, por la acción del viento o por la acción de microorganismos.

Otro agente contribuyente a la auto purificación, es la luz por su efecto esterilizante sobre ciertas bacterias y por su capacidad de decoloración por efecto de la fotosíntesis.

La rapidez de la auto purificación depende de la clase de materia orgánica, presencia de oxígeno utilizable, la velocidad de la aireación, la temperatura, la sedimentación y la velocidad de la corriente.

Dentro de los estudios preliminares que se tiene que realizar, tanto de la naturaleza de las aguas negras a evacuar, como del cuerpo receptor deberá comprender: un estudio hidrológico e hidrográfico de la cuenca receptora para poder conocer el volumen de agua en toda época del año y poder determinar la velocidad y dirección de las corrientes de la misma; un análisis del agua de dilución para preveer la cantidad de oxígeno de la que portadora; hacer un estudio del efecto sobre el abastecimiento de agua, riberas y vida acuática.

#### b) Lagunas de oxidación o estabilización

Las lagunas de oxidación son excavaciones de poca profundidad en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica, causantes de enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales. Es un método fácil y eficiente para tratar aguas residuales provenientes del alcantarillado sanitario. Este sistema es efectivo en costos cuando se dispone de suficiente terreno para construir las; es decir, el costo de la tierra no es de un valor limitante.

El sistema está compuesto por un tratamiento primario que consiste en un grupo de trampas que atrapan y separan los elementos sólidos no inherentes al diseño del sistema. En etapas siguientes el agua y sus residuos pasan a un sistema de lagunas (una o más) donde permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático.

Luego de este proceso, el agua superficial de las lagunas queda libre entre un 70 y un 85% de demanda química o biológica de oxígeno, los cuales son

estándares apropiados para la liberación de estas aguas superficiales hacia la naturaleza de forma que esta última pueda absorber los residuos sin peligro para el medio ambiente y sus especies.

Existen otras formas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales, según su forma de operación pueden ser clasificadas en:

- Lagunas de oxidación aerobias (aireadas). Cuando existe oxígeno en todos los niveles de profundidad. Los procesos aeróbicos tienen la ventaja de que aceleran el proceso de descomposición de los residuos orgánicos (en condiciones de suficiente oxígeno) y no producen gases malolientes como resultado de la acción bacteriana. La desventaja de este proceso es que normalmente se requiere energía externa para producir la aireación necesaria.
- Lagunas de oxidación anaerobias (sin aireación). Cuando la carga orgánica es tan grande que predomina la fermentación sin oxígeno. Cuando actúan bacterias anaerobias, se producen gases malolientes y por esta razón, las plantas de tratamiento anaeróbicas se construyen como estructuras cerradas con control de emisión de gases para evitar molestias al entorno.
- Lagunas de oxidación facultativas. Es el caso que opere como una mezcla de las dos anteriores, la parte superior aerobia y el fondo anaerobio. Esta situación es la más común en una laguna de oxidación expuesta al ambiente.
- Lagunas de acabado. Son aquellas que se utilizan para mejorar la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento. En algunas ocasiones se necesita mejorar la calidad del efluente producido, especialmente cuando existen proyectos de reciclado del agua.

Hay muchos mitos y temores infundados sobre las lagunas de oxidación, sin embargo tienen muchos años de funcionar exitosamente en Estados Unidos, Europa y Centro y Sur América. Las lagunas de oxidación son particularmente apropiadas debido a su bajo costo y el método sencillo para construirlas y mantenerlas.

Las lagunas de oxidación correctamente diseñadas y construidas, pueden remover efectivamente la mayoría de los contaminantes asociados con las aguas negras municipales e industriales y las aguas de lluvias. Las lagunas de oxidación son especialmente eficaces en la eliminación de problemas y

contaminantes tales como la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>[03]</sub>); no obstante, existen otros contaminantes que pueden ser tratados mediante este sistema como los sólidos suspendidos, nitrógeno, fósforo, hidrocarburos y metales. Las lagunas de oxidación son también una tecnología efectiva y segura para el tratamiento y recirculación de agua si se mantienen y operan correctamente.

Se puede construir y operar una laguna de oxidación en una gran variedad de áreas geográficas, incluyendo las regiones áridas, tropicales y montañosas. Incluso se puede tratar las aguas negras con altos niveles de residuos en condiciones climáticas extremas donde ocurre congelamiento. Estos proyectos pueden variar mucho con respecto a tamaño, forma y ubicación, siendo el principal componente limitante el contar con suficiente terreno disponible.

#### c) Pozos sépticos

Son tanques horizontales a través del cual se dejan fluir las aguas negras lentamente para permitir que la materia sedimentable precipite, quedando retenida en el fondo para que por acción anaeróbica se descomponga, pasando parte de la materia orgánica en suspensión de la forma sólida a la líquida o gaseosa, reduciendo la cantidad sólida a eliminar. Para su buen funcionamiento, el escurrimiento líquido de entrada debe ser igual al de salida.

Su uso está limitado a viviendas y poblaciones pequeñas, puesto que para poblaciones muy grandes se necesitaría un gran depósito o pozo séptico, para que capte todo el volumen de aguas negras de la población.

#### d) Tanques Imhoff

Son tanques de dos pisos, de sedimentación y séptico; combina la sedimentación en el piso superior y la digestión del lodo en el inferior. Funciona mediante un deflector por el cual pasan los materiales sedimentados al digestor; el mismo que desvía los gases de ascensión hacia una cámara de espumas.

### 4.1.1 Disposición Final del Sistema

Las aguas residuales domésticas se componen aproximadamente de un 99,9% de agua y 0,1 % de sólidos en peso seco. Es decir, el líquido en sí es nada más que un medio de transporte de las innumerables sustancias orgánicas,

- El sistema de salida no debe dejar lugares muertos. Se recomienda igual número de entradas que de salidas.

#### 4.2.2 Dimensionamiento de una Laguna Facultativa

Este tipo de lagunas se puede diseñar con base en modelos de reactor de mezcla completa y cinética de remoción de DBO[03] de primer orden como el modelo de Marais; modelos de carga orgánica superficial como los de McGarry y Pescod, Mara, Yañez y otros.

##### **Modelo de mezcla completa y cinética de primer orden**

En el modelo de mezcla completa se supone que las partículas de fluido afluyente son dispersadas instantáneamente a través de todo el volumen del reactor y que no existen gradientes de concentración dentro del sistema; por lo tanto, la concentración del efluente del reactor es la misma concentración de cualquier punto en el reactor.

El balance de materiales, para la figura siguiente, permite deducir la ecuación de diseño.



$$C = \frac{Co}{1 + K\theta} \quad (1.1)$$

Donde:

Q= caudal, m<sup>3</sup>/d

Co= concentración de DBO[03] en el afluyente, mg/L

C=concentración de DBO[03] en el efluente, mg/L

K= constante de reacción de primer orden para remoción de BDO[03], d<sup>-1</sup>

V= volumen del reactor, m<sup>3</sup>

θ= tiempo de retención en el reactor, d

Redondeando la ecuación 1.1, se obtiene:

$$\theta = \frac{1}{K} \left( \frac{Co}{C} - 1 \right) \quad (1.2)$$

La selección del valor de K, de acuerdo a Marais es:



$$K_t = K_{35} \theta^{T-35} \quad (1.3)$$

$$K_t = 1.2(1.085)^{T-35} \quad (1.4)$$

Marais recomienda una ecuación, para  $K_t$ , similar a la anterior:

$$K_t = 0.3(1.05)^{T-20} \quad (1.5)$$

Por otra parte, los trabajos de Marais y Meiring recomiendan, para mantener la laguna facultativa primaria predominantemente aeróbica, una concentración de DBO[03] en el efluente que no exceda el valor dado por la siguiente relación:

$$C = \frac{600}{2d + 8} \quad (1.6)$$

Donde:  $d$ =profundidad de la laguna, m

$C$ = DBO[03] del efluente de la laguna primaria, mg/L

La ecuación (1.6) no se aplica en lagunas facultativas secundarias, las cuales se diseñarían por la ecuación (1.2), o sea con base en el tiempo de retención solamente.

#### **Datos para el pre diseño:**

Las aguas residuales antes del tratamiento, presentan las siguientes características:

DBO[03]= 200mg/l

Caudal  $Q = 16.39 \text{ l/s} = 1417 \text{ m}^3/\text{día}$

Temperatura promedio del agua en el mes más frío= 16°C

Profundidad útil=1.5 m

Análisis por criterios de Marais

#### **Laguna Primaria:**

Se calcula la concentración de DBO[03] en la laguna facultativa primaria por la ecuación (1.6)

$$C = \frac{600}{2 \times 1.5 + 8} = 55 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Se calcula la constante de remoción de CEPIS[03] por la ecuación (1.4)

$$K_T = 1.2(1.085)^{16-35} = 0.25d^{-1}$$

El tiempo de retención se calcula mediante la fórmula (1.1)

$$\theta = \frac{1}{0.25} \left( \frac{200}{55} - 1 \right) = 10.5 \text{ d}$$

El área superficial será:

$$A = \frac{1417 \times 10.5}{1.5} = 9919 \text{ m}^2 = 1 \text{ ha}$$

### **Laguna Secundaria:**

Se calcula el tiempo de retención por la ecuación (1.2) tomando en cuenta que debe reducirse el DBO[03] a 20mg/L

$$\theta = \frac{1}{0.25} \left( \frac{55}{20} - 1 \right) = 7 \text{ d}$$

Se calcula el área superficial para una profundidad útil de 1.5 m

$$A = \frac{1417 \times 7}{1.5} = 6613 \text{ m}^2 = 0.7 \text{ ha}$$

### **Geometría de la laguna:**

La forma depende básicamente de la topografía. Las lagunas pueden tener cualquier forma geométrica; pero se prefiere estanques con bordes uniformes continuos que impidan el estancamiento del agua y la formación de zonas muertas.

Se prefieren rectangulares con relación longitud/ancho mayor de 2/1, generalmente 2/1 a 4/1, para asegurar un mejor rendimiento.

De acuerdo a estas recomendaciones se puede proponer la **laguna primaria de 145m de largo por 70 metros de ancho** y para la **Laguna secundaria se recomienda una de 125m de largo por 55 m de ancho**.

Según el RNE[11] en la Norma Legal OS.090, para el diseño de los diques se debe tener en cuenta las siguientes disposiciones:

- Se debe efectuar el número de sondajes necesarios para determinar el tipo de suelo y de los estratos a cortarse en el movimiento de tierras.
- En esta etapa se efectuarán las pruebas de mecánica de suelos que se requieran (se debe incluir la permeabilidad en el sitio) para un adecuado diseño de los diques y formas de impermeabilización. Para determinar el número de calicatas se tendrá en consideración la topografía y geología del terreno, observándose como mínimo los siguientes criterios:
  - El número mínimo de calicatas es de 4 por hectárea.
  - Para los sistemas de varias celdas el número mínimo de calicatas estará determinado por el número de cortes de los ejes de los

diques más una perforación en el centro de cada una unidad. Para terrenos de topografía accidentada en los que se requieren cortes pronunciados se incrementarán los sondajes cuando sean necesarios.

- Los diques deben diseñarse comprobando que no se produzca volcamiento y que exista estabilidad en las condiciones más desfavorables de operación, incluido un vaciado rápido y sismo.
- Se deben calcular las sub presiones en los lados exteriores de los taludes para comprobar si la pendiente exterior de los diques es adecuada y determinar la necesidad de controles como: impermeabilización, recubrimientos o filtros de drenaje.
- En general los taludes interiores de los diques deben tener una inclinación entre 1:1.5 y 1:2. Los taludes exteriores son menos inclinados, entre 1:2 y 1:3 (vertical: horizontal).
- De los datos de los sondajes se debe especificar el tipo de material a usarse en la compactación de los diques y capa de impermeabilización, determinándose además las canteras de los diferentes materiales que se requieren.
- La diferencia de cotas del fondo de las lagunas y el nivel freático deberá determinarse considerando las restricciones constructivas y de contaminación de las aguas subterráneas de acuerdo a la vulnerabilidad del acuífero.
- Se deberá diseñar, si fuera necesario, el sistema de impermeabilización del fondo y taludes, debiendo justificar la solución adoptada.

### **4.3 Aprovechamiento de las Aguas Tratadas**

Las aguas procedentes de viviendas tienen una alta carga de contaminación fecal y antes de ser devueltas a la naturaleza deben ser convenientemente depuradas. El riesgo que conlleva un vertido de aguas fecales es que puedan alterar el medio ambiente, o incluso contaminar otras fuentes de agua como acuíferos, manantiales, ríos, etc. Por otra parte, con un conveniente tratamiento pueden ser reutilizadas como mínimo para aguas de riego.

El alto contenido en materia orgánica de las aguas residuales hace que esta sea un sustrato alimenticio de primer orden. Éste puede ser empleado por el hombre para alimentar ciertas plantas en su propio interés. Pero cuando estas aguas

deben ser vertidas de nuevo a la naturaleza, el rápido crecimiento de ciertos micro y macro organismos puede agotar el oxígeno del agua (preciso para el desarrollo de la flora y fauna autóctona), y/o favorecer el crecimiento de algunas especies no habituales alterando el ecosistema natural.

Por todo ello es preciso asegurar una razonable calidad de agua antes de ser vertidas a la naturaleza.

La utilización de una infinidad de sistemas conocidos, en general se basan en la oxigenación del agua por circulación de aire, de forma que microorganismos naturales pueden depurar estas aguas devolviendo sus nutrientes a la naturaleza en forma adecuada y re aprovechable.

Algunas filosofías parten de la base de minimizar esta agua negras o bien reaprovecharlas para el crecimiento de especies vegetales de interés para el hombre, en general poder definir el uso final de estos efluentes es muy controversial.

La Organización Mundial de la Salud (OMS[15]) establece ciertos parámetros de calidad para el uso de aguas residuales que se aprecian en el Cuadro N° 4.01, beneficiando de esta manera a la salud de un público mayor, y al mismo tiempo, permitirá establecer metas que fueran factibles técnica y económicamente.

Sin embargo, los valores de las directrices dadas en el Cuadro N° 4.01 se deben interpretar con cuidado, y de ser necesario, se deben modificar según los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar. Se puede justificar mayor precaución donde hay grupos expuestos más susceptibles a la infección que la población en general, por ejemplo, las personas carentes de inmunidad a las infecciones endémicas locales.

En tal sentido por lo expuesto anteriormente, para el caso del centro poblado Santa Rosa, los efluentes se pueden utilizar para la creación de bosques de árboles que ayuden a oxigenar y dar una mejor apariencia al poblado, dar cobertura y en especial tener el agua necesaria para ser un punto de partida a la industrialización de las especias que más cultivan en la zona como son los duraznos y uva; como lo hacen hoy en día por ejemplo Mendoza en Argentina.

**CUADRO Nº 4.01**  
**DIRECTRICES RECOMENDADAS SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA**  
**DE LAS AGUAS RESIDUALES EMPLEADAS EN AGRICULTURA**

<b>Categoría</b>	<b>Condiciones de Aprovechamiento</b>	<b>Grupo Expuesto</b>	<b>Nematodos Intestinales (Media aritmética Nº de huevos por litro)</b>	<b>Coliformes Fecales (Media geométrica Nº por 100 ml)</b>	<b>Tratamiento Requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)</b>
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos	Trabajadores, consumidores, público	1	1000	Serie de estanques de estabilización que permiten lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles	Trabajadores	<1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria

Fuente: OMS[15]

## CONCLUSIONES

Luego de realizar el diseño hidráulico para el sistema de alcantarillado del centro poblado Santa Rosa, se concluye lo siguiente:

- El último censo de vivienda y población realizado en el 2007, reveló el peligro latente para Santa Rosa de Asia, al no existir un sistema adecuado de alcantarillado en el centro poblado.
- Luego del análisis de crecimiento poblacional se calculó para un período de diseño de 15 años que la población futura del centro poblado Santa Rosa sería de 4720 habitantes.
- Debido a la escasa e insignificante presencia de lluvia en la zona se ha optado por un Sistema Unitario de Alcantarillado que colectará las aguas residuales de la población.
- El valor de la dotación utilizada para el cálculo hidráulico es de 150 L/día/habitante. El valor del caudal de diseño ( $Q_d$ ) para el diseño del alcantarillado es de 16.4 L/s
- No se ha considerado para el cálculo del caudal de diseño ( $Q_d$ ) un aporte por infiltración, por presentar de nivel freático profundo con respecto a la superficie mayor a 10m
- El diseño se ha desarrollado, cumpliendo con las velocidades mínimas y máximas especificadas por el Reglamento. El cálculo de la pendiente mínima para el tendido de tuberías se realizó bajo el criterio de Fuerza Tractiva, para un  $\tau_{\min} = 1$  Pa; un coeficiente de Manning de 0.013 y un Caudal inicial ( $Q_i$ ) de 1.5 L/s. El valor de la pendiente mínima es de 5 ‰.
- Para la determinación del diámetro de la tubería de alcantarillado se utilizó como caudal final ( $Q_f$ ) el valor de 16.4 L/s. Determinando de esta manera la utilización de un diámetro de 6" para los colectores secundarios y 8" de diámetro para el interceptor que se conectará con el emisor al final del sistema, en la parte sur oeste del proyecto.
- El número total de buzones calculados es de 167, todas con profundidades menores que 3m, lo cual indica un solo tipo de buzón a emplearse (Buzón Tipo I).
- La longitud total de tubería de alcantarillado es de 11033.2 m considerando solo la longitud horizontal. Para efectos constructivos se

debe revisar el metrado final de cada tramo que figure en el Expediente Técnico.

- Todo el sistema de alcantarillado utilizará tubería de PVC-U[10] NTP[07] ISO[06] 4435.
- Se utilizará para el tratamiento de las aguas residuales una laguna de oxidación por considerarse económicamente y ambientalmente la más apropiada para el centro poblado; además de su bajo mantenimiento y rentabilidad en el tiempo.

## RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se indica lo siguiente:

- Para el diseño de un sistema de alcantarillado se tendrá en consideración los siguientes aspectos importantes: ambiental, social, eficiencia hidráulica de la tubería de conducción, capaz de drenar en forma permanente los distintos flujos de las aguas residuales, tiempo y económico.
- Para iniciar un diseño de alcantarillado previamente se debe de realizar una inspección de campo, verificando la ubicación definitiva para la evacuación de las aguas residuales.
- Identificar las oportunidades de crecimiento económico de la población, a través de encuestas periódicas a la población, definir sus carencias y la falta de servicios públicos, para obtener una estimación de la población futura, que en muchos casos es el que mejor se adapta a la realidad, que los cálculos estadísticos.



## BIBLIOGRAFIA

Laredo Reyna, Julio César. **Tesis Título Profesional de Ing. Civil “Proyecto de Alcantarillado de la Lotización Shangri-Lá – Puente Piedra”**. Universidad Nacional de Ingeniería – FIC. Lima, Perú – 2002.

OPS[08]/CEPIS[02]. **Guías Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado**. Perú – 2005.

Rocha Felices, Arturo. **Hidráulica de Tuberías y Canales**. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú – 2004.

SEDAPAL. **Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao**. Perú – 2004.

SENCICO[12]. **Reglamento Nacional de Edificaciones**. El Peruano. Perú – 2006.

## ANEXO

### PLANOS

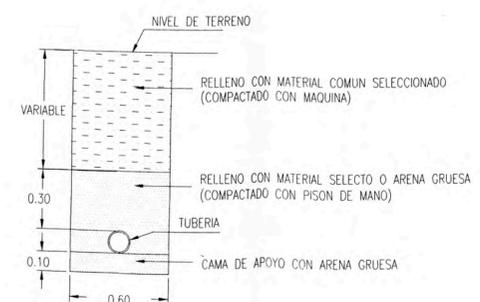
D-01 Red General de Alcantarillado

D-02 Diagrama de Flujo

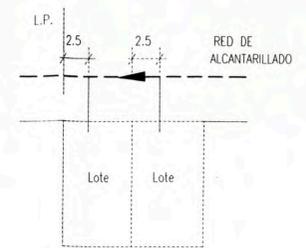




DIAGRAMA DE FLUJO  
ESC. 1:2000



SECCION TIPICA DE ZANJA  
INSTALACION TUBERIA DE ALCANTARILLADO



LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE INSTALARAN  
A 2.5m DEL LIMITE DE PROPIEDAD.

NORMAS TECNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMAS/ESPECIFICACIONES
TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC - U	ISO / DIS 4435 : 1998
TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA REGISTRO	N.T.P. 350 - 085 : 1997
MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA ARMADA PARA BUZONES	N.T.P. 339 - 111 : 1997
ANILLO DE CAUCHO	N.T.P. - ISO 4633 : 1999
CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA REGISTRO	N.T.P. 334 - 081 : 1999
CODO - CACHIMBA DE PVC - U	N.T.P. - ISO 4435 : 1998

LA OMISION EN ESTE CUADRO DE ALGUN MATERIAL Y/O PROCESO CONSTRUCTIVO A SER REQUERIDO EN OBRA, DEBERA AJUSTARSE A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y SUS NORMAS TECNICAS VIGENTE.

LEYENDA	
---	PERIMETRO
~	CURVAS DE NIVEL
—▶—	TUBERIA PROYECTADA
○	BUZON PROYECTADO
— —	CONEXION DOMICILIARIA
▲	BM AUXILIAR

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ASIA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE ING. CIVIL			
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE ASIA		
PLANO:	DIAGRAMA DE FLUJO		
Grupo NT:	- Angulo Botiquin Edgar - Doroteo Gómez Katy - Espericueta Sánchez Víctor - Espigahan Avilés Jorge - Sánchez Ramírez Víctor	924056 F 934530 J 952089 J 908385 E 944070 A	FECHA NOVIEMBRE 2009 ESCALA 1 / 2000
ESPECIALIDAD:	PLANO	DISEÑO DE REDES	D-02