



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN  
LAS LOCALIDADES DE SAN MARTÍN Y  
SAN ANTONIO, DISTRITO DE ANCO,  
PROVINCIA DE LA MAR,  
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, Y SU  
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN  
SANITARIA DE LA POBLACIÓN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
EMERSON CORDERO PALOMINO

ASESOR:  
Mgtr. SAÚL WALTER RETAMOZO FERNÁNDEZ

AYACUCHO - PERÚ  
2019



## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

Mgtr. Maxwil Anthony Morote Arias  
Miembro

---

Mgtr. José Agustín Esparta Sánchez  
Miembro

---

Mgtr. Jesús Luis Purilla Velarde  
Presidente

---

Mgtr. Saúl Walter Retamozo Fernández  
Asesor

# Agradecimientos

Estoy en deuda con muchas personas cuyo apoyo, aliento y amistad han hecho posible la realización de esta tesis. Por esta y muchas razones más, me gustaría expresar mi gratitud a:

- En primer término me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.
- A mis padres, por su apoyo incondicional en mi vida universitaria, por haberme dado la oportunidad de vivir y estar junto a ellos, por sus grandes enseñanzas, su apoyo desinteresado y sobre todo por estar incondicionales en cada etapa de mi vida.
- A mis padres y hermanos por estar ahí cuando más los necesité; en especial a mi madre por su ayuda y constante cooperación.
- De igual manera, a la ULADECH por acogernos y darnos la oportunidad de realizar el Taller de Titulación.
- Al Ing. Saúl Walter Retamozo Fernández, quien con su vocación de servicio nos dirigió hasta culminar cada una de las etapas del Taller de Titulación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

# Dedicatoria

*... A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy,  
cuidándome y dándome fortaleza para continuar  
A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado  
por mi bienestar y educación siendo mi apoyo  
en todo momento.  
A mis amigos, quienes depositaron su entera confianza  
en cada reto que se me presentaba sin dudar  
ni un solo momento en mi  
inteligencia y capacidad.  
**Los amo con mi vida.***

# Resumen

---

El presente trabajo de investigación, de tipo cuantitativo - exploratorio, se realizó con el propósito de evaluar y elaborar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. El universo de la investigación fue indeterminada. La población objetiva estuvo compuesta por sistemas de saneamiento básico en zonas rurales, de las cuales se selecciona las localidades de San Martín y San Antonio. Para la recolección de datos se aplicaron las siguientes técnicas e instrumentos: técnica de evaluación visual, cámara fotográfica, cuaderno para la toma de apuntes, planos de planta, wincha, libros y/o manuales de referencia y equipos topográficos. El análisis de resultados realizado permitió obtener las siguientes conclusiones: El mayor impacto positivo que se logró con la ejecución y funcionamiento de la investigación es eliminar el riesgo que presentaba la población de las comunidades de San Antonio y San Martín de ser afectado por enfermedades contagiosas, ya que se mejoró la condición sanitaria de la población, evitándose asimismo la constante contaminación de las aguas del Río Apurímac. Se generó fuentes de trabajo directa e indirectamente a pesar de que la ejecución de los trabajos afectó temporal y levemente a los moradores con la relativa ocurrencia de accidentes de trabajo, producción de ruidos, barro y polvo. El sistema de tratamiento anaeróbico de las aguas residuales en el funcionamiento del proyecto, pudieron originar una atmósfera agresiva en cercanías a las lagunas, por ello se tuvo que operar las lagunas adecuadamente cuidando el nivel de agua que debía mantener y no permitir la germinación de plantas enraizadas en el interior de la laguna.

**Palabras clave:** Sistemas de saneamiento, Abastecimiento de agua, Condición sanitaria de la población.

---

# Abstract

---

The present research work, of a quantitative - exploratory type, was carried out with the purpose of evaluating and elaborating the basic sanitation systems in the localities of San Martín and San Antonio, district of Anco, province of La Mar, department of Ayacucho. The universe of the investigation was indeterminate. The objective population was composed of basic sanitation systems in rural areas, from which the localities of San Martín and San Antonio are selected. For data collection, the following techniques and instruments were applied: visual evaluation technique, camera, note-taking notebook, floor plans, wincha, books and / or reference manuals and topographic equipment. The analysis of results made it possible to obtain the following conclusions: The greatest positive impact that was achieved with the execution and operation of the research is to eliminate the risk presented by the population of the communities of San Antonio and San Martín to be affected by contagious diseases. since the sanitary condition of the population was improved, avoiding also the constant contamination of the waters of the Apurímac River. Work sources were generated directly and indirectly, although the execution of the works temporarily and slightly affected the residents with the relative occurrence of work accidents, production of noise, mud and dust. The system of anaerobic treatment of the wastewater in the operation of the project, could originate an aggressive atmosphere near the lagoons, for this reason the lagoons had to be operated adequately taking care of the level of water that had to maintain and not allow the germination of plants rooted in the interior of the lagoon.

**Keywords:** Sanitation systems, water supply, health status of the population.

---

# Índice general

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>XII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes . . . . .	3
2.1.1. Antecedentes Nacionales . . . . .	3
2.1.2. Antecedentes Internacionales . . . . .	6
2.2. Marco teórico . . . . .	8
2.2.1. El estado y la salud pública . . . . .	8
2.2.1.1. Mezcla Rápida: . . . . .	8
2.2.2. Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano	8
2.2.3. Saneamiento Ambiental Básico . . . . .	9
2.2.4. Límites Máximos Permisibles (LMP) . . . . .	9
2.2.5. Límite Máximo Permisible (LMP) . . . . .	10
2.2.6. Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano . . . . .	10
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
3.1. Diseño de la investigación . . . . .	12
3.2. Población y muestra . . . . .	13
3.3. Definición y operacionalización de variables . . . . .	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos . . . . .	13
3.4.1. Técnicas de evaluación visual: . . . . .	13
3.4.2. Cámara fotográfica: . . . . .	13
3.4.3. Cuaderno para la toma de apuntes: . . . . .	13
3.4.4. Planos de Planta: . . . . .	14

3.4.5.	Wincha:	14
3.4.6.	Libros y/o manuales de referencia:	14
3.4.7.	Equipos topográficos:	14
3.4.8.	Ficha de inspección de condición sanitaria:	14
3.5.	Plan de análisis	14
3.6.	Matriz de consistencia	15
3.7.	Principios éticos	15
3.7.1.	Ética en la recolección de datos	15
3.7.2.	Ética para el inicio de la evaluación	15
3.7.3.	Ética en la solución de resultados	15
3.7.4.	Ética para la solución de análisis	15
<b>IV.RESULTADOS</b>		<b>17</b>
4.1.	Ubicación	17
4.1.1.	Ubicación del proyecto	17
4.1.2.	Ubicación Geográfica	17
4.1.3.	Vías de acceso	18
4.2.	Características Generales del lugar de estudio	19
4.2.1.	Educación	19
4.2.2.	Salud	21
4.2.3.	Vivienda	22
4.2.4.	Capital Económico	23
4.2.4.1.	Agricultura	23
4.2.4.2.	Ganadería	24
4.2.4.3.	Fruticultura	25
4.2.4.4.	Transformación y Comercialización	25
4.2.4.5.	Corredores Económicos	26
4.2.5.	Capital Social e Institucional	29
4.2.5.1.	Organización de Productores	29
4.2.5.2.	Organización Municipal	29
4.2.5.3.	Participación Social	30
4.2.5.4.	Comité de Desarrollo Distrital	30
4.3.	Problemática que resolverá el estudio	31
4.4.	Objetivos y fines	31
4.5.	Descripción del proyecto	32
4.5.1.	Obras de captación	32
4.5.2.	Línea de conducción	33
4.5.3.	Cruce de quebrada L=10m (tubería de fierro galvanizado 3")	33
4.5.4.	Red de distribución	33
4.5.5.	Sistema de alcantarillado	34
4.5.6.	Disponibilidad de terreno	35
4.5.7.	Propuesta de solución	35
4.5.8.	Beneficios esperados	35
4.5.9.	Estudios básicos	36
4.5.9.1.	Estudio topográfico	36

4.5.9.2.	Trazo de la línea de conducción del sistema de agua potable . . . . .	38
4.5.9.3.	Trazo de la línea de aducción y red de distribución del sistema de agua potable . . . . .	39
4.5.9.4.	Trazo de la red de colectores y emisores del sistema de alcantarillado . . . . .	41
4.5.9.5.	Equipo Empleado . . . . .	41
4.5.9.6.	Evaluación de impacto ambiental . . . . .	41
4.5.9.7.	Marco legal y ambiental aplicable . . . . .	42
4.5.9.8.	Condiciones ambientales de línea base . . . . .	43
	Ambiente físico . . . . .	43
	Ambiente biótico . . . . .	44
4.5.9.9.	Estudios de mecánica de suelos . . . . .	47
	Características de la zona de estudio . . . . .	47
	Estudio de suelos . . . . .	48
4.5.10.	Agua potable . . . . .	48
4.5.10.1.	Demanda de agua . . . . .	48
4.5.10.2.	Periodo óptimo de diseño (POD) . . . . .	49
4.5.10.3.	Población actual y futura . . . . .	50
4.5.10.4.	Dotación de agua. . . . .	52
4.5.10.5.	Caudales de diseño . . . . .	53
4.5.11.	Componentes del sistema . . . . .	55
4.5.11.1.	Captación. . . . .	55
4.5.11.2.	Línea de conducción . . . . .	55
4.5.12.	Dimensionamiento de la tubería de conducción. . . . .	59
4.5.12.1.	Línea gradiente hidráulica (L. G. H.). . . . .	59
4.5.12.2.	Presión. . . . .	60
4.5.13.	Red de distribución. . . . .	62
4.5.13.1.	Normatividad vigente: . . . . .	62
4.5.13.2.	Descripción de los materiales empleados. . . . .	63
4.5.13.3.	Metodología de análisis. . . . .	64
	Consideraciones Generales: . . . . .	64
	Procedimientos de cálculo . . . . .	65
	Métodos para determinación de caudales . . . . .	66
4.5.13.4.	Válvulas de purga . . . . .	66
4.5.13.5.	Válvulas reductoras de presión . . . . .	67
4.5.13.6.	Cámara de válvulas . . . . .	67
	Formulación y Cálculos: CYPE CAD . . . . .	67
4.5.13.7.	Sistema de alcantarillado . . . . .	78
	Medidor de caudal . . . . .	87
	Cajas de disitribucion y tuberias de aproximacion . . . . .	89
4.5.13.8.	Operación y mantenimiento . . . . .	90
	Generalidades . . . . .	90
4.5.13.9.	Captación, desarenador y sedimentador . . . . .	91
	Objetivo . . . . .	91
	Operación . . . . .	91

Mantenimiento . . . . .	91
Línea de conducción . . . . .	91
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
5.1. Conclusiones . . . . .	103
5.2. Recomendaciones . . . . .	104
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>107</b>

# Índice de figuras

4.1. Mapa que representa la interconexión del distrito de Ayacucho entre los anexos de San Martín y San Antonio a través del proyecto Gas de Camisea. . . . .	18
4.2. Trazo de la línea de conducción de San Martín. . . . .	38
4.3. Trazo de la línea de conducción de San Antonio. . . . .	39
4.4. Red de distribución, localidad de San Martín . . . . .	40
4.5. Red de distribución, localidad de San Antonio. . . . .	40
4.6. Población futura. . . . .	51
4.7. Trazo por donde se realizara la línea de conducción. . . . .	56
4.8. Carga estática y dinámica. . . . .	57
4.9. Profundidad de zanja. . . . .	85
4.10. Dimensiones del medidor Parshall . . . . .	87
4.11. Diseño de tuberías de ingreso y salida utilizando la fórmula Manning	90

# Índice de cuadros

1.	Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR. . . . .	10
1.	Descripción de las actividades en cada fase del estudio . . . . .	45
2.	Descripción de los impactos ambientales por componente ambiental	46
3.	Recomendaciones que previnieron y mitigaron los impactos ambientales en cada fase del estudio . . . . .	47
4.	Periodo de diseño basado en cantidad de habitantes. . . . .	50
5.	Periodo de diseño según el tipo de estructura. . . . .	50
6.	Consumo Máximo Horario . . . . .	55
7.	Presiones de trabajo para diferentes clases de tuberías. . . . .	57
8.	Cálculos para redes de agua potable. . . . .	61
9.	Norma ITINTEC NTP 399.002 . . . . .	62
10.	Norma ISO 4222 . . . . .	63
11.	Descripción de los cálculos empleados. . . . .	64
12.	Listado de nudos . . . . .	73
13.	Listado de tramos . . . . .	76
14.	Envolvente . . . . .	78
15.	Calibración de la regla . . . . .	88

# Capítulo I

## Introducción

“En el diseño de los proyectos, se ha comenzado a incluir los aspectos culturales en la provisión de servicios. Tema especialmente crítico en las zonas de la región amazónica y los aspectos relacionados con la tecnología apropiada, ratificando el concepto de que la tecnología, por sí misma, no resuelve problemas, sino que deberá estar acompañada de capacitación y seguimiento a nivel domiciliario”.

“Al analizar la problemática se llegó a la siguiente **pregunta de investigación** ¿La evaluación y mejoramiento de sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho mejorara la condición sanitaria de la población?”.

“Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general**; el desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población. Además se plantearon dos **objetivos específicos**. El primero fue evaluar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población. El segundo fue elaborar el mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población”.

“La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** es exploratorio. El **nivel** de la investigación es de carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación se priorizó en elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. El **universo o población** de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por sistemas de saneamiento básico en zonas rurales, de las cuales se selecciona las localidades de San Martín y San Antonio”.

# Capítulo II

## Revisión de la literatura

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

“En la Universidad San Antonio de Abad del Cusco se desarrolló el siguiente estudio Evaluación de Riesgos Ambientales de los Componentes del Saneamiento Ambiental Básico de la Localidad de Pillpinto, Provincia de Paruro Cusco. Donde el objetivo de la investigación fue con el fin de evaluar los riesgos ambientales de contaminación, a los que se encuentran expuestos los componentes del saneamiento ambiental básico, que ponen en riesgo la salud de la población y el deterioro del ambiente. Se utilizaron los manuales, fichas técnicas y metodologías propuestas por el MINSa - DIGESA y MINAM. Para la determinación de los riesgos ambientales se utilizó la ”Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales” propuesta por el MINAN, que se adecuó para la contaminación de los componentes del saneamiento ambiental básico, proporcionando una herramienta necesaria para la toma de decisiones de las autoridades, y con ello lograr el desarrollo sostenible del distrito. Donde se concluyó que el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano tiene deficiencias en cuanto al manejo, mantenimiento y operatividad de los sistemas; sin embargo se tiene una calidad de agua apta para el consumo humano; la disposición de excretas, la mayoría

está conectada a un sistema de desagüe que finaliza en un pozo séptico que no funciona adecuadamente. La disposición de residuos sólidos es inadecuada debido a que se cumple parcialmente con los procesos del manejo de residuos sólidos, sumados a la deficiente capacitación del personal y la concientización de la población, mientras que los resultados de los análisis para el suelo de botadero se encuentran dentro de los Ecas [1]”.

“En la región de San Martín, distrito de Juanjui en la provincia de Mariscal Cáceres en el año 2016 se realizó un estudio de investigación que tuvo como objetivo principal conocer la calidad de los servicios de saneamiento básico y su relación con el nivel de satisfacción del usuario, para ello se obtuvo una muestra representativa de 150 ciudadanos con un muestreo de tipo probabilístico, el diseño de estudio fue de tipo descriptivo correlacional. Los datos fueron procesados y analizados por medios electrónicos, clasificados y sistematizados de acuerdo a las dimensiones de las variables y luego presentados mediante tablas y gráficos estadísticos, y para la prueba de correlación se usó la prueba de Chí cuadrado con un 95 % de confianza, a través de la hoja de cálculo Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS donde se concluyó que existe relación entre la calidad de los servicios de saneamiento básico y la satisfacción de los usuarios en el distrito de Juanjui-Provincia de Mariscal Cáceres 2016 con un 95 % de confianza. Para los objetivos específicos 35 encuestados que representan el 24 % respondieron estar poco satisfechos con la calidad de servicio de saneamiento básico en su ciudad, 83 ciudadanos que representan el 55 % indicaron estar regularmente satisfechos y sólo 32 encuestados que representan el 21 % indicaron estar muy satisfechos [2]”.

“En la provincia de Cangallo - Ayacucho se realizó un estudio sobre Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en la comunidad de Veracruz y Totos, donde se observó que las comunidades tienen múltiples problemas en el suministro de agua potable, por otro lado el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento considera como prioridad el abastecimiento de agua potable en su

totalidad. Es por ello que es necesario hacer un diseño adecuado a la zona de estudio y sus correspondientes datos básicos para el abastecimiento de agua potable en las comunidades de Totos y Veracruz. En general, el transporte de este importante líquido se logra mediante una fuente de abastecimiento (captación) y línea de conducción, el almacenamiento de un reservorio para su posterior distribución con calidad, cantidad y presión adecuada, proporcionando así un servicio eficiente y que permita llevar el líquido elemento hasta las viviendas [3]”.

“En la provincia de Paucar del Sara Sara - Ayacucho, se elaboró un proyecto de saneamiento básico para el anexo de Ccahuanamarca, ubicada en el distrito de Colta. Se realizó la instalación de unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con uso de biodigestores como una alternativa de solución a los problemas de recolección y tratamiento integral de excretas y aguas residuales. También se analizó la dispersión de viviendas, disponibilidad de agua del manantial Huaclla. Los resultados del análisis indican que el sistema de saneamiento apropiado consta de una unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico y tratamiento complementario mediante biodigestores. [4]”.

“En la comunidad de Callqui Chico – Huancavelica, se desarrolló un proyecto de investigación experimental con el objetivo de determinar la eficacia del programa educativo AGUA SEGURA en orientar sobre la forma correcta del consumo del agua, la no potabilización del agua puede estar relacionado a la ausencia de educación sanitaria, pobreza y analfabetismo. Se trabajó con 34 pobladores, considerando criterios de exclusión e inclusión, se realizó un pre test/ post test utilizando la técnica de encuesta. Los resultados muestran que antes de realizar el programa educativo el 55.99% y el 41.2% de las personas conocen poco o desconocen sobre el consumo de agua, respectivamente; después del experimento, el 94.1% conocen sobre el uso correcto del consumo de agua. Por ello, los talleres, programas y sesiones educativas influyen positivamente en la práctica del consumo de agua en los pobladores modificando su comportamiento y reflexionando

sobre las medidas sanitarias para el consumo de agua [5]”.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

“Utilizando cifras oficiales de la CEPAL, se desarrolló un estudio sobre la cobertura de agua en el sector de agua potable y saneamiento básico en América Latina. En donde se observó, que Latinoamérica es una región del continente americano, que cuenta con la mayor cantidad de fuentes hídricas del mundo y una gran variedad de climas; e incluso en dicha región se encuentra el país con mayor cantidad de agua dulce del mundo, Brasil; pero increíblemente esto no se ve reflejado en la cobertura de agua potable y saneamiento básico y la calidad de vida de sus habitantes. Es un reto para la organización política de cada uno de los países garantizar tanto el agua potable como el saneamiento básico, sin distinciones económicas y/o sociales. No es un secreto que las comunidades menos favorecidas y que comúnmente se ven perjudicadas por las falencias de los servicios públicos, suelen estar en las áreas rurales; que se ven expuestas a un sin fin de condiciones llegando a justificar en cierta forma el panorama allí presente. Factores como el PIB, el Índice de Desarrollo humano, PIB per cápita, Densidad del PIB, Tasa de crecimiento del PIB, Índice de Calidad de Vida, entre otros; son indicadores que ayudan a comparar y analizar la situación de los diferentes países; logrando dar una visión de la realidad, e identificando la brecha social que se vive en Latinoamérica. El poder respaldar la ausencia de la cobertura de agua potable y el saneamiento básico con los indicadores anteriormente nombrados, ayudará a replantear hacia donde deben dirigirse los esfuerzos. Factores como el PIB, el Índice de Desarrollo humano, PIB per cápita, Densidad del PIB, Tasa de crecimiento del PIB, Índice de Calidad de Vida, entre otros; son indicadores que ayudan a comparar y analizar la situación de los diferentes países; logrando dar una visión de la realidad, e identificando la brecha social que se vive en Latinoamérica. El poder respaldar la ausencia de la cobertura de agua potable

y el saneamiento básico con los indicadores anteriormente nombrados, ayudará a replantear hacia donde deben dirigirse los esfuerzos [6]”.

“Con respecto a los sistemas de tratamiento de aguas servidas han sido desarrollados principalmente para proteger la salud pública y el medio ambiente. Mundialmente, el avance en las áreas urbanas no es comparable al de las áreas rurales, las cuales han quedado muy postergadas. Por otro lado está la disposición de estas aguas, ya que el medio receptor es crucial para la selección de la tecnología a aplicar y que debe realizarse considerando una evaluación integral del proceso. Esta evaluación debe tener en cuenta que “la mejor tecnología es aquella que sea económicamente asequible, medioambientalmente sustentable y socialmente aceptable, ya que sólo esto permitirá que ésta sea perdurable en el tiempo [7]”.

“En San Andrés, República de Colombia, se realizó un estudio con respecto al agua potable y saneamiento básico en el contexto de la reserva de la biósfera. El objetivo de ese trabajo fue determinar el estado de la infraestructura de servicios básicos que conforman el sector agua potable y saneamiento básico en la zona rural de la isla de San Andrés en el contexto de la denominación de Reserva de Biósfera Seaflower (denominación hecha por la UNESCO dentro del programa MAB. El hombre y la biósfera en el año 2000), con el fin de discernir sobre la situación encontrada y con ello fundamentar y soportar la necesidad de la implementación de programas, planes y proyectos para la debida gestión y el cumplimiento de las funciones mínimas de conservación, de desarrollo socio económico sostenible y el mantenimiento de valores culturales, que se requieren para permitir la vida en la isla. Se realiza una descripción general de la evolución del sector agua potable y saneamiento básico desde el nivel internacional, nacional, departamental hasta llegar al sector rural de la isla, para el cual se hace el correspondiente análisis de datos e información que permiten concretar la situación real del sector, la jerarquización de los lugares que presentan mayores carencias y mayores riesgos por contaminación, y finalmente se formulan

una serie de conclusiones y recomendaciones que propenden por la operatividad e institucionalidad del sector [8]”.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. El estado y la salud pública**

“La salud pública constituye uno de los indicadores socioeconómicos más importantes. Es resultado de la interacción de una variedad de factores, entre ellos factores directos como las condiciones higiénicas de los hogares, las prácticas de higiene, la infraestructura de saneamiento y salud y las condiciones del medio ambiente y factores indirectos como el nivel de educación, la situación económica, la nutrición y la política de salud pública. En su conjunto son responsables para un buen o mal estado de la salud pública y muchas veces es difícil o imposible de identificar causas directas [9]”.

#### **2.2.1.1. Mezcla Rápida:**

“Consta de una unidad de mezcla rápida que consiste en un canal con cambio de pendiente (rampa), que origina un resalto hidráulico. Dicho canal cuenta con una escala graduada para medir el caudal de ingreso a la planta [10]”.

### **2.2.2. Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano**

“Todas las estructuras que forman parte de un sistema de agua para consumo humano deben estar siempre operativas y en buen estado de mantenimiento, con las medidas de seguridad correspondientes, como son accesorios de seguridad (tapas, válvulas, cerco de protección), estructuras libres de rajaduras, así como tuberías de líneas de conducción y distribución enterradas en toda su extensión.

La evaluación de la operatividad del sistema de agua permite conocer el estado sanitario en el que se encuentran cada una de las partes [11].”

### **2.2.3. Saneamiento Ambiental Básico**

“El término Saneamiento se refiere a toda las condiciones que afectan a la salud especialmente cuando están relacionados con la falta de higiene, la infecciones y en particular al desagüe, eliminación de aguas residuales y eliminación de desechos de la vivienda. El saneamiento ambiental básico es un conjunto de actividades de abastecimiento de agua, colecta y disposición de aguas servidas, manejo de desechos sólidos. Estos servicios son esenciales para el bienestar físico de la población y tienen fuerte impacto sobre el ambiente. En su primera sesión, celebrada en 1950, el comité de expertos en saneamiento ambiental de la OMS entendió que el Saneamiento Ambiental incluye el control de los sistemas de abastecimiento público de agua, la eliminación de excretas, aguas negras y basura, los vectores de enfermedad, las condiciones de la vivienda, el suministro y la manipulación de alimentos, las condiciones atmosféricas y la seguridad del entorno laboral. Desde entonces ha aumentado la complejidad de los problemas ambientales, sobre todo con la aparición de los riesgos relacionados con la radiación y las sustancias químicas. En efecto, el Saneamiento Ambiental Básico constituye uno de los elementos más importantes en el desarrollo de las sociedades, por las implicancias en la salud de la población particularmente de la niñez, así tenemos. Las enfermedades ligadas al saneamiento, como las diarreas constituyen las tres primeras causas de morbi-mortalidad en niños menores de 05 años de edad [12]”.

### **2.2.4. Límites Máximos Permisibles (LMP)**

. Para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR). Aprobado por el Decreto Supremo N 003 - 2010 - MINAM, que regula los valores máximos permitidos de contaminación en aguas residuales

después del tratamiento. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, son los encargados de monitorear e informar los resultados estadísticos anualmente [13]”.

### 2.2.5. Límite Máximo Permisible (LMP)

“Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental [14]”.

Parámetro	Unidad	LMP de efluente Para vertidos en cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	ml/L	150
Temperatura	°C	<35

Tabla 1: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR.

### 2.2.6. Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano

“El agua es un recurso natural fundamental e indispensable para la vida, el hombre puede subsistir sin alimentos pero no logra subsistir sin agua, es por tanto que todas sus actividades productivas están relacionadas con este recurso. Para producir alimentos necesita contar con los recursos naturales o con sistemas de reserva y regadío, lo que permitirá garantizar al menos la seguridad alimentaria. Para el desarrollo urbano requiere igualmente contar con los recursos hídricos que

le permitan entregar a los habitantes la cantidad suficiente para cubrir sus necesidades diarias, requiriendo cantidades significativas de este recurso de acuerdo al número de pobladores que tengan. Este producto deberá ser por tanto garantizado en su calidad y cantidad. Con el paso de los años y el crecimiento de los centros poblados han generado un problema adicional, ya que las fuentes de agua que pueden ser utilizadas están cada vez más lejanas, lo que significa que se deben de construir sistemas de transporte del recurso con altos costos [15]”.

# Capítulo III

## Metodología

### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación comprende:

- “Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual, para evaluar sistema de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población”.
- “Analizar criterios de diseño para elaborar el mejoramiento de sistemas de saneamiento básico saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria”.
- “Diseño del instrumento que permita elaborar el mejoramiento de sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población”.
- “Elaborar encuestas en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho para determinar la mejora de la condición sanitaria”.

## **3.2. Población y muestra**

“El universo o población de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho”.

## **3.3. Definición y operacionalización de variables**

Ver Anexo 01.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

### **3.4.1. Técnicas de evaluación visual:**

Se hará una primera inspección visual del lugar en estudio y las poblaciones que serán beneficiadas.

### **3.4.2. Cámara fotográfica:**

Nos permitirá tomar imágenes de las diferentes partes que conformaran el sistema de saneamiento básico.

### **3.4.3. Cuaderno para la toma de apuntes:**

Para registrar las variables que afectan a los sistemas de saneamiento y desagüe.

#### **3.4.4. Planos de Planta:**

Para constatar las dimensiones geométricas de los sistemas de saneamiento y desagüe.

#### **3.4.5. Wincha:**

Para realizar las mediciones correspondientes a los sistemas de saneamiento y desagüe.

#### **3.4.6. Libros y/o manuales de referencia:**

Para tener información acerca de la descripción, medición y relación del estado actual del sistema de saneamiento básico.

#### **3.4.7. Equipos topográficos:**

Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total, teodolitos y niveles. Fueron utilizados para el realizar el levantamiento de las características geométricas en la superficie de los sistemas de saneamiento y desagüe.

#### **3.4.8. Ficha de inspección de condición sanitaria:**

Se elaboro una ficha teniendo como referencia los lineamientos dictados por la Organización Mundial de la Salud en materia de saneamiento básico y Alcantarillado.

### **3.5. Plan de análisis**

“El análisis de los datos se realizara haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitan a través de indicadores cuantitativos y/o cualitativos la mejora significativa de la condición sanitaria”.

## **3.6. Matriz de consistencia**

Ver Anexo 02.

## **3.7. Principios éticos**

### **3.7.1. Ética en la recolección de datos**

“Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación de la presente investigación. De esa forma los análisis serán veraces y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado”.

### **3.7.2. Ética para el inicio de la evaluación**

“Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos para nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella. Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación”.

### **3.7.3. Ética en la solución de resultados**

“Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas obtenidas y los tipos de daños que la afectan”.  
“Verificar a criterio del evaluador si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma”.

### **3.7.4. Ética para la solución de análisis**

“Tener en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectado los elementos estudiados propios del proyecto. Tener en cuenta y proyectarse en lo

que respecta al área afectada, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación”.

# Capítulo IV

## Resultados

### 4.1. Ubicación

#### 4.1.1. Ubicación del proyecto

- DEPARTAMENTO : AYACUCHO
- PROVINCIA : LA MAR
- DISTRITO : ANCO
- CENTRO POBLADO : UNIÓN PROGRESO
- LOCALIDADES : SAN MARTIN, SAN ANTONIO

#### 4.1.2. Ubicación Geográfica

“El Distrito de Anco se encuentra ubicado en la Provincia de La Mar, Departamento de Ayacucho al noreste de la ciudad de San Miguel que es la capital de la provincia y del distrito del mismo nombre”.

“Su ámbito territorial está comprendido desde los 650 m.s.n.m. a las orillas del río Apurímac hasta los 4800 m.s.n.m. en las alturas de Pacobamba y Totorá. La capital del distrito, comunidad de Chiquintirca tiene las siguientes coordenadas geográficas: 73°42'17" longitud oeste y 13°03'23" latitud sur. (Carta Nacional IGM escala 1/100,000)”.

“La zona de desarrollo del proyecto se encuentra ubicada entre las cotas de 836 que corresponde a la cota de la planta de tratamiento, 843 que corresponde a la cota de la poblado y 876 m.s.n.m. que corresponde al punto de la captación para el sistema de agua potable”.

#### 4.1.3. Vías de acceso

“La ruta que se sigue hasta llegar al Centro Poblado de Unión Progreso es como sigue:

- Ayacucho – Quinua, 35 Km. Por vía asfaltada.
- Quinua – Tambo – San Miguel, 60 Km. Por vía afirmada.
- San Miguel – Pacobamba – Chiquintirca, 85 Km, por vía afirmada.
- Chiquintirca – Tocate - Urayunca (Cajadela) – Mejorada, 55 Km. Por vía afirmada.
- Mejorada – Arwimayo – Agua Dulce, 10 Km, Trocha Carrozable”.

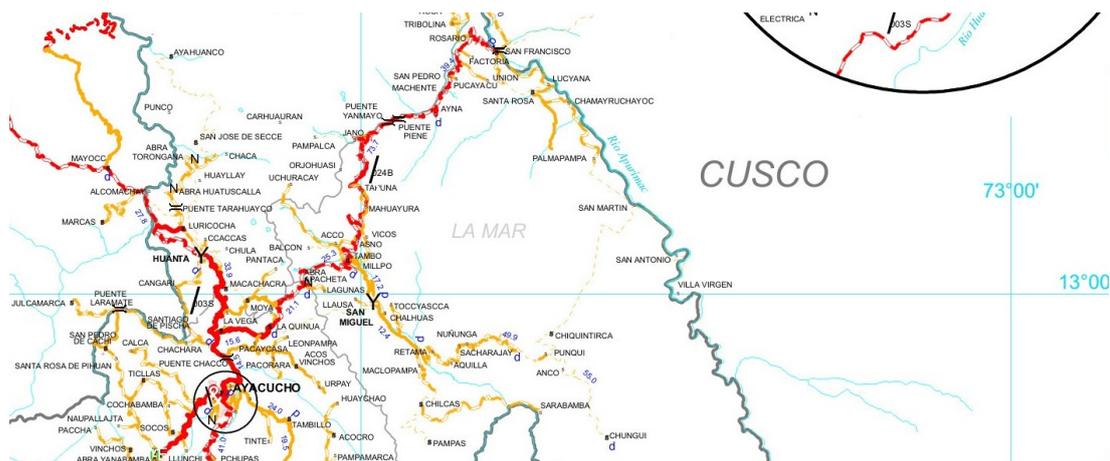


Figura 4.1: Mapa que representa la interconexión del distrito de Ayacucho entre los anexos de San Martín y San Antonio a través del proyecto Gas de Camisea.

El proyecto de Gas de Camisea contribuyó a la interconexión principal desde el distrito de Ayacucho (capital de la Región Ayacucho), hasta los anexos de San Martín y San Antonio, siendo el tramo importante a la fecha que de una u otra manera contribuye en la dinámica económica del distrito”.

## **4.2. Características Generales del lugar de estudio**

### **4.2.1. Educación**

“El distrito de Anco cuenta con los tres niveles de Educación Básica Regular y otros programas especiales como son los de Alfabetización, PRONOEIS, etc. En el nivel inicial cuenta con seis instituciones educativas, en el nivel primario con cincuenta y dos (52) instituciones educativas y en el nivel secundario con ocho (08) instituciones educativas. En el año lectivo 2005 se matricularon un total de 5,082 alumnos en los tres niveles educativos, de los cuales 2,810 (55.31 %) son mujeres y 2,271 (44.69 %) son varones. Del este total de matriculados, han desaprobado el 12.90 %, el 11.85 % abandonaron sus estudios antes de culminar el año escolar, de manera que han aprobado el 75.25 % de alumnos”.

“Un problema central constituye la calidad educativa, del total de alumnos que egresan anualmente de los colegios secundarios tienen serias dificultades para competir con otros alumnos y acceder a educación superior universitaria y no universitaria. Entre los factores que determinan esta situación tenemos”:

“En los centros educativos se aplican currículos, formulados desde Lima ajena casi en su totalidad a la realidad de los estudiantes tanto económico como culturalmente, generándose de esta forma una dependencia curricular”.

“Una administración educativa ineficiente basada en las relaciones de amistad y familia que corrompe el sistema de autoridad y por consiguiente se repite un

ciclo vicioso. Una deficiente articulación entre los actores principales, los docentes, APAFAS y alumnos que no avizora un horizonte común y por consiguiente se hace muy difícil formular un Plan de Desarrollo del Sector Educativo”.

“Además de lo anteriormente señalado, varios son los factores que influyen en la baja calidad educativa, entre las principales tenemos”:

- “La inadecuada y precaria infraestructura educativa, la falta de mobiliario adecuado y bibliotecas con material educativo. Aproximadamente el 35 % de locales educativos se encuentran contruidos con materiales rústicos, techos de calamina en zonas excesivamente cálidas o pisos de cemento pulido en zonas muy frías, paredes con grietas a punto de colapsar y estructuras de madera totalmente apolilladas y podridas por el tiempo y la humedad”.
- “Docentes con escasa preparación académica y actualización acorde a las nuevas directivas y enfoques pedagógicos. Un calendario escolar fuera del contexto local que hace que un porcentaje elevado de niños y especialmente niñas se dediquen a las actividades agropecuarias”.
- “El incumplimiento de la jornada laboral en todos los niveles de acuerdo a las normas vigentes, en algunos casos inclusive en complicidad con las propias autoridades comunales y en la propia APAFA”.
- “Un alto número de instituciones educativas son uní docentes y otros no cuentan con la suficiente dotación de docentes, de manera que un altísimo porcentaje de docentes enseñan entre dos a tres grados, de manera que no les es posible cumplir con las currículas educativas”.
- “El alto grado de desnutrición crónica de los niños especialmente en los primeros grados de educación primaria que influye en los bajos rendimientos escolares, aunque reforzados con los desayunos escolares no tienen mayor efecto para la población en edad escolar”.

- “La mayoría de instituciones educativas de Anco no cuentan con títulos de propiedad saneados e inscritos en los Registros Públicos, de manera que afrontan una serie de limitaciones y barreras para lograr financiamiento y superar sus problemas”.
- “La UGEL La Mar y la Red Educativa no efectúa las acciones de supervisión y monitoreo como están establecidas en las normas aduciendo distancias entre comunidades y centros educativos”.
- “Poco interés de los padres de familia y autoridades comunales por la prestación de servicios de calidad. Este desinterés se manifiesta no solamente en la ausencia de los centros educativos sino en el apoyo cotidiano que deben brindar a sus hijos para el afianzamiento de sus aprendizajes”.
- “La mayoría de los CONEIs instalados en los centros educativos se encuentran inoperativas y casi la totalidad de centros educativos no cuentan con un Plan Estratégico Institucional que permita identificar sus problemas, plantearse una visión compartida y objetivos comunes entre todos los actores”.
- “El bajo ingreso económico de los padres de familia unido a los factores arriba descritos, limita el acceso a la educación de un significativo porcentaje de la población en edad escolar. Esta situación se manifiesta especialmente en la población femenina quienes desde pequeñas se van formando con una cultura de ser amas de casa buscando refugiarse en la convivencia o el matrimonio desde muy jóvenes”.

#### **4.2.2. Salud**

“Los servicios de salud en el Distrito de Anco está organizado en dos micro redes totalmente desarticulados entre sí, de manera que no es posible unir

esfuerzos y planificar acciones conjuntas. La Micro Red de Sacharaccay que cubre toda la zona sierra de Anco con cuatro puestos de salud depende de la Red de San Miguel y la Micro Red de San Martín con seis puestos de salud depende de la Red de San Francisco. Ambas redes dependen económica y administrativamente de la Dirección Regional de Salud de Ayacucho”.

“La Micro red Sacharaccay, órgano desconcentrado de la Red de Salud de San Miguel, comprende a cuatro puestos de salud, ubicados en las comunidades de Anco, Chiquintirca y Pacobamba”.

“La Micro Red San Martín, órgano desconcentrado de la Red de Salud de San Francisco, comprende además seis puestos de salud ubicados en las comunidades de Lechemayo, Arwimayo, Amargura, San Martín, Anchiuay e Isoqasa”.

“Cada uno de los puestos de salud cuenta con profesionales, técnicos y promotores de salud especializados en primeros auxilios, atenciones de EDA, IRA, malaria, etc. Entre los profesionales contamos con médicos, enfermeras/os, obstetrices, obstetras, biólogos, técnicos comprendidos dentro del programa de Focalización del Gasto Público”. “Por medio de estos puestos de salud, se brindan servicios de atención primaria, emergencias, y consultas obstétricas y en caso de necesidad de atención especializada, en la zona de selva los pacientes deben ser derivados al hospital de San Francisco y en la sierra al hospital de San Miguel, sin embargo desde la conexión de la carretera Chiquintirca- San Antonio, que además es una vía en constante mantenimiento, la mayoría de casos son derivados directamente a San Miguel y Ayacucho según sean los casos, de manera que urge modificar la organización de los servicios de salud dentro del Distrito”.

### **4.2.3. Vivienda**

“La vivienda en la zona de estudio presenta construcciones en su mayoría de madera de dos niveles, un 10 % son de material noble. Las viviendas de madera prestan inadecuadas estructuras y es de hacinamiento, las de material noble

presenta diseños inadecuados generalmente de cuatro ambientes. Impera techos de calamina, paredes de madera, pisos de tierra, no tiene la mayoría servicio de energía eléctrica, reciben agua sin tratamiento y no tiene alcantarillado para evacuar las aguas servidas generalmente lo hacen a la vía pública y las excretas en letrinas construidas de condiciones anti técnicas sin el manteniendo adecuado, presentando condiciones para el cultivo de enfermedades que afecta fuertemente los niños”.

“La mayoría de las viviendas, carecen generalmente de título de propiedad. Según el Censo de INEI de Vivienda y Población del año 2005, en el distrito de Anco las familias cuentan el 95 % de casa independiente, y el 5 % choza cabaña, vivienda improvisada, y otras formas de vivienda”.

#### **4.2.4. Capital Económico**

##### **4.2.4.1. Agricultura**

“La actividad agrícola constituye la principal fuente de ingresos en las familias del distrito de Anco. Sobre ella giran las demás actividades como son inclusive la ganadería, la artesanía, el comercio y la venta de fuerza de trabajo”.

“Actualmente la agricultura pasa por una crisis por factores socio cultural, la aplicación de una tecnología tradicional, bajos niveles de producción y productividad, precios bajos y una relación muy desigual con respecto a los productos externos. La violencia socio política ha tenido un impacto muy fuerte en el des poblamiento y abandono de las tierras de cultivo. Las políticas de los sectores especialmente agrarios han provocado la total descapitalización del campo, convirtiendo a la agricultura en una actividad de alto riesgo. La agricultura enfrenta los mismos problemas, dependiente de los fenómenos naturales que generalmente son adversos, excesiva parcelación y constante empobrecimiento de las tierras de cultivo que reducen los niveles de producción y productividad”.

“En las localidades en estudio, los principales cultivos son el cacao, café,

maní, maíz, menestras y una gran variedad de frutales entre los que destacan los cítricos. Siendo en el distrito la importancia de los productos de 1,230 Has de cacao, 1,177 Has de café, 332 Has de maní, 234 Has de maíz, 117 Has de coca, 180 Has de yuca, 192 Has de plátanos de diversas variedades, 110 Has de cítricos y otros cultivos de menor importancia en pequeñas extensiones como son el arroz, achiote, piña, paltas, mango y maracuyá que generalmente son instalados a manera de agroforestería. Los principales cultivos destinados a la comercialización son el café, el cacao, el maní, menestras, maíz amarillo y algunos frutales. Con la llegada de la carretera se ha iniciado la comercialización en pequeña escala de mandarinas, plátanos, piñas, plátanos. El resto es básicamente para autoconsumo”.

#### **4.2.4.2. Ganadería**

“La ganadería es otra actividad importante de la zona, especialmente de la sierra y quebrada, sin embargo es complementaria a la agrícola. Las principales crianzas en orden de importancia son: vacunos, ovinos, caprinos, porcinos, equinos y aves de corral”.

“Se estima que en el Distrito Anco existen 6,764 cabezas de vacuno, 10,481 cabezas de ovinos, 3,530 cabezas de caprinos, 2,037 de porcinos, 2,798 equinos y una cantidad no bien establecida de animales menores siendo la más importante los aves de corral. La actividad pecuaria se desarrolla en forma extensiva, con crianzas de baja calidad genética, no existe un programa de alimentación, se limita solamente al pastoreo en echaderos con pastos de baja calidad y en proceso de degradación. No se practica la construcción de instalaciones pecuarias como galpones, cobertizos, bañaderos, no se cuenta con servicios veterinarios para afrontar los problemas de sanidad. SENASA carece de recursos financieros y de instrumental para apoyar el desarrollo pecuario”.

“En la Selva los principales problemas que enfrenta la ganadería son la

alta incidencia de enfermedades para especies no adaptables a la zona ya que la mayoría o casi la totalidad de ellos son trasladados de la sierra sin la mínima selección y clasificación, el escaso nivel técnico de los productores y la carencia de programas de asistencia sanitaria”.

#### **4.2.4.3. Fruticultura**

“La actividad frutícola se encuentra poco desarrollada, aunque desde el año 2004 se ha iniciado con un Plan de recuperación y desarrollo frutícola especialmente en la selva. En la sierra, en los valles del río Toro bamba, la zona de Toccate, las comunidades de Anyay y Rapi producían duraznos, manzanos, naranjos, limoneros, pacaes, paltos, papayos, chirimoya etc”.

“Durante el período de violencia, fueron destruidos la mayoría de las pequeñas obras de riego que se van rehabilitando muy lentamente y remplazando las plantaciones viejas con nuevas y de variedades más rentables”.

“En la selva se producen paltos, cítricos, mangos, papayos, plátanos y otras especies en pequeñas cantidades solamente para consumo interno. Su comercialización a nivel regional enfrenta una serie de limitaciones por la carencia de vías adecuadas de acceso que hace que los costos de traslado sean demasiado altos. La construcción de la carretera Chiquintirca- Arwimayo San Antonio ha dinamizado en los últimos tres años la extracción frutícola hacia los mercados regionales pero aún no son competitivos por los altos costos de transporte”.

#### **4.2.4.4. Transformación y Comercialización**

“La agroindustria en el distrito es incipiente, se basa principalmente en la realización de actividades primarias de transformación como son el pilado del arroz en la selva, transformación de la papa en papa seca, chuno, la oca en caya, el olluco en chollece, el maíz en chochoca o maíz pelado, etc. Que son utilizados principalmente en la alimentación de la propia familia. A partir de la difusión

de las ferias agropecuarias organizadas por la municipalidad distrital de Anco, algunas familias están empezando a comercializar estos productos en mercados de Ayacucho y Lima”.

“La transformación se hace artesanalmente en el seno familiar, puesto que no existen centros de transformación adecuados por la falta de energía eléctrica y porque en las grandes ciudades se necesita realizar una agresiva campaña de difusión. De igual forma, también se obtienen hilos elaborados a partir de la lana de oveja, para la confección de prendas de vestir, como ponchos, chompas y guantes”.

“En resumen, las actividades de transformación se centran en la limitada capacidad de procesamiento de productos agrícolas, debido a la poca producción agrícola, limitada capacidad económica, desconocimiento del valor agregado que generan los productos transformados para incrementar los ingresos familiares, la falta de energía eléctrica y las pocas iniciativas del asociativismo empresarial”.

#### **4.2.4.5. Corredores Económicos**

“Anco se articula al corredor económico VRAE- Ayacucho- Lima mediante dos vías o sub corredores”.

- “El primer sub corredor es la vía que partiendo de Tambo conecta con San Miguel, el valle de Torobamba, la zona sierra de Anco y desde allí se conecta por San Antonio al anillo vial selva”.
- “El segundo es la que conecta Tambo- San Francisco- Santa Rosa hasta San Antonio. La carretera por San Miguel hasta San Antonio ha modificado el funcionamiento de los corredores económicos porque desde Monterrico y a veces desde Palmapampa se desplazan por esta nueva ruta porque las vías de acceso ofrecen mejores condiciones. El estado de conservación de las trochas de penetración convierten en muy precarias estos sub corredores económicos. La falta de organización y planificación de los productores

contribuyen a que estos problemas sean relevantes. En consecuencia, los productores no están eficientemente articulados a mercados dinámicos que ofrezcan mejores oportunidades para la comercialización de sus productos y obtener ingresos adicionales”.

“A nivel distrital se realizan varias ferias semanales: En Chiquintirca los días viernes por la noche y sábados por la madrugada, en Pacobamba los sábados todo el día y por la noche en Sacharaccay se realizan ferias semanales de intercambio de productos en la zona de sierra y para el caso de la selva, los días sábados en San Antonio y Anchiway”.

“En algunos centros poblados también se realizan ferias pero en menor escala principalmente de productos de primera necesidad de manera recíproca con los abastecedores”.

### **Estructura económica**

“Anco está considerada dentro del mapa de pobreza como una zona de extrema pobreza, determinado así por los bajos ingresos campesinos, el limitado acceso a los servicios básicos, la marginación social y geográfica que fue agravado por la destrucción del aparato productivo durante el período de violencia”.

“Existe un deficiente acceso a los medios de información, el 65 % de la población no cuentan con equipos de radio recepción y los que poseen no sintonizan programas que informen de precios de productos, noticieros etc. Las estaciones receptoras de señales mediante antenas parabólicas funcionan deficientemente, han sido sustraídos en varias oportunidades por lo que inclusive los servicios de telefonía satelital funcionan con serias limitaciones”.

“El promedio de miembros por familia es de 5.7 habitantes y la fuerza laboral mayor de quince años por unidad familiar es de 3.2 personas”.

“La economía campesina es de carácter estacional, aún se practica el ayni consistente en el trueque del trabajo por trabajo. Durante el año, hay períodos de

incidencia del subempleo y desempleo determinados por los factores climáticos, la realización de faenas comunales en obras de bien común”.

“Existe una estratificación social muy marcada derivada principalmente de la capacidad de tenencia y manejo de los recursos naturales, principalmente de las tierras, pastos y bosques. El 10 % de la población se definen como campesinos ricos y manejan entre 20 y 30 hectáreas, el 60 % de la población se definen como campesinos económicamente medios y manejan en promedio de cinco a diez hectáreas de tierras, el 20 % de la población se definen como pobres y manejan entre uno a cuatro hectáreas, con una fuerte tendencia hacia el minifundio. Existen un 10 % de la población sin tierras que viven de la fuerza de trabajo como peones de los campesinos de los estratos más altos”.

“En el distrito, a excepción de Huallhua, todas son comunidades campesinas, por consiguiente es de propiedad colectiva, pero la explotación de las tierras de cultivo es de carácter individual. Las zonas de bosques, pastos naturales y otras áreas son de explotación colectiva sin discriminación”.

“En la sierra, la base de la economía familiar es la agricultura, se cultivan prioritariamente los tubérculos y entre ellos la Papa, sigue en importancia los cereales con predominio del maíz, habas, trigo y cebada. En la selva, los cultivos más importantes son los comercializables, es decir maní, café, cacao, frijoles y maíz que comprende el 70 % del valor bruto de la producción familiar. El área cultivada por unidad familiar en promedio es de 0.85 hectáreas”.

“De acuerdo a la composición familiar establecido, se ha detectado que el ingreso per cápita anual es de 385 dólares americanos, lo que significa que una persona debe satisfacer sus necesidades con 1.05 dólares al día”.

## **4.2.5. Capital Social e Institucional**

### **4.2.5.1. Organización de Productores**

“Desde el año de 1992, los productores más emprendedores de Anco, y especialmente de la zona de selva han venido trabajando de manera organizada constituyendo pequeñas asociaciones de productores. Ha destacado la Asociación de productores agropecuarios con sede en la comunidad de Anchiuay. Esta Asociación tuvo una época muy exitosa, inclusive lograron exportar café a varios países de Europa, sin embargo una equivocada visión de sus dirigentes ha provocado su fracaso y en la actualidad solamente queda las instalaciones totalmente deterioradas en la comunidad de Kimbiri”.

“Algunos productores han desarrollado capacidades para emprender un nuevo sistema de producción y comercialización agropecuarias, aplicación de nuevas tecnologías y han constituido “ACTEVRA”, Asociación de Cafetaleros Tecnificados del Valle del Río Apurímac” una ONG formada por productores que con apoyo de CARE PERU- CHEMONICS han desarrollado actividades de promoción y asistencia técnica, comercialización en café, cacao, plátanos y cítricos. Esta organización ha sido desactivada. También en el distrito existe organizaciones de comerciantes, transportistas, boteros, y otras que tratan de dinamizar las actividades productivas y de comercialización”.

### **4.2.5.2. Organización Municipal**

“Por decreto del 13 de noviembre del año 1,826, la provincia de Anco pasa a formar parte de la provincia de Huanta como distrito. La Municipalidad Distrital de Anco fue creada mediante Decreto Ley 510 del año 1,907”.

“Actualmente se encuentra organizada en concordancia con las normas vigentes, Ley General de Municipalidades 27972”. “Administrativamente, cuenta con un local en la comunidad de Chiquintirca, capital del distrito, sin embargo

cuenta además con una oficina de enlace en la ciudad de Ayacucho donde funcionan prácticamente todas las dependencias. Desde el mes de septiembre del año 2,005 la gerencia de Desarrollo, Proyectos y Obras se ha instalado en el Centro Cívico de Unión Progreso”.

“Cuenta con Unidades Territoriales de Desarrollo como instancias de representación descentralizada llamadas municipalidades de Centro Poblado que en total son cinco, cuatro en la selva y una en la sierra, quienes están íntimamente articuladas a la municipalidad distrital de acuerdo a las normas vigentes aunque no se haya transferido algunas facultades para brindar servicios de calidad al vecindario”.

#### **4.2.5.3. Participación Social**

“Anco es un distrito comprendido dentro del mapa de extrema pobreza y pobreza, zona afectada por las acciones subversivas y contra subversivas durante el período de violencia. Este período provocó el debilitamiento de las organizaciones de base y actualmente hay un proceso de fortalecimiento de un sistema de administración con las autoridades tradicionalmente establecidas y la constitución de nuevas instancias de participación de la ciudadanía e instituciones presentes”.

#### **4.2.5.4. Comité de Desarrollo Distrital**

“Este Comité se constituye en un órgano consultivo, liderado por la Municipalidad distrital de Anco con la directa participación y apoyo de las principales autoridades de nivel distrital, autoridades de municipalidades de Centro Poblado y de las comunidades campesinas legalmente reconocidas, representantes de los diferentes sectores del gobierno central así como de los representantes de las organizaciones de base. En este espacio, los actores involucrados elaboran propuestas sobre Gestión participativa y Desarrollo Local que finalmente son sometidos a

consulta ante las asambleas comunales y canalizadas finalmente ante el Gobierno Local para su implementación”.

### **4.3. Problemática que resolverá el estudio**

“El problema principal ha surgido a causa del deficiente servicio del sistema de agua potable y alcantarillado existente. El problema central está definido como “ALTA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES Y PARASITARIAS EN LAS LOCALIDADES DE SAN MARTIN Y SAN ANTONIO” la cual ocasiona morbilidad en la zona, generando las diversas enfermedades e infecciones estomacales y de la piel, por tal razón se requiere de un sistema de agua potable y alcantarillado adecuado, que permita la cobertura, continuidad, calidad del agua potable, así como la conducción y disposición final de las aguas residuales domésticas que se producen en las localidades de San Martín y San Antonio”.

### **4.4. Objetivos y fines**

“El objetivo del estudio fue lograr la “Baja Incidencia de enfermedades gastrointestinales y parasitarias en las Localidades de San Martin y San Antonio”.

Entre los objetivos principales tenemos:

- “Mejorar las Condiciones de salud de la población de las localidades de San Martín y San Antonio, en la zona de estudio existe un alto índice de morbilidad, tal como lo demuestra el Puesto de Salud de San Martín”.
- “Contribuir al desarrollo socio – económico de las localidades de San Martín y San Antonio, se entiende como el conjunto de actividades orientadas a conferir de un eficiente sistema de Agua potable, alcantarillado y planta de

tratamiento en las localidades de San Martín y San Antonio, que contribuirá a mejorar las condiciones de vida de la población”.

- “Reducir los gastos en atención de salud, consiste en reducir las enfermedades gastrointestinales y parasitarias, a través de acciones dedicadas a brindar un eficiente servicio de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento”.
- “Lograr mejorar condiciones sociales de la población, se entiende como el estado de bienestar del que gozará la población”.

Estos objetivos se concretizan a partir del desarrollo de las siguientes acciones:

- Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable.
- Ampliación de redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias.
- Construcción de la planta de tratamiento de aguas servidas, mediante lagunas de oxidación.
- Desarrollar planes y programas de capacitación educación sanitaria.

## **4.5. Descripción del proyecto**

Apliación y Mejoramiento del sistema de agua potable

### **4.5.1. Obras de captación**

- a) Tomas de captación(Tipo MINSA) 01 Unidad
- b) Cajas de Válvula y accesorios 02 Unidades

#### **4.5.2. Línea de conducción**

- a) Tub. PVC C-7.5 ITINTEC 399.002 Ø 3" 920.00 ml.
- b) Estructuras para cruce de quebradas 01 Unidad

#### **4.5.3. Cruce de quebrada L=10m (tubería de fierro galvanizado 3")**

- a) Válvulas de aire Ø = 3" 02 Unidades
- b) Válvulas de purga Ø =32" 02 Unidades
- c) Rehabilitación Reservorio (Cap. 15 m3 ) 01 Unidad
- d) Construcción Reservorio (Cap. 45 m3 ) 01 Unidad

#### **4.5.4. Red de distribución**

- a) Red de distribución 5,669.12 ml
  - Tub. PVC C-10 ITINTEC 399.002 DN 3/4" 3389.17ml.
  - Tub. PVC C-10 ITINTEC 399.002 DN 1" 813.70 ml.
  - Tub. PVC C-7.5 ITINTEC 399.002 DN 1 1/2" 491.65 ml.
  - Tub. PVC C-7.5 ITINTEC 399.002 DN 2" 274.64 ml.
  - Tub. PVC C-7.5 ITINTEC 399.002 DN 2 1/2" 523.38 ml.
  - Tub. PVC C-7.5 ITINTEC 399.002 DN 3" 176.58 ml.
- b) Conexiones domiciliarias nuevas 333 Unidades.
- c) Válvulas anti retorno Checo 2" 01 Unidad.
- d) Válvula de control 03 Unidades.
- e) Válvula de purga " 10 Unidades.

#### **4.5.5. Sistema de alcantarillado**

- a) Red de colectores 6105.48 ml.
- b) Red de emisores: 150.55 ml.
- c) Buzones 98 Unidades
- d) Conexiones domiciliarias 333 Unidades 3/4" 10 Unidades.
- e) Lagunas de estabilización.
- f) Cámara de rejas 01 Unidad
- g) Medidor de caudales tipo parshall 01 Unidad
- h) Cajas de distribución 12 Unidades
- i) Capacitación en tratamiento de agua p/consumo 03 Eventos.
- j) Charlas de educación sanitaria 04 Eventos.
- k) Mitigación y control de impacto ambiental 01 Unidad
- l) Reforestación de botaderos y zonas de cantera 2000 m2
- m) Duración del estudio

“El plazo de ejecución del estudio fue estimado en 210 días calendarios (07 meses)”.

“Las etapas constructivas se dieron de acuerdo al cronograma de ejecución de obra en la cual se estableció la ejecución en forma paralela tanto del sistema de agua potable como del alcantarillado y la planta de tratamiento en el lapso de 210 días calendario”.

#### **4.5.6. Disponibilidad de terreno**

“Los pobladores de la localidad de San Antonio realizaron un acta de donación de terreno para la construcción de una planta de tratamiento, terreno que es de propiedad de la misma comunidad. Esta acta fue suscrita en diciembre de 2008, con la finalidad de presentar un documento de sostenibilidad para la viabilidad del perfil. Este documento se encuentra en los anexos del perfil viabilizado por la OPI de la Municipalidad Distrital de Anco, documento que se presenta como anexo”.

#### **4.5.7. Propuesta de solución**

“Para lograr la solución a la problemática existente en las localidades de San Martín y San Antonio en cuanto a la salud y bajos niveles de vida, logrando así cumplir con los objetivos propuesto; se realizaron acciones que conllevaron a revertir las condiciones negativas identificadas, ello a través de la ejecución de un proyecto integral consistente en”:

- Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable.
- Ampliación de redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias.
- Fortalecimiento del JASS y el comité de gestión y mantenimiento.
- Planes y programas de capacitación en el uso adecuado de agua potable y alcantarillado

#### **4.5.8. Beneficios esperados**

“El presente estudio representa para los beneficiarios el mayor de los logros de carácter social, tan ansiados por los habitantes de las poblaciones rurales. Por ello los beneficios se dan a través de”:

- “La reducción de los riesgos de transmisión de enfermedades dérmicas, endémicas e infectocontagiosas de origen hídrico”.
- “Reducción de la morbilidad infantil”.
- “Mejoramiento de los niveles de vida y autoestima”.
- “Reducción de los gastos en salud”.
- “Mejoramiento del ornato público”.
- “Generación de fuentes de trabajo temporales con un promedio de 10157 jornales en mano de obra no calificada que deben ser cubiertos por los lugareños”.
- “Mejoramiento de los ingresos económicos”.
- “Mayores oportunidades de desarrollo”.

#### **4.5.9. Estudios básicos**

##### **4.5.9.1. Estudio topográfico**

“El presente capítulo tiene por objeto hacer llegar los alcances de los trabajos ejecutados, para la formulación del Expediente Técnico del Proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Servidas en las Localidades de San Martín y San Antonio, Distrito de Anco - La Mar - Ayacucho ”.

“El trabajo de campo fue llevado a cabo por personal técnico contratado por el consultor, durante los días 09 al 13 de marzo del 2009”.

##### **Objetivos y Alcances**

- a) “Replanteo y ejecución del trazo definitivo de la red conducción, aducción y distribución del sistema de agua potable”.

- b) “Levantamientos topográficos a detalle en los cruces de quebradas, taludes inestables y lugares puntuales para los diseños de obras de arte”.
- c) “Replanteo y ejecución del trazo definitivo de la red de colectores y emisores del sistema de alcantarillado sanitario”.
- d) “Elaboración de planos y diseños definitivos detallando las obras a ejecutarse las mismas que se ajusten a las características topográficas del terreno”.

### **Trabajos Topográficos Realizados.**

“Inicialmente se definieron las coordenadas topográficas y el azimut de partida, en el lugar de ubicación de la captación a partir de la cual se realizó el trazo topográfico de la línea de conducción de agua potable haciendo un recorrido hasta las localidades de San Martín y San Antonio”.

### **Criterios previos**

- “Adecuarse al esquema general, para la ubicación de la toma de la captación de agua y proyectar el trazo de la red de conducción, aducción y distribución del sistema de agua potable”.
- “Desarrollar el trazo previo de reconocimiento, definiendo puntos obligados de paso y eligiendo la mejor alternativa para la red de conducción por tubería, ubicando los puntos de la poligonal abierta, con levantamiento y replanteo del eje, toma de datos para el perfil longitudinal y secciones transversales”.
- “Adecuarse al esquema general, para proyectar la red de colectores y emisores del sistema de desagüe, y ubicar el terreno para la planta de tratamiento”.

#### 4.5.9.2. Trazo de la línea de conducción del sistema de agua potable

“Para la gradiente del recorrido de la tubería se ha estacado a cada 20 metros, cuya topografía es regularmente accidentada con pendiente moderada. La pendiente del recorrido es moderado en los tramos iniciales y fuerte a medida que se aproxima a la zona del reservorio de almacenamiento”.

“El trazo del eje de la línea de conducción se hizo de acuerdo a las características hidráulicas propuestas, teniendo en consideración que la sección de la tubería cumpla con las presiones máximas y mínimas”.



Figura 4.2: Trazo de la línea de conducción de San Martín.



Figura 4.3: Trazo de la línea de conducción de San Antonio.

#### **4.5.9.3. Trazo de la línea de aducción y red de distribución del sistema de agua potable**

“El levantamiento topográfico de las localidades de San Martín y San Antonio, se ha efectuado con la finalidad de ubicar adecuadamente las vías, manzanas y domicilios para los cuales se requiere la instalación de los sistemas de agua potable y desagüe, con el objetivo de representar con precisión los planos de diseño definitivos”.



Figura 4.4: Red de distribución, localidad de San Martín



Figura 4.5: Red de distribución, localidad de San Antonio.

#### **4.5.9.4. Trazo de la red de colectores y emisores del sistema de alcantarillado**

“El recorrido de la línea de colector de alcantarillado es siguiendo la pendiente topográfica a las riberas del río Apurímac”.

“Levantamiento del área para la planta de tratamiento”.

“La planta de tratamiento se halla hacia el norte de San Antonio ubicado a 1150.55 m del centro poblado en una zona de pendiente baja”.

#### **4.5.9.5. Equipo Empleado**

“En el desarrollo del presente trabajo se han empleado los siguientes equipos”:

- “01 Estación Total, marca Sokkia, modelo POWER SET 2000, siendo el teodolito de una precisión de lectura de 02” y el distanciometro de un alcance de 3.4 Km con sus respectivos accesorios”.
- 01 Computadora PENTIUM IV.
- 01 Plotter Design Jet 1050C.
- 01 Teodolito marca Wild Leica, modelo T1.
- 02 Niveles de ingeniero marca Nikon AZ -2S.
- Eclímetros, miras, jalones, winchas, flexo metros etc.
- 01 Camioneta marca Toyota 4 X 4 doble cabina y doble tracción.

#### **4.5.9.6. Evaluación de impacto ambiental**

“La presente evaluación ambiental del estudio de saneamiento tuvo como objetivo luego de una breve descripción del proyecto y de los aspectos vulnerables del área y del entorno del proyecto, identificar a través de un cuestionario o lista

de verificación, los impactos más relevantes y considera un programa de manejo ambiental para la prevención, control y mitigación de los efectos a suscitarse en las fases tanto de planeamiento, ejecución y del funcionamiento del sistema proyectado, habiéndose asumido los costos de ellos y tomados en cuenta en el presupuesto requerido para la ejecución”.

“Entre los objetivos específicos se consideraron: Precisar los factores vulnerables del ambiente y el medio social donde se desarrolló el estudio; identificar las acciones propias del estudio que tendrían implicancias ambientales sobre el área y en el entorno; identificar y determinar, así como asignar los costos de los impactos ambientales que se producirán en las diferentes etapas del estudio; y proponer las medidas adecuadas que permitan prevenir y corregir los efectos potenciales adversos más significativos”.

#### **4.5.9.7. Marco legal y ambiental aplicable**

“Se puntualiza y describe los dispositivos legales en las que se enmarca el estudio”:

- Constituciones Políticas del Perú 1 969 y 1,993.
- Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, D. L. No 613 - 1990
- Ley General de Aguas. D. L. No 17752, Título II.
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales. Ley 26821- 1997.
- Ley de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Ley No 26834 - 1997.
- Ley de Creación del Consejo Nacional del Ambiente. Decreto Ley No 26410 – 1994.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Decreto Ley No 21147 - 1975.

- Reglamento de Unidades de Conservación del Decreto Ley No 21147.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. Ley N 26786 – 1997.
- D. S. No 056-97-PCM – 1997.

#### **4.5.9.8. Condiciones ambientales de línea base**

##### **Ambiente físico Altitud**

La localidad de San Martín se encuentra a 843 msnm.

La localidad de San Antonio se encuentra a 842 msnm.

##### **Clima**

“Nos encontramos en una zona que forma parte de Yunga Fluvial, Selva Alta o Rupa Rupa, por estar en una altitud aproximado de 700.00 m.s.n.m. Se caracteriza por su clima cálido y tupida vegetación entre arbustiva y boscosa, con una Temperatura promedio no menores de 15C. De Diciembre a Marzo las precipitaciones pluviales son intensas, de Abril a Noviembre las precipitaciones son escasas, ocasionando un clima cálido”.

##### **Recurso Hídrico**

“En la localidad el recurso agua es relativamente abundante, sin embargo no son utilizados en la producción agropecuaria y frutícola debido a que en esta zona de selva, la agricultura no requiere de riego puesto que los suelos son húmedos, esta zona del Proyecto está al margen Izquierdo del Río Apurímac”.

##### **Recurso Suelo**

“El suelo de la zona en los primeros 30 cm de profundidad, está conformado por cobertura orgánica, de color marrón negruzco con abundante materia vegetal y raíces, el estrato siguiente está conformado por limos inorgánicos y limo gravosos con presencia de clastos”.

##### **Recurso Aire**

“En la zona el nivel de ruidos es mínimo, por la poca circulación de vehículos, no se ha identificado malos olores”.

### **Ambiente biótico Zonas de vida y biotipos**

“En la zona de la planta de tratamiento se ha identificado terrenos de cultivo principalmente de cacao, café y frutales”. “No se ha identificado humedales, boquerones en el ámbito del proyecto”.

#### **Flora Silvestre**

“La zona de los botaderos está conformada por zonas descampadas, pero en estas zonas abunda la vegetación de pastos y arbustos. La gran parte de los terrenos en la zona del proyecto ha sido transformados en terrenos agrícolas ya sea para el cultivo”.

#### **Fauna silvestre.**

“En el área de la planta de tratamiento de aguas así como en el lugar destinado para el botadero se ha identificado animales silvestres como: insectos, reptiles, anfibios, aves y otros de poca importancia. En la zona de la población no se ha identificado fauna silvestre”.

Artículo I. FASES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN
1. INICIO DE LA OBRA	<p>“AIRE, AGUA SUELO: Como los trabajos se limitarán al trazo y reconocimiento del terreno, no se produce impacto ambiental”.</p> <p>“FLORA: Al realizar el replanteo topográfico se procede a la limpieza y nivelación de terreno en la zona de se construirá la planta de tratamiento”.</p> <p>“FAUNA: No se produce impacto ambiental en este componente por que los trabajos iniciales se circunscriben a zonas pobladas y de cultivo donde no hay presencia de fauna silvestre”.</p>
2. CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACION	<p>AIRE, se producirá ruidos de baja intensidad, por el empleo de maquinaria (retroexcavadora, volquetes y camionetas) el impacto ambiental es poco.</p> <p>AGUA, Se evitara que las aguas servidas discurran a las quebradas contaminado sus aguas, por lo cual el impacto es positivo.</p> <p>SUELO, Se efectuarán excavaciones de zanjas tanto para los colectores como para l emisor y cada uno de los buzones. En caso de producirse lluvias permanentes es probable que se incremente la turbiedad del rio aledaño, sin embargo este impacto es muy bajo puesto que el Rio Apurímac tiene un caudal considerable.</p> <p>En la zona de planta de tratamiento de producirá pérdida de terrenos de cultivo, contaminación del suelo en todo el área de trabajo y erosión en la zona del botadero.</p> <p>FLORA, No se afecta a la flora de la zona.</p> <p>FAUNA, El impacto sólo se produce en la zona del botadero, por la circulación constante del personal y equipos, por lo que se ahuyentará temporalmente la fauna silvestre principalmente de aves, reptiles y roedores.</p> <p>SALUD, La población estará expuesta a accidentes por las zanjas abiertas. Durante esta fase se conformará el Comité de mantenimiento y operación del sistema.</p>
3. OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO	<p>AGUA, En forma periódica el Comité de mantenimiento realizará la limpieza y desatoro de buzones y la planta de tratamiento. Se debe efectuar periódicamente acciones de evaluación del cuerpo receptor. La geomembrana a instalarse para impermeabilizar las lagunas podrán ser reemplazadas como máximo cada 5 años.</p> <p>Es importante que se tenga muy en cuenta la adecuada operación y mantenimiento de la planta de tratamiento puesto que sólo de esta manera se evitará que se contamine las aguas del Rio Apurímac.</p> <p>SUELO, se removerán los lodos de la laguna cada 5 años el suelo procedente de los lodos puede servir de fertilizante por ello no ocasiona impacto ambiental negativo.</p>
4. CIERRE O FIN DE VIDA UTIL DEL PROYECTO	<p>La vida útil del proyecto se estima en 20 años luego de los cuales se deberá realizar un adecuado planeamiento con fines de ampliación o reubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas.</p>

Tabla 1: Descripción de las actividades en cada fase del estudio

<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>AIRE</b>	El impacto ambiental sólo se da en la etapa de implementación por la emisión de ruidos del personal, equipos menores, vehículos como volquetes, el cual es mínimo. En el inicio, operación y fin de obra no se produce impacto ambiental.
<b>AGUA</b>	Durante la ejecución, se alterará en forma temporal cursos de agua en la cantera de agregados, sin embargo el impacto es poco significativo. Durante la operación, el impacto ambiental es mínimo ya que los reboses y atoros serán eventuales y dependerá del grado de mantenimiento a que esté expuesto el sistema.
<b>SUELO</b>	Existirá impacto de significancia en el suelo, durante la excavación de zanja en los colectores y emisores, buzones y la planta de tratamiento por la remoción de tierra. El suelo estará expuesto a la contaminación por la deposición indiscriminada de excretas del personal para lo cual se instalarán letrinas de hoyo seco. Así mismo estará expuesto a la contaminación de desechos como: restos de concreto, saldo de agregado, envases plastificados, restos de tubería pvc, acero, alambre, clavos, bolsas vacías de cemento etc. En la zona del botadero, se producirá erosión por la exposición de material de relleno y taludes. En la etapa de operación y mantenimiento, eventualmente se realizará remoción de lodos en el sistema de tratamiento, siendo el impacto ambiental mínimo.
<b>FLORA</b>	Al inicio y durante la ejecución de la obra el impacto es mínimo por el cambio de usos de terreno agrícola y pastizal en la planta de tratamiento y el botadero.
<b>FAUNA</b>	Durante la ejecución de la obra, por la circulación constante del personal y equipos, se ahuyentará temporalmente la fauna silvestre principalmente de aves, sólo en la zona del botadero cuyo impacto es mínimo.
<b>POBLACIÓN</b>	Durante la ejecución, la población estará expuesta temporalmente a peligros de accidentes por las zanjas abiertas. En la operación existe el peligro de daños en la infraestructura de la planta de tratamiento por el ingreso de personas y/o animales en forma indiscriminada. Durante la operación del sistema, la población, tendrá a su disposición del sistema de alcantarillado para la recolección, evacuación y tratamiento de aguas servidas, en condiciones salubres.

Tabla 2: Descripción de los impactos ambientales por componente ambiental

FASES DEL PROYECTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN
1. ACCIONES PRELIMINARES DEL PROYECTO	Durante el replanteo se deberá delimitar adecuadamente el área de trabajo.
2. CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN	<p><b>Aire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como el impacto es mínimo no se ha considerado medidas de mitigación</li> </ul> <p><b>Agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante la construcción no se tiene efectos negativos significativos en el recurso agua.</li> </ul> <p><b>Suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo material de excedencia deberá ser retirado a botaderos autorizados.</li> <li>• Toda zanja abierta, una vez instalada la tubería, deberá ser rellenada y compactada, de existir material sobrante, éstas se depositarán en trincheras y/o botaderos autorizados.</li> <li>• Todo desecho como: restos de concreto, saldo de agregado, envases plastificados, restos de tubería pvc, acero, alambre, clavos, madera, bolsas vacías de cemento deberá ser recogido y depositado en trincheras y/o botaderos autorizados. Esta actividad se realizará en forma permanente durante la ejecución de la obra.</li> </ul> <p><b>Flora</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene efectos sobre la flora.</li> </ul> <p><b>Fauna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instruir permanentemente a los trabajadores para que eviten la caza de animales silvestres.</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cercar todo el perímetro de la planta de tratamiento con alambre de púas en cuatro hileras anclados en rollizo de madera Ø 4".</li> <li>• Implementar en obra con señales preventivas y restrictivas, con la finalidad de indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la obra que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando las precauciones necesarias.</li> <li>• Implementar la educación sanitaria y capacitación para el manejo ambiental y operación y mantenimiento del proyecto.</li> </ul>
3. OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO	Se recomienda realizar un seguimiento al Comité de mantenimiento para monitorear el correcto uso del sistema instalado y de los trabajos de prevención y mitigación ambiental.
4. CIERRE O FIN DE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	Antes de que se cumpla con el período de vida útil, se deberá tener un Proyecto actualizado. De no darse esta condición sólo se limitará al mantenimiento periódico de todo el sistema.

Tabla 3: Recomendaciones que previnieron y mitigaron los impactos ambientales en cada fase del estudio

#### 4.5.9.9. Estudios de mecánica de suelos

**Características de la zona de estudio** Las zonas de estudio fueron las localidades de San Martín y San Antonio que por sus condiciones geomorfológicas

conforma una planicie de pendiente baja del tipo de suelo conformado por depósito aluvial.

**Estudio de suelos** “El estudio de suelos se ha realizado mediante la excavación de calicatas en los lugares de construcción de las principales infraestructuras. Se ha realizado la excavación de una calicata en el lugar de ubicación del reservorio de agua, dos calicatas en el lugar de ubicación de la planta de tratamiento de agua, tres calicatas en San Martín y San Antonio. Mediante ello se puede identificar que el suelo en toda la zona de estudio tiene características muy similares. La calicata CC-01 y CC-02 corresponde a la planta de tratamiento de aguas residuales, las calicatas CC-03, CC-04 y CC-05 corresponden a la línea de colectores del alcantarillado, la calicata CC-06 corresponde a la ubicación del reservorio de agua. Los tipos de suelo identificados son generalmente para establecer los costos de las excavaciones ya que en los proyectos de instalación de agua potable y de sistema de alcantarillado se necesitan conocer las condiciones del suelo para estos fines. No hubo presencia de rocas sueltas ni fijas en el área de estudio salvo en la línea de conducción por tramos identificados, en los que se ha estimado según el levantamiento topográfico para fines de análisis de costos”.

#### **4.5.10. Agua potable**

##### **4.5.10.1. Demanda de agua**

“Para el cálculo de la demanda de agua se requirió analizar cuatro variables, que son”:

- “Periodo de diseño”.
- “Población actual y futura”.
- “Dotación de agua”.
- “Cálculo de caudales”.

#### 4.5.10.2. Periodo óptimo de diseño (POD)

“El periodo óptimo de diseño es el tiempo de duración de todos los elementos que componen el estudio”. “Existen diversos factores que determinan el periodo óptimo de diseño mencionándose algunos”:

- a) “La vida útil de las estructuras, que está en función de la resistencia física del material que lo constituye y el desgaste que sufren estas”.
- b) “El estudio de Pre Inversión, que depende primordialmente del aspecto económico”.
- c) “El crecimiento poblacional, que es un factor muy importante porque incluye posibles cambios en el desarrollo industrial y comercial del Centro Poblado ya que pueden variar los índices económicos”.
- d) “La tasa de interés, que es un factor muy importante por cuanto si la tasa de interés es bajo se puede pensar en periodos largos”.

“El crecimiento de la población y la tasa de interés tienen cierta relación; así a menor relación de crecimiento menor tasa de interés, esto implica un menor funcionamiento en los primeros años”.

“Proporcionarle sistema de desagüe a una población, un servicio cuyo costo debe ser retribuido por los beneficiarios, siendo estos muy elevados si se toma periodos muy largos para poblaciones con desarrollos acelerados podría causar una gran quiebra administrativa”.

“Esto nos indica que de acuerdo a las tendencias de aumento de la población es conveniente elegir periodos óptimos de diseño más largo para crecimientos lentos y viceversa”. “Generalmente los sistemas se diseñan y se constituyen para satisfacer la población mayor que la actual”. “El Reglamento Nacional de Edificaciones sugiere periodos de diseño basados en cantidades de habitantes de la población en estudio de acuerdo a la tabla siguiente”:

POBLACIÓN (Habitantes)	PERIODO DE DISEÑO (Años)
▪ De 2,000 a 20,000	15
▪ De 20.000 a más	10

Tabla 4: Periodo de diseño basado en cantidad de habitantes.

“También mencionan periodos de diseño según el tipo de estructura, mostrándose en la tabla siguiente”:

<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>POD</b> (Años)
▪ Colectores principales y emisores de descarga	Ampliación inconveniente y costosa	40-50
▪ Tuberías secundarias	Bajos costos de sustitución	15-20

Tabla 5: Periodo de diseño según el tipo de estructura.

“La población de la zona es de crecimiento moderado pues tiene una tasa de crecimiento de 1.90 % , por ende con muchas posibilidades de desarrollo pero con una área urbana no definida y con una población mucho menor de 20,000 habitantes, por lo tanto se asume un periodo de diseño de 20 años” .

#### 4.5.10.3. Población actual y futura

“La población actual se obtuvo de la información de las autoridades locales, relacionándolo con los censos y con el conteo de viviendas” .

“La población futura, se obtuvo con la fórmula siguiente”:

$$P_f = P_o \left[ 1 + \frac{r}{100} (\Delta t) \right]$$

Donde:

$P_f$  : Población futura.

$P_o$  : Población inicial del año base.

$r$  : Constante de crecimiento.

$\Delta t$  : Variación de tiempo en años.

Donde:

$P_o = 1665$  habitantes.

$r = 1.9$  (INEI 2005)

Entonces:

$$P_f = 1665 \left[ 1 + \frac{1.9}{100} (\Delta t) \right]$$

Por tanto se tendrá:

$\Delta t$	$P_f$
20	2298

Figura 4.6: Población futura.

#### 4.5.10.4. Dotación de agua.

“La dotación representa la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las actividades de un núcleo urbano, y está dada en litros por habitantes por día (l/h/d); incluyendo en ella los consumos correspondientes al doméstico, comercial, industrial y otros usos.

El consumo de agua de una población es variable, porque se ve afectado de diversos factores que deben ser analizados y los cuales tenemos”:

- “Los factores económicos sociales, los cuales influyen directamente sobre el consumo de agua, es decir que la población consume más agua al mejorar su nivel de vida”.
- “Los factores climatológicos, mencionándose que en épocas de temperaturas altas la población consume más agua que en épocas de temperaturas bajas”.
- “El tamaño de la localidad, determinándose que el consumo de agua per cápita aumenta con el tamaño de la

comunidad”.

- “Las medidas de control y medidas de agua, comprobándose que en viviendas que poseen medidor de agua el consumo es menor que las que no poseen medidor”.

“De acuerdo a la naturaleza de la zona del estudio, costumbres de la población y el clima de la región, se ha identificado una zona urbana que corresponde a las localidades de San Martín y San Antonio cuya dotación es de 100 lt./hab./día., que está dentro de lo estipulado el RNE”.

#### 4.5.10.5. Caudales de diseño

“Los parámetros para un proyecto de agua potable son los siguientes:”

- Caudal medio diario ( $Q_m$ ).
- Caudal máximo diario ( $Q_{max.d}$ )
- Caudal máximo horario ( $Q_{max.h}$ )

**Caudal medio diario( $Q_m$ )**

Es el promedio de los gastos diarios durante un año de registros expresados en lit./seg.

Representado por la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{Población(hab) \times Dotación(lt/hab/dia)}{24horas \times 3600s} (lt/s)$$

### **Consumo Máximo Diario ( $Q_{maxd}$ )**

“Denominándose así al gasto en el día de máximo gasto que se genera durante un año”.

Representado por la siguiente expresión:”

$$Q_{md} = k_{dmc} \cdot Q_m$$

Donde:

$k_{dmc}$  : Coeficiente de variación diaria, que varía entre 1.3 a 1.5 según el R.

N. E. , se considera:  $k_{dmc} = 1,3$

### **Consumo Máximo Horario ( $Q_{maxh}$ )**

“Es el gasto máximo de agua que se generan en una hora registrado el día de máximo gasto mediante observaciones medidas durante un año.

Representado por la siguiente expresión”:

$$Q_{mh} = k_{mh} \cdot Q_m$$

Donde:

Según el R. N. E. se considera:  $k_{dmc} = 2$

Por tanto se tendrá:

$\Delta t$	$P_f$	$(Q_m)$	$(Q_{md})$	$(Q_{mh})$
20	2298	3.989	5.186	7.978

Tabla 6: Consumo Máximo Horario

#### 4.5.11. Componentes del sistema

##### 4.5.11.1. Captación.

“Con la finalidad de garantizar una eficacia en la captación, cuya fuente será los manantiales se adoptara para la construcción el diseño Tipo MINSA”.

##### 4.5.11.2. Línea de conduccion

###### Información básica

“Se contó con cálculos previos de la población e información de la fuente de agua así como del trazo y la topografía del recorrido de la línea de conducción. El terreno es estable de pendiente moderada sin mayores inconvenientes para la instalación de la tubería. Existen tramos de cruce de quebradas donde será necesario el cruce aéreo”.



Figura 4.7: Trazo por donde se realizara la línea de conducción.

### **Diseño de la línea de conducción.**

#### **Caudal de diseño.**

“Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado”.

#### **Carga estática y dinámica.**

“La Carga Estática máxima aceptable será de 75 m y la Carga Dinámica mínima será de 1 m”.

- a) “Nivel de carga estática: Representa la carga máxima a la que puede estar sometida una tubería al agua cuando se interrumpe bruscamente el flujo”.
- b) “Pérdida de carga unitaria ( $hf$ ): Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en  $m/km$  o  $m/m$ ”.

c) “Pérdida de carga del tramo ( $H_f$ ): Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería”.

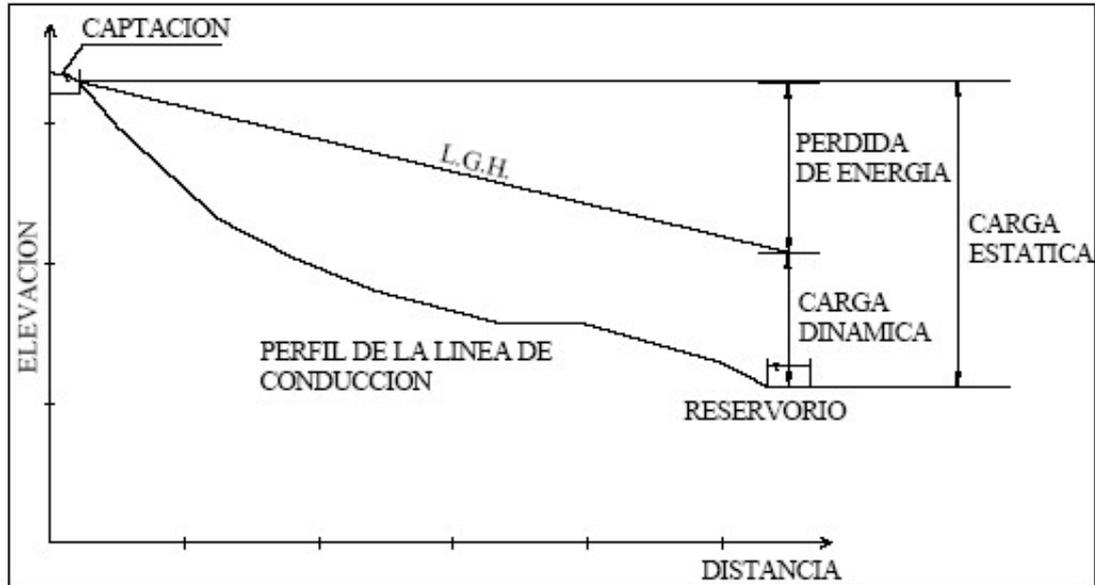


Figura 4.8: Carga estática y dinámica.

### Tuberías.

“En la línea de conducción fue diseñada para tuberías de PVC”.

“Presiones de trabajo para diferentes clases de tubería de PVC. Se seleccionó el tipo de tubería en base a las líneas de carga teniendo presente la siguiente tabla”:

Tubería PVC	Carga estática (mca)
Clase 5	50
Clase 7.5	75
Clase 10	100
Clase 15	150

Tabla 7: Presiones de trabajo para diferentes clases de tuberías.

**“Diámetros.** “El diámetro se diseñó para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s”.

**“Estructuras complementarias.**

- a) “Válvula de aire: El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación fue necesario instalar válvulas de aire automáticas”.
- b) “Válvula de purga: Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, por lo que fue necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías”.
- c) “Cámara rompe-presión: Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugirió la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel”.
- d) “Cruce en suspensión o cruce aéreo: se requirió para tuberías suspendidas que cruce un río ancho, o terreno inestable sujeto a erosiones o deslizamientos. Para este diseño se consideró”:
  - “La tubería suspendida debe ser lo suficientemente alta para no ser dañada por elementos que flotan por el río, por el nivel máximo de crecida, por rocas o pedregones desprendidos”.
  - “El cable que sujeta a la tubería debe estar adecuadamente anclado en ambos extremos sobre el terreno firme”.
  - “El cable que sujeta la tubería debe ser lo suficientemente fuerte como para soportar su propio peso, el de la tubería y el del agua que ella

transporta; así como las fuerzas generadas por el viento, el balanceo y la carga de montaje”.

- “La tubería debe estar fuertemente asegurada al cable suspendido, ya sea con varillas, o péndolas con grapas”.
- “Las uniones de las tuberías deben ser flexibles para garantizar su alineamiento en cambios de temperatura durante el día”.

e) “Reservorio: Es la instalación destinada al almacenamiento de agua para mantener el normal abastecimiento durante el día”.

“El volumen que garantizara el buen funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente será para  $\Delta = 20años$ . Representado por la siguiente expresión”:

$$V_{almacenamiento} = V_{consumo} + V_{incendio} + V_{reserva}$$

Donde:

$$V_{consumo} = 25\%Q_{m,\Delta=20años} * 86,400(Lt/s)$$

$$V_{reserva} = 25\%V_{almacenamiento}$$

Por tanto la expresión será:

$$V_{almacenamiento} = V_{consumo} + V_{incendio} + 0,25V_{almacenamiento}$$

## **4.5.12. Dimensionamiento de la tubería de conducción.**

### **4.5.12.1. Línea gradiente hidráulica (L. G. H.).**

“La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se instaló una cámara rompe presión. El diámetro de la tubería se ha dimensionado empleando las Ecuaciones de Hazen y Williams”:

$$Q = \alpha C D^{2,63} h f^{0,54}$$

Donde:

$\alpha$ : Constante de Hazen y Williams

$$hf = Hf / L$$

$Hf$ : pérdida de carga por tramo

$L$ : Longitud del tramo.

#### 4.5.12.2. Presión.

“En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli”.

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g + Hf$$

Donde:

$Z$  = Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria.

$P/\gamma$  = Altura de carga de presión ( $P$ =presión y  $\gamma$  = Peso Específico del fluido)

$V$  = Velocidad media del punto considerado (m/s).

$Hf$  = Es la pérdida de carga del tramo

La presión se mide en metros de columna de agua (mca).

## CÁLCULOS PARA REDES DE AGUA POTABLE

POBLACIÓN ACTUAL (HAB)	1665
TASA DE CRECIMIENTO (%)	1.9
PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20
POBLACIÓN FUTURA $P_f = P_o * (1 + r t / 100)$	2298
DOTACIÓN (LT/HAB/DÍA)	100
CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)	
$Q_m = P_{ob} * D_{ot} / 86400$	2.66
CONSUMO MÁXIMO DIARIO (LT/SEG)	

TRAMO	PROGRESIVA	COTA	LONGITUD (mt)	CAUDAL DEL TRAMO	D calculado (PULG)	DN Comercial (PULG)	VEL. FLUJO (LT/SEG)	H <sub>f</sub> (mt)	H PIEZOM. (mt)	PRESIÓN (mca)	PRESIÓN Estática (mca)
CAPT	0+000	877.00	0.00	2.75					877.00	0.00	0.00
RESERV	0+920	870.00	920.00	2.75	2.83	3.00	0.70	5.23	871.77	5.23	7.00

LONGITUD TOTAL DE TUBERÍA : 920.00 M

### Captación San Martín

HAZZEN - WILLIAMS

**Nota:**

Captación1 1.5

Captación 2 1.25

$Q = 0.0004264 * C * S^{0.54} * D^{2.63}$  Usar: PVC C-7.5 Ø 3"

Q total 2.75

S = Pendiente por mil metros

D = Diámetro en pulgadas

Tabla 8: Cálculos para redes de agua potable.

### 4.5.13. Red de distribución.

#### 4.5.13.1. Normatividad vigente:

“Las normas vigentes en el Perú para tuberías y accesorios de PVC, están tipificadas para dos grupos según diámetros. Las tuberías con diámetros nominales menores a 63 mm (2 1/2”) se rigen exclusivamente según la norma NTP 339.002 y los que tienen diámetros nominales mayores o iguales a 63 mm se rigen a la norma NTP – ISO 4222 y la norma NTP-ISO 4435”.

NTP 339.002 : Hasta DN  $\leq$  63

NTP - ISO 4422 : DN  $\geq$  63, NTP.

“Sin embargo en el mercado se pueden encontrar tuberías mayores a 63 mm fabricados según ambas normas con el siguiente detalle”:

<b>D.NOMINAL (Pulgadas)</b>	<b>D.EXTERIOR (mm)</b>	<b>LONG (m)</b>
1 1/2"	48	5
2"	60	5
2 1/2"	73	5
3"	88.5	5
4"	114	5
6"	168	5
8"	219	5
10"	273	5
12"	323	5

Tabla 9: Norma ITINTEC NTP 399.002

<b>D.NOMINAL (Pulgadas)</b>	<b>D.EXTERIOR (mm)</b>	<b>LONG (m)</b>
63	63	6
75	75	6
90	90	6
110	110	6
140	140	6
160	160	6
200	200	6
250	250	6
315	315	6
355	355	6
400	400	6

Tabla 10: Norma ISO 4222

“En el presente estudio los diámetros nominales calculados no superan los 63 mm, salvo en la línea de aducción, por lo tanto para uniformizar se ha determinado para todos los tramos y clases de tuberías, los diámetros nominales de la norma ITINTEC NTP 399.002. (DN en pulgadas y L= 5 m)”.

#### **4.5.13.2. Descripción de los materiales empleados.**

“Los materiales utilizados en el estudio fueron tuberías de PVC”: “Rugosidad de la tubería PVC: 0.00250 mm “Para efectos de cálculo se empleó los diámetros interiores siguientes”:

<b>DÍA. NOMINAL (Pulgadas)</b>	<b>DÍA. NOMINAL (mm)</b>	<b>Diámetro interior (mm)</b>
3/4"	-	17.0
1"	-	22.0
1 1/2"	-	34.5
2"	-	45.0
2 1/2"	63	58.4
3"	75	69.4
4"	110	102.0

Tabla 11: Descripción de los cálculos empleados.

#### 4.5.13.3. Metodología de análisis.

“El diseño de la Red de distribución se realizó mediante el empleo del Software CIPECAD, para lo cual se definen los parámetros siguientes”:

**Consideraciones Generales:** “Para el diseño de redes de distribución se consideraron los siguientes criterios”:

- “La red de distribución se diseñó para el caudal máximo horario”.
- “Identificación de las zonas a servir y de expansión de la población”.

“Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se ha empleado el programa CYPE CAD (Cype Ingenieros)”.

“El diámetro utilizado fue aquel que aseguraba el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos fueron: 25mm (1”) en redes principales, 20mm (3/4”) en ramales y redes secundarias y 15mm (1/2”) en conexiones domiciliarias”.

“En todos los casos las tuberías de agua potable debieron ir por encima del alcantarillado de aguas residuales a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente”.

“En cuanto a la presión del agua, tuvo que ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima tuvo que ser aquella que no originaba consumos excesivos por parte de los usuarios y no producía daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no fue menor de 10m y la presión estática no era mayor de 50m”.

“La velocidad mínima en ningún caso fue menor de 0,3 m/s y debió garantizar la auto limpieza del sistema. En general se recomienda un rango de velocidad de 0,5 –1,00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excedió los 2 m/s”.

“El número de válvulas fue el mínimo que permitía una adecuada sectorización y garantizaba el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitieron realizar las maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores”.

**Procedimientos de cálculo** “El diseño hidráulico se realizó para el caso del presente estudio como redes cerradas, con algunos pequeños ramales abiertos”.

“Los cálculos fueron realizados tomando en cuenta los diámetros internos reales de las tuberías. (Los diámetros reales se definen en el mismo programa)”.

**Redes cerradas** “El flujo de agua a través de ellas estuvo controlado por dos condiciones”:

- “El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale”.
- “La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma”.

“Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga, nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales son resueltos por un número de iteraciones que internamente ejecuta el programa”.

## Métodos para determinación de caudales

**Método de Densidad Poblacional** “Este método considera la población por área de influencia de cada nudo. Para la aplicación de este método se tuvo que definir la población en cada sector del área del proyecto”. El caudal por nudo fue”:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

“Donde el caudal unitario poblacional se calcula por”:

$$Q_p = Q_t / P_t$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal unitario poblacional (L/s/hab)

$Q_t$  : Caudal total o caudal máx/h para la totalidad de la pob = 3.00 Lt/s.

$Q_i$  : Caudal en el nudo “i” (L/s)

$P_t$  : Población total del proyecto (hab) = 821 hab.

$P_i$  : población del área de influencia del nudo “i” (hab).

“De acuerdo al número de viviendas en cada tramo se ingresa el factor  $P_i$  y se determinan los nudos como NC los que tienen consumo y NS los que no tienen consumo (caudal de salida)”.

**Válvulas de control** “La ubicación y cantidad de válvulas de control en una red de distribución se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de esta”.

### 4.5.13.4. Válvulas de purga

“Las válvulas de purga de lodos se ubicaran en los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se

deberán considerar sistemas de purga”.

#### **4.5.13.5. Válvulas reductoras de presión**

“Las válvulas reductoras de presión reducen automáticamente la presión aguas abajo de las mismas, hasta un valor prefijado. En los casos en que no se pueda acceder a una válvula reductora de presión se puede optar por el uso de una cámara rompe-presión”.

“La válvula reductora de presión está ubicada de modo que se garantice la presión mínima en las partes altas de la red (10 mca) y que no supere la presión estática máxima (50 m.c.a.) en los puntos más bajos”.

#### **4.5.13.6. Cámara de válvulas**

“Todas las válvulas debieron contar con cámara de válvulas para fines de protección, operación y mantenimiento. Las dimensiones de la cámara permitieron la operación de herramientas y otros dispositivos alojados dentro de la misma”.

**Cámaras rompe-presión** “En la instalación de una cámara rompe-presión debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo”.

**Formulación y Cálculos: CYPE CAD** “Una de las características que influyen en el cálculo de conducciones hidráulicas es la rugosidad del material empleado en la fabricación del tubo”.

“La rugosidad absoluta forma parte de la formulación, dando lugar a mayores caídas de altura piezométrica entre los extremos del tramo cuanto mayor sea su valor”.

“Como valores para el cálculo se tiene: PVC 0,0025 mm”.

**Parámetros** “Nº de Reynolds de transición entre régimen laminar y turbulento. Este valor se toma como frontera de aplicación de la formulación. Su valor suele establecerse entre 2000 y 4000. Viscosidad cinemática del fluido en  $m^2/s$ . Un  $m^2/s$  equivale a 10000 Stokes. Estos valores no deben modificarse salvo en casos excepcionales y conociendo perfectamente sus implicaciones”.

**Límites de cálculo** “Se suele emplear como límite inferior de velocidad 0,3 m/s, a menos que exista una limitación de diámetro mínimo que impida el cumplimiento de esta velocidad en algunos tramos, ya que por debajo de 0,3 m/s tienen lugar procesos de sedimentación y estancamiento. La velocidad máxima suele estar comprendida entre 1,5 y 2 m/s, para evitar fenómenos de arrastre y ruidos, así como grandes pérdidas de carga”.

**Procedimiento de cálculo** “Longitud del tramo. El programa nos permite utilizar la longitud del tramo según el dibujo introducido. En este caso, se calcula la longitud del tramo en función de las coordenadas de los nudos de sus extremos (incluyendo su cota)”.

**Coefficiente adimensional K para pérdidas en válvulas** “Las válvulas introducidas al programa requieren que sea defínale coeficiente adimensional K para evaluar la pérdida de carga según la ecuación de Darcy-Weisbach”.

“A falta de datos del fabricante, se puede hacer uso de valores del coeficiente adimensional de pérdidas para válvulas en posición de apertura”:

- Válvulas (abiertas) Coeficiente Pérdidas
- De bola  $K = 0.1$
- Compuerta  $K = 0.1 - 0.3$
- Antirretorno  $K = 1.0$

“Para el aumento de pérdidas en válvulas parcialmente abiertas respecto al valor del coeficiente en apertura total se pueden tomar”:

- Condición Compuerta Esfera Mariposa
- Abierta 1.0 1.0 1.0 t
- Cerrada 25 % 3.0 - 5.0 1.5 - 2.0 2.0 - 15.0 t
- 50 % 12 - 22 2.0 - 3.0 8 - 60 t.
- 75 % 70 - 120 6.0 - 8.0 45-340 t

Simulación de la Red Mediante el programa Cype Ingenieros. Resultados:

- Listado de Nudos

<b>Nudo</b>	<b>Cota m</b>	<b>Caudal dem. l/s</b>	<b>Alt. piez. m.c.a.</b>	<b>Pre. disp. m.c.a.</b>	<b>Coment.</b>
NC1	851.7	0.01	870.23	18.50	
NC2	850.0	0.01	869.87	19.90	
NC3	843.2	0.05	869.59	26.35	
NC4	842.3	0.04	869.57	27.25	Pres. máx.
NC5	850.1	0.12	868.35	18.23	
NC6	849.6	0.04	868.68	19.08	
NC7	845.8	0.09	868.81	23.06	
NC8	846.6	0.16	869.19	22.59	
NC9	842.4	0.12	868.81	26.37	
NC10	849.6	0.09	868.42	18.82	
NC11	845.2	0.06	868.41	23.20	
NC12	842.1	0.07	868.24	26.09	
NC13	845.2	0.17	867.38	22.22	
NC14	842.0	0.14	867.37	25.34	
NC15	842.3	0.04	867.34	25.06	
NC16	845.4	0.09	866.59	21.15	
NC17	842.3	0.02	866.22	23.92	
NC18	845.4	0.09	865.57	20.16	
NC19	842.0	0.07	865.58	23.55	
NC20	842.3	0.04	865.54	23.24	
NC21	845.6	0.02	865.03	19.38	
NC22	845.8	0.04	864.54	18.79	
NC23	845.2	0.04	864.57	19.33	
NC24	842.3	0.06	864.22	21.92	
NC25	842.2	0.04	864.19	22.01	
NC26	844.9	0.04	863.94	19.02	

---

NC27	843.9	0.05	863.97	20.05
NC28	842.6	0.09	863.54	20.89
NC29	842.1	0.02	863.52	21.37
NC30	844.1	0.04	862.34	18.27
NC31	845.2	0.05	862.37	17.15
NC32	842.7	0.02	862.65	19.91
NC33	842.5	0.04	862.62	20.15
NC34	842.3	0.04	861.86	19.59
NC35	842.9	0.02	861.89	18.98
NC36	843.0	0.01	861.44	18.43
NC37	843.0	0.01	860.90	17.94
NC38	843.3	0.01	860.64	17.30
NC39	842.1	0.04	860.62	18.56
NC40	843.4	0.04	861.06	17.65
NC41	843.4	0.02	860.70	17.35
NC42	843.8	0.02	860.52	16.68
NC43	843.1	0.04	860.39	17.28
NC44	841.4	0.04	860.38	18.97
NC45	843.0	0.04	860.22	17.18
NC46	842.6	0.09	860.26	17.66
NC47	842.3	0.09	860.29	17.95
NC48	842.9	0.07	860.09	17.24
NC49	846.2	0.07	859.97	13.79
NC50	842.7	0.06	859.92	17.22
NC51	841.2	0.04	859.90	18.69
NC52	842.7	0.08	859.93	17.26
NC53	842.9	0.09	859.77	16.86
NC54	843.0	0.09	859.66	16.65

---

---

NC55	842.6	0.09	859.58	16.97	
NC56	841.0	0.04	859.57	18.62	
NC57	842.8	0.06	859.73	16.93	
NC58	843.0	0.04	859.68	16.68	
NC59	843.2	0.05	859.59	16.37	
NC60	842.9	0.05	859.45	16.59	
NC61	840.9	0.04	859.44	18.58	
NC62	842.7	0.06	859.69	16.98	
NC63	842.9	0.10	859.35	16.49	
NC64	843.2	0.21	859.37	16.16	
NC65	843.3	0.27	858.92	15.65	
NC66	842.5	0.05	858.91	16.41	
NC67	842.3	0.12	858.85	16.52	
NC68	841.1	0.04	858.84	17.74	
NC69	841.0	0.09	858.79	17.79	
NC70	840.7	0.04	858.78	18.05	
NC71	843.0	0.12	858.93	15.89	
NC72	842.6	0.09	859.60	17.01	
NC73	843.0	0.23	858.91	15.92	
NC74	842.5	0.10	859.46	16.97	
NC75	842.4	0.02	859.76	17.35	
NC76	842.5	0.08	859.40	16.92	
NC77	843.0	0.04	860.12	17.11	
NC78	843.5	0.02	860.29	16.77	
NC79	844.6	0.04	860.76	16.20	
NC80	847.6	0.01	861.34	13.69	
NC81	851.1	0.01	861.83	10.78	Pres. min.
NC82	845.9	0.04	861.06	15.19	

---

NC83	842.7	0.08	859.54	16.87
NC84	842.4	0.06	859.45	17.07
NC85	842.8	0.06	859.37	16.55
SG1	870.6	-4.33	870.60	0.00
SG2	888.5	-1.00	888.50	0.00

Tabla 12: Listado de nudos

- Listado de Tramos Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Inicio	Final	Longitud	Diámetros	Caudal	Péridid.	Velocidad	Coment.
		m	Mm	l/s	m.c.a.	m/s	
NC1	NC2	47.18	DN 3"	4.37	0.35	0.87	
NC1	SG1	43.94	DN 3"	-4.33	-0.37	-0.82	
NC2	NC3	47.01	DN 1"	0.22	0.29	0.33	
NC2	NC8	90.46	DN 3"	4.09	0.69	0.77	
NC3	NC4	22.35	DN 3/4"	0.03	0.01	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC3	NC9	85.41	DN 3/4"	0.14	0.78	0.35	
NC5	NC6	51.32	DN 3/4"	-0.12	-0.33	-0.28	
NC6	NC7	12.90	DN 3/4"	-0.15	-0.13	-0.37	
NC7	NC8	26.59	DN 1"	-0.36	-0.38	-0.54	
NC7	NC10	56.48	DN 3/4"	0.12	0.39	0.29	
NC8	NC9	50.40	DN 3/4"	0.13	0.38	0.31	
NC8	NC11	55.72	DN 2 1/2"	3.43	0.78	0.95	
NC9	NC12	55.08	DN 3/4"	0.15	0.57	0.37	
NC10	NC11	22.48	DN 3/4"	0.03	0.01	0.07	Vel < 0.1 m/s
NC11	NC12	55.50	DN 3/4"	0.08	0.17	0.18	
NC11	NC13	78.19	DN 2 1/2"	3.33	1.03	0.92	
NC12	NC14	77.97	DN 3/4"	0.16	0.87	0.39	
NC13	NC14	55.57	DN 3/4"	0.01	0.01	0.03	Vel.< 0.1 m/s
NC13	NC16	58.31	DN 2 1/2"	3.14	0.79	0.87	
NC14	NC15	36.51	DN 3/4"	0.04	0.02	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC16	NC17	39.47	DN 3/4"	0.14	0.37	0.35	
NC16	NC18	98.95	DN 2 1/2"	2.90	1.02	0.80	
NC17	NC19	94.35	DN 3/4"	0.12	0.65	0.29	
NC18	NC19	41.45	DN 3/4"	-0.02	-0.01	-0.04	Vel.< 0.1 m/s
NC18	NC21	46.32	DN 2 1/2"	2.83	0.53	0.78	
NC19	NC20	54.11	DN 3/4"	0.04	0.03	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC21	NC23	47.22	DN 2 1/2"	2.80	0.46	0.78	
NC22	NC23	59.04	DN 3/4"	-0.04	-0.04	-0.08	Vel < 0.1 m/s
NC23	NC24	53.88	DN 1"	0.23	0.35	0.34	
NC23	NC27	75.91	DN 2 1/2"	2.50	0.60	0.69	
NC24	NC25	51.97	DN 3/4"	0.04	0.03	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC24	NC28	77.36	DN 3/4"	0.14	0.68	0.34	
NC26	NC27	44.05	DN 3/4"	-0.04	-0.03	-0.08	Vel < 0.1 m/s
NC27	NC28	56.85	DN 3/4"	0.13	0.43	0.31	
NC27	NC31	89.47	DN 2"	2.29	1.60	0.95	Vel máx
NC28	NC29	50.82	DN 3/4"	0.02	0.02	0.06	Vel < 0.1 m/s
NC28	NC32	88.60	DN 3/4"	0.15	0.89	0.37	
NC30	NC31	49.62	DN 3/4"	-0.04	-0.03	-0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC31	NC32	65.18	DN 3/4"	-0.09	-0.28	-0.22	
NC31	NC35	62.76	DN 2 1/2"	2.30	0.48	0.64	
NC32	NC33	61.83	DN 3/4"	0.04	0.04	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC34	NC35	43.36	DN 3/4"	-0.03	-0.03	-0.08	Vel < 0.1 m/s
NC35	NC36	36.42	DN 2"	1.86	0.45	0.77	
NC35	NC46	102.92	DN 1"	0.39	1.63	0.57	
NC36	NC37	46.34	DN 1"	0.32	0.54	0.48	
NC36	NC40	43.77	DN 2"	1.52	0.38	0.63	
NC37	NC38	22.44	DN 3/4"	0.16	0.26	0.40	

NC37	NC42	38.83	DN 3/4"	0.15	0.38	0.36	
NC38	NC39	29.51	DN 3/4"	0.04	0.02	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC38	NC43	37.71	DN 3/4"	0.12	0.24	0.28	
NC40	NC41	28.04	DN 1"	0.34	0.36	0.50	
NC40	NC47	50.92	DN 1 1/2"	1.15	0.77	0.74	
NC41	NC42	19.27	DN 3/4"	0.15	0.18	0.35	
NC41	NC48	48.32	DN 3/4"	0.17	0.61	0.42	
NC42	NC43	22.06	DN 3/4"	0.11	0.13	0.26	
NC42	NC49	47.59	DN 3/4"	0.16	0.55	0.39	
NC43	NC44	28.92	DN 3/4"	0.04	0.02	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC43	NC50	44.99	DN 3/4"	0.16	0.48	0.38	
NC45	NC46	59.65	DN 3/4"	-0.04	-0.04	-0.08	Vel < 0.1 m/s
NC46	NC47	55.61	DN 3/4"	-0.03	-0.03	-0.08	Vel < 0.1 m/s
NC46	NC72	69.09	DN 1"	0.29	0.66	0.43	
NC47	NC48	22.59	DN 3/4"	0.14	0.20	0.34	
NC47	NC52	38.17	DN 1 1/2"	0.88	0.36	0.57	
NC48	NC49	21.48	DN 3/4"	0.11	0.12	0.26	
NC48	NC53	39.23	DN 3/4"	0.14	0.33	0.33	
NC49	NC50	21.61	DN 3/4"	0.07	0.06	0.17	
NC49	NC54	39.77	DN 3/4"	0.13	0.31	0.32	
NC50	NC51	26.85	DN 3/4"	0.03	0.02	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC50	NC55	41.24	DN 3/4"	0.13	0.33	0.32	
NC52	NC53	19.18	DN 3/4"	0.14	0.16	0.33	
NC52	NC57	33.26	DN 1 1/2"	0.67	0.19	0.43	
NC53	NC54	18.54	DN 3/4"	0.11	0.10	0.26	
NC53	NC58	33.26	DN 3/4"	0.07	0.09	0.17	
NC54	NC55	21.13	DN 3/4"	0.08	0.08	0.20	
NC54	NC59	32.85	DN 3/4"	0.06	0.07	0.15	
NC55	NC56	23.78	DN 3/4"	0.04	0.01	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC55	NC60	33.20	DN 3/4"	0.09	0.13	0.22	
NC57	NC58	18.85	DN 3/4"	0.08	0.06	0.18	
NC57	NC62	12.34	DN 1 1/2"	0.53	0.05	0.34	
NC58	NC59	13.60	DN 3/4"	0.11	0.08	0.27	
NC59	NC60	19.55	DN 3/4"	0.13	0.14	0.31	
NC60	NC61	15.41	DN 3/4"	0.04	0.01	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC60	NC63	12.94	DN 3/4"	0.13	0.11	0.32	
NC62	NC63	50.44	DN 3/4"	0.12	0.34	0.29	
NC62	NC64	23.01	DN 1"	0.36	0.32	0.53	
NC63	NC67	50.19	DN 3/4"	0.15	0.49	0.36	
NC64	NC65	30.20	DN 3/4"	0.19	0.45	0.46	
NC64	NC74	86.77	DN 3/4"	-0.04	-0.09	-0.10	Vel.< 0.1 m/s
NC65	NC66	41.11	DN 3/4"	0.02	0.01	0.04	Vel.< 0.1 m/s
NC65	NC67	43.43	DN 3/4"	0.05	0.07	0.13	
NC65	NC75	86.37	DN 3/4"	-0.15	-0.84	-0.36	
NC66	NC69	39.46	DN 3/4"	0.08	0.13	0.19	
NC66	NC76	86.65	DN 3/4"	-0.11	-0.48	-0.26	
NC67	NC68	13.70	DN 3/4"	0.03	0.01	0.08	Vel.< 0.1 m/s
NC67	NC69	39.85	DN 3/4"	0.05	0.06	0.12	
NC69	NC70	11.72	DN 3/4"	0.03	0.01	0.08	Vel < 0.1 m/s
NC71	NC72	103.58	DN 3/4"	-0.12	-0.66	-0.28	

NC72	NC74	39.09	DN 3/4"	0.08	0.14	0.20
NC73	NC74	85.59	DN 1"	-0.23	-0.55	-0.34
NC74	NC75	31.04	DN 1"	-0.29	-0.30	-0.43
NC75	NC76	40.91	DN 3/4"	0.14	0.37	0.34
NC75	NC77	73.14	DN 1 1/2"	-0.60	-0.36	-0.39
NC76	NC83	102.65	DN 3/4"	-0.05	-0.14	-0.11
NC77	NC78	31.85	DN 1 1/2"	-0.64	-0.17	-0.41
NC78	NC79	81.77	DN 1 1/2"	-0.66	-0.47	-0.43
NC79	NC80	93.42	DN 1 1/2"	-0.70	-0.58	-0.45
NC80	NC81	76.77	DN 1 1/2"	-0.71	-0.49	-0.46
NC81	NC82	85.77	DN 1"	0.28	0.77	0.41
NC81	SG2	104.98	DN 2"	-1.00	-2.667	-0.41
NC82	NC83	214.44	DN 1"	0.24	1.53	0.36
NC83	NC84	46.33	DN 3/4"	0.06	0.09	0.14
NC83	NC85	86.76	DN 3/4"	0.06	0.17	0.14

Tabla 13: Listado de tramos

- Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Inicio	Final	Longitud	Diámetros	Caudal	Péridid.	Velocidad
NC1	NC2	42 18	DN 3"	4 32	0 35	0 87
NC1	SC1	43 04	DN 3"	4 33	0 37	0 87
NC2	NC3	47 01	DN 1"	0 22	0 29	0 33
NC2	NC8	00 46	DN 3"	4 00	0 60	0 77
NC2	NC4	22 35	DN 3/4"	0 03	0 01	0 08
NC2	NC9	85 41	DN 3/4"	0 14	0 28	0 35
NC5	NC6	51 32	DN 3/4"	0 12	0 33	0 28
NC6	NC7	12 00	DN 3/4"	0 15	0 13	0 37
NC7	NC8	26 50	DN 1"	0 36	0 38	0 54
NC7	NC10	56 48	DN 3/4"	0 12	0 30	0 20
NC8	NC9	50 40	DN 3/4"	0 13	0 38	0 31
NC8	NC11	55 22	DN 2 1/2"	3 43	0 78	0 95
NC9	NC12	55 08	DN 3/4"	0 15	0 57	0 37
NC10	NC11	22 48	DN 3/4"	0 03	0 01	0 07
NC11	NC12	55 50	DN 3/4"	0 08	0 17	0 18
NC11	NC13	28 10	DN 2 1/2"	3 33	1 03	0 87
NC12	NC14	22 07	DN 3/4"	0 16	0 87	0 30
NC13	NC14	55 52	DN 3/4"	0 01	0 01	0 03
NC13	NC16	58 31	DN 2 1/2"	3 14	0 29	0 87
NC14	NC15	36 51	DN 3/4"	0 04	0 02	0 08
NC16	NC17	39 47	DN 3/4"	0 14	0 37	0 35
NC16	NC18	08 05	DN 2 1/2"	2 80	1 02	0 80
NC17	NC18	04 35	DN 3/4"	0 12	0 65	0 20
NC18	NC18	41 45	DN 3/4"	0 02	0 01	0 04
NC18	NC21	46 32	DN 2 1/2"	2 83	0 53	0 28
NC18	NC20	54 11	DN 3/4"	0 04	0 03	0 08
NC21	NC23	42 22	DN 2 1/2"	2 80	0 46	0 28
NC22	NC23	59 04	DN 3/4"	0 04	0 04	0 08
NC23	NC24	53 88	DN 1"	0 23	0 35	0 34
NC23	NC27	25 91	DN 2 1/2"	2 50	0 60	0 69
NC24	NC25	51 02	DN 3/4"	0 04	0 03	0 08
NC24	NC28	22 36	DN 3/4"	0 14	0 68	0 34
NC26	NC27	44 05	DN 3/4"	0 04	0 03	0 08
NC27	NC28	56 85	DN 3/4"	0 13	0 43	0 31
NC27	NC31	80 42	DN 2"	2 20	1 60	0 85
NC28	NC29	50 82	DN 3/4"	0 02	0 02	0 06
NC28	NC32	88 60	DN 3/4"	0 15	0 89	0 37
NC30	NC31	49 62	DN 3/4"	0 04	0 03	0 08
NC31	NC32	65 18	DN 3/4"	0 09	0 28	0 22
NC31	NC35	62 26	DN 2 1/2"	2 30	0 48	0 64
NC32	NC33	61 83	DN 3/4"	0 04	0 04	0 08
NC34	NC35	42 36	DN 3/4"	0 03	0 03	0 08
NC35	NC36	36 42	DN 2"	1 86	0 45	0 22
NC35	NC46	102 02	DN 1"	0 30	1 63	0 52
NC36	NC37	46 34	DN 1"	0 32	0 54	0 48
NC36	NC40	43 22	DN 2"	1 52	0 38	0 63
NC37	NC38	22 44	DN 3/4"	0 16	0 26	0 40
NC37	NC42	38 83	DN 3/4"	0 15	0 38	0 36
NC38	NC39	20 51	DN 3/4"	0 04	0 02	0 08
NC38	NC43	32 21	DN 3/4"	0 12	0 24	0 28
NC40	NC41	28 04	DN 1"	0 34	0 36	0 50
NC40	NC47	50 02	DN 1 1/2"	1 15	0 22	0 24
NC41	NC42	10 22	DN 3/4"	0 15	0 18	0 35
NC41	NC48	48 32	DN 3/4"	0 12	0 61	0 42

NC47	NC48	77 06	DN 3/4"	0 11	0 12	0 26
NC47	NC49	47 50	DN 3/4"	0 16	0 55	0 30
NC48	NC44	78 07	DN 3/4"	0 04	0 07	0 08
NC48	NC50	44 00	DN 3/4"	0 16	0 48	0 38
NC48	NC46	59 65	DN 3/4"	0 04	0 04	0 08
NC46	NC47	55 61	DN 3/4"	0 02	0 02	0 08
NC46	NC77	60 00	DN 1"	0 20	0 66	0 43
NC47	NC48	77 50	DN 3/4"	0 14	0 20	0 34
NC47	NC57	38 17	DN 1 1/2"	0 88	0 36	0 57
NC48	NC49	71 48	DN 3/4"	0 11	0 17	0 26
NC48	NC52	30 72	DN 3/4"	0 14	0 22	0 32
NC49	NC50	71 61	DN 3/4"	0 07	0 06	0 17
NC49	NC54	30 77	DN 3/4"	0 12	0 31	0 37
NC50	NC51	76 85	DN 3/4"	0 02	0 07	0 08
NC50	NC55	41 74	DN 3/4"	0 12	0 22	0 27
NC52	NC52	10 18	DN 3/4"	0 14	0 16	0 22
NC52	NC57	22 76	DN 1 1/2"	0 67	0 10	0 42
NC52	NC54	18 54	DN 3/4"	0 11	0 10	0 26
NC52	NC58	22 76	DN 3/4"	0 07	0 00	0 17
NC54	NC55	71 12	DN 3/4"	0 08	0 08	0 20
NC54	NC59	27 85	DN 3/4"	0 06	0 07	0 15
NC55	NC56	72 78	DN 3/4"	0 04	0 01	0 08
NC55	NC60	22 70	DN 3/4"	0 09	0 12	0 22
NC57	NC58	18 85	DN 3/4"	0 08	0 06	0 18
NC57	NC67	17 24	DN 1 1/2"	0 52	0 05	0 24
NC58	NC59	12 60	DN 3/4"	0 11	0 08	0 27
NC59	NC60	10 55	DN 3/4"	0 12	0 14	0 21
NC60	NC61	15 41	DN 3/4"	0 04	0 01	0 08
NC60	NC62	17 04	DN 3/4"	0 12	0 11	0 27
NC62	NC62	50 44	DN 3/4"	0 17	0 24	0 20
NC62	NC64	72 01	DN 1"	0 26	0 27	0 52
NC62	NC67	50 19	DN 3/4"	0 15	0 49	0 26
NC64	NC65	20 70	DN 3/4"	0 10	0 45	0 46
NC64	NC74	86 77	DN 3/4"	0 04	0 00	0 10
NC65	NC66	41 11	DN 3/4"	0 07	0 01	0 04
NC65	NC67	42 42	DN 3/4"	0 05	0 07	0 12
NC65	NC75	86 27	DN 3/4"	0 15	0 24	0 26
NC66	NC69	30 46	DN 3/4"	0 08	0 12	0 10
NC66	NC76	86 65	DN 3/4"	0 11	0 48	0 26
NC67	NC68	12 70	DN 3/4"	0 02	0 01	0 08
NC67	NC69	29 85	DN 3/4"	0 05	0 06	0 17
NC69	NC70	11 77	DN 3/4"	0 02	0 01	0 08
NC71	NC77	102 58	DN 3/4"	0 17	0 66	0 28
NC72	NC74	20 00	DN 3/4"	0 08	0 14	0 20
NC72	NC74	85 50	DN 1"	0 22	0 55	0 24
NC74	NC75	21 04	DN 1"	0 20	0 20	0 42
NC75	NC76	40 91	DN 3/4"	0 14	0 27	0 24
NC75	NC77	72 14	DN 1 1/2"	0 60	0 26	0 29
NC76	NC82	107 65	DN 3/4"	0 05	0 14	0 11
NC77	NC78	21 85	DN 1 1/2"	0 64	0 17	0 41
NC78	NC79	81 77	DN 1 1/2"	0 66	0 47	0 42
NC79	NC80	92 47	DN 1 1/2"	0 70	0 58	0 45
NC80	NC81	76 77	DN 1 1/2"	0 71	0 40	0 46
NC81	NC87	85 77	DN 1"	0 28	0 27	0 41
NC81	887	104 08	DN 2"	1 00	76 67	0 41
NC82	NC82	714 44	DN 1"	0 24	1 52	0 26
NC82	NC84	46 22	DN 3/4"	0 06	0 09	0 14
NC82	NC85	86 76	DN 3/4"	0 06	0 17	0 14

Tabla 14: Envoltente

#### 4.5.13.7. Sistema de alcantarillado

- Parámetros de diseño

- **Factor de retorno**

“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”.

Se asumió un factor base de 0.80”.

- **Caudal de Infiltracion (Qi)**

“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”.

$$Q_i = 0.5 \times L$$

L = Longitud total de tubería

$$Q_i = 2.36 \text{ lit./s}$$

- **Caudal de Diseño**

Caudal medio

$$Q_{med} = \frac{C \times P_x \times Dot}{86400}$$

Donde:

C = Coeficiente de retorno (0.80)

P = Población que puede ser de acuerdo al cál. del caudal máx. o Mín.

Pi = Población al iniciar el funcionamiento del sistema.

Pf = Población para el alcance del proyecto.

Dot = Consumo promedio de agua, en litros por persona por día.

Caudal máximo horario

Caudal medio

$$Q_{mh} = K_1 K_2 x Q_{med}$$

Donde:

$Q_{mh}$  = Caudal máximo horario  $K$  = Coeficiente de flujo máximo ( $k_1 = 1.3, k_2 = 2$ )

$$Q_{mh} = 4.26 \text{ lt / s}$$

Resumiendo, tenemos

Descripción	Caudal en colectores (lts/seg.)	Caudal en emisores (lts/seg.)
Caudal máximo horario	4.36	
Caudal de infiltración en tuberías	1.68	0.68

- **Coeficiente de Distribución de Caudales**

“Es la razón que se obtiene al dividir el caudal de diseño entre la longitud total de la tubería del sistema de alcantarillado, este valor es utilizado en el cálculo de los caudales circulantes en cada tramo de tubería del sistema”. En colectores.

En colectores

$$C_d = \frac{Q_d}{L_T} = \frac{3.262 \text{ lts / seg}}{6105.48 \text{ mts.}} = 0.000534 \text{ lts / seg / mts.}$$

En emisores

$$C_d = \frac{Q_d}{L_T} = \frac{1.095 \text{ lts / seg}}{1150.55 \text{ mts.}} = 0.000951 \text{ lts / seg / mts.}$$

■ **Diseño en redes de alcantarillado**

● **Criterios Básicos**

“El análisis y la investigación de flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de alcantarillados sanitarios de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de MANNING” .

“Para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es necesario asumir condiciones constantes de flujo, a pesar de que la mayoría de estos sistemas funcionan con caudales sumamente variables” .

“Los sistemas de alcantarillado se diseñan como canales, si la condición de canal no se cumple, se dice que la tubería trabaja bajo carga o presión interna” .

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

Dónde:

v es la velocidad de flujo, en metros por segundo. n es el coeficiente de rugosidad, n=0.013 para PVC. R es el radio hidráulico de la sección mojada de la tubería en metros. S es la pendiente hidráulica, expresada en décimas.

● **Consideraciones de diseño**

- a) “Se efectuó el diseño de los colectores y emisores, de acuerdo a los rangos adjuntos, teniendo en cuenta las alturas de escurrimientos siguientes” .

- Colectores = 0.67 del diámetro como Máximo.
- Emisor = 0.75 del diámetro como Máximo.

En ningún caso las tuberías trabajaron a presión.

- b) Las cámaras de Inspección (Buzones) fueron ubicados en:
- Intercepción de las calles.
  - En el inicio de cada colector.
  - En todos los empalmes de colectores.
  - En los cambios de pendiente.
  - En todos cambios de dirección.
  - En todos los cambios de diámetros.
  - En los cambios de material.
  - En todos lugar donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

Además se recomendó lo siguiente:

- La profundidad de las Cámaras fueron de 1.20 metros (mínimo).
- Los diámetros interiores de la Cámara tuvieron como mínimo de 1.20 metros.
- En el fondo de las cámaras de inspección se tuvo que diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25 % entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

- **Cargas Externas**

“Las experiencias nacionales e internacionales con las tuberías de PVC instaladas para sistemas de saneamiento, han demostrado que no se presentan fallas por aplastamiento cuando las condiciones de instalación son correctas, y esto es debido a que las tuberías de PVC son flexi-

bles. Las tuberías de desagüe se comportan como canales que conducen agua a gravedad y se permite una deformación de un 7 % respecto a su diámetro exterior”.

“El comportamiento de tubería rígida y tubería flexible enterradas es distinto en las mismas condiciones, las cargas externas tienden a concentrarse debajo y arriba del tubo rígido, creando un momento de aplastamiento que debe ser resistido por las paredes del tubo. En los tubos flexibles conforme se aplica la carga externa se van deformando, transfiriendo la carga vertical en reacciones horizontales radiales las cuales son resistidas por la presión pasiva del material de relleno alrededor del tubo transmitiendo parte de estas cargas al terreno”.

- **Ancho de Zanja**

Factores que determinan el ancho de zanja:

- Diámetro exterior de la tubería.
- Procedimiento a seguir para el acoplamiento de los tubos.

“Para unión dentro de zanja el ancho de ésta debió ser el suficiente para permitir al operario hacer las siguientes maniobras: colocar la plantilla, hacer el acoplamiento, acomodo y acostillado de la tubería y compactar el relleno”.

<b>DIÁMETRO mm</b>	<b>ANCHO ZANJA cm</b>	<b>DE</b>
160	60	
200	60	
250	65	
315	70	

- **Plantilla (Cama de apoyo)** “El tubo debe descansar siempre sobre un lecho de tierra cribada o arena de río, que debe tener un espesor mínimo de 5.0 cm., en el eje vertical del tubo. El R.N.E. recomienda considerar 10 cm”.

- **Paso de Vías Transitadas**

“La tubería debió protegerse contra esfuerzos de cizallamiento o movimientos producidos por el paso de vehículos en vías transitadas, tales como cruce de carreteras, en estos sitios se recomendó encamisar la tubería de PVC con un tubo de acero o ahogarla en concreto”.

- **Paso de Vías Transitadas**

“La profundidad mínima de instalación obedeció a tres factores principales”:

- “Debió cumplir con el colchón mínimo especificado para proteger al tubo de las cargas vivas, y debe ser de 90 cm sobre el lomo del tubo”.
- “Debió asegurar una correcta conexión entre las descargas domiciliarias con las tuberías del sistema”.

- c) “Se debió evitar al máximo el cruce de las tuberías de alcantarillado con otras instalaciones (agua potable, teléfonos, etc.) y así evitarse problemas constructivos”.

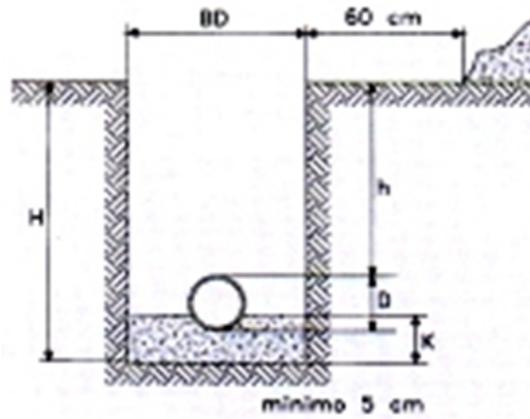


Figura 4.9: Profundidad de zanja.

## ▪ Diseño en redes de alcantarillado

### • Criterios Básicos

“El análisis y la investigación de flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de alcantarillados sanitarios de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de MANNING”.

“Para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es necesario asumir condiciones constantes de flujo, a pesar de que la mayoría de estos sistemas funcionan con caudales sumamente variables”.

“Los sistemas de alcantarillado se diseñan como canales, si la condición de canal no se cumple, se dice que la tubería trabaja bajo carga o presión interna”.

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

Dónde:

v es la velocidad de flujo, en metros por segundo. n es el coeficiente de rugosidad,  $n=0.013$  para PVC. R es el radio hidráulico de la sección mojada de la tubería en metros. S es la pendiente hidráulica, expresada en décimas.

- Consideraciones de diseño

“Se efectuó el diseño de los colectores y emisores, de acuerdo a los rangos adjuntos, teniendo en cuenta las alturas de escurrimientos siguientes”.

- Colectores = 0.67 del diámetro como Máximo.
- Emisor = 0.75 del diámetro como Máximo. En ningún caso las tuberías trabajaron a presión.

Las cámaras de Inspección (Buzones) fueron ubicados en:

- Intercepción de las calles.
- En el inicio de cada colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de pendiente.
- En todos cambios de dirección.
- En todos los cambios de diámetros.
- En los cambios de material.
- En todos lugar donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

Además se recomendó lo siguiente:

- La profundidad de las Cámaras fueron de 1.20 metros (mínimo).
- Los diámetros interiores de la Cámara tuvieron como mínimo de 1.20 metros.

- o En el fondo de las cámaras de inspección se tuvo que diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25 % entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

**Medidor de caudal** “Después de la cámara de rejillas se debió incluir un medidor de caudal de régimen crítico del tipo Parshall. No se aceptará el uso de vertederos”. Caudal de diseño:

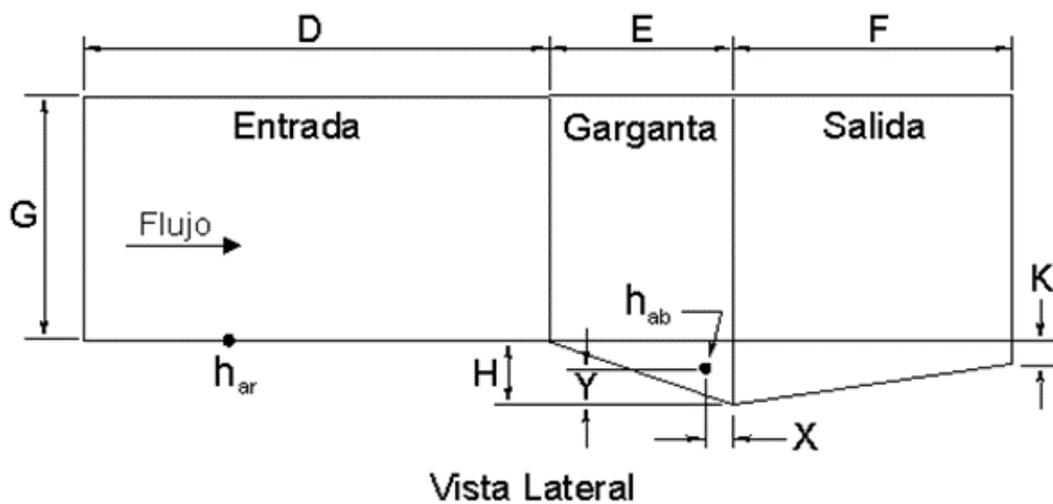
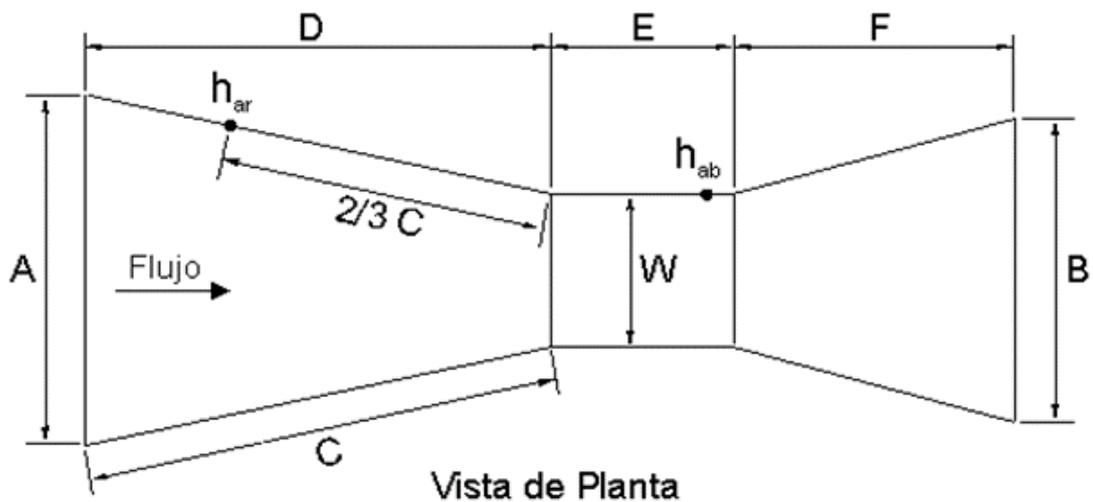
$Q_d = 3.19 \text{ Lt/s.} = 0.00319 \text{ m}^3/\text{s}$  “El diseño del medidor Parshall fue efectuado mediante el programa ACA, obteniéndose las siguientes dimensiones”:



Figura 4.10: Dimensiones del medidor Parshall

Tirante (m)	Q (m/s)
0.050	0.001
0.060	0.002
0.070	0.002
0.080	0.002
0.090	0.003
0.100	0.003
0.110	0.004
0.120	0.005
0.130	0.005
0.140	0.006
0.150	0.006
0.160	0.007
0.170	0.008
0.180	0.008
0.190	0.009
0.200	0.010
0.210	0.011
0.220	0.012

Tabla 15: Calibración de la regla



**Cajas de disitribucion y tuberías de aproximacion** “El diseño de las cajas se efectúa para distribuir la entrega del caudal hacia las lagunas mediante las tuberías de aproximación, teniendo en cuenta el caudal máximo de diseño. Para las tuberías de ingreso y salida, el diseño fue efectuado empleando la fórmula de Manning, para un canal de sección circular: Caudal de diseño  $Q = 3.19 \text{ lt/s} = 0.00453 \text{ m}^3/\text{s}$ ”.

- Pendiente = 0.01 (1%)
- Diámetro de la tubería = 0.20 m. (8")
- Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$

- Tirante normal = 0.0503 m
- Tipo de Flujo = supercrítico
- Velocidad = 0.73 m/seg.

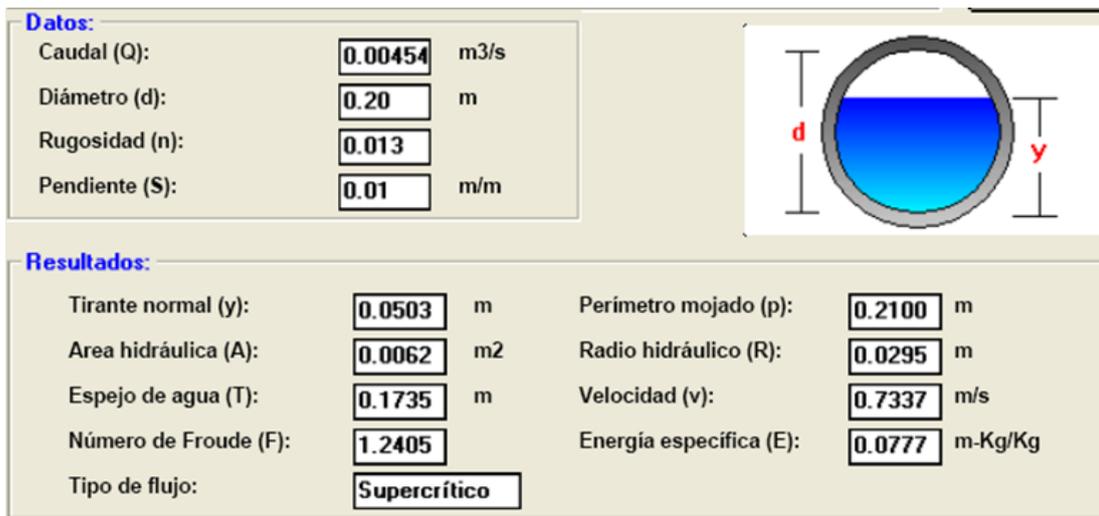


Figura 4.11: Diseño de tuberías de ingreso y salida utilizando la fórmula Manning

“Todas las tuberías de ingreso y salida de las lagunas facultativas fueron de PVC DN 200 mm. Instalados con pendiente mínima de 1 % para generar un flujo supercrítico con velocidades mayores a 0.50 m/s y evitar la sedimentación de los sólidos”.

#### 4.5.13.8. Operación y mantenimiento

**Generalidades** “Se refieren a las actividades básicas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, para lograr el buen funcionamiento y el incremento de la vida útil de los elementos”.

“El ente responsable de la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado, debió contar con los respectivos Manuales de Operación y Mantenimiento”.

“Para realizar las actividades de operación y mantenimiento, se tuvo que organizar y ejecutar un programa que incluya: inventario técnico, recursos humanos y materiales básicos, sistema de control, evaluación y archivos, que garanticen su eficiencia”.

#### **4.5.13.9. Captación, desarenador y sedimentador**

**Objetivo** “Establecer procedimientos para la operación y mantenimiento de las estructuras de las estructuras de captación, del sistema de abastecimiento de agua”.

**Operación** “La operación es muy sencilla, básicamente fue llevar una vigilancia de la eficiencia de éste para proceder a la evacuación de los sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. Esta vigilancia está relacionada con el control del caudal que ingresa a la unidad y el control de la calidad de agua effluente”.

**Mantenimiento** “El mantenimiento incluyó actividades periódicas que consistieron principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad”.

“La evacuación de los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad se dió cada 6 u 8 semanas, ello dependía de la calidad del agua cruda y del volumen del tanque. Si el agua era muy turbia la remoción de sedimentos se debia realizar con mayor frecuencia”.

#### **Línea de conducción Objetivo**

“Establecer procedimientos para la operación y mantenimiento de las estructuras de línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua”.

#### **Operación**

Las actividades del operador fueron las siguientes:

- a) Puesta en marcha

- “Abrir la válvula de purga para eliminar sedimentos y aire acumulados”.
- “Llenar la línea a partir de la captación con agua, cerrando paulatinamente la válvula de purga, en caso era necesario se tuvo que maniobrar las válvulas de aire”. Desinfección (sólo cuando se puso en operación por primera vez:).
- “Llenar la tubería con la solución de hipoclorito con una concentración de 50 partes por millón y mantenerla por un tiempo de cuatro (4) horas (figura 1)”.
- “Evacuar el agua con desinfectante por el desagüe de la unidad más cercana o por la purga”.
- “Utilizar el agua de tubería cuando no se perciba olor a cloro o cuando el residual medido en el comparador no sea mayor de 0,5 mg/l”.

b) En funcionamiento

- “El operador tuvo que estar siempre disponible para atender consultas y dar orientación sobre los puntos críticos de la línea de conducción”.
- “Control de la descarga en el reservorio mediante aforo, para verificar el funcionamiento normal de la conducción”.
- “Se realizó mensualmente un recorrido de la línea, verificar el estado general de las mismas, de los accesorios e informar sobre situaciones anormales, tales como construcciones, inconvenientes, derivaciones clandestinas, etc. y hacer las siguientes operaciones”:

c) Válvula de descarga (purga)

- Se verificó el estado general.
- Se verificó la existencia de fugas de agua.

- Con frecuencia se realizó maniobras para mantenerla en condiciones de operación.

d) Válvula de aire (ventosa)

- Se verificó el estado general.
- Se verificó la operación del accesorio.

e) Caja Rompe-Presión

- Se verificó el estado general.
- Se efectuó la limpieza en caso era necesario.

f) Protección contra corrosión

- Se verificó el estado general de la línea y del accesorio.
- Se efectuó una medición de parámetros de control.
- Se verificó todos los meses si existían obstrucciones en las válvulas de desagüe.

g) Mantenimiento

“Las actividades son las que previenen o reparan los daños indicados como problemas en la operación general y se indican en el cuadro siguiente”:

<b>Frecuencia</b>	<b>Trabajos a realizar</b>	<b>Herramientas y materiales</b>
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar la línea para detectar posible fugas y repararlas.</li> <li>- Maniobrar válvulas de purga o aire</li> <li>- Inspeccionar el estado de las cámaras rompedor presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pala, pico, arco de sierra, tuberías y pegamento.</li> </ul>
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar el interior de las cámaras rompedor presión</li> <li>- Purga de válvulas.</li> <li>- Limpieza y desbroce de la línea de conducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pala, pico, arco de sierra, escobilla, tubería, accesorios y pegamento.</li> </ul>
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se resana la estructura, si es necesario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave francesa o de boca.</li> <li>- Machete</li> </ul>
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección del funcionamiento hidráulico y mantenimiento de la línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cemento, agregados.</li> <li>- Badilejo</li> </ul>
Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corregir la conducción en lugares donde esté instalada a profundidad insuficiente.</li> <li>- Pintar elementos metálicos en la línea.</li> <li>- Revisión de válvulas y reparación, de ser el caso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pala, pico, pintura anticorrosivo, brocha, juego de llaves, lubricante</li> </ul>

h) Red de distribución

### Objetivo

“Establecer procedimientos mínimos para la adecuada operación y mantenimiento de redes de distribución en sistemas de abastecimiento de agua”.

## **Operación**

“Para poner en operación la red de distribución se tuvo que abrir la válvula de salida del reservorio a la red y las válvulas de purga. Una vez que salga el agua por las válvulas de purga, se tuvo que cerrarlas”.

## **Mantenimiento**

“Fue necesario informar a la población que mientras se realizaban los procesos de limpieza y desinfección de la red de distribución no se dispondría del servicio. Para tal fin se procedió a cerrar las válvulas de paso de las conexiones domiciliarias como medida de precaución”.

“De preferencia, se tuvo que realizar las tareas de limpieza en horarios que no causaran incomodidad al usuario”. Frecuencia de mantenimiento

### **Semanal**

- “Girar las válvulas de aire y purga en la red”.
- “Observar y examinar que no existieran fugas en las tuberías de la red. En caso de detectarlas, se repararon inmediatamente”.

### **Mensual**

- “Abrir y cerrar las válvulas, verificando el funcionamiento”.

### **Trimestral**

- “Limpieza de la zona aledaña de piedras y malezas de las cajas de válvulas”.

### **Semestral**

- “Limpieza y desinfección”.
- “Lubricación de las válvulas de control”.

- “Verificación de las cajas de las válvulas de purga, de aire y de control”.
- “Pintado con anticorrosivo de las válvulas de control, y de purga”.

### **Anual**

- “Pintado de los elementos metálicos (tapas, válvulas de control, etc.)”.
- “Pintado de las paredes exteriores y techo de las cajas de válvulas de purga”.

#### i) Operación y mantenimiento de lagunas

“Un gran número de instalaciones de lagunas en países en desarrollo han fracasado no por fallas en el diseño, sino por falta de previsión en la relación con tareas de operación y mantenimiento. En estas lagunas se ha podido apreciar la generalizada falta de personal y ausencia de facilidades para labores de operación. Estos problemas no son exclusivos de instalaciones de laguna, sino de la mayoría de obras que tienen relación con facilidades de saneamiento”.

“Se deben preparar un manual a cargo de técnicos y profesionales quienes por pueden comprender fácilmente su contenido técnico y transmitir a los operarios las instrucciones necesarias para ejecución de labores necesarias para la operación. El desarrollo del manual durante la etapa de diseño, le da un carácter de preliminar, pero que contiene información básica para realizar el plan de operación y mantenimiento del sistema”.

“El manual de Operación y Mantenimiento contiene aspectos ligados para las distintas fases de”:

- Recepción de obra.
- Puesta en operación inicial.
- Operación de rutina.
- Operación en condiciones de limpieza.

## Objetivos

- “Uniformizar los procedimientos de operación y control de la planta de tratamiento de aguas residuales”.
- “Delinear procedimientos para conseguir una adecuada transferencia de la obra desde la fase constructiva a la fase operativa”.
- “Establecer criterios para determinar el número y tipo de personal administrativo, de operación y mantenimiento requerido en la planta, conjuntamente con la descripción de sus responsabilidades”.
- “Efectuar una descripción de los procesos de tratamiento de la planta, con indicación del cambio a producirse en las características del desecho y los principales parámetros de diseño y control”.
- “Efectuar una descripción de los procedimientos de operación de la planta en condiciones de: Puesta en operación inicial, operación de rutina y operación en condiciones de limpieza. En los procedimientos en condiciones de rutina se indicaran las mediciones de rutina se indicaran las mediciones, análisis y registros a mantenerse”.
- “Efectuar una descripción de los procedimientos de mantenimiento de obra civil y mantenimiento preventivo de equipos”.

## Recepción de obra

“En el momento que se realiza la entrega de la obra por parte del constructor, la contraparte de la entidad que recepciona estuvo constituida por la fiscalización y el personal de operación y mantenimiento, dimensionado para la fase inicial”. “Desde el punto de vista operativo los aspectos más importantes para un adecuado traspaso de la obra al personal de operación son los siguientes”:

- “Es necesario que la construcción del sistema de interceptores y en particular del emisario final, estuviera terminada, muchas pruebas en seco y

en húmedo que para efectos de recepción de obra son necesarios, pueden llevarse a cabo a menor costo con el mismo desecho crudo. En estas condiciones es imprescindible que a más del emisario final, estén terminadas las obras de protección”.

- “Ninguna de las lagunas pudo entrar en operación inicial antes de haber pasado las correspondientes pruebas de estanqueidad, para lo cual fue requerido que la pérdida de nivel diaria por efecto de infiltración sin incluir evaporación no sea mayor de 5 mm. Para tal efecto fue necesario llenar el sistema de lagunas, comenzando por las unidades de menor cota de fondo”.
- “La siembra de grama en los taludes de los diques tuvo que realizarse después de las pruebas de estanqueidad, en vista que se requiere agua de la laguna para mantener irrigados los espacios verdes, de otras formas estas se secarían y el trabajo tenía que realizarse de nuevo”.

### **Requisitos indispensables para puesta en operación inicial**

“Antes de poner en operación inicial a la planta de tratamiento, es necesario que los trabajos se hayan cumplido y además se de atención a las siguientes actividades”.

- “Se requiere que el manual haya sido revisado, para introducir los cambios incorporados durante la construcción”.
- “Terminadas las pruebas de impermeabilidad en las lagunas, se procederá a introducir el desecho crudo a las lagunas y recuperar los respectivos niveles de operación”.
- “En esta fase es recomendable ubicar a personal de operación en el cajón de llegada ya que es muy probable que llegue a la planta desechos de materiales de construcción del emisario final”.

- “En relación con la documentación que debe estar disponible es recomendable lo siguiente”:
  - Un juego de plano de construcción completa.
  - Especificaciones técnicas de construcción y de los equipos.
  - Colección de fotografías del proceso constructivo.
  - Referencias técnicas y bibliográficas

### **Dimensionamiento del personal necesario**

“El personal de la planta es de carácter administrativo, de operación y de mantenimiento. Para su dimensionamiento se toma en cuenta la naturaleza de la planta de tratamiento y principalmente la población servida, debido a las recomendaciones para plantas de tratamiento hasta 10,000 habitantes se toma el siguiente personal”.

- Personal administrativo ninguno
- Jefe de Operación y Mantenimiento
- Jefe de Operación y Mantenimiento
- Operador del turno 08-16 horas 1
- Trabajador - peón 2

### **Criterios para control de los procesos de tratamiento**

“En el establecimiento de los criterios de control de los procesos de la instalación, se debe reconocer que los procesos componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales son por lo general lo siguiente”:

- Rejillas
- Medición de caudal
- Lagunas facultativas

“Cada uno de los procesos indicados tiene un objetivo específico de cambio o mejoramiento de la calidad de uno o varios de los parámetros de calidad de las aguas residuales que están siendo tratadas. Por ejemplo el objetivo de las rejillas es la remoción de material flotante y el parámetro más apropiado para controlar el proceso sería la determinación de sólidos flotantes. La implementación de este parámetro, si bien no tiene mayores dificultades, es problemática debido a la gran cantidad de muestras y determinaciones que se requiere por efecto de la gran variabilidad del parámetro. Por esta razón se prefiere evaluar el funcionamiento de este proceso, por el volumen o peso del material cribado”.

“Desde el punto de vista de procesos de tratamiento, las lagunas facultativas tiene los objetivos de acumular lodos biológicos y digerirlos anaeróticamente en el fondo, de presentar las condiciones adecuadas para mantenimiento del proceso de fotosíntesis con algas unicelulares y de seguir una importantes reducción bacteriana. Para que lo anterior pueda conseguirse es necesario que exista un adecuado balance de oxígeno en los estratos superiores de la laguna de modo que las condiciones no se tornen anaeróbicas”.

“Para conseguir los objetivos antes mencionados, fue necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones como”:

- “La demanda Bioquímica y Química de oxígeno en el afluente y efluente”.
- “Los niveles de sólidos en suspensión en la entrada, en la laguna y en la salida, como medida de acumulación de sólidos biológicos y del desarrollo de biomasa de algas”.
- “El nivel de oxígeno en la laguna aunque en forma esporádica”.
- “Los niveles de coliformes fecales”.
- “Observaciones visuales en la laguna como coloración y presencia de material flotante, las mismas que sirven para determinar condiciones irregu-

lares como la de descargas industriales violentas”.

- “Con las determinaciones anteriores se pueden calcular algunos parámetros de control como”:

“La carga orgánica superficial del proceso”.

“Las eficiencias de remoción de materia orgánica y de bacterias”.

“Los requisitos de limpieza del proceso”.

“La producción de sólidos biológicos del proceso”.

### **Operación de la planta en condiciones de limpieza de lodos**

“Según lo determinado en los cálculos del proceso se determinó la limpieza de las lagunas primarias después de cada cinco años de operación. La única forma de verificar los cálculos fue efectuando mediciones de la altura de lodos en las unidades primarias”.

“La forma de medir la acumulación de lodos fue sumergiendo una vara pintada de blanco en la extremidad inferior y midiendo la mancha de los lodos. Cuando se notó una acumulación por encima de 1 metro, se pudo planificar una limpieza en el siguiente periodo de estiaje”.

“Se puede sobrecargar una de las lagunas con todo el caudal, mientras se limpiaba una. Esto se logra con la instalación de sifones, esta operación de vaciado duró alrededor de una semana”. “Una vez expuesto el lodo a la intemperie, se tuvo que secar en un periodo de más o menos cuatro semanas. Al comienzo se notaron agrietamientos, los cuales se agrandaban conforme se secaba el lodo, se tuvo en cuenta que el mecanismo de secado de los lodos es la evaporación y no la infiltración, por lo cual no es conveniente dejar que los lodos se acumulen más de lo determinado”.

“Los lodos secos son manejables con un contenido de humedad del 60 % y pueden removerse con un cargador frontal y volquetes. El periodo estimado

para la remoción de los lodos fue de dos a tres semanas, después de haber removido los lodos se llenó la laguna”.

j) Mantenimiento rutinario de la planta de tratamiento

“De los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes, el de lagunas de estabilización, fue el menos problemático y menos costoso en lo que se refiere a mantenimiento por lo que se menciona algunas actividades”:

- “Limpieza periódica de las obras de llegada, acceso y salida de las lagunas para remover las películas biológicas formadas en las paredes”.
- “Limpieza de las natas y material flotante de las lagunas”.
- “Limpieza del material vegetal en los diques, riego de la grama sembrada en los taludes y corte de las mismas”.

# Capítulo V

## Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- a) “El mayor impacto positivo que se logró con la ejecución y funcionamiento del estudio es eliminar el riesgo que presentaba la población de la comunidad de San Antonio y San Martín de ser afectado por enfermedades contagiosas, mejorándose considerablemente el nivel de vida de la población. Asimismo se evitará la constante contaminación de las aguas del Río Apurímac”.
- b) “La ejecución de los trabajos afectaron temporal y levemente a los moradores con la relativa ocurrencia de accidentes de trabajo, producción de ruidos, barro y polvo, siendo más relevante el impacto positivo de la creación de fuentes de trabajo directo e indirecto”.
- c) “El sistema de tratamiento anaeróbico de las aguas residuales en el funcionamiento del proyecto, pudieron originar una atmósfera agresiva en cercanías a las lagunas, el que se estaría ampliándose por acción de los vientos hasta la población, por ello se tuvo que operar las lagunas adecuadamente cuidando el nivel de agua que debía mantener y no permitir la germinación de plantas enraizadas en el interior de la laguna”.
- d) La condición sanitaria de los pobladores es óptima, ya que se ha satisfecho todas las necesidades de agua y saneamiento especificadas por la OMS (Orga-

nización Mundial de la Salud).

## **5.2. Recomendaciones**

- a) Realizar evaluaciones periódicas a todos los componentes del sistema de saneamiento en las localidades de San Martín y San Antonio, para de esa manera encarar adecuadamente futuros desabastecimientos en agua y alcantarillado.
- b) Realizar evaluaciones periódicas sobre el nivel de satisfacción de los pobladores para poder evaluar la condición sanitaria de la población en años posteriores.

# Bibliografía

- [1] VALENCIA PANCORBO TABELIT ANTONINO. Evaluacion de riesgos ambientales de los componentes del saneamiento ambiental basico de la localidad de pillpinto, provincia de paruro - cusco. 2015.
- [2] JORGE GUTIÉRREZ. Calidad de los servicios de saneamiento basico y su relacion con la satisfaccion del usuario en el distrito de juanjui – provincia de mariscal caceres 2016. *UCV*, s.f.
- [3] HERBER PRADO. Mejoramiento del sistema de agua potable en las comunidades de veracruz y totos ubicado en totos cangallo ayacucho. *UNSCH*, 2016.
- [4] LIZBETH ZARATE. Sistema de saneamiento del anexo de ccahuana-marca del distrito de colta, provincia de paucar del sara sara ayacucho lima. 2018.
- [5] AYDE MATAMORO and YOBANA TOROS. Programa educativo “agua segura” en el conocimiento sobre el consumo de agua en la comunidad de callqui chico, huancavelica -2017. 2017.
- [6] SEDA AYACUCHO. *MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA LOCALIDAD DE AYACUCHO*. SEDA AYACUCHO, December 2017.
- [7] M MASSOUD. Decentralized approaches to wastewater treatment and managment: Applicability in developing countries. 2009.
- [8] LUZ ESTELA GARZON. Estado del sector agua potable y saneamiento basico en la zona rural de la isla de san andres, en el contexto de la reserva de la biosfera. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA CEDE CARIBE*, 2010.
- [9] SNDC. Mapa de peligro de la ciudad de huanta.
- [10] OMS OMDLS. *GUIA PARA LA CALIDAD DE AGUA POTABLE*.
- [11] ZAYDA SARMIENTO. Analisis de la cobertura en el sector rural de agua potable y saneamiento basico en los paises de estudio de america latin utilizando cifras oficiales de la cepal. 2018.
- [12] SANBASUR. *MODULOS DE CAPACITACION PARA PROMOTORES Y MANUAL DE CAPACITACION A JASS*, 200, -2006, 2008, 2009.
- [13] MINAM. *COMPEDIO DE LA LEGISLACION AMBIENTAL PERUANA VOLUMEN 11, Y LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES*

*(LMP) PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS (PTAR), 2033, 2006.*

- [14] CEPAL. *PACTOS DE IGUALDAD: HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE: CEPAL, 2013.*
- [15] SEMARNAT. *MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO MEXICO: CONAGUA.*

# Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

<b>"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LAS LOCALIDADES DE SAN MARTIN Y SAN ANTONIO, DISTRITO DE ANCO, PROVINCIA DE LA MAR, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN".</b>		
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
	<p>"Sistema Autónomo de planta compacta para agua potable".</p>	<p>"Filtros de carbón activado".</p> <p>"Filtros de Osmosis Inversa".</p>
<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>"Sistemas de saneamiento básico".</p>	<p>"Sistema autónomo de desagüe".</p>	<p>"Asientos para sistemas de compostaje (separación heces y orinas)".</p> <p>"Arrastre hidráulico para tratar los orines".</p>
	<p>"Sistema de módulos flotantes para planta de tratamiento de agua potable y desague".</p>	<p>"Materiales y Dimensiones".</p>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>"Saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho".</p>	<p>"Nivel de Satisfacción de los pobladores en las en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho".</p>	<p>Rango de valores:</p> <p>"Insatisfactorio".</p> <p>"Satisfactorio".</p> <p>"Completamente satisfactorio".</p>

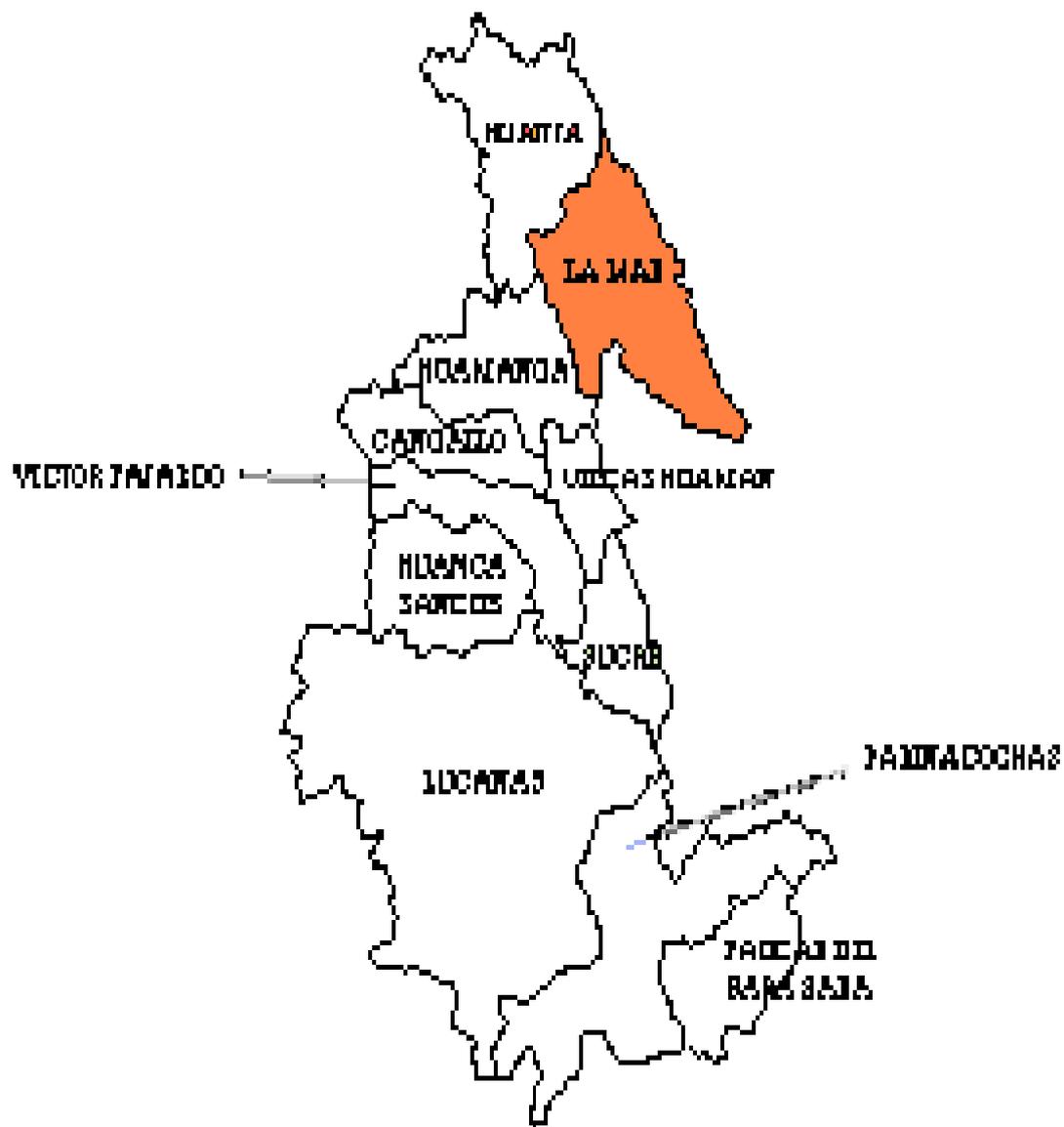
## Anexo 2: Matriz de consistencia

"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LAS LOCALIDADES DE SAN MARTIN Y SAN ANTONIO, DISTRITO DE ANCO, PROVINCIA DE LA MAR, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN".				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	JUSTIFICACION	METODOLOGIA
<p>¿La evaluación y el mejoramiento de sistemas de saneamiento básico mejorará la condición sanitaria en las localidades de San Martín y San Antonio, distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho?"</p>	<p><b>Objetivo General:</b> "Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población".</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> 1. "Evaluar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población". 2. "Elaborar el mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población".</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> "Se podrá evaluar y mejorar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población".</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> 1. "Se podrá evaluar los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población". 2. "Se podrá elaborar el mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio para la mejora de la condición sanitaria de la población".</p>	<p>"El saneamiento básico es considerado un importante indicador para medir la pobreza, por incluir al acceso adecuado al agua ya los servicios de saneamiento. En el sector de saneamiento, una condición clave para el éxito de los proyectos de estudios es la existencia de una demanda evidente de las familias deseadas de tener acceso a estos servicios y que el proyecto de estudio se encuentre en condiciones de ofrecer soluciones que respondan a esa demanda. En el diseño de los proyectos de estudios, se ha comenzado a incluir los aspectos culturales en la provisión de servicios tema especialmente crítico en la zona andina y la región amazónica y los aspectos relacionados con la tecnología apropiada, ratificando el concepto de que la tecnología, por sí misma, no resuelve problemas, sino que deberá estar acompañada de capacitación y seguimiento a nivel domiciliario".</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> "El proyecto de estudio de investigación es del tipo exploratorio".</p> <p><b>Nivel de la investigación:</b> "El proyecto de estudio de investigación tiene un nivel cualitativo".</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> - "Elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de sistemas de saneamiento básico en las localidades de San Martín y San Antonio y su incidencia en la condición sanitaria de la población. <b>Universo y muestra:</b> "El universo o población de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por sistemas de saneamiento básico en zonas rurales, de las cuales se ha seleccionado las localidades de San Martín y San Antonio".</p>

## **Anexo 3: Ubicación departamental del proyecto.**



## **Anexo 4: Ubicación provincial del proyecto.**

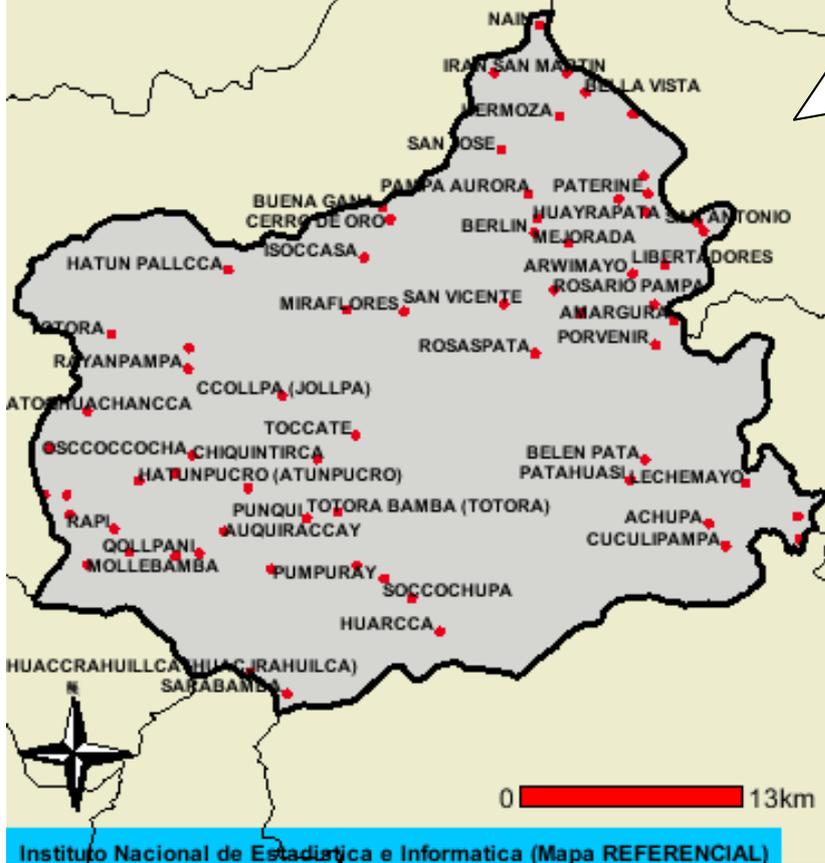


## **Anexo 5: Ubicación distrital del proyecto.**



## **Anexo 6: Ubicación local del proyecto.**

# BANCO DE INFORMACION DISTRITAL



## **Anexo 7: Evaluación de la condición sanitaria.**

**FICHA DE VALORACION DE LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION**

<b>Proyecto:</b>	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LAS LOCALIDADES DE SAN MARTIN Y SAN ANTONIO, DISTRITO DE ANCO, PROVINCIA DE LA MAR, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN.		
<b>Localidad:</b>	UNIÓN PROGRESO	<b>Provincia:</b>	ANCO
<b>Distrito:</b>	ANCO	<b>Departamento:</b>	AYACUCHO
<b>Objetivo:</b>	Valorar, a través de indicadores objetivos, como los resultados del mejoramiento del servicio de saneamiento básico incidiran la condicion sanitaria de la poblacion, periodo 2019.		

INDICADORES	VALOR
1. ¿EXISTE SERVICIOS DE SANEAMIENTO BASICO EN LA LOCALIDAD? Si No	<input checked="" type="checkbox"/> 2
2. ¿LA CALIDAD DE AGUA ES OPTIMA, SEGÚN EL RNE? Si No	<input checked="" type="checkbox"/> 2
3. ¿LA FUENTE DE AGUA SE UBICA A MENOS DE 1000m? Si No	1 <input checked="" type="checkbox"/>
4. ¿LA DOTACIÓN DE AGUA POR PERSONA ESTÁ DENTRO DEL RANGO 50-100 L/H/D? Superior al rango Dentro del rango Inferior al rango	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3
5. ¿LA COBERTURA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO ESTA DENTRO DEL RANGO DE:? 76% - 100% 26% - 75% 0% - 25%	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3
6. ¿LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA VIVIENDA PROCEDE DE:? Red publica dentro de la vivienda o dentro de la edificación (agua potable) Pilon de uso público (agua potable) Camion cisterna, pozo, rio, acequia,manantial u otro	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3
7. ¿LA VIVIENDA TIENE EL SERVICIO DE AGUA TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA? Si No	1 <input checked="" type="checkbox"/>
8. ¿EL SERVICIO DE AGUA ES CONTINUO DURANTE EL DIA? Si No	1 <input checked="" type="checkbox"/>
9. ¿EL BAÑO O SERVICIO HIGIENICO QUE TIENE LA VIVIENDA ESTA CONECTADO A:? Red Publica de desague dentro de la vivienda o dentro de la edificación Pozo septico Pozo ciego o negro / letrina, rio, acequia o canal	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3
10. ¿EXISTE ALGUN ENCARGADO DE LA GESTION DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BASICO? Una organización (JASS, ATM, Junta Directiva o similar) Un personal obrero u operador no especialista. No se cuenta	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3

VALORACION DE LA CONDICION SANITARIA (Marcar con una X, y poner el valor)

**OPTIMA  
REGULAR**

JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)  
C.P. UNIÓN PROGRESO SAN ANTONIO  
JASS UNIÓN PROGRESO  
DNI: 05749504  
FISCAL

VºBº Autoridad Local

MUNICIPALIDAD C/P UNIÓN PROGRESO  
ANCO - LA MAR - AYACUCHO

Vital Ramirez Tineo  
DNI: 24989000  
ALCALDE

10	
11 a 17	✓ 16
18 a 25	

Investigador  
Emerson Cordero Palomino  
DNI: 43153692

## **Anexo 8: Fotos descriptivas.**



**Foto 01: Aquí podemos ver las autoridades del lugar y se muestra parte del sistema de saneamiento básico.**



**Foto 02: En esta toma se muestra la reunión con las autoridades del lugar y la llegada al lugar del proyecto.**



**Foto 03: En esta toma se muestra la fuente de captación.**



**Foto 04: En esta toma se muestra la mala instalación de las tuberías.**



**Foto 05:** En esta toma se muestra el grado de deterioro en la que se encuentra el sistema de sistema.



**Foto 06:** En esta toma se muestra la encuesta realizada a los pobladores del lugar.