

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



# **TESIS**

***APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE  
SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
EN EL  
CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
2015***

**Presentado por**

**Bach. José Luis CÁCERES VILCA**

**JULIACA – PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD LAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



# **TESIS**

***APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE  
SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
EN EL  
CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
2015***

**Presentado por**

**Bach. José Luis CÁCERES VILCA**

**Para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**JULIACA – PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Bach. José Luis CÁCERES VILCA

***APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE  
SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
EN EL  
CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
2015***

Esta tesis fue evaluada y aprobada por la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Alas Peruanas

.....  
Dr. Victor M. LIMA CONDORI

.....  
Ing. Juan VARGAS RAMOS

.....  
Ing. Daniel QUISPE MAMANI

Juliaca, Perú  
2015

## DEDICATORIA

*Dedico a dios mi fuente de inspiración y mi guía en todo momento.*

*A mis padres Teodoro y Leoncia, esposa Luzmery hijo; Eydám Dylan Rosell, hermano y hermanas, por ser el pilar fundamental en mi vida, ya que gracias a su apoyo confianza, que me han brindado durante todo el camino.*

*A todas las personas que de una u otra manera me supieron apoyar en el logro de mis objetivos.*

## AGRADECIMIENTO

*Se agradece por su contribución para el desarrollo de la tesis  
a:*

*Con gratitud agradezco a las Autoridades de la Universidad  
Alas Peruanas, en especial a la Coordinación de la facultad de  
ingeniería y arquitectura de la Escuela Profesional de ingeniería  
Civil, donde termine mis estudios de pre grado satisfactorio.*

*Mi sincero agradecimiento a las autoridades, y el personal  
administrativo, técnico y profesional del centro poblado de Vilavila,  
quienes con su apoyo y predisposición hicieron posible la realización  
de la investigación por permitirnos aplicar, plasmar nuestro trabajo  
experimental.*

*A las Autoridades Universitarias de la Universidad Alas  
Peruanas, de filial Juliaca, Ing. Gilmer Salas madera, por su  
acertada coordinación y asesoramiento adecuado y oportuno con sus  
sabias orientaciones, para cristalizar y lograr mi anhelado sueño de  
obtener el título profesional de ingeniero Civil.*

*De manera Muy especial a mis asesores que contribuyeron  
con sus aportes de grandes ideas supo guiarme a la culminación con  
éxito este trabajo.*

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila-2015, asimismo, Analizar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial y convencional en el sistema alcantarillado. Los materiales y métodos, es tipo cuantitativo, aplicado y con diseño experimental, transversal factorial con una población es toda la red de agua potable y una muestra de red; 254,734 mts. Alcantarillado del distrito de vilavila y los instrumentos de recolección de datos es los ensayos y la certificación de los mismos y los procedimientos de análisis de datos son T de student, regresión lineal y anova.

Los resultados a la que se llegado son; La aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial; varía significativa y linealmente de acuerdo a en el sistema alcantarillado, A un nivel de significación del 5%  $F_c = 252.950$ cae. Y la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional; en el sistema alcantarillado. A un nivel de significación del 5% presenta  $F_{cal} = 3225899643$  lo que significa que los factores técnicos influye en la velocidad real del agua la tecnología de saneamiento condominial varía directamente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

La conclusión que se arriba es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado, a un nivel de significación del 5%  $F_c = 466.448$  se concluimos que los factores técnicos de buzón de agua, caudal, pendiente y otros de las tecnologías de saneamiento varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

Las palabras claves son: sistema alcantarillado convencional condominial. Zona urbana.

## ABSTRACT

This study **aims** to determine the applicability of the technology of sanitation sewerage system in the town center Vilavila-2015 also analyze the applicability of condominial technology and conventional sanitation in the sewage system.

**Materials and methods**, is quantitative, applied and experimental, cross-factorial design with a population type is all the drinking water network and a sample; 254.734 mts. Sewer District Vilavila and data collection instruments is testing and certification thereof and data analysis procedures are T student, linear regression and ANOVA.

The **results** which are arrived; the applicability of the technology condominial sanitation; varies significantly and linearly according to the sewerage system at a level of significance of 5% fall. And the applicability of conventional sanitation technology; in the sewer system. At a level of significance of 5% presents which means that technical factors influence the actual speed of condominial water sanitation technology varies directly into the sewage system in the village center Vilavila.

The **conclusion** above is the applicability of the technology of sanitation sewerage system at a level of significance of 5% we can conclude that technical factors mailbox water, flow, slope and other sanitation technologies vary significantly and linearly in the sewage system in the town center Vilavila.

**The keywords are:** conventional condominial sewer system. Urban área.

# INDICE

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Índice	viii
Índice de símbolos	xi
Introducción	12
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	14
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.2.1 Delimitación espacial.....	16
1.2.2 Delimitación temporal .....	16
1.2.3 Delimitación social/conductual.....	17
1.2.4 Delimitación Conceptual.....	17
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1 Problema General .....	18
1.3.2 Problemas Específicos .....	18
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos .....	18
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1 Hipótesis General.....	19
1.5.2 Hipótesis Específicas .....	19
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1 Variable independiente.....	19
1.6.2 Variables dependientes .....	20
1.6.3 Operacionalización de Variables. ....	20

1.7	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.7.1	Tipo y nivel de Investigación .....	21
1.7.2	Diseños y métodos de Investigación .....	22
1.7.3	Población y muestra de la investigación.....	23
1.7.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
1.8	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.9	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACION .....	26
2	MARCO TEÓRICO.....	28
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.2	BASES TEÓRICAS.....	29
2.3	Sistema de alcantarillado .....	29
2.3.1	Funcionamiento del sistema de alcantarillado en general .....	29
2.3.2	Tipos de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.....	30
2.3.3	Selección de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales .....	31
2.3.4	Selección Y Evaluación Del Área De Proyecto .....	36
2.3.5	Proyección de la población.....	38
2.3.6	Obras y accesorios del sistema condominial.....	53
2.3.7	Conexiones .....	63
2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	655
3	PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	700
3.1	Fundamentación de la propuesta.....	70
3.2	Diseño integral de los sistemas de alcantarillado .....	711
3.2.1	Objetivo del levantamiento topográfico.....	711
3.2.2	Descripción del área de estudio. ....	711
	<b>MAPA DE UBICACION .....</b>	<b>722</b>
3.2.3	Metodología.....	744
3.2.4	Levantamiento topográfico .....	755
3.2.5	Estudio de suelos .....	79

3.2.6	Clasificación de suelos .....	811
3.2.7	Ensayos de laboratorio.....	822
3.2.8	Dotación .....	877
3.2.9	Diseño .....	900
3.2.10	Diseño integral de los sistemas de alcantarillado convencional ....	944
3.2.11	Diseño de sistema de alcantarillado condominial .....	1000
4	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	1075
4.1	PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	107
4.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	1211
	Tabla N° 12.....	1222
	Tabla N° 12.....	1277
	Tabla N° 12.....	1311
5	CONCLUSIONES .....	1366
6	RECOMENDACIONES.....	1377
7	FUENTES DE INFORMACIÓN .....	1388

## INDICE DE SIMBOLOS

<b>SSHH</b>	: Servicios Higiénicos
<b>EPS</b>	: Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento
<b>GPS</b>	: Sistema de posicionamiento Global
<b>MHNC</b>	: Mano de obra no calificada
<b>Hg</b>	: Hipótesis General
<b>He</b>	: Hipótesis Específica
<b>VI</b>	: Variable independiente
<b>VD</b>	: Variable Dependiente
<b>Cm</b>	: Centímetro
<b>PG</b>	: Problema general
<b>P</b>	: problemas específicos

## INTRODUCCIÓN

“Uno de los orígenes principales de las altas tasas de mortalidad y enfermedades de diversas índoles en nuestro país que se encuentra en vía de desarrollo se debe al inadecuado manejo de las excretas y a la baja cobertura de las soluciones adoptadas”. De igual forma debemos considerar como parte de este problema la poca cooperación que se ofrece a la comunidad en el desarrollo de proyectos involucrados a dar solución a estos problemas de saneamiento.

Por otro lado, es común la construcción de sistemas de alcantarillados convencionales que de alguna manera ofrecen una solución racional al manejo de las aguas residuales; sin embargo en muchos de ellos no se ha considerado el tema de los costos, ya que ejecutar un sistema convencional en un terreno accidentado, de difícil acceso, técnicamente imposible, socialmente conflictivo y en ciudades en vía de desarrollo resulta ser muy oneroso, ya que requiere de trabajos de mano calificada, un mayor tiempo de construcción, dificultoso traslado de materiales, un mantenimiento del sistema engorroso y además una mayor destrucción de los recursos naturales. En este caso, este sistema podría considerarse como sistema diseñado con los más altos requerimiento de ingeniería en sitios que nunca serán usados en su eficiencia máxima.

Los objetivos de la presente tesis son describir los procesos constructivos del Sistema Convencional y Condominial, explicar sus desventajas y ventajas y realizar la comparación de los análisis de precios unitarios de las partidas y subpartidas que comprendan ambos sistemas llegando a conclusiones que reflejen que cada sistema resulta provechoso para un grupo de condiciones de características determinadas ya sea por la topografía del terreno, presupuesto y/o condiciones sociales. Además, también se tratará de la optimización del sistema condominial.

La estructura del presente trabajo de investigación, consta de cinco capítulos: Planteamiento Metodológico, Marco Teórico, Construcción de la

Herramienta, Análisis e Interpretación de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

En el capítulo I se describe el Planteamiento Metodológico, describiendo la situación actual de la Localidad en estudio (Vilavila), definición del problema, las delimitaciones, justificación e importancia de la investigación, terminando en la descripción de los métodos y técnicas a ser usados por el investigador.

En el capítulo II se describe el Marco Teórico, describiendo la herramienta o tecnología a implementar, se desarrolla las variables, además se incluye el desarrollo de los conceptos relacionados al sistema de desagüe en estudio.

En el Capítulo III se muestra la información a la construcción de la herramienta tecnológica usada en este proyecto, así como el estudio de la factibilidad técnica, operativa y económica.

En el Capítulo IV se analizarán e interpretarán los resultados obtenidos con el estudio estadístico de los indicadores descritos en el primer capítulo, permitiendo demostrar la afirmación o negación de la hipótesis

En el Capítulo V las conclusiones mencionamos de manera específica los resultados obtenidos en la presente investigación. De la misma manera indicamos las recomendaciones que consideramos adecuadas para obtener los logros conseguidos y complementar este proyecto.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

A la fecha el centro poblado de Vilavila del estudio perteneciente al Distrito de Vilavila, Provincia de Lampa, cuenta con más de 1325 moradores en su totalidad, quienes en la actualidad el abastecimiento se hace desde un sistema de agua potable deteriorada, pozos artesianos sin ningún tipo de tratamiento y el río de Vilavila estando expuestos a todo tipo de enfermedades gastrointestinales y diarreicas, tal como se muestra a continuación:

De acuerdo a la información proporcionada por las familias la fuente principal de abastecimiento lo constituye el Pozo público con bomba 69%, mientras que un 10% se abastecen del Sistema de Agua Potable existente, 18% de piletas públicas, 2% de río y 1% de manantial. En cuanto a la distancia entre la vivienda y la fuente de abastecimiento, en el caso de las familias que se abastecen hasta 20 m es de 21%, en su mayoría conexiones domiciliarias, en familias de 21 a 100 m es de 49 %, en su mayoría de este grupo Pozos públicos con bomba, y al grupo de familias que recorren más de 500 m, es del 30%, y es del grupo también de Pozos públicos con bomba.

En cuanto a las horas por día que demanda acarrear el agua, se tiene un 53% de entrevistados que lo hacen entre 30 minutos a 1 hora, un 30% utiliza entre 20 a 30 minutos, el 12% utiliza hasta 20 minutos por día, mientras que el 5% restante le demanda una hora a más por día.

El responsable del acarreo del agua dentro de una familia se puede apreciar que es realizado predominantemente por la madre de familia (36%), la hija mayor de 18 años (27%), así mismo esta tarea es compartida en donde intervienen varios integrantes del hogar (19%), sigue en incidencia el hijo mayor de 18 años (9%) y el padre también con un 9%.

Teniendo en cuenta que el 100% de las familias almacena el agua; dentro de estas formas de almacenamiento, tenemos: en recipientes de plástico (baldes) un 100%. Según las visitas realizadas en las entrevistas y la observación directa el problema principal radica en la higiene de estos depósitos pues no son lavados ni desinfectados con la frecuencia necesaria. En relación a la protección del depósito de agua, el 18% cubre el depósito, mientras que el 82% no lo hace.

Sobre el tratamiento del agua es preocupante que el 68% de las familias manifestaron que no aplica ningún tratamiento y así evitar problemas de salud por el consumo de agua contaminada. El 27 % usa lejía y sólo el 5% hierve el agua, prácticas que contribuyen a la conservación de la salud.

En lo concerniente al sistema de desagüe, el centro poblado de Vilavila cuenta con un sistema de desagüe que no está en operatividad porque se encuentra en un mal estado y por lo tanto no cuenta con sistema con un arrastre hidráulico que permita la evacuación y tratamiento de aguas residuales, motivo por el cual realizan sus necesidades fisiológicas en pozos ciegos y a la intemperie que genera contaminación por falta de mantenimiento adecuado, lo que origina una proliferación de enfermedades gastrointestinales en la población descrita.

En relación al uso del sistema de alcantarillado con conexión domiciliarias de 10%, y el uso de letrinas de 89%, y el 1% usa otro medio para su deposición de excretas.

En relación al uso de letrinas por los integrantes del hogar, el 95% reportó que tiene letrina en su casa y la usa, a pesar de no contar con las condiciones mínimas de salubridad, mientras que un 5% no tiene letrina, por lo que hacen sus necesidades empleando la letrina que presta al vecino.

Las personas que tiene el sistema de desagüe (conexiones domiciliarias), de las cuales el 92% usa SSHH, el 2% no tiene SSHH, y el 6% no usa los SSHH.

Es por esa la razón para la búsqueda de soluciones técnicas que nos lleven a encontrar alternativas para dar una solución al problema de saneamiento básico que se presenta en este caso.

Por tal razón se analizará dos sistemas de alcantarillado, el primero el sistema convencional y el segundo el sistema condominial, para analizar y determinar cuál de los sistemas antes mencionados es el más conveniente, económicamente, técnicamente y el más rápido en su ejecución de obra, para la solución de la demanda de evacuación de aguas residuales de la población.

## **1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Delimitación espacial**

El proyecto de investigación se realizó en las poblaciones concentradas donde existe la demanda de mejorar la calidad de vida mediante la implementación de servicios básicos, para efectos de esta investigación, se desarrolla en el centro poblado de Vilavila, capital del distrito de Vilavila.

El área donde se realizó el estudio se encuentra ubicado en la:

- Región : Puno
- Provincia : Lampa
- Distrito : Vilavila
- Localidad : Centro poblado Vilavila

### **1.2.2 Delimitación temporal**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en dos fases:

1) Primera fase:

La primera fase comprende la formulación y aprobación del proyecto. Toma como punto de partida el mes de octubre del presente año y concluido en el mes de abril del 2015.

2) Segunda fase:

La segunda fase comprende desde el desarrollo de la investigación con el trabajo de campo, hasta finalizar con las conclusiones y las recomendaciones. Iniciado en el mes de junio del 2015 y concluido en el mes de enero del 2016.

Esta investigación es de actualidad, por cuanto el tema de alcantarillado Condominial es vigente más aun en el ámbito de salubridad.

### **1.2.3 Delimitación social/conductual**

En el proyecto de investigación, involucra a todas las viviendas que se encuentren permanentemente habitadas, instituciones educativas, centros de salud, Infraestructuras municipales y otros, del centro poblado de Vilavila.

### **1.2.4 Delimitación Conceptual**

#### **Sistema condominial.**

El sistema de saneamiento con ramal condominial funciona a través de condominios y se emplaza en áreas generalmente definidas por cuadras, manzanas o calles. Es decir, la colecta y el tratamiento de las aguas residuales, se adapta a las condiciones específicas de terreno.

#### **Sistema convencional.**

Es la tecnología de alcantarillado utilizada mayoritariamente en el Perú, la misma que por sus elevados costos de implantación y la limitada

capacidad de inversión de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), no permite cumplir con la ampliación de la cobertura a corto o mediano plazo, particularmente en zonas periurbanas.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Problema General**

¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila- 2015?

#### **1.3.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila?
- ¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila?

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila-2015

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila
- Analizar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila

## **1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis General**

Los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento varían significativa y lineal en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de vilavila. 2015

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- La tecnología de saneamiento condominial varían significativamente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.
- La tecnología de saneamiento convencional varían directamente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

## **1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Variable independiente**

Tecnología de saneamiento condominial

#### **A. Indicadores**

X1 = Menor Costo de inversión

X2 = Menor tiempo de ejecución

X3 = Mayor facilidad de mantenimiento

#### **B. Índices**

X11 = Menor longitud de redes principales, menor volumen de movimiento de tierras y menor diámetro de las redes.

X21 = Excavaciones de redes menos profundas, menos redes colectoras principales, conexiones domiciliarias más directas.

X31 = Reducción de atoros, mantenimiento mediante cajas condominiales.

### 1.6.2 Variables dependientes

Y = La tecnología de saneamiento convencional

#### A. Indicadores:

X1 = Menor Costo de inversión

X2 = Menor tiempo de ejecución

X3 = Mayor facilidad de mantenimiento

#### B. Índices

X11 = Menor longitud de redes principales, menor volumen de movimiento de tierras y menor diámetro de las redes.

X21 = Excavaciones de redes menos profundas, menos redes colectoras principales, conexiones domiciliarias más directas.

X31 = Reducción de atoros, mantenimiento mediante cajas condominiales.

### 1.6.3 Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Tecnologías de saneamiento del sistema de alcantarillado</b>	Tecnología de saneamiento condominial	Menor Costo de inversión
		Menor tiempo de ejecución
		Mayor facilidad de mantenimiento

	Tecnología saneamiento convencional	de	Menor Costo de inversión
			Menor tiempo de ejecución
			Mayor facilidad de mantenimiento

FUENTE: elaboración propia

## 1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1 Tipo y nivel de Investigación

#### a) Tipo de investigación

De acuerdo al enfoque de investigación corresponde al cuantitativo de investigación resulta siendo de tipo “aplicada”, en razón, que se utilizan conocimientos pre-existentes sobre las tecnologías de información a fin de aplicarlas en el proceso de dos sistemas de saneamiento básico y cómo influyen en un área determinada como es el centro poblado de Vilavila.

*Por el propósito de estudio “La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica y se encuentra íntimamente ligada a la anterior ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías” (Tafur; 1994,175)*

## **b) Nivel de investigación**

Por la profundidad con que realizó la investigación el nivel de la investigación se inicia con un estudio descriptivo porque hay detectadas ciertas variables en las cuales se puede fundamentar el estudio de las tecnologías de saneamiento convencional y condominial. El trabajo de investigación finalizaría con el estudio explicativo porque la literatura nos puede revelar que existe una o varias teorías que se aplican a nuestro problema de investigación para responder a las causas y efectos de mi variable independiente sobre la variable dependiente.

*“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales”.*  
(Kerlinger; 1979,371)

## **1.7.2 Diseños y métodos de Investigación**

### **a) Diseño de investigación**

Por responder mejor a la naturaleza y tipo de proyecto de investigación, se ha seleccionado el diseño de Investigación no experimental – transeccional descriptiva, tienen como objetivo observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, medir las variables y proporcionar su descripción, es un estudio puramente descriptivo estableciendo hipótesis y estas son también descriptivas.

## **b) Método de investigación**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se ha utilizado el método científico por brindar un planteamiento ordenado que empieza desde diseñar, formular planes de investigación, ejecutarlos sobre las áreas urbanas y rurales. Se utilizarán técnicas para la obtención de la información, herramientas como la estadística para el análisis de la información y su comprobación.

“La investigación científica es una estructura racional que integra, como elementos indispensables, a la investigación y a la ciencia, y en ese orden necesario, es decir que privilegia el ...conjunto de actividades que realizamos para obtener conocimientos nuevos (investigación) sobre problemas nuevos que afectan a la realidad, pero que son nuevos respecto al conjunto de conocimientos ya provisoriamente establecidos y sistematizados por la humanidad (ciencia); conocimientos nuevos, que como aportes se sumarán a la ciencia establecida”. (Buendía, 1998, 56)

### **1.7.3 Población y muestra de la investigación**

#### **a) Población**

Para el desarrollo del presente trabajo se ha tomado toda la red de servicio de agua potable de alcantarillado del centro poblado de la población la localidad de Vilavila del distrito de Vilavila, provincia de Lampa, región Puno.

#### **b) Muestra**

La muestra utilizada es de 254,734 mts de extensión de la red de alcantarillado de vilavila en la presente investigación se encuentra comprendida por los pobladores o beneficiarios que habitan en la localidad de Vilavila.

#### 1.7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### a) Técnicas

Se realizaron visitas al centro poblado de Vilavila, donde se obtuvo información de campo mediante levantamiento topográfico, censos a la población, la cual posteriormente se procesara en gabinete siendo una secuencia metodológica convencional y así se halla las mejores opciones en cuanto al sistema de alcantarillado que pensamos plantear, y satisfacer la demanda para los servicios de desagüe que resulten concordantes con la solución planteada, la tecnología disponible y niveles de servicio aceptable.

**Análisis documental:** Revisión de la información textual

**Entrevistas:** Es una conversación entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados) basándose en una guía de preguntas específicas.

**Observación:** Consiste en realizar visitas a la localidad donde se propone realizar el estudio de investigación, para realizar levantamiento topográfico y recolección de información mediante censos.

##### b) Instrumentos:

**Guía de entrevista:** (para las entrevistas): es una guía de preguntas específicas relacionado a las variables de estudio.

**Ficha de análisis e documentos o cuaderno de campo:** El instrumento nos permite recoger los datos de la variable de estudio den el trabajo de campo.

#### 1.8 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### **a) Justificación**

Realizar el trabajo es necesario y conveniente para conocer los factores de bienestar y la relación que existe entre el alcantarillado condominial y convencional, conocer cuáles son los procedimientos para incrementar la satisfacción de los beneficiarios con el servicio de alcantarillado.

Se justifica el proyecto de investigación con la utilización de la tecnología que se tiene a mano en el proceso de elaboración del saneamiento, logrando una mejor calidad de vida de los pobladores de la localidad. Es necesario innovar dentro de la ingeniería en la utilización de la tecnología que existe en las normas peruanas para ahorrar tiempo y dinero para brindar una alta calidad de servicio a las familias, ello reflejado en los índices de Eficiencia en el servicio, satisfacción de los usuarios.

### **b) Importancia**

La situación de la inclusión social y mejorar la calidad de vida de los pueblos más alejados y en extrema pobreza en que se encuentran las Instituciones gubernamentales central y regional y locales, así como los avances tecnológicos, han provocado un nuevo enfoque en cuanto al tratamiento de la información, que se ha vuelto de suma importancia en la toma de decisiones de la Institución municipal.

Es importante que el proceso de aplicación de estas tecnologías sea beneficiosos, ya que de esta forma estará en alcance de todos los usuarios.

La determinación del sistema más conveniente de alcantarillado influye positivamente para la satisfacción de los beneficiarios, lo que permitirá realizar proyectos más económicos y rápidos en su ejecución.

### **c) Limitaciones:**

En la presente investigación no existen limitaciones por los motivos siguientes:

- No existe inconveniente en cuanto al acceso a la información, ya que se cuenta con el apoyo total del CP de Vilavila, quienes proporcionaron la información necesaria.
- El investigador cuenta con los equipos y tecnología necesaria para realizar el trabajo de investigación.
- En cuanto a bibliografía, en la actualidad existe poca información respecto al tema de estudio, siendo asumido por el investigador.

## **1.9 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACION**

### **a) Viabilidad Económica**

La realización del proyecto de investigación es factible debido a que los costos, serán solventados con los recursos propios del responsable de la investigación.

### **b) Viabilidad Técnica**

El trabajo de investigación es técnicamente viable ya que cuenta con los recursos tecnológicos (laptops, Impresoras, plotters, anilladoras), como equipos de ingeniería (nivel, estación total, GPS), equipos de movilidad (camioneta), para el desarrollo del proyecto estos son propios.

### **c) Viabilidad Operativa**

El investigador cuenta con los conocimientos necesarios para el manejo de las diversas herramientas de desarrollo del trabajo de investigación.

El investigador cuenta con el apoyo del centro poblado de Vilavila, lugar donde se efectuará la investigación. Se dispone información necesaria que ayude al proceso de investigación como libros, revistas, folletos, acceso a internet, al correo electrónico.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Dieter Neder, Klaus (2003) denominado “Guía de implantación de la tecnología condominial por una empresa de saneamiento - Sistema alternativo de bajo costo de alcantarillado sanitario”, arribando a la conclusión que la presente guía se destina a las Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento y a las entidades involucradas interesadas en la implementación de un proyecto de alcantarillado condominial. De esta manera, se ofrece una orientación general sobre los pasos a seguir para la implantación del sistema condominial, destacando los aspectos técnicos más importantes a ser considerados por los responsables a lo largo de la implementación del proyecto.

Con relación a la temática estudiada, se ha procedido a investigar publicaciones existentes, consultando, fuentes de información primarias, secundarias y terciarias. Al respecto, no se ha encontrado ninguna tesis que aborde bajo el mismo enfoque la relación de las dos variables involucradas; en consecuencia, se da testimonio de la autenticidad de esta investigación.

Durante la década de 1980 se desarrolló el denominado modelo condominial para la construcción de las redes de agua y alcantarillado en Brasil, como una respuesta a los desafíos planteados por la expansión de los servicios a los vecindarios periurbanos. Aunque el modelo condominial ha demostrado ser capaz de cumplir con los numerosos desafíos sociales y de ingeniería encontrados en estas áreas, es también una alternativa genérica al diseño de los sistemas de agua y alcantarillado. Es más, la experiencia brasileña nos revela cómo se ha aplicado con éxito el modelo a vecindarios urbanos tan diversos como la barriada Rocinha en Río de Janeiro y los distritos de Brasilia del afluente del Lago Sur y del Lago Norte.

El Ing. José Carlos Rodríguez de Melo quien innova este modelo condominial y gracias a su contribución cerca de más de tres millones de habitantes entre millonarios de las ricas manzanas de la capital, Brasilia y los habitantes de conjuntos habitacionales de clase media y áreas urbano marginales han sido beneficiadas; en la actualidad es el principal sistema empleado en este país.

“En 1998 fue transferido a Bolivia a través del Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial y la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo – copatrocinador del proyecto piloto de El Alto. Desde su implementación, el proyecto ha suministrado conexiones de alcantarillado a 4.050 hogares en El Alto” (Páginas de Internet)

En Colombia, su implementación ha sido posible en algunas poblaciones que han visto en él, una solución rápida, económica y duradera.

En el Perú es un sistema que está tomando fuerza y en la actualidad se viene empleando a nivel nacional. Uno de los proyectos inaugurados recientemente es el Proyecto Manchay de 120 millones de soles del Programa Agua y Alcantarillado para todos de Sedapal ubicado en el distrito de Pachacamac.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

#### **2.3.1 Funcionamiento del sistema de alcantarillado en general**

Es el procedimiento mediante el cual se confeccionan barreras concretas para tratar apropiadamente los residuos sólidos, las aguas excedentes, heces y otras sustancias, formando un ecosistema higiénico y sano. Además de las condiciones técnicas, el saneamiento debe satisfacer las condiciones sociales, económicas y culturales de la localidad en particular con el objetivo de optar por la tecnología más apropiada a las carencias de la misma.

La articulación del sistema de alcantarillado en conjunto radica en el acopio de los desagües domésticos a través de sistemas de conexiones domiciliarias hacia los colectores auxiliares, los cuales por gravedad conducirán los desagües hacia el colector principal para su posterior descarga en la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **2.3.2 Tipos de sistemas de alcantarillado de aguas residuales**

#### **A. Sistemas convencionales**

Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final. Los tipos de sistemas convencionales son el alcantarillado combinado y el alcantarillado separado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema, mientras que en el tipo separado esto se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

#### **B. Sistemas no convencionales**

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional sanitario, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.

1. Los alcantarillados simplificados funcionan esencialmente como un alcantarillado sanitario convencional, pero teniendo en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de los colectores tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten reducir el número de pozos de inspección o sustituir por estructuras más económicas.
2. Los alcantarillados condominiales son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante colectores simplificados, y son conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.
3. Los alcantarillados sin arrastre de sólidos son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde éstos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundo. Sirven para uso doméstico en pequeñas comunidades o poblados y su funcionamiento depende de la operación adecuada de los tanques interceptores y del control al uso indebido de los colectores. Desde el punto de vista ambiental pueden tener un costo y un impacto mucho más reducido.

### **2.3.3 Selección de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales**

En general, en el proceso de selección para este estudio de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar involucrados aspectos urbanos como las proyecciones de población, las densidades, los consumos de agua potable y las curvas de demanda de ésta, aspectos socioeconómicos y socioculturales, institucionales, aspectos técnicos y tecnológicos y consideraciones económicas y financieras.

Para el presente estudio deberemos seleccionar el sistema más conveniente para drenar las aguas residuales de la población o área seleccionada. La justificación de la alternativa adoptada debe estar sustentada con argumentos técnicos, económicos, financieros y ambientales. De los cuales tomaremos el sistema de alcantarillado convencional y sistema de alcantarillado condominial que detallaremos posteriormente.

Para realizar el diseño de ambos sistemas de alcantarillado de aguas residuales, debemos considerar y obtener los siguientes estudios:

### **Estudios básicos**

Antes de iniciar el diseño de un sistema de alcantarillado, deberemos tener un buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente, es necesario proceder con una investigación, de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Los estudios básicos deberán incluir los siguientes: Geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficos y misceláneos.

#### **a) Estudios geológicos.**

Estos estudios comprenderán básicamente: Ubicación de fallas geológicas. Situación y clase de canteras, minas de arena y arcilla; deben analizarse muestras de las últimas para fijar posteriormente la calidad de los materiales. Características geológicas de las capas superficiales mediante perforaciones con el objeto de determinar costos de movimiento de tierra.

**b) Estudios geotécnicos.**

Estos estudios deberán incluir la determinación de las siguientes características de los suelos: Tipo de suelo, granulometría, módulo de elasticidad, valor soporte, límites de Atterberg, ángulo de fricción interna, cohesión y peso específico.

**c) Estudios sanitarios.**

Debe realizarse un reconocimiento sanitario del lugar, incluyendo las cuencas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados a recibir las descargas de aguas residuales.

**d) Estudios de obras existentes**

Se deberá determinar mediante sondeos la localización horizontal, profundidad y diámetro de tuberías existente de agua potable y drenaje de aguas pluviales, si las hubiere; así como las instalaciones telefónicas o cualquier otro servicio existente, con el propósito de evitar interferencias o daños, causados por la instalación del alcantarillado sanitario.

En el caso de que exista alcantarillado sanitario, investigar las condiciones físicas en que se encuentran las tuberías y su capacidad hidráulica para comprobar si pueden ser utilizadas, verificar el número de conexiones de aguas pluviales de las viviendas a las recolectoras y número de conexiones domiciliarias en mal estado.

**e) Estudios topográficos.**

Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionados los sitios convenientes para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una

perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada.

Los levantamientos topográficos para realizar el diseño correspondiente deberán cumplir con los requisitos de precisión, cierre y metodología que se indican a continuación:

- El levantamiento altimétrico deberá referenciarse obligadamente a un BM Geodésico. Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, cunetas, alcantarillas y otras tuberías existentes, etc.
- Se deberá conformar al menos una poligonal cerrada de manera que se logre comprobar el cierre.
- En lugares convenientemente ubicados que garanticen su conservación, se colocarán estaciones de control que permitan el replanteo del polígono, éstos deberán colocarse antes del inicio de las mediciones y no se permitirá su colocación posterior al levantamiento. Las estaciones consistirán en un cilindro de concreto simple de 0.10 m de diámetro y 0.80 m de largo con una varilla de acero de  $\frac{3}{4}$ " en el centro, sobre saliendo de la superficie del suelo 0.05 m.
- El error de cierre en nivelación En deberá ser igual o menor que  $30(L)^{\frac{1}{2}}$  siendo L la longitud nivelada en km. y En expresado en mm.
- Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor.
- A los predios para estaciones de bombeo, planta de tratamiento, etc, se les deberá efectuar, además de los

levantamientos topográficos requeridos, una descripción detallada de los mismos.

**f) Estudios misceláneos:**

Estos comprenden la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos en la investigación de cada uno de los numerales antes indicados. Estos datos comprenderán esencialmente:

- **Climatología:** Su influencia en los consumos de agua de la localidad, temperatura, humedad relativa del aire, influencia de los vientos.
- **Economía:** Posibilidades de desarrollo por influencias no ocurridas hasta el momento de estos estudios: nuevas vías de comunicación proyectadas o en ejecución; nuevas fuentes productivas de recursos naturales; establecimientos de industrias y aún el establecimiento del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario.
- **Corrientes migratorias:** Estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y su influencia en la población futura.
- **Estadísticas vitales:** Índice de mortalidad y nacimientos.
- **Condiciones de transporte y costo de vida:** Estos datos serán de gran utilidad en la elaboración de presupuestos y planes de ejecución de las obras.

**g) Planos:**

- Las dimensiones de las láminas deberán ser las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior

se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.

- Las escalas podrán ser las siguientes:

**Ubicación general, 1:5000**

**Planta general, 1:1000**

**Perfiles:** Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien  
Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50

**Detalles:** 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

#### **2.3.4 Selección Y Evaluación Del Área De Proyecto**

Cuando se proyecta la implantación de un sistema de alcantarillado sanitario, habitualmente existe más de un área donde se podría realizar el sistema. Por este motivo, la primera tarea es la elección la dimensión y lugar del área del proyecto, involucrando una evaluación racional de las áreas factibles.

El área elegida debe tener las particularidades deseables para que cumpla con su objetivo principal, el tratamiento de una infraestructura de alcantarillado sanitario de bajo costo y que luego podría amplificar al resto de la ciudad.

Por esos motivos es preciso instaurar algunos criterios que admitan priorizar la inversión de los recursos y las zonas a ser atendidas. Ciertos factores que pueden conducir la preselección de las potenciales áreas a intervenir son:

La disponibilidad de agua potable: por tratarse de un sistema por arrastre hidráulico, es fundamental que el área del proyecto cuente con suministro de agua para así garantizar el buen funcionamiento del sistema y prevenir las molestias que causan la falta de agua.

El saneamiento físico y legal de los terrenos: con esta medida se busca privilegiar a los habitantes formales del municipio y abatir las invasiones.

Una organización comunal sólida y legalmente establecida: la presencia de una organización en la zona fortalece el éxito del sistema.

Las organizaciones comunales que demanden el servicio.

#### **2.3.4.1 Estudios preliminares**

El presupuesto inicial se establecerá de las principales particularidades del área a ser estudiada. Se requiere de un buen conocimiento de la superficie del proyecto para que el plan refleje el entorno real existente, considerando toda su potencialidad y restricciones. Se dará exclusivo énfasis a la densidad demográfica, topografía y a las condiciones del suelo, puesto que restringen el acrecentamiento o deducción de los costos. La evaluación debe contemplar la red de alcantarillado, eventual necesidad de cámaras de bombeo y necesariamente la planta de tratamiento de desagües. El nivel de tratamiento requerido, la disponibilidad y ubicación de área para la planta afectan significativamente el costo de implantación y deben ser objeto de análisis. Para la evaluación preliminar y caracterización general del proyecto la entidad debe ser apoyada por especialistas que con su experiencia puedan evaluar las condiciones existentes y contribuir para la mejor definición.

En esta identificación se averiguarán datos básicos del área, tales como las sociales (características socioeconómicas de la localidad, hábitos de higiene, consumos de agua, disposición de excretas, organizaciones existentes, etc.); y demás información relevante para el proyecto (manejo de residuos sólidos y otros).

En este período también se inicia el acercamiento con los líderes locales e organismos actuantes en el área, con el objetivo de divulgar el sistema y articular el equipo promotor y ejecutor del proyecto.

## **2.3.5 Proyección de la población**

### **2.3.5.1 Consideraciones generales.**

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección, bombeo, tratamiento y evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente, es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes:

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en todos los años. El INEI, además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento del INEI. También se puede proyectar la población considerando el número de viviendas, lotes de saturación y número de habitantes por vivienda.

### **2.3.5.2 Métodos de cálculo**

A continuación, se dan algunos métodos de cálculo, sin que ellos sean los únicos que se puedan aplicar. Cada Ingeniero Proyectista está en libertad de seleccionar la tasa de crecimiento y el método de proyección a ser usado, sustentando sus escogencias ante el organismo que apruebe el proyecto.

– **Método aritmético.**

Este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

– **Tasa de crecimiento geométrico.**

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Perú. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

– **Tasa de crecimiento a porcentaje decreciente.**

Este método se aplicará a poblaciones que por las características ya conocidas se le note o constate una marcada tendencia a crecer a porcentaje decreciente.

– **Método gráfico de tendencia.**

Consiste en dibujar en un sistema de coordenadas, teniendo por abscisas años y por ordenadas las poblaciones correspondientes a esos años, los datos extractados de censos pasados y prolongar la línea definida por esos puntos de poblaciones anteriores, siguiendo la tendencia general de esos crecimientos hasta el año para el cual se ha estimado necesario conocer la población futura.

– **Método gráfico comparativo.**

Consiste en seleccionar varias poblaciones que hayan alcanzado en años anteriores la población actual de la localidad en estudio cuidando que ellas muestren características similares en su crecimiento. Se dibujan, a partir de la población actual, las curvas de crecimiento de esas poblaciones desde el momento en que alcanzaron esa población y luego se traza una curva promedio a la

de esos crecimientos. Este método, en general, da resultados más ajustados a la realidad.

– **Método por porcentaje de saturación.**

Con este método ("The Logistic Grid") se debe determinar la población de saturación para un lugar determinado, luego de conocer sus tasas de crecimiento para varios períodos de tiempo anteriores. Conociendo esa población de saturación, se determinan los porcentajes correspondientes de saturación, basado en las poblaciones de los censos anteriores.

### **2.3.5.3 Obras y accesorios del sistema convencional**

Las obras accesorias comúnmente usadas para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado son:

- Descarga domiciliaria
- Pozos de visita
- Estructuras de caída
- Sifones invertidos
- Cruces elevados
- Cruces con carreteras y vías de ferrocarril
- Cruces con ríos, arroyos o canales.

A continuación, se hace una descripción de sus características y funciones.

#### **❖ Conexiones domiciliarias**

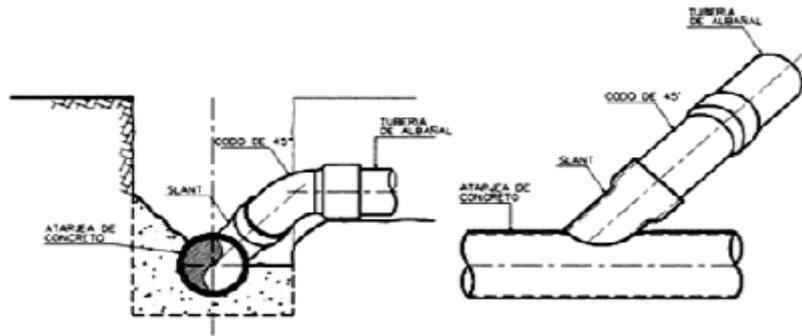
La conexión domiciliaria, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a la red colectora.

La conexión domiciliaria se inicia en un registro principal, localizado en el exterior del predio, provisto de una tapa que impide la salida de malos olores, de 24"x12", una profundidad mínima de 60 cm y una pendiente mínima del 1%; se conecta a la atarjea por medio de una cachimba de 45 grados.

Se debe garantizar que la conexión domiciliaria a la red colectora, sea hermética. Dependiendo del tipo de material del colector, se debe de seleccionar de preferencia el mismo material en la tubería de conexión y en las piezas especiales, así como el procedimiento de conexión correspondiente. A continuación, se describen los procedimientos de instalación y las piezas usadas en las diferentes conexiones domiciliares según el tipo de material.

**a) En tubería de concreto.**

En tuberías de concreto, para efectuar la conexión del albañal con la atarjea o colector, se utiliza el denominado "slant" que es una pieza especial de concreto con campana (para unir con anillo de hule) y con un extremo espiga cortado a 45 grados con respecto a su eje, para unir con el colector, lo cual permite que la conexión domiciliaria una vez construida quede con este ángulo de deflexión; al slant se conecta un codo a 45 grados de concreto con espiga y campana para su acoplamiento a la conexión con anillo de hule, el cual generalmente es perpendicular al colector. En el caso de una conexión con un colector con cierta profundidad, será necesario incluir en la conexión un tramo de conexión entre el "slant" y el codo. Para la conexión del "slant" al colector se deberá perforar uno u otro, uniéndolos con cemento (ver Figura).



**Figura 1.13 Descarga domiciliaria con tubería de concreto**

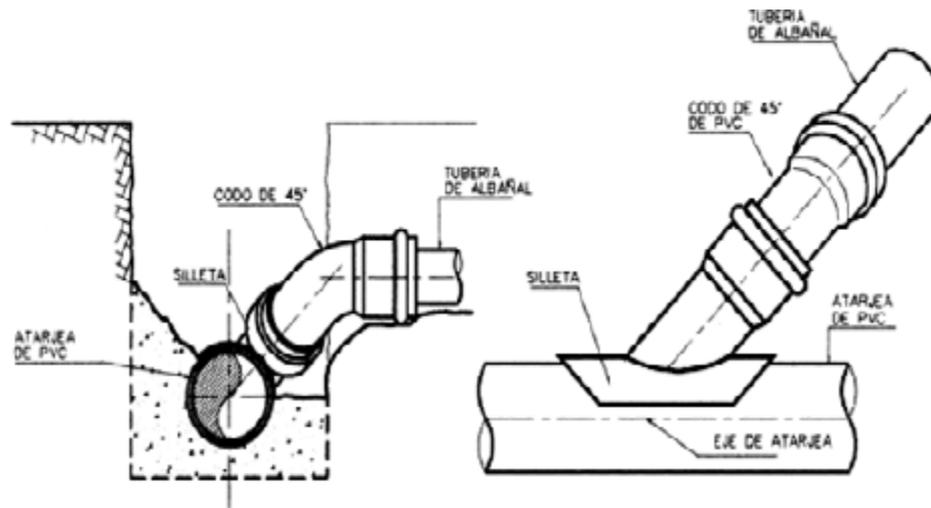
**b) En tubería de Poli (cloruro de vinilo) (PVC).**

En este tipo de conexión, se utiliza una cachimba de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir al colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento ala conexión con anillo de hule. La cachimba se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión en este segundo caso, la cachimba esta provista de un anillo de hule con el que se logra la hermeticidad con la atarjea. Existe la posibilidad de utilizar “Y” reducidas en lugar de cachimbas, pero se requiere conocer, antes de instalar las atarjeas, donde se conectarán las descargas domiciliarias (ver Figura).

**2.3.5.4 Ubicación de conexiones domiciliarias**

Esta conexión es la que permite la evacuación de las aguas servidas de los lotes hacia la red de alcantarillado y estarán ubicadas a una distancia entre 1.20 m y 2.00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha.

El diámetro mínimo para esta conexión será de 100mm. (4”) con una pendiente mínima de 15 por 1000. Para llevar a cabo esta conexión se contará además de la tubería, con una caja de registro y un elemento de empalme que permita la descarga del flujo en caída libre sobre la clave del tubo colector.



**Figura 1.15 Descarga domiciliar con tubería de PVC**

### ❖ Buzones o Posos de visita

Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente.

Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita, deben asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería.

Pueden ser construidos en el lugar o pueden ser prefabricados, su elección dependerá de un análisis económico.

#### **a) Pozos de visita construidos en el lugar.**

Se clasifican en: pozos comunes, pozos especiales, pozos caja, pozos caja unión y pozos caja deflexión.

Comúnmente se construyen de tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique, el espesor mínimo será de 28 cm a cualquier profundidad.

Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir exteriormente e interiormente con mortero cemento-arena mezclado con

impermeabilizante, para evitar la contaminación y la entrada de aguas freáticas; el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 1 cm. Además, se debe de garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, utilizando anillos de hule. (Ver figura)

### **Posos comunes.**

Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea de tabique de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. La cimentación de estos pozos puede ser de mampostería o de concreto. En terrenos suaves se construye de concreto armado, aunque la chimenea sea de tabique. En cualquier caso, las banquetas del pozo pueden ser de tabique o piedra. Todos estos elementos se juntan con mortero cemento-arena. Son suficientemente amplios para darle paso a una persona y permitirle maniobrar en su interior. Un brocal de concreto o de fierro fundido, cubre la boca. El piso de los pozos de visita comunes, es una plataforma en la cual se localizan canales (medias cañas) que prolongan los conductos. Una escalera de peldaños de fierro fundido empotrados en las paredes del pozo, permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.

Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.2 m, se utilizan con tubería de hasta 61 cm de diámetro, con entronques de hasta 0.45 m de diámetro y permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados.

### **Pozos especiales.**

Este tipo de pozos son de forma similar a los pozos de visita comunes (son construidos de tabique y tienen forma cilíndrica en la

parte inferior y troncocónica en la parte superior), pero son de dimensiones mayores.

Existen dos tipos de pozos especiales: el tipo 1, presenta un diámetro interior de 1.5m, se utiliza con tuberías de 0.76 a 1.07 m de diámetro con entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados y el tipo 2, el cual presenta 2.0 m de diámetro interior, se usa con diámetros de 1.22 m y entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados.

#### **b) Pozos prefabricados**

Este tipo de pozos se entregan en obra como una unidad completa. Su peso, relativamente ligero, asegura una fácil maniobra e instalación.

A continuación, se describen las características de algunos tipos de pozos prefabricados.

##### **Pozos de fibrocemento tipo integral.**

La estructura de este tipo de pozos prefabricados, está constituida por un tubo, tapa inferior y conexiones de fibrocemento. La profundidad de instalación para un pozo de este tipo es de 5 m, sin embargo, se pueden construir pozos de mayor profundidad, mediante el empleo de un cople con junta hermética (ver Figura 1.18).

Los pozos de fibrocemento se conectan a la red de alcantarillado de igual forma que la tubería de fibrocemento (los tubos se conectan a los pozos por medio del sistema de cople con anillo de hule).

Este tipo de pozos están sellados en su base con una tapa de fibrocemento lo que garantiza su hermeticidad. La losa de la parte superior de los pozos puede ser prefabricada o construida en el lugar. Adicionalmente se puede instalar en el pozo un anillo de hule, que podrá colocarse en el perímetro de la boca del pozo antes de asentar la losa de concreto, el cual sirve para dar hermeticidad al pozo y eliminar las cargas puntuales. El pozo de visita se deberá desplantar sobre una plantilla bien compactada con un espesor mínimo de 10 cm. Donde el nivel freático es alto y existe peligro de supresión, el pozo de visita se debe asentar sobre una base de concreto para asegurar su posición.

Los tipos de pozos de visita de fibrocemento integral que se fabrican son los siguientes:

TIPO DE POZO	DIAMETRO INTERIOR (m)	DIAMETRO DE TUBERIA A UNIR (m)
Común	1.20	0.20 a 0.60
Especial 1	1.50	0.75 a 1.10
Especial 2	2.00	1.20 a 2.00
Caída adosada	Hasta 2.00	0.20 a 0.25

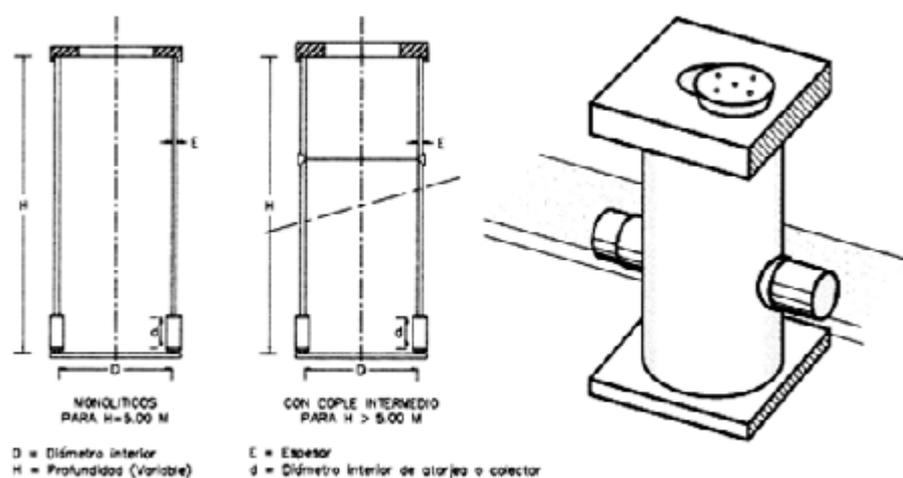
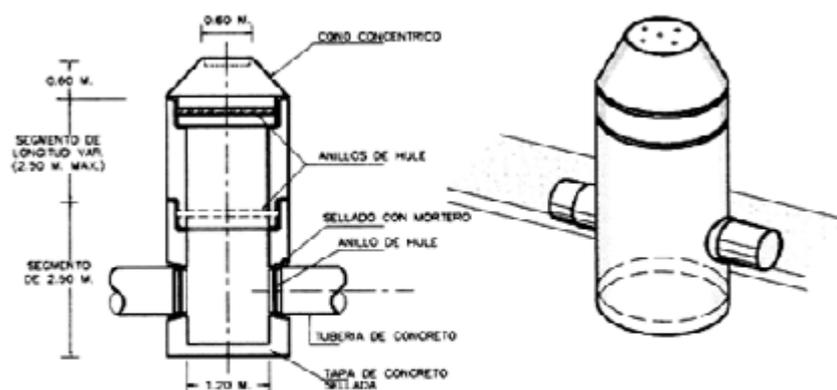


Figura 1.18 Pozo de visita de fibrocemento

## Pozos de concreto

La estructura de este tipo de pozos, está constituida por un tubo de concreto de altura variable con tapa inferior y un cono concéntrico de 0.6 m de altura y 0.6 m de diámetro superior. La profundidad de instalación para un pozo de este tipo es adaptable a las necesidades del proyecto, ya que se pueden unir dos o mas segmentos de tubo de longitud de 2.5 m (acoplados con junta hermética mediante el empleo de anillo de hule).

Este tipo de pozos se fabrican con las preparaciones necesarias para poder conectarse a las tuberías de la red de alcantarillado, mediante el empleo de anillo de hule en las uniones (ver Figura 1.19)



**Figura 1.19 Pozo de visita de concreto prefabricado**  
**Otros tipos de pozos.**

Existen otros tipos de pozos prefabricados, como son los pozos de polietileno y los pozos fibra de vidrio y poliéster, los cuales no se fabrican actualmente en México, sin embargo, son fabricados y utilizados en otros países.

**c) Estructuras de caída.**

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse

la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Las estructuras de caída que se utilizan son:

- **Caídas libres.** - Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.
- **Pozos con caída adosada.** - Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2.00 m.
- **Pozos con caída.** - Son pozos constituidos también por una caja y una chimenea de tabique, a los cuales en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae. Se construyen para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con un desnivel hasta de 1.50 m.
- **Estructuras de caída escalonada.** - Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de visita en los extremos, entre los cuales se construye la caída escalonada; en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en el segundo pozo se ubica su plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros desde 0.91 hasta de 2.44 m.

#### **d) Sifones invertidos**

Cuando se tienen cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, tubería o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería, generalmente se utilizan sifones invertidos.

En su diseño, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Velocidad mínima de escurrimiento de 1.20 m/s para evitar sedimentos.
- Analizar la conveniencia de emplear varias tuberías a diferentes niveles, para que, de acuerdo a los caudales por manejar, se obtengan siempre velocidades adecuadas. La primera tubería tendrá capacidad para conducir el gasto mínimo de proyecto.
- En el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 20 cm, se acepta como velocidad mínima de escurrimiento la de 60 cm/s.
- Se deben proyectar estructuras adecuadas (cajas), tanto a la entrada como a la salida del sifón, que permitan separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería.
- Se deben colocar rejillas en una estructura adecuada, aguas arriba del sifón, para detener objetos flotantes que puedan obstruir las tuberías del sifón.

**e) Cruces elevados.**

Cuando por necesidad del trazo, se tiene que cruzar una depresión profunda como es el caso de algunas cañadas o barrancas de poca anchura, generalmente se logra por medio de una estructura que soporta la tubería. La tubería puede ser de acero o polietileno, la estructura por construir puede ser un puente ligero de acero, de concreto o de madera, según el caso.

La tubería para el paso por un puente vial, ferroviario o peatonal, debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soportes que eviten la transmisión de las vibraciones a la

tubería, la que debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación. A la entrada y a la salida del puente, se deben construir cajas de inspección o pozos de visita.

**f) Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril.**

Para este tipo de cruzamientos, la práctica común es usar tubería de acero con un revestimiento de concreto. En algunos casos el revestimiento se coloca únicamente para proteger a la tubería de acero del medio que la rodea; en otros casos, se presenta la solución en que la tubería de acero es solo una camisa de espesor mínimo y la carga exterior la absorbe el revestimiento de concreto reforzado, en forma de conducto rectangular. El tipo de cruce elegido debe contar con la aprobación de la MTC.

En cruces ferroviarios, una solución factible cuando el diámetro de la tubería de alcantarillado es menor o igual a 30 cm, es introducir la tubería dentro de una camisa formada por un tubo de acero hincado previamente en el terreno, el cual se diseña para absorber las cargas exteriores.

**g) Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales**

En este tipo de cruzamientos, se debe de tener especial cuidado en desplantar el cruzamiento a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte a la estabilidad de éste. Este tipo de cruzamiento subterráneo se recomienda hacerlo con tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado según lo marque el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente. Este revestimiento que se menciona servirá para atracar a la tubería, tanto en columpios como en crestas. En

algunas ocasiones cuando no existe el peligro muy marcado de lo que pueda representar la erosión de la corriente, el lavadero de concreto puede sustituirse por otro, construido con material de la región como mampostería de piedra o zampeado de piedra, o bien únicamente esta última, pero colocada en forma suelta con dimensión promedio de 60 cm, pero conservando el diseño de colocar a la tubería dentro del revestimiento de concreto simple o reforzado. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de atraques de concreto, para impedir su deslizamiento por socavación del fondo del río o arroyo.

#### **2.3.5.5 Ubicación de buzones**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones se proyectarán cámaras de inspección al inicio de todo colector, en todos los empalmes de colectores, en los cambios de pendiente, en los cambios de dirección, en los cambios de diámetro, en los cambios de material y en todo lugar donde sea necesaria por razones de inspección y limpieza.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- ❖ Al inicio de todo colector.
- ❖ En todos los empalmes de colectores.
- ❖ En los cambios de pendiente.
- ❖ En los cambios de dirección.
- ❖ En los cambios de diámetro.
- ❖ En los cambios de material.
- ❖ En todo lugar donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

## **Dimensiones de los buzones**

El diámetro interior de los buzones será de 1.20m. Para tuberías hasta de 0.80 m. de diámetro y de 1.50 m. para tubería hasta de 1.20 m. de diámetro. Para tuberías de diámetros mayores, las cámaras de inspección serán de diseño especial.

En el fondo de los buzones se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25% entre el borde de la mediacaña y las paredes laterales.

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen al mismo nivel, se deberá proyectar un dispositivo de caída cuando la descarga o altura de caída con respecto al fondo del buzón sea mayor de 1.00 m.

La separación máxima entre buzones será:

Para tuberías de 150mm: 80.00 m

Para tuberías de 200 a 250 mm: 100.00 m

Para tuberías de 300 a 600 mm: 150.00 m

Para tuberías de diámetro mayores: 250.00 m

## **Tuberías**

### **Ubicación de tuberías**

Se tomarán las recomendaciones dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales se detallan a continuación: En las calles de 24m. De ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado, de preferencia en el eje de la calle. La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo deberá ser 1.50 m como mínimo.

Los colectores se proyectarán a una profundidad mínima tal que asegure el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle, considerando que

por lo menos las 2/3 parte de cada lote en profundidad, puedan descargar por gravedad, partiendo de 0.30 m por debajo del nivel del terreno y con una línea de conexión predial al colector de 15 por 1000 de pendiente mínima.

Las pendientes mínimas de diseño de acuerdo a los diámetros serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.60 m/seg. Con el caudal de diseño.

### **2.3.6 Obras y accesorios del sistema condominial**

#### **2.3.6.1 Estudios preliminares**

Son los mismos que se consideran en el sistema de alcantarillado convencional, tanto en los aspectos físicos como en los aspectos culturales.

Es deseable que el área seleccionada tenga las características adecuadas para que el estudio cumpla su objetivo principal, que es el desarrollo de una solución de alcantarillado de bajo costo, sostenible en el tiempo y que atienda a la demanda de la población.

#### **Parámetros de diseño**

El sistema condominial busca optimizar no solamente las características físicas y la forma de implementación del sistema de alcantarillado, sino también los criterios y parámetros de diseño. La selección de los parámetros de diseño impactará significativamente en los costos de inversión y operación, ya que ellos definirán el tamaño del sistema a ser construido. En una situación donde la demanda por los servicios sanitarios básicos, (como sucede en varias regiones del mundo), es mucho más grande que los recursos financieros disponibles, es importante utilizar al máximo estos recursos y construir sistemas para una demanda real.

Parámetros de diseño muy conservadores dan como resultados sistemas que no se usarán a su plena capacidad. Los parámetros de diseño deben estar lo más cerca a la realidad, basados, de ser posible, en la observación de la comunidad - y sus hábitos – que se va atender.

A continuación, se presentan algunos aspectos relacionados a los parámetros de diseño que deben usarse en un proyecto condominial. Aunque el diseño hidráulico en nada difiere del diseño usualmente utilizado para el sistema convencional, algunos criterios son especialmente importantes en el sistema condominial y a ellos se dará más énfasis.

### **2.3.6.2 Población**

#### **✓ Período de diseño**

Para determinar la población de proyecto es necesario definir el período de diseño, que establece el tiempo en el que el sistema construido atenderá el crecimiento de la población del área.

#### **✓ Densidad poblacional**

Una de las maneras de determinar la población futura para un área es en base al número de viviendas que van a ser atendidas por el sistema y el número de habitantes por vivienda. El número de habitantes por vivienda - la densidad de ocupación – generalmente tiene una relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad considerada.

#### **✓ Población a ser atendida**

Se recomienda determinar la población a ser atendida por el proyecto a través de dos metodologías: 1) considerando la población resultante de la ocupación integral del área, de acuerdo a la zonificación urbana del Municipio; y 2) en base a la población inicial del proyecto y la tasa de crecimiento poblacional esperada.

### ❖ **Consumo per capita de agua**

Como el volumen de desagües que se va a recolectar depende intrínsecamente del consumo de agua en el área del proyecto, el primer parámetro que se debe definir para el diseño es el consumo per capita de agua de la población, que se va atender. Ese consumo depende de varios factores, que incluyen la tradición cultural, características urbanas, el nivel económico, el clima, el costo del agua, la disponibilidad, etc.

### ❖ **Coeficiente de retorno (C)**

El coeficiente de retorno es el coeficiente que busca representar la relación entre el agua consumida por los usuarios y la producción correspondiente de desagües. El valor del coeficiente de retorno normalmente es menor que uno y para el diseño normalmente se adopta el valor tradicional de 0,8.

### ❖ **Caudal de infiltración**

Según práctica usual, para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario se debe agregar un caudal de infiltración al flujo de desagüe calculado para las tuberías del sistema de recolección. El valor de infiltración debe estar relacionado con el tipo de tuberías a ser usado, la condición del suelo, el nivel freático de agua en el suelo y los tipos de cámaras de inspección usados. Los valores sugeridos para la infiltración normalmente están en el rango entre 0,05 y 1,0 l/s. km de tubería de alcantarillado.

En el sistema condominial, el valor a ser adoptado depende principalmente del tipo de material usado en las tuberías del sistema. La infiltración considerada para sistemas que utilizan tuberías de PVC puede ser considerada próxima a cero.

MATERIAL DE LA TUBERIA	CAUDAL DE INFILTRACION
Concreto	0.2 l/s. Km
PVC	0.05 l/s. Km.

❖ **Coefficiente máximo horario (de punta)**

Es la relación entre el caudal promedio y el máximo horario, también se le denomina, Coeficiente de Punta

- a) Relación entre el caudal medio del día de mayor contribución y el caudal medio diario anual (correspondiente al coeficiente de variación diaria):  $k_1 = 1,3$
- b) Relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor contribución (correspondiente al coeficiente de variación horaria):  $k_2 = 1,5$

❖ **Coefficiente por conexiones clandestinas de aguas pluviales**

En zonas lluviosas, se deben considerar los caudales pluviales provenientes de conexiones prohibidas como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios. Podrá ser adoptado un coeficiente del 5% al 10% del caudal máximo previsto de aguas residuales.

❖ **Cuantificación de caudales domésticos**

Los caudales de aguas residuales domésticas que se han determinado son el Caudal Promedio Diario ( $Q_m$ ), el Caudal Máximo horario ( $Q_{max}$ ) y el Caudal de Diseño ( $Q_d$ ).

❖ **Caudales concentrados – aporte de aguas residuales no domésticas (industriales, comerciales e institucionales)**

La contribución de aguas residuales industriales, comerciales e institucionales será evaluada en forma puntual y como descarga concentrada de acuerdo a los niveles de consumo. Esa descarga está condicionada a la legislación local.

❖ **Caudales de diseño (Q)**

El cálculo hidráulico de los conductos debe atender a los picos de caudal que ocurren en las redes de desagües y también debe atender a las condiciones de caudal mínimo.

Las redes colectoras deben ser proyectadas para recibir los caudales domésticos y no domésticos (industriales, comerciales, institucionales) además de los caudales de infiltración. Los tramos de red deben ser calculados para los caudales de inicio y final.

### **2.3.6.3 Trazo de redes**

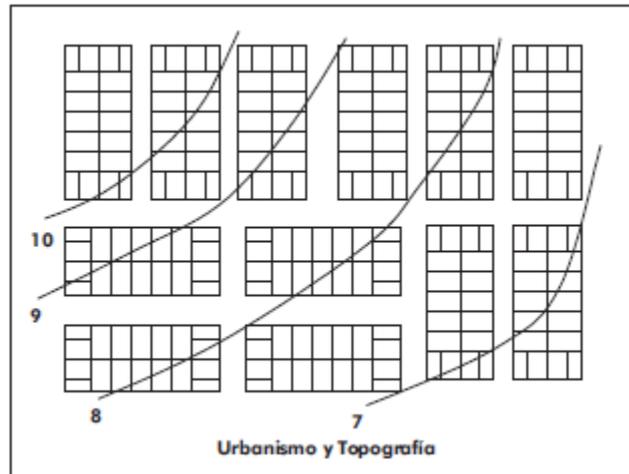
En el sistema condominial, la red de alcantarillado se divide en dos partes, la pública, que del punto de vista de ingeniería es constituida por la red principal, y las conexiones colectivas a la red pública, representadas por el **Ramal Condominial**. Los ramales condominiales son las tuberías que reciben directamente las descargas de un grupo de viviendas dentro de la malla urbana, sea una manzana o una cuadra. La red pública sólo se aproxima a la manzana para recibir el ramal condominial, en vez de rodearla, como en el sistema convencional.

Uno de los aspectos más importantes del modelo condominial es que el diseño definitivo solamente se desarrolla junto con la comunidad que se va a atender. De esta manera el diseño preliminar del sistema es solamente referencial, con los elementos necesarios para la definición de los metrados principales y los correspondientes presupuestos para la contratación de las obras. El diseño

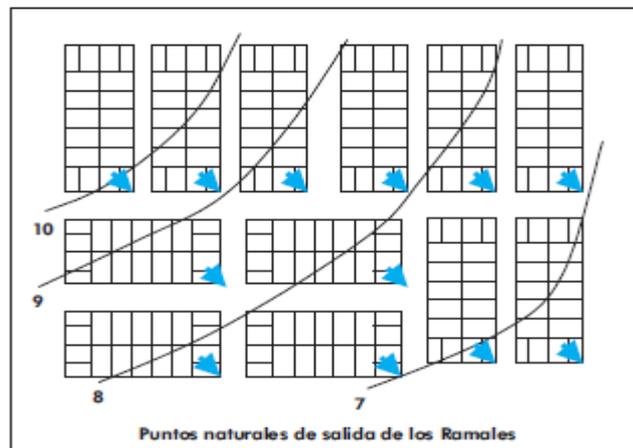
definitivo se elabora luego de la participación y opción elegida por parte de la comunidad beneficiaria.

### ❖ El ramal condominial

Para establecer el trazado de la red de un sistema condominial, el primer paso debe ser estimar la ubicación del ramal condominial. Para este propósito debe estar disponible un plano general del área, en una escala recomendable de 1:2000, con la caracterización topográfica y urbana del área. En ese plano se debe identificar las agrupaciones urbanas que van a constituir los condominios, las manzanas y las curvas de nivel del área, como se muestra a continuación.

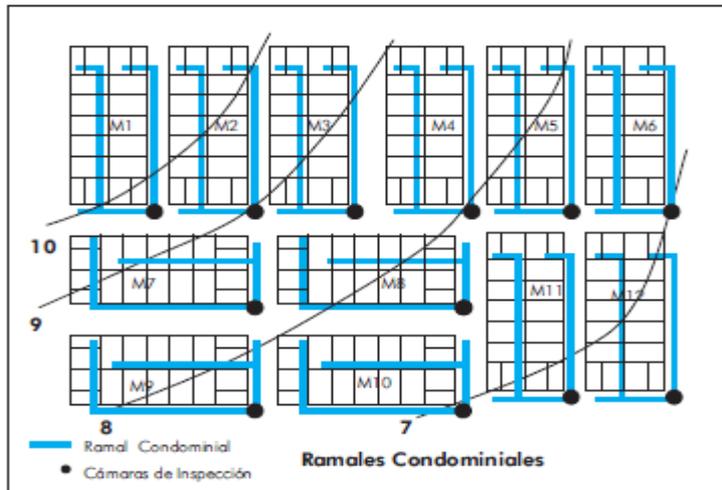


En ese plano se identificarán los caminos naturales de drenaje del área, ya que las tuberías de alcantarillado van a seguir estos mismos caminos, de acuerdo con la pendiente natural del terreno.

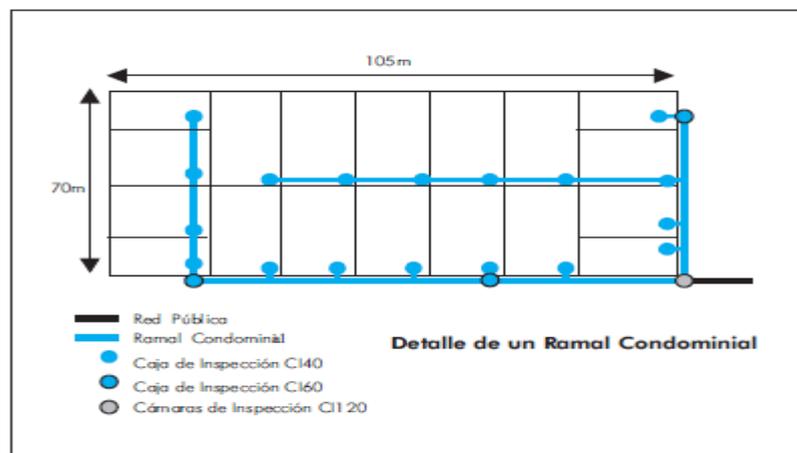


Este punto, que es el punto donde el ramal condominial probablemente se conectará a la red pública, debe ser marcado claramente con un punto o una flecha y debe apuntar en la dirección del camino de flujo.

Una vez establecidos los caminos de drenaje, se debe identificar, para cada manzana o conjunto urbano equivalente, el punto topográfico más bajo, que es el punto de la descarga natural de los desagües producidos.



El proyectista debe dibujar la disposición más probable para el ramal condominial que va atender a cada manzana, basado en su ocupación actual o futura, con viviendas y otras formas de construcciones, la manera de estimar la ubicación, extensión y elementos de inspección del ramal condominial.



Las informaciones de los ramales condominiales de cada manzana pueden ser agrupadas en una tabla que debe indicar:

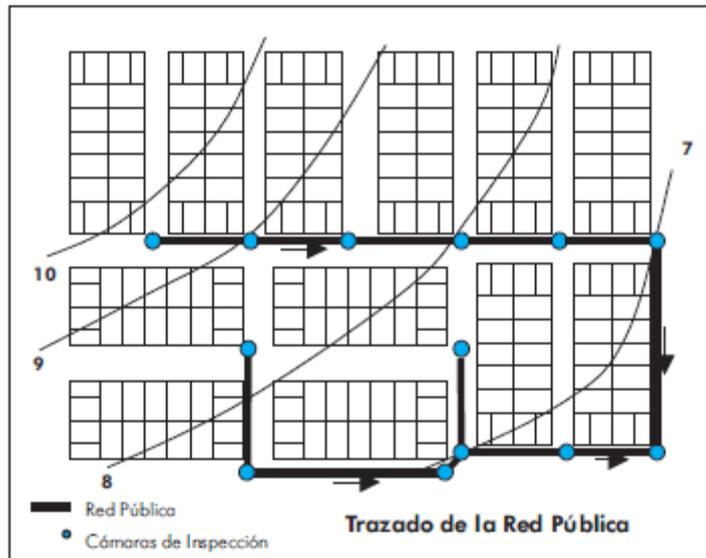
- ✓ El número de la manzana
- ✓ La extensión prevista para cada ramal
- ✓ El número de conexiones para cada ramal
- ✓ El número de habitantes atendido por cada ramal

#### **2.3.6.4 Red publica**

Para el trazado de las redes públicas es necesario tener disponible el plano urbanístico del área de proyecto con las curvas de nivel. Un plano en escala de 1:2000 es suficiente para el diseño. En este plano se ubicarán todos los puntos de salida previstos para los ramales condominiales de cada manzana.

Luego de ubicar las salidas de los ramales condominiales de todas las manzanas del área, se puede hacer el trazado de la red pública. La mejor ubicación para la red pública es la que logre conectar todos los ramales condominiales previstos, siguiendo los mismos caminos naturales del drenaje del área, con la menor extensión posible. Se debe efectuar una simulación para buscar la menor extensión para la red.

La ubicación de la red debe dar preferencia a las áreas más protegidas del tránsito de vehículos, utilizando siempre que sea posible las aceras, parques y jardines existentes. Las figuras a continuación presentan dos alternativas de trazado para la misma área. Es importante notar que también en áreas de urbanismo y topografía muy simples es posible tener más de una opción para el trazado, lo que indica que en un proyecto real debe ser dada especial atención a esta parte del trabajo.



Luego del trazado de la red pública, recolectando todas las manzanas hasta al punto de la descarga final, es necesario definir la ubicación y tipo esperado para los dispositivos de inspección que se necesitarán para el sistema. Cada tramo entre cámaras de inspección debe ser considerado de una manera individual. El diseño final debe ser la optimización del trazado.

Las informaciones de cada tramo de la red pública pueden ser agrupadas en una tabla que debe indicar:

- ✓ El número del tramo de la red pública
- ✓ La extensión de cada tramo
- ✓ Los números de los tramos contribuyentes, agua arriba
- ✓ Los números de los ramales contribuyentes en cada tramo
- ✓ La ubicación de los elementos de inspección previstos

### 2.3.6.5 Elementos de inspección prefabricados en concreto

La utilización de elementos de inspección de concreto pre-fabricado es la solución más común en la construcción de sistemas condominiales. Actualmente existe la opción de la utilización de unidades de PVC, pero estas unidades no

están disponibles en todos los mercados y muchas veces se muestran más caras cuando son comparadas con el concreto.

a) Caja de inspección con 0,40 m de diámetro - CI40:

Esta caja de inspección se recomienda para los ramales condominiales, principalmente en la conexión entre la instalación intradomiciliaria y el ramal condominial. Como normalmente el ramal condominial tiene una profundidad menor que 0,90 m, esta caja de inspección es la que más se utiliza en los ramales.

La caja está constituida por las siguientes partes:

**Base:** Superficie en que se apoyan las tuberías que llegan a la cámara y que sale de la cámara y donde es construido el canal de conducción del flujo. Para cubrir todas las situaciones posibles en una caja de inspección, la base puede tener seis tipos diferentes de configuración: 1) con un canal de pasaje de flujo directo; 2) con un canal de contribución izquierdo; 3) con un canal de contribución derecho; 4) con canales para contribuciones de ambos lados; 5) canal de pasaje con curvatura derecha y 6) canal con curvatura izquierda. Otras situaciones intermedias pueden ser fabricadas manualmente en el local.

**Anillos** o cuerpos de alturas variables para adaptarse mejor a la profundidad de la tubería.

**Tapa**, que debe ser lo suficientemente resistente para apoyar la carga de un vehículo.

b) Caja de Inspección con 0,60m de diámetro - CI60:

Esta caja de inspección se recomienda para los ramales condominiales con una profundidad de más de 0,90 m y menos de 1,20 m. Es especialmente indicada para los ramales de vereda, donde la profundidad de la tubería es normalmente mayor que 0,90 m. Las

cámaras CI60 se hacen de la misma manera como las CI40, sólo con la diferencia del diámetro. Una configuración típica para una caja de inspección de concreto prefabricado se presenta a continuación:

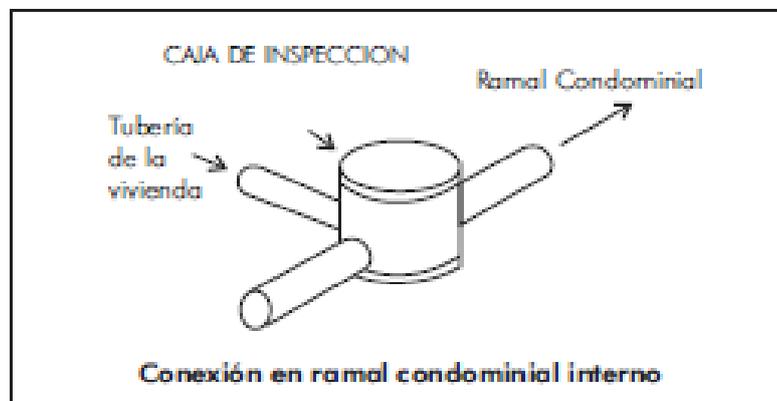
### 2.3.7 Conexiones

#### Conexiones en el ramal condominial

En el sistema condominial las conexiones de las viviendas se hacen de dos maneras principales: la primera, cuando el ramal condominial se localiza dentro del lote y la segunda, cuando el ramal pasa por la acera, fuera del lote.

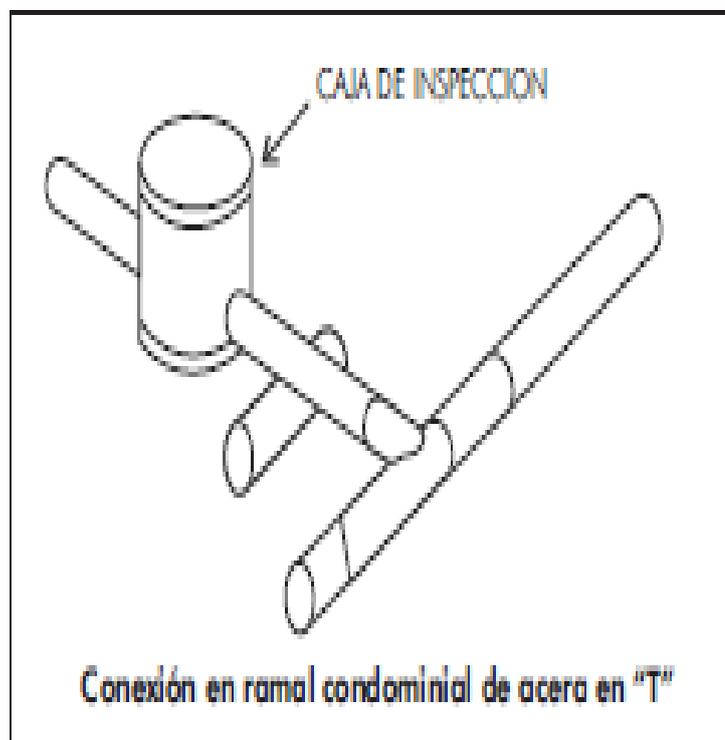
##### a) Conexión dentro del lote:

En esta situación la conexión se hace siempre a través de una caja de inspección, normalmente del tipo CI 40. El usuario conecta sus instalaciones intradomiciliarias directamente a la caja de inspección del ramal condominial. La caja del ramal se instala durante la construcción del ramal condominial y el usuario es el responsable de la conexión, que puede ejecutarse cuando el sistema empieza su funcionamiento. Siempre se instala una cámara de inspección en cada lote. Durante la obra ya se instala la tubería donde el usuario debe conectar la tubería de su conexión domiciliaria. De esta manera el usuario no necesitará trabajar directamente en la cámara, evitando su rotura.

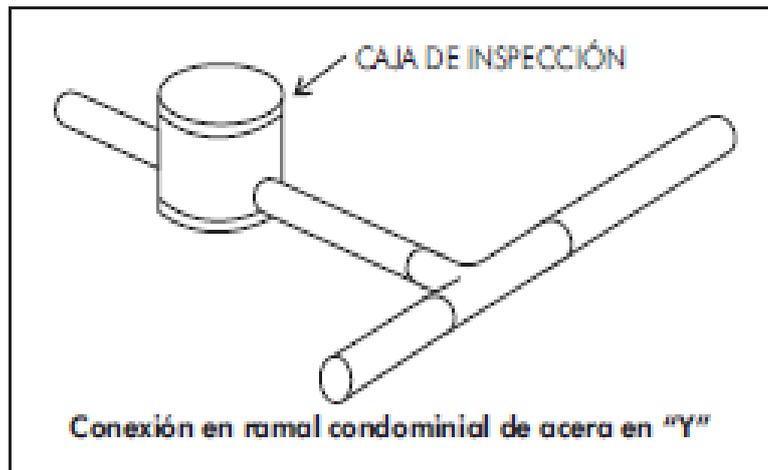


**b) Conexión fuera del lote, en la acera:**

Esta conexión también se ejecuta a través de una caja de inspección, con la diferencia que la caja se conecta al ramal por medio de una pequeña extensión de tubo. La caja de inspección se instala durante la construcción, ya conectada al ramal condominial. La conexión se puede ejecutar cuando el sistema entra en funcionamiento. La conexión de la caja de inspección interna con el ramal de acera se hace con el uso de una “T” o una “Y”.



La conexión en “Y” presenta la ventaja de tener una mejor condición hidráulica con relación a la “T”. En Brasil hay una gran experiencia con la utilización de la conexión en “T”, con buenos resultados operacionales. La “Y” posee generalmente un costo un poco más elevado comparado con la “T”. En Brasil se procura evitar la instalación fuera del lote de la cámara de inspección de la conexión, puesto que estar á en un lugar más protegido cuando está dentro del lote.



Cuando la conexión se hace después de la construcción del ramal, se puede utilizar una cachimba.

## 2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A continuación, se adjuntan los conceptos de los términos de mayor uso en la investigación que conlleve a uniformizar criterios:

– **Áreas de drenaje:**

Zonas conformadas por habilitaciones que por las condiciones topográficas que presentan tendrán que aportar sus desagües hacia un colector determinado.

– **Sistema de colector principal:**

Según el crecimiento de la población y el desarrollo urbano del área del proyecto, se considera un colector principal que recolecte progresivamente los desagües de cada una de las áreas de drenaje establecidas desembocadas en los colectores primarios, funcionando en una primera instancia como interceptor, luego aguas abajo se convertirá en un emisor llevando finalmente los desagües hasta la planta de tratamiento de aguas residuales. Este colector será el de mayor longitud con diámetros que se irán incrementando progresivamente aguas abajo de acuerdo al diseño establecido.

– **Sistemas de colectores primarios:**

Estos colectores recogerán los desagües de las áreas de drenaje que desemboquen en los colectores secundarios para luego conducir las descargas hacia el colector principal. En comparación con el colector principal se usan tuberías de menores diámetros y están ubicados en las calles y/o avenidas principales.

– **Sistemas de colectores secundarios:**

Estos colectores llevarán las descargas provenientes de los ramales condominiales de alcantarillado de las habilitaciones hacia los colectores primarios. En comparación con los colectores primarios son de menores diámetros y están ubicados en las calles y/o avenidas secundarias.

– **Sistema de ramales condominiales de alcantarillado:**

Son los sistemas encargados de recoger los desagües de las manzanas de las habilitaciones y llevarlos hacia los colectores secundarios. Son de menores diámetros en comparación con los colectores secundarios, van a menores profundidades y están ubicados en las veredas, pasajes estrechos y calles donde no circulen vehículos.

– **Conexiones condominiales de alcantarillado:**

Son el conjunto de cajas 30 x 60 x 70 cm o Buzonetas de diámetro 40 y 60 cm de 70 cm de profundidad y accesorios sanitarios que se encargan de conducir las descargas de las propiedades o lotes hacia los ramales condominiales. Se encuentran ubicadas en las veredas, en la parte más baja del lote.

– **Cámara de bombeo de desagües y línea de impulsión**

La cámara de bombeo de desagües tiene la finalidad de bombear como su nombre lo indica las descargas de las habilitaciones que por

condiciones topográficas las descargas no pueden conducirse por gravedad. Estas habilitaciones están en zonas de depresión quedando sus áreas de drenaje por debajo del nivel de los colectores a ejecutarse. Para ello se emplea una o varias bombas sumergibles (con ADT específico) y la ejecución de una línea de impulsión que mediante bombeo descargará al colector más cercano.

– **Líneas de rebose de reservorios y cisternas:**

Son las llamadas limpias, se encargan de conducir el exceso de agua de los reservorios y cisternas hacia los colectores primarios.

– **Planta de tratamiento de aguas residuales:**

La planta de tratamiento de aguas residuales está diseñada con la finalidad de tratar mediante procesos químicos y físicos los desagües que ha conducido el colector principal convirtiéndolo en agua y abono reutilizable para el cultivo o disminuyendo las concentraciones de los residuos tratados hasta llegar al nivel permitido por la norma ambiental para su posterior descarga a los ríos y/o mares (la parte líquida).

– **Efluente:**

Las aguas tratadas serán conducidas por medio de una tubería de desagüe hacia las zonas de destino que puede ser para cultivo o ríos y mares.

– **Instalaciones intradomiciliarias:**

Constituyen el punto de partida del sistema de alcantarillado sanitario convencional o condominial.

– **Ramal por el fondo de los lotes:**

Recorre las áreas internas libres disponibles en la parte trasera de los lotes; es recomendado en áreas cuyos terrenos y/o instalaciones

sanitarias existentes drenen hacia el fondo de las casas, siempre y cuando haya espacio libre suficiente para el paso de la tubería.

– **Ramal por el Frente del Lote:**

Ubicado en la parte frontal de los terrenos, dentro de los lotes, en el espacio cerca del límite con la vereda.

– **Ramal por las veredas:**

Localizado en las veredas, recorre los dos lados de una manzana típica, semejante al del alcantarillado convencional.

– **Aguas residuales:**

Desechos líquidos provenientes de residencias, edificaciones públicas, privadas e industrias; incluyen aguas negras y servidas.

– **Aguas servidas domésticas:**

Aguas provenientes de todos los artefactos sanitarios a excepción de los inodoros y urinarios.

– **Caja desgrasadora:**

Receptáculo que retiene las grasas, espumas y en general, las sustancias más livianas que el agua transporta. Recibe la descarga del lavaplatos (lavadero) y de la lavandería.

– **Condominio:**

Unidad geográfica conformada por uno o más ramales, que constituye la unidad básica de participación y decisión sobre los sistemas de agua potable y alcantarillado.

– **Sistema condominial:**

Sistema que permite que un conjunto de lotes sea considerado un cliente único por tener un solo punto de conexión a la red principal. Los propietarios o habitantes de los lotes deciden si se conectan de esta forma a la red y participan activamente en la implantación del sistema.

– **Sistema convencional:**

Sistema que conecta a cada lote como un cliente individual, directamente a la red principal, o red pública, que pasa por el medio de las calles o avenidas. En áreas de bajos ingresos, donde la mayoría de las viviendas no cuenta con estas instalaciones, al emprender un proyecto de alcantarillado utilizando el sistema condominial es importante considerar las instalaciones o construcción de módulos sanitarios y el uso efectivo del sistema como un componente integral del proyecto. Lo anterior implica la realización de programas de educación sanitaria y ambiental.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

La falta de condiciones sanitarias en estas áreas, además de la creciente conciencia ambiental sobre la contaminación de ríos, urgen la implementación de adoptar acciones serias para resolver estos problemas, implementando el alcantarillado y desarrollar una capacidad de tratamiento de aguas servidas.

La información presentada anteriormente demuestra que, a pesar de que el déficit de cobertura de alcantarillado en la región puno ha disminuido, el número de personas sin servicios aún es bastante elevado, y sigue incrementándose principalmente en las zonas urbanas. Este problema en parte es consecuencia de las elevadas inversiones necesarias para la implantación de sistemas convencionales de alcantarillado, que según cifras estimadas por el Banco Mundial pueden llegar a 200 dólares americanos por habitante.

La búsqueda de alternativas de menor costo y de mayor efectividad ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías apropiadas. Tal es el caso de los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario, que también pueden ser usados en conjunto con una red de alcantarillado convencional. Una de las grandes ventajas del sistema de alcantarillado condominial es que garantiza un índice de conectividad de los usuarios al sistema cercano al 100%, situación inusual cuando se instalan solamente redes de alcantarillado convencional. Otra ventaja radica en que impulsa la implementación conjunta de la red colectora y de la planta de tratamiento de desagües, evitando el deterioro de los cuerpos receptores y, consecuentemente, del medio ambiente.

## **3.2 DISEÑO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

### **3.2.1 Objetivo del levantamiento topográfico**

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado terreno natural a fin de:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de geotecnia y de impacto ambiental.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

### **3.2.2 Descripción del área de estudio.**

Ubicación Política

Localidad : Centro poblado de Vilavila

Distrito : Vilavila

Provincia : Lampa

Departamento : Puno

Ubicación Geográfica

Latitud : 14° 47'05" "N"

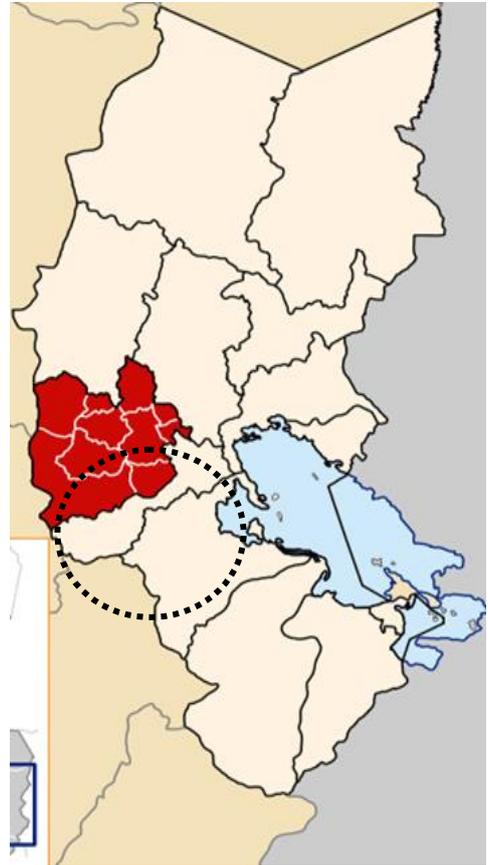
Longitud : 70° 23'16" "S"

## MAPA DE UBICACION

### Ubicación Nacional



### Ubicación Regional



### Ubicación Provincial



### Ubicación distrital



## Vías de acceso

El distrito de Vilavila y el centro poblado de intervención, materia de la propuesta del presente estudio, están unidas por las siguientes vías de comunicación terrestre:

TRAMO	DIST. KM	TIEMPO DE RECORRIDO	TIPO DE VIA	FRECUENCIA DE MOVILIDAD
Puno - Juliaca	45	45 minutos	Asfaltada	Diario
Juliaca - Lampa	32	25 Minutos	Asfaltada	Diario
Lampa – Palca - Vilavila	40	80 minutos	Afirmada	No hay

## Condiciones climatológicas

La temperatura por lo general es frígida seca y ventosa; las temperaturas más bajas en el distrito se registran en los meses de junio y julio con 15° hasta 25° grados centígrados bajo cero (-15° a -25°); Sin embargo, en los últimos años constante mente se registra -25°C y mínimos acentuados con -58°C dispersión al promedio anual de 7.6°C, lo que determina un clima frígido y seco con intensidad media de vientos de 4.3m/seg; en los meses de mayo , junio y julio en las noches se acentúa mas convirtiéndose en helada.

La nubosidad es un indicador directo de la precipitación, la nevada en el verano es predominante, la magnitud de la precipitación pluvial en forma normal es de 480.52mm como promedio anual.

En forma constante se aprecia lluvias torrenciales, granizadas y a consecuencia de ello se produce deslizamiento constante de rocas, inundaciones y huaycos, su clima es caracterizado por un verano lluvioso entre noviembre y marzo y un invierno frio y seco entre abril y octubre.

### **3.2.3 Metodología**

Todo levantamiento topográfico realizado por el bachiller contempla las etapas siguientes:

#### **Planeamiento**

La etapa del planeamiento consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permiten la elaboración de un anteproyecto para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada necesidad. Esta etapa está ligada con la pre evaluación, la cual deberá tener en cuenta factores de precisión requerida, disponibilidad de equipo, materiales, personal y demás facilidades, o sus requerimientos, incluyendo la consideración de factores ambientales previstos, de modo que sea posible hacer un planeamiento óptimo y establecer las normas y procedimientos específicos del levantamiento de acuerdo a las normas contenidas en este documento o las requeridas en casos específicos o especiales.

#### **Reconocimiento y monumentación**

El reconocimiento y la monumentación consisten en las operaciones de campos destinados a verificar sobre el terreno las características definidas por el planeamiento y a establecer las condiciones y modalidades no previstas por el mismo. Las operaciones que en este punto se indican deben desembocar necesariamente en la elaboración del proyecto definitivo. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso en los puntos pre establecidos.

#### **Trabajos de campo**

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para

realizar las mediciones requeridas por el estudio, de acuerdo con las normas aplicables. Los cálculos y comprobaciones de campo se considerarán como parte integral de las observaciones, se hacen inmediatamente al final de las mismas. Tienen como propósito verificar la adherencia de los trabajos a las normas establecidas.

### **Trabajos de gabinete**

Los cálculos de gabinete proceden inmediatamente a la etapa anterior y están constituidos por todas aquellas operaciones que, en forma ordenada y sistemática, calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinan los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida. El ajuste o compensación deberá seguir, cuando sea aplicable, al cálculo de gabinete.

### **Memoria de los trabajos**

Al final de cada trabajo se elabora una memoria que contenga los datos relevantes del levantamiento, incluyendo antecedentes, justificación, objetivos, criterios de diseño, personal, instrumental y equipo usados, normas, especificaciones y metodologías particulares empleadas, relación de los trabajos de campo con mención de las circunstancias que puedan haber influido en el desarrollo de los trabajos, información gráfica que muestre su ubicación, descripciones definitivas de los puntos, resultados de los cálculos y ajustes en forma de listados de parámetros finales.

## **3.2.4 Levantamiento topográfico**

### **a) Trabajos de campo**

Red de control horizontal

El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas relativas ya que no existen puntos de primer orden cercanos para amarrar el

levantamiento topográfico, dando al punto BM1 las coordenadas UTM en el Datum Horizontal WGS-84 obtenidas con el GPS navegador, luego se hizo vista atrás a otro punto BM2 cuyas coordenadas también se obtuvieron con el GPS navegador, para obtener las otras estaciones.

A partir de estos puntos se empezó con el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, se tomó detalles como niveles de pisos, borde de carretera existente, canales de tierra y revestidas existentes, servicios existentes, las prospecciones realizadas para el estudio de suelos, etc., levantándose aproximadamente un área de 240.57 ha.

El modo levantamiento con Estación Total se hizo con el método de colección de datos por coordenadas, obteniendo ángulos horizontales, verticales, distancia inclinada y la altura de instrumento, así como también las coordenadas Norte y Este y altura de cada punto radiado:

- La medición de distancia horizontal entre estación a estación se hizo con el modo fino (el rayo infrarrojo recorre desde la estación hasta donde está ubicado el prisma 999 veces para dar la longitud horizontal deseado).
- La medición de los ángulos horizontales de los rellenos topográficos se dará por el método de radiación.
- La medición de la distancia vertical se realizará por el método de nivelación Trigonométrica.
- Para el trabajo de replanteo, de todos los BMs obtenidos, se establecieron los puntos de control; BM 1, BM 2, ubicados tal como se muestran en el Plano Topográfico.

## **Equipos utilizados**

- Una Estación Total TOPCON GOWIN TKS 202
- Un trípode de soporte.
- Tres prismas con sus respectivos porta prismas.
- Un GPS GARMIN 60CS.
- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.

## **Personal**

- 01 Topógrafo a cargo de los equipos topográficos.
- 03 Personas encargadas de los prismas.

## **b) Trabajos de gabinete**

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software Civilcad, elaborando planos topográficos a escala 1:2000 en la planta y con una equidistancia de curvas de 2m; perfil longitudinal a 1:1000.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos y de ubicación a escalas adecuadas.

### **c) Software utilizado**

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:

- 01 PC Pentium Intel CORE i7 2.67 GHz de 12GB de RAM (según la máquina que se trabajó)
- Software “Topcon link”, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC.
- Software Civilcad para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD 2016 para la elaboración de los planos correspondientes.

### **d) Conclusiones**

- La automatización del trabajo de campo se efectuó en el día utilizando: Una Estación Total TOPCON GOWIN TKS 202, un GPS GARMIN 60CS, software “Topcon link”, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC, software Civilcad para el procesamiento de los datos topográficos, software AutoCAD 2016 para la elaboración de los planos correspondientes.
- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar.
- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se han planteado y

estaciones para desarrollar el levantamiento. Y se han dejado 2 BMs sobresalientes que servirán para el replanteo.

<b>CUADRO DE BMS REALIZADOS</b>			
<b>BMS</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>
<b>BM1</b>	<b>325746.881</b>	<b>8320385.176</b>	<b>4307.318</b>
<b>BM2</b>	<b>325855.408</b>	<b>8320253.323</b>	<b>4327.769</b>

**Estos valores se obtienen del plano de topografía**

- Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:2000 con equidistancia de curvas de nivel a 2 m, la topografía procesada sirvió de base para la elaboración de los estudios definitivos del estudio.

### **3.2.5 Estudio de suelos**

#### **a) Excavación de calicatas**

Los estudios geológicos tienen como finalidad de determinar las condiciones geológicas – técnicas, de la zona de emplazamiento del estudio.

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

#### Calicata N<sup>a</sup> 1

Se ubica en las coordenadas E=321367 N=8320287 a una altura de 4316 msnm, específicamente en las esquinas del Jr. Cusco y el Jr. 02, luego se realizó una excavación de 1.00x1.00 m., con una profundidad de 0.80m.

#### Calicata N<sup>a</sup> 2

Se encuentra en las coordenadas E=322057 N=8320212 a una altura de 4292 msnm, esta calicata se ubica en la salida a la ciudad de Iquitos con una profundidad de 1.00m.

### **b) Densidad de campo**

#### **Objetivo**

Determinar la densidad seca y el contenido de humedad del suelo en el campo mediante el método del cono de arena.

#### **Tipo de muestra**

Se tomó muestras alteradas, en materiales limo arenoso arcilloso. Las muestras se tomaron en cantidades suficientes para realizar los ensayos en laboratorio para la identificación y clasificación de los suelos, para la determinación máxima densidad seca del ensayo de compactación tipo proctor modificado ASTM D 1557, esto para la excavación del terreno de fundación para la instalación de desagüe, y así para poder realizar ensayos con el fin de conocer sus propiedades físicas y mecánicas del suelo.

#### **Ensayos de laboratorio**

Las muestras representativas seleccionadas fueron enviadas al laboratorio de mecánica de suelos, para los ensayos estándar de laboratorio, siguiendo las normas de ensayo de la AMERICAN FOR

TESTING MATERIALS (ASTM), realicen los ensayos según SUCS y AASHTO la identificación y clasificación de los mismos.

Dado las características de los estratos, se realizaron los siguientes ensayos de las muestras alteradas extraídas:

- Contenido de humedad natural : MTC E 107
- Análisis granulométrico : MTC E 107
- Constantes físicas (L.L. y L.P.) : MTC E 107
- Clasificación unificada de suelos (SUCS) : ASTM D 2487
- Densidad natural (método de cono de arena) : ASTM D 1556
- Registro de excavación

### **c) Perfiles estratigráficos**

La descripción del perfil estratigráfico de cada calicata se encuentra en los registros de calicatas ver certificados.

### **3.2.6 Clasificación de suelos**

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades de un suelo, efectuadas mediante los ensayos correspondientes, tienen como objetivo último el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y sus propiedades geomecánicas.

#### **Calicata N<sup>a</sup> 1**

Para la calicata N<sup>o</sup> 1, su clasificación es SUCS = CL y según ASSHTO = A-6.

## **Calicata N° 2**

Para la calicata N° 2, su clasificación es SUCS = G-P y según ASSHTO = A-2.

### **3.2.6.1 Interpretación de los resultados**

- El sistema de estudio para la instalación del servicio de saneamiento del centro poblado de Vilavila, sus condiciones de inestabilidad del proceso de geodinámica externa no son caótico.
- Los suelos por donde se desarrolla el sistema de instalación, corresponde a suelos de textura granular y a depósitos coluviales a aluvio-lacustre.
  - La clasificación de suelos que corresponde para la calicata N° 1 es SUCS = CL y según ASSHTO = A-6, para el corte es malo y se recomienda el cambio del suelo.
  - Para la calicata N° 2 su clasificación es SUCS = G-P y según ASSHTO = A-2 para el corte es bueno.
- El material de préstamo para realizar algún relleno, se podrán obtener del área ubicada en el lecho del río de Vilavila.
- Durante la explotación de las áreas de material impermeable para cualquier estructura, se deberá llevar un control de las humedades y de los límites de consistencia, así mismo se deberá compactar como mínimo el 95% de la densidad del Proctor Modificado.

### **3.2.7 Ensayos de laboratorio**

#### **Análisis granulométrico del suelo**

##### **Objetivo**

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. (anexo N°04)

### **3.2.7.1 Parámetros de diseño de las obras proyectadas**

#### **A. Periodo de diseño**

Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura
- Crecimiento poblacional
- Economía de escala

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes

- Pozos o buzones: 20 años
- Tuberías de principales, secundarias: 20 años
- Equipos de bombeo: 10 años
- Caseta de bombeo: 20 años

#### **B. Métodos de población de diseño para determinar la población futura**

El cálculo de la población futura se podrá efectuar mediante uno de los métodos de crecimiento, según el tipo de población dependiendo de las particularidades socio - económicas y ambientales de la población.

Uno de los datos necesarios para elaborar la determinación de la población futura es la cantidad total de los años anteriores del distrito de Vilavila el que se presenta en el cuadro siguiente:



### C. Método aritmético

Este método considera el crecimiento de la población uniforme y lineal en el tiempo, el que da resultados muy bajos y se utiliza en poblaciones antiguas y muy desarrolladas que están cerca del límite de saturación.

$$Pf = Pa ( 1 + r t / 100 )$$

**Dónde:** Pf = Población Futura

Pa = Población actual (1,032 hab.)

r = Coeficiente de crecimiento (6.7)

t = Período de crecimiento en años (20 años)

Pf = 2,415 habitantes (2,036)

Pa	r	t	Pf
1032	6.7	20	2415

### D. Método Geométrico

El presente método considera que la población crece de acuerdo a la ley de interés compuesta, se aplica para poblaciones jóvenes en pleno desarrollo viene dado por la fórmula:

$$Pf = Pa ( 1 + r / 100 ) t$$

**Dónde:** Pf = Población Futura

Pa = Población actual (1,032 hab.)

r = Coeficiente de crecimiento (6.7)

t = Período de crecimiento en años (20 años)

Pf = 3,775 habitantes (2,036)

Pa	r	t	1+r/100	(1+r/100)^t	Pf
1032	6.7	20	1.067	3.658	3775

## E. Método de la OMS

La OMS (Organización Mundial de la Salud) considera una fórmula de tipo geométrico, para el caso de no disponerse de información censal utilizando una razón de crecimiento categorizado en base a la magnitud de la población.

$$Pf = Pa (1+P/100)t$$

**Dónde:** Pf = Población futura

Pa = población actual

P = Incremento anual en %

t = Tiempo en años

Pf = 2,053 habitantes (2,036).

**CUADRO 01**

TIPO DE POBLACION	VALOR DE P%
Ciudades grandes	2.70
Ciudades pequeñas	3.00 – 400
Poblados y aldeas	2.20

Asumiendo un valor de P=3.5%:

Pa	P	t	1+P/100	(1+P/100) <sup>t</sup>	Pf
1032	3.5	20	1.035	1.990	2053

## CUADRO DE RESUMEN DE POBLACION FUTURA

METODO	POBLACION FUTURA (2,036)
Método aritmético	Se adecua y asume
Método geométrico	Se adecua
Método de la OMS	Se adecua

De acuerdo a las características de nuestra población y los cálculos realizados para las ciudades pequeñas optamos por el método aritmético el cual es recomendado para poblaciones en pleno desarrollo.

## CUADRO DE RESUMEN DE POBLACION FUTURA

METODO	POBLACION FUTURA (2,036)
Método aritmético	2,415
Método geométrico	3,775
Método de la OMS	2,053

Por lo tanto, las poblaciones futuras al año 2036 es de 2,415 habitantes.

### 3.2.8 Dotación

#### A. Determinación de dotación de diseño

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en l/hab/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del consumo máximo diario y horario.

a) Según vieredel

POBLACION	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO
De 2,000 hab. A 10,000 hab.	120 Lts./Hab./Dia	150 Lts./Hab./Dia
De 10,000 hab. A 50,000 hab.	150 Lts./Hab./Dia	200 Lts./Hab./Dia
Más de 50,000 hab.	200 Lts./Hab./Dia	250 Lts./Hab./Dia

ESCOGER:

POBLACION A UTILIZAR	Más de 2,000 Hab.
CLIMA	Frio
DOTACIÓN ADOPTADA	120 Lts./Hab./Dia

b) Según el reglamento nacional de edificaciones

a. Si no existirán estudios de consumo

CLIMA		DOTACION
CLIMA FRIO		180 Lts./Hab./Dia
CLIMA CALIDO	TEMPLADO Y	220 Lts./Hab./Dia

**ESCOGER:**

<b>CLIMA</b>	<b>Clima Frio</b>
<b>DOTACIÓN ADOPTADA</b>	180 Lts./Hab./Dia

- b. En programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90m<sup>2</sup>, las condiciones serán:

<b>CLIMA</b>		<b>DOTACION</b>
<b>CLIMA FRIO</b>		120 Lts./Hab./Dia
<b>CLIMA CALIDO</b>	<b>TEMPLADO Y</b>	150 Lts./Hab./Dia

**ESCOGER:**

<b>CLIMA</b>	<b>Clima Frio</b>
<b>DOTACIÓN ADOPTADA</b>	120 Lts./Hab./Dia

- c. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión, o piletas públicas.

<b>CLIMA</b>		<b>DOTACION</b>
<b>CLIMA FRIO</b>		30 Lts./Hab./Dia
<b>CLIMA TEMPLADO Y CALIDO</b>		50 Lts./Hab./Dia

### ESCOGER:

<b>CLIMA</b>	<b>Clima Frio</b>
<b>DOTACIÓN ADOPTADA</b>	30 Lts./Hab./Dia

Asumiremos el cómo dotación de vierendel.

Según vierendel : 120 Lts./Hab./Dia
El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida
Por lo tanto la dotación será 96 Lts./Hab./Dia
<b>DOTACION DE DISEÑO</b>

### 3.2.9 Diseño

Para realizar el cálculo hidráulico para ambos sistemas de alcantarillado convencional y condominial, son para tuberías que trabajan con secciones parcialmente llenas.

El cálculo hidráulico para los sistemas antes mencionados deberá tomar como consideraciones determinadas en el reglamento nacional de edificaciones NORMA OS. 070 redes de aguas residuales, para redes trabajado en lámina libre, considerando en el diseño la relación entre caudales esperados para el inicio y final del diseño, el diseño del sistema de alcantarillado se realizará con el valor del caudal máximo horario.

#### 3.2.9.1 Formularios para el diseño

La manera de cálculo considera el escurrimiento en el régimen permanente y uniforme.

La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, y en este momento utilizada para conductos cerrados, asume el siguiente enunciado:

$$V = (1/n)R^{2/3} S^{1/2}$$

**Donde:**

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

Radio hidráulico  $R = Am/Pm$

**Donde:**

Am = Área de la sección mojada (m<sup>2</sup>)

Pm = Perímetro de la sección mojada (m)

❖ Para tuberías con sección llena:

Radio hidráulico

$$V = (1/n)R^{2/3} S^{1/2}$$

Dónde: D = Diámetro (m)

Velocidad  $V = (0.397/n)D^{2/3} S^{1/2}$

$$Q = VA$$

Donde:

Q=Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A=área de la sección circular (m<sup>2</sup>)

$$Q = (0.312/n)D^{8/3} S^{1/2}$$

❖ Para tuberías con sección parcialmente llena

$$\theta^0 = 2\text{Arcos}(1 - (2h/D))$$

El Angulo central  $\Theta^\circ$  (en grado sexagesimal):

h: altura de lámina de agua (m)

$$R = D/4(1 - 360 \text{Sen} \Theta^\circ / 2\pi \Theta^\circ)$$

Radio hidráulico:

Velocidad:  $V = 0.397 D^{2/3} / n (1 - 360 \text{sen} \Theta^\circ / 2\pi \Theta^\circ)^{2/3} S^{1/2}$

Caudal:

$$Q = D^{8/3} / 7257.15 (2\pi \Theta^\circ)^{2/3} (2\pi \Theta^\circ - 360 \text{sen} \Theta^\circ)^{5/3} S^{1/2}$$

### 3.2.9.2 Criterios de diseño

#### ❖ Tensión tractiva

“Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado” (RNE N OS.070)

La pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva, según el siguiente enunciado:

$$S = T/\gamma R$$

Donde:

S = Pendiente de la tubería (m/m)

T = Tensión tractiva (hg/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)

R = Radio hidráulico (m)

#### ✓ Pendiente tubería con sección parcialmente llena:

#### ❖ Pendiente mínima

$$S = T/(\gamma(D/4)(1 - (360 \text{sen} \Theta^\circ / 2\pi \Theta^\circ)))$$

“Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la auto limpieza de la tubería” (RNE N OS.070).

$$Q_p/Q_{II} = 0.15 \quad (15\%)$$

Donde:

$Q_p$  = Caudal promedio actual

$Q_{II}$  = Caudal de sección llena

❖ Caudal de contribución al alcantarillado

“El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida” (RNE N OS.070).

## DISEÑO

**ESTUDIO:** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL  
**UBICACIÓN:** SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
 C.P. Vilavila - Distrito Vilavial - Privincia Lampa - Depatamento Puno

POBLACION ACTUAL	1032	hab
TASA DE CRECIMIENTO	6.7	%
PERIODO DE DISEÑO	20	años
POBLACION FUTURA		
$P_f = P_o * (1 + r * t / 100)$	2415	hab
DOTACION (C), 80% del agua consumida	96	LT/HAB/DIA
CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES		
$Q_{prom.} = 0.80 * P_{ob.} * Dot. / 1,000$	185.46278	m <sup>3</sup> /d
CAUDAL MAXIMO HORARIO (M3/Sg)		
$Q_{m\acute{a}x. \text{ horario}} = 1.3 \times 2 \times Q_{prom.}$	0.0055811	m <sup>3</sup> /d
CAUDAL DE INFILTRACION (M3/Sg)		
Longitud total de la red	4.59	km
Número de buzones de la red	84	
$Q_{inf.} = 20000 \text{ lt/Km}\cdot\text{día} \times \text{longtuitud de la red} + 380 \text{ lt/buzón}\cdot\text{día} \times \# \text{ buzones}$	0.0014319	m <sup>3</sup> /d
CAUDAL DE DISEÑO	0.00701	m <sup>3</sup> /s
VERIFICACION DE DIAMETROS ( H = 3/4 D )		
Valor de n	0.013	
<b>Utilizando Manning</b>		
$Q = (3.1416 \times d^{8/3}) \times S^{0.5} \times A) / n$		
$V = (R^{2/3}) \times S^{0.5} / n$		

### **3.2.10 Diseño integral de los sistemas de alcantarillado convencional**

#### **3.2.10.1 Conexiones domiciliarias**

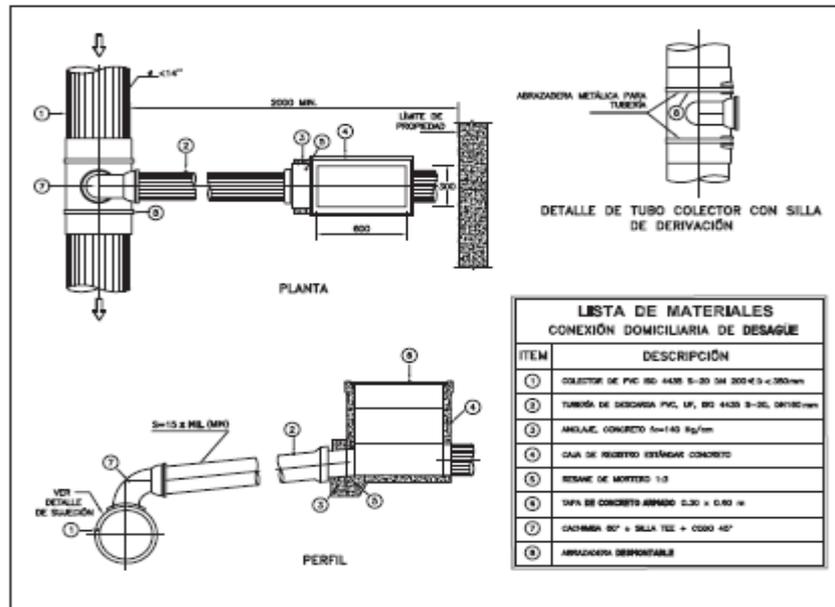
Para realizar las conexiones domiciliarias se consideran las siguientes partidas:

- **OBRAS PRELIMINARES**
  - Conex. Domic.: Trazo y replanteo Durante la ejecución de la obra
  
- **MOVIMIENTO DE TIERRAS**
  - Excavación Manual en terreno normal
  - Refine y nivelación zanja terr. normal para Tub. 4"
  - Cama de apoyo p/Tub. H=0.10, A=0.40m.
  - Relleno compactado con material propio
  - Eliminación de Material Excedente
  
- **INSTALACION A DOMICILIO**
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 100mm.
  - Instalación a Domicilio

La instalación domiciliaria deberá poseer los siguientes elementos:

- El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en el análisis de costos unitarios.
- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente que se adecuara al terreno (acometida), siempre en cuando garantice la auto limpieza de la tubería.

- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme (cachimba) que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.
- El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.



*Esquema de conexión domiciliaria con tubería PVC*

En el presente estudio se consideró 258 conexiones domiciliarias, que se encuentran ubicadas en las diferentes manzanas de las que cuenta el centro poblado de Vilavila.

Del esquema que se aprecia de conexión domiciliaria, los insumos utilizados para realizar dichas conexiones se detallan a continuación:

<b>LISTA DE MATERIALES</b>		
<b>Conexión domiciliaria de desagüe convencional</b>		
<b>ITEM</b>	<b>INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>01</b>	Alambre galvanizado N° 12	Kg
<b>02</b>	Rejilla de acero de acero de ¼"	Unid
<b>03</b>	Cachimba PVC de 150 mm	Unid
<b>04</b>	Cemento portland tipo IP	Bol
<b>05</b>	Arena	m3
<b>06</b>	Marco y tapa F <sup>0</sup> F <sup>0</sup> para desagüe	Unid
<b>07</b>	Anillo unión flexible de 150 mm	Unid
<b>08</b>	Caja de concreto prefabricada C/F	Unid
<b>09</b>	Caja de concreto prefabricada S/F	Unid

### **3.2.10.2 Redes colectoras**

Para desarrollar el diseño del trazo decisivo de las tuberías, anticipadamente se fijaron las secciones transversales de todas las calles del estudio, con la ubicación acotada y a escala de todos los servicios públicos agua, desagüe, canales de drenaje, etc., tanto existente como proyectado. A continuación, se describen los criterios

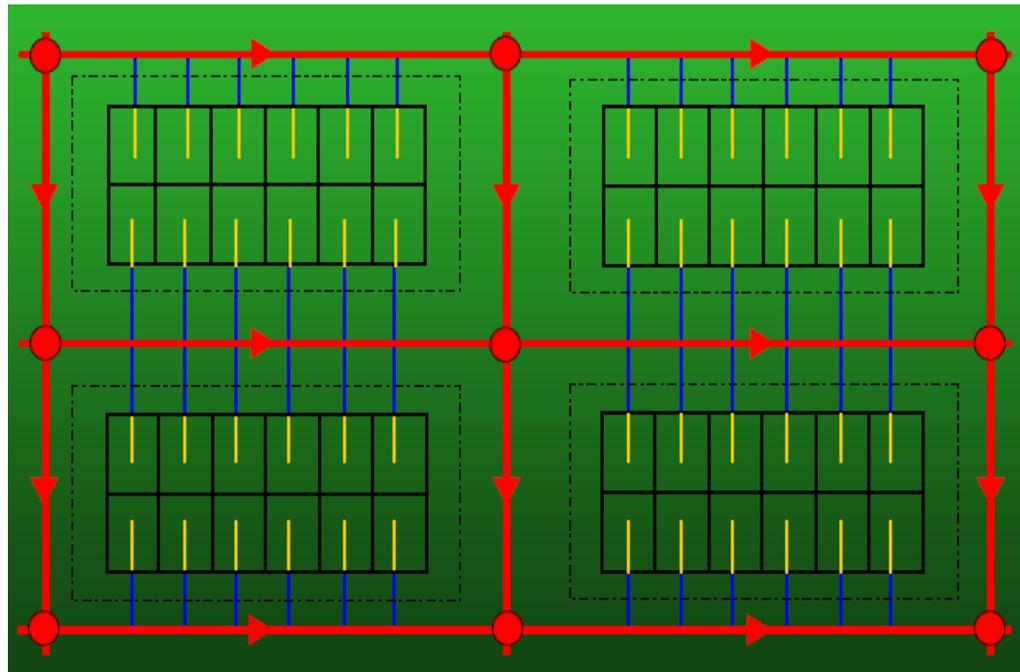
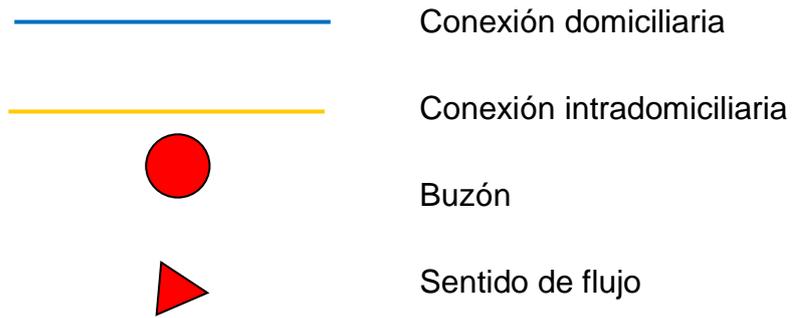
más importantes del RNE que se tuvieron en consideración para la ubicación de las tuberías:

- En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola tubería principal de preferencia en el eje de la vía vehicular.
- En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una tubería principal a cada lado de la calzada.
- La distancia entre línea de propiedad y el plano vertical tangente más cercano de la tubería principal debe ser como mínimo 5.1 m.
- El ramal colector de aguas residuales debe ubicarse en las veredas y paralelas frente al lote. El eje de dichos ramales se ubicará de preferencia sobre el eje de la vereda, o en su defecto, a una distancia de 0.50 m a partir del límite de propiedad.
- El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1.0 m en las vías vehiculares y de 0.30 m en las vías peatonales y/o en zonas rocosas, debiéndose verificar para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas

El diseño de las redes colectoras se realizó teniendo en cuenta los puntos arriba citados del RNE, es necesario mencionar que en el presente estudio las calles que se presentan varían de 6 a 12.5 m de ancho, por lo tanto, se realizó el diseño con una tubería ubicada en el eje de la vía.

En el grafico se muestra un modelo del diseño.





Para ejecutar la recolección de las 258 viviendas aportantes de aguas residuales, se diseñó por varias calles y pasajes con tubería de PVC de 150 mm, en otras con tubería PVC de 200 mm y en la última etapa con tubería PVC de 250 m m.

Las partidas consideradas para realizar la red de alcantarillado son las siguientes:

- **RED DE ALCANTARILLADO**
  - TRABAJOS PROVISIONALES
    - Construcción de campamento y almacén
  - TRABAJOS PRELIMINARES

- Trazo y replanteo Durante la ejecución de la obra
- MOVIMIENTO DE TIERRAS
  - Excavación Manual en terreno normal
  - Excavación en roca suelta
  - Refine y nivelación zanja terr. normal para Tub. 6"-8"
  - Refine y nivelación zanja terr. semirocoso para Tub. 8"-10"
  - Cama de apoyo p/Tub. H=0.10, A=0.7m.
  - Cama de apoyo p/Tub. H=0.10, A=0.6m.
  - Relleno compactado con material propio
  - Eliminación de Material Excedente
- SUMINISTRO E INSTALACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 150mm.
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 200mm.
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 250mm.
- ENTIVADO
  - Entibado de zanja en terreno de roca suelta
- PRUEBA HIDRAULICA
  - Prueba Hidráulica a zanja tapada para Tub. de 150mm.
  - Prueba Hidráulica a zanja tapada para Tub. de 200mm.

- Prueba Hidráulica a zanja tapada para Tub. de 250mm.

### **3.2.10.3 Dimensionamiento hidráulico**

De las disposiciones específicas para diseño, levantamiento topográfico, estudio de suelos, población, caudal de contribución, caudal de diseño y formulas consideradas en el reglamento nacional de edificaciones RNE, para dimensionamiento hidráulico, se efectuó el cálculo respectivo que se presenta en los cuadros a continuación:

### **3.2.11 Diseño de sistema de alcantarillado condominial**

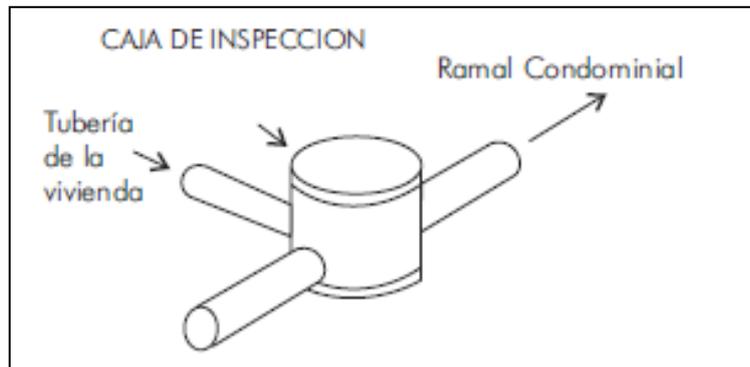
#### **3.2.11.1 Conexión domiciliaria**

En el sistema condominial para realizar las conexiones domiciliarias se conocen dos métodos principales: la primera, cuando el ramal condominial se sitúa dentro del lote y la segunda, cuando el ramal pasa por la vereda, fuera del lote.

Para este estudio se realizará el diseño con el segundo, cuando el ramal pasa por la vereda, fuera del lote.

Esta conexión de la misma manera se ejecuta a través de una caja de inspección, con la diferencia que la caja se conecta al ramal por ambos costados por la extensión de tubería. La caja de inspección se instala durante la obra, conjuntamente con la conectado al ramal condominial. La conexión se puede elaborar cuando el sistema ingresa en actividad.

Durante la obra ya se coloca la tubería donde el beneficiario debe acoplar la tubería de su conexión domiciliaria. De esta forma el usuario no requerirá trabajar directamente en la cámara, evitando su rotura.



En el presente estudio se consideró 258 conexiones domiciliarias, que se encuentran ubicadas en las diferentes manzanas de las que cuenta el centro poblado de Vilavila.

Del esquema que se aprecia de conexión domiciliaria, los insumos utilizados para realizar dichas conexiones se detallan a continuación:

<b>LISTA DE MATERIALES</b>		
<b>Conexión domiciliaria de desagüe condominial</b>		
<b>ITEM</b>	<b>INSUMO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>01</b>	Cemento portland IP	bol
<b>02</b>	Tapa de concreto reforzado p/c inp. CI-40	Unid
<b>03</b>	Base de caja de inspección CI-40	Unid
<b>04</b>	Cuerpo medio de caja de inspección CI-40	Unid
<b>05</b>	Cuerpo superior de caja de inspección CI-40	Unid
<b>06</b>	Rejilla de acero de acero de ¼"	Unid

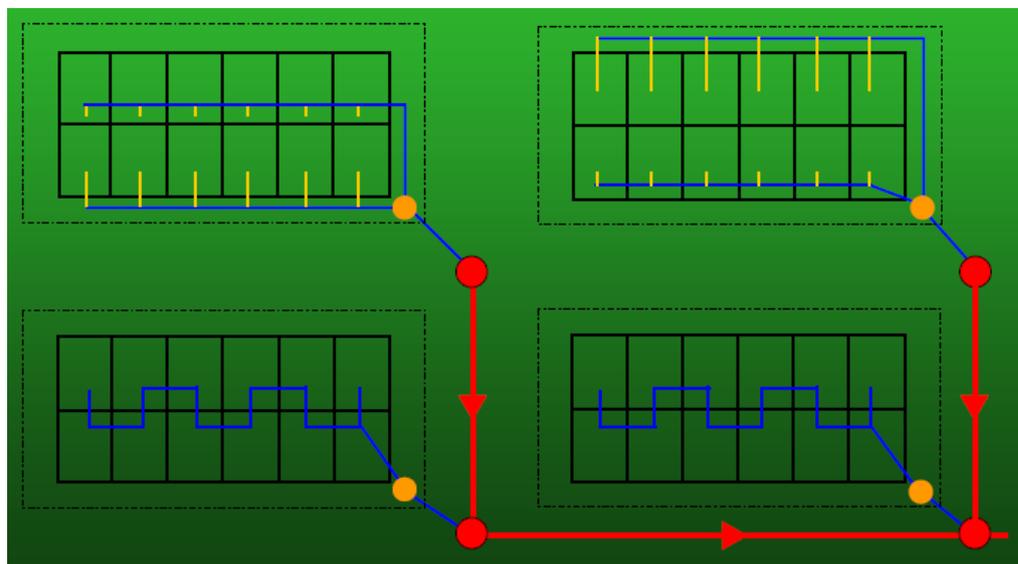
Como en el sistema de alcantarillado condominial las cajas de inspección domiciliaria son parte del ramal de recolección de aguas residuales, se considera en el presupuesto de ramal condominial.

### 3.2.11.2 Redes colectoras

“En el sistema condominial las redes principales son tangentes a las manzanas y un conjunto de viviendas se conecta a la red mediante un único punto de conexión. La red pública es el conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias y sólo se aproxima a la manzana para recibir el ramal condominial, en vez de rodearla, como en el sistema convencional. Esta red puede ser diseñada bajo los criterios del sistema convencional y/o simplificado” (UNATSABAR)

“El trazado de las redes públicas se realizará a partir de los puntos de cota más elevada (arranque) hacia el punto de cota más baja (descarga) y siguiendo el drenaje natural del terreno. El proyectista deberá analizar las alternativas de trazado para obtener la menor extensión de red y conectar todos los manzanos. En la figura 18, a manera de ejemplo, se presentan dos opciones” (UNATSABAR)

Del esquema podemos observar cómo es que realiza el diseño condominial.



	Límite de manzana
	Vereda
	Red colector
	Ramal condominial
	Conexión intradomiciliaria
	Buzón
	Sentido de flujo

La red pública se colocó en el eje de calle o pasaje, de preferencia fue situada en las áreas más prevenidas del tránsito vehicular, prefiriendo siempre que sea en lo posible, las veredas, la elección de trazado optada se indica en la figura anterior.

El diseño de los componentes de sistema de alcantarillado, se ciñó completamente en el reglamento nacional de edificaciones.

Las partidas consideradas para realizar la red de alcantarillado son las siguientes:

- **RED DE ALCANTARILLADO**

- TRABAJOS PROVISIONALES

- Construcción de campamento y almacén

- TRABAJOS PRELIMINARES

- Trazo y replanteo Durante la ejecución de la obra

- MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Excavación Manual en terreno normal
- Excavación en roca suelta

- Refine y nivelación zanja terr. normal para Tub. 6"-8"
- Refine y nivelación zanja terr. semirocoso para Tub. 8"-10"
- Cama de apoyo p/Tub. H=0.10, A=0.40m.
- Relleno compactado con material propio
- Eliminación de Material Excedente
- SUMINISTRO E INSTALACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 150mm.
  - Sum. e Inst. Tub. PVC UF ISO 4435 DN 200mm.
- ENTIVADO
  - Entibado de zanja en terreno de roca suelta
- PRUEBA HIDRAULICA
  - Prueba Hidráulica a zanja tapada para Tub. de 150mm.
  - Prueba Hidráulica a zanja tapada para Tub. de 200mm.

### **3.2.11.3 Ramal condominial**

“El ramal condominial recoge las aguas residuales de un conjunto de viviendas conectadas en un punto de la red principal. El grupo de viviendas o lotes que se conectan a la red de alcantarillado en un único punto de la red principal conforma un condominio.

Según el drenaje natural del terreno, el proyectista definirá la ubicación más probable del ramal condominial que atenderá cada manzana, conectando todas las edificaciones hasta un punto de la

red pública. Según la topografía y el trazado urbano, una manzana podrá tener más de un ramal condominial” (UNATSABAR)

- ❖ En primer lugar, se realizó la agrupación de los beneficiarios que fueron formando las manzanas como condominios.
- ❖ Se identificaron mediante las cotas y las curvas de nivel, las pendientes naturales de las calles por que las tuberías del ramal condominial seguirán estas pendientes.
- ❖ Una vez ubicada los lotes o beneficiarios en cada manzana y calle, se procedió a acotar donde sería la probable conexión domiciliaria, de esta manera facilitar la ubicación del sentido del flujo.
- ❖ Con los pasos anteriormente citados, se procedió al diseño del ramal condominial, por el eje de las veredas de cada manzana. Definiendo el sentido del flujo de cada ramal.

Las partidas consideradas para realizar la red de alcantarillado son las siguientes:

- **RAMAL CONDOMINIAL**

- OBRAS PROVISIONALES

- Trazo y replanteo durante la ejecución de la obra

- MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Excavación manual en terreno normal
- Refine y nivelación zanja terreno normal para tub. 4”
- Cama de apoyo p/tub.  $H=0.10$ ,  $A=0.40m$
- Relleno compactado con material propio
- Eliminación de material excedente

- CAJAS DE INSPECCION
  - Excavación manual en terreno normal
  - Cajas de inspección d=0.40m CI-40
  - Cajas de inspección d=0.60m CI-60
  - Eliminación de material excedente
- SUMINISTRO E INSTALACION DE RAMAL CONDOMINIAL
  - Sum. E inst. Tub. PVC UF ISO 4435 100mm.

#### **3.2.11.4 Dimensionamiento hidráulico**

De las disposiciones específicas para diseño, levantamiento topográfico, estudio de suelos, población, caudal de contribución, caudal de diseño y formulas consideradas en el reglamento nacional de edificaciones RNE, para dimensionamiento hidráulico, se efectuó el cálculo respectivo que se presenta en los cuadros a continuación:

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES**

En esta parte del trabajo de investigación se presenta los análisis y resultados de la investigación y posteriormente se analizan con las herramientas estadísticas correspondiente de aplicando la tecnología de las redes de alcantarillados convencional y condominial en el centro poblado de vilavila.

# CARACTERIZACION DEL SUELO

## ESTUDIO

APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA

**SOLICITADO** : BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA

**TEC** : M.L.J.

**UBICACIÓN** : CP. VILAVILA

**FECHA** : 05/11/2015

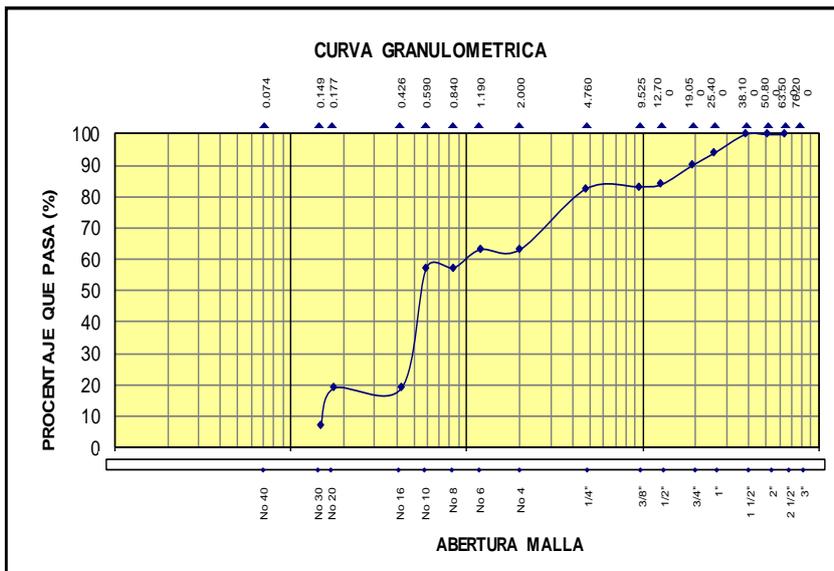
**CALICATA** : C- 01

**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 0.60 m.

**DIRECCION** : Esq. Jr 02 y Cusco

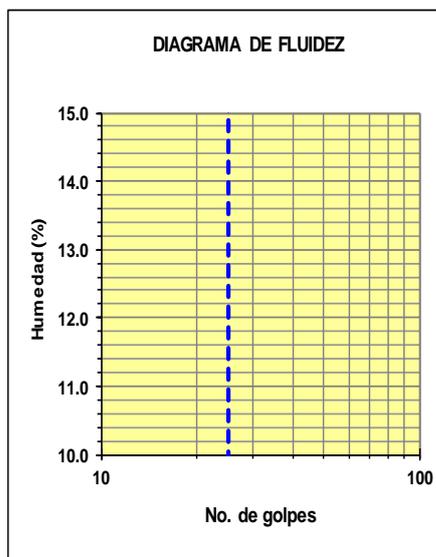
MALLA SERIE AMERICAN A	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)		
	APERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		100.00
2"	50.800		100.00
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400	5.94	94.06
3/4"	19.050	3.95	90.11
1/2"	12.700	6.10	84.01
3/8"	9.525	0.70	83.31
N°4	4.760	0.62	82.69
N°10	2.000	19.43	63.26
N°16	1.190		63.26
N°20	0.840	5.86	57.40
N°30	0.590		57.40
N°40	0.426	38.35	19.05
N°80	0.177		19.05
N°100	0.149	11.66	7.39
N°200	0.074	24.81	



FINOS = 0%

ARENA = 100.11%

GRAVA = 17.31%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	1	2	3		
CAPSULA No	100	112		140	141
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	33.28	27.69		9.12	9.50
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	26.87	22.78		8.80	9.06
PESO AGUA gr.	6.43	4.91		0.32	0.42
PESO DE LA CAPSULA gr.	4.58	4.2		0.83	0.80
PESO SUELO SECO gr.	22.27	18.50		1.87	2.28
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	28.80	26.40		17.11	16.42
NUMERO DE GOLPES	15	20			

RESULTADOS DE ENSAYOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (98)				8
LIMITE LIQUIDO (%)	33.20	CLASIFICACION		
LIMITE PLASTICO (%)	21.20	SUCS	NTP 339.135 (99)	SW
INDICE PLASTICIDAD (%)	12.00	AASHTO	NTP 339.134 (99)	A - 6

# CARACTERIZACION DEL SUELO

**PROYECTO :** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA

**SOLICITADO :** BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA

**TEC :** M.L.J.

**UBICACIÓN :** CP. VILAVILA

**FECHA :** 05/11/2015

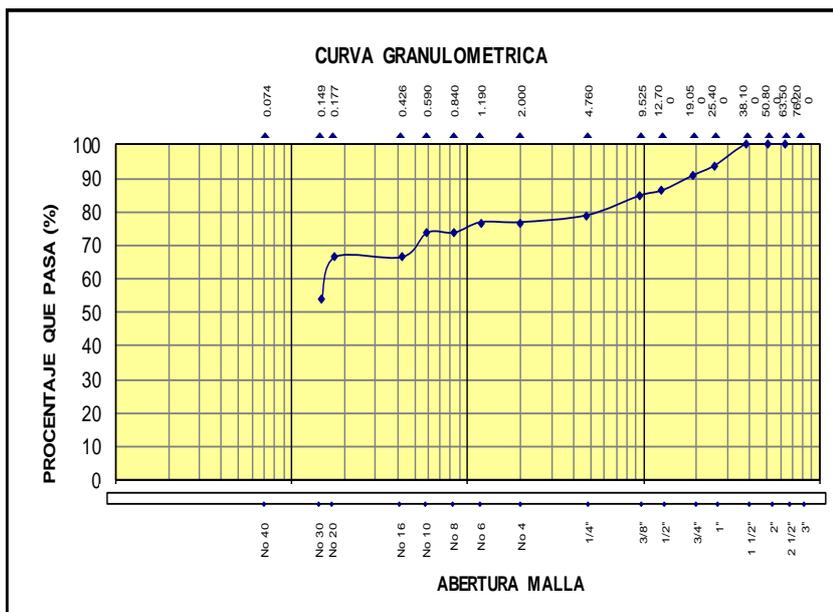
**CALICATA :** C- 02

**MUESTRA :** M-2

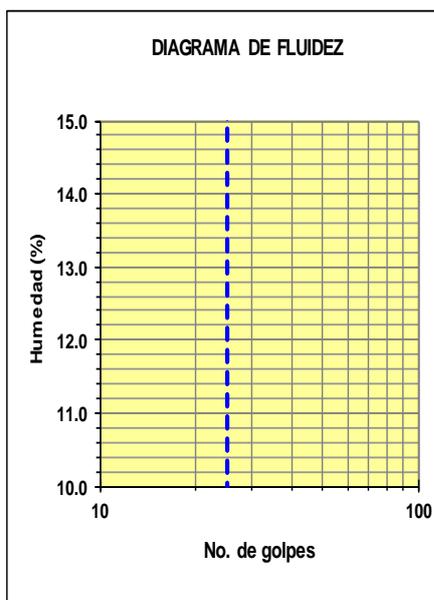
**PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.00 m.

**DIRECCION :** Salida a Lampa

MALLA SERIE AMERICAN A	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)		
	APERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		100.00
2"	50.800		100.00
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400	6.31	93.69
3/4"	19.050	2.99	90.70
1/2"	12.700	4.49	86.21
3/8"	9.525	1.50	84.71
N°4	4.760	5.88	78.83
N°10	2.000	2.06	76.77
N°16	1.190		76.77
N°20	0.840	3.12	73.65
N°30	0.590		73.65
N°40	0.426	7.27	66.38
N°80	0.177		66.38
N°100	0.149	12.48	53.90
N°200	0.074	1.56	



FINOS = █      ARENA = █ 26.49%      GRAVA = █ 21.17%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	1	2	3	1	2
CAPSULA No	107	111		161	164
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	33.26	27.69		9.12	9.50
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	26.65	22.76		8.80	9.06
PESO AGUA gr.	6.41	4.91		0.32	0.42
PESO DE LA CAPSULA gr.	4.58	4.2		6.93	9.89
PESO SUELO SECO gr.	22.27	18.58		1.87	2.28
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	28.80	26.40		17.11	18.42
NUMERO DE GOLPES	15	29			

RESULTADOS DE ENSAYOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (98)				7
LIMITE LIQUIDO (%)	25.00	CLASIFICACION		
LIMITE PLASTICO (%)	15.00	SUCS	NTP 339.135 (99)	GP
INDICE PLASTICIDAD (%)	10.00	AASHTO	NTP 339.134 (99)	A-2

## Diseño de mezclas

### Análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados

ESTUDIO APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA  
CANTERA : CHOCOROSI  
UBICACIÓN : Km 8 de Vilavila - Lampa - Puno  
FECHA : 10/11/2015

### ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>480.98</u>
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	102.89	20.58	20.58	79.42	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.24</u>
N° 16	123.16	24.63	45.21	54.79	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1616.51</u>
N° 30	123.91	24.78	69.99	30.01	<b>PESO ESPECIFICO</b>	
N° 50	83.48	16.70	86.69	13.31	Wc+B =	<u>1813</u> Wc+B-W = <u>197</u>
N° 100	32.22	6.44	93.13	6.87	Pe =	$\frac{B}{Wc + B - W} = \frac{500.00}{1313.24 + 500.00 - 1616.51} = \frac{500.00}{196.74} = 2.54$
N° 200	10.28	2.06	95.19	4.81	<b>ABSORCION</b>	
FONDO	24.06	4.81	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>19.02</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{19.02 \times 100}{480.98} = 3.95$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
<b>Mf = MODULO DE FINEZA</b>					<b>3.16</b>	

#### PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100	A	-Peso de muestra secada al horno <u>776.83</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	396	11.31	11.31	88.69	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.24</u>
3/4"	695	19.86	31.17	68.83	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1795.03</u>
1/2"	762	21.77	52.94	47.06	<b>PESO ESPECIFICO</b>	
3/8"	618	17.66	70.60	29.40	Wc+B =	<u>2113</u> Wc+B-W = <u>318</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc + B - W} = \frac{800.00}{1313.24 + 800.00 - 1795.03} = \frac{800.00}{318.21} = 2.51$
N° 4	1029	29.40	100.00	0.00	<b>ABSORCION</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>23.17</u>
SUMA	3500	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.17 \times 100}{776.83} = 2.98$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

## Diseño de mezcla $F'c=140\text{Kg./cm.}^2$

### DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 140 \text{ Kg./cm.}^2$

<b>OBRA</b>	APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA
<b>CANTERA</b>	: CHOCOROSI
<b>UBICACIÓN</b>	: Km 8 de Vilavila - Lampa - Puno
<b>FECHA</b>	#

#### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 140 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días entonces la resistencia promedio  $F'cr = 224 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.51	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1562	1674
P.U. Suelto	1481	1610
% de Absorción	2.98	3.95
% de Humedad Natural	2.56	4.02
Modulo de Fineza	-	3.16

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm)
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 3/4" (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **200** Lt/m<sup>3</sup>
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0** %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.65**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(200 \text{ Lt/m}^3) / (0.65) = 308 \text{ Kg/m}^3$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.16 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1562 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 0 " (19.05mm) se recomienda el uso de **0.584** m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.584) * (1562) = 912 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= ( 200 ) / ( 1000 )	= 0.200
Volúmen absoluto de cemento	= ( 308 ) / ( 2.88 * 1000 )	= 0.107
Volúmen absoluto de agregado grueso	= ( 912 ) / ( 2.51 * 1000 )	= 0.363
Volúmen de aire atrapado	= ( 2.0 ) / ( 100 )	= <u>0.020</u>
Volúmen sub total	=	<u>0.690</u>

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.690 ) = 0.310 m<sup>3</sup>

$$(0.310) * (2.54) * 1000 = 789 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo ( 912 ) \* ( 1.0256 ) = 936 Kg.

Agregado Fino húmedo ( 789 ) \* ( 1.0402 ) = 820 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 912 * \left( \frac{2.56 - 2.98}{100} \right) - 789 \left( \frac{4.02 - 3.95}{100} \right) = 203$$

## DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m <sup>3</sup> )		(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO HUMEDO
Cemento	308	1.00	308	1.00
Agua	200	0.65	203	0.66
Agreg. Grueso	912	2.96	936	3.04
Agreg. Fino	<b>789</b>	2.56	820	2.67
Aire	2.0 %		2.0 %	

### 7.25 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	113.16 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	129.04 Kg.
Agua efectiva	:	28.05 Kg.

**DOSIFICACION POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	Redondeo
- <b>2.80</b> p3 de Arena	<b>3.0</b> p3 de Arena
- <b>3.48</b> p3 de Grava	<b>3.5</b> p3 de Grava
- <b>27</b> Lt de Agua	<b>27</b> Lt de Agua

**RECOMENDACIONES:**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADAS POR EL SOLICITANTE

## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 175 Kg./cm.²

<b>OBRA</b>	APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA
<b>CANTERA</b>	: CHOCOROSI
<b>UBICACIÓN</b>	: Km 8 de Vilavila - Lampa - Puno
<b>FECHA</b>	10/11/2015

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **175 Kg./cm.²** a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 259 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>	<b>AGREGADO FINO (ARENA)</b>
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.51	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1562	1674
P.U. Suelto	1481	1610
% de Absorción	2.98	3.95
% de Humedad Natural	2.56	4.02
Modulo de Fineza	-	3.16

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm)
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4"** (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **200 Lt/m3**
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.60**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 200 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.60 ) = 333 \text{ Kg/m}^3$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.16 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1562 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 0 " (19.05mm) se recomienda el uso de **0.584** m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$( 0.584 ) * ( 1562 ) = 912 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= ( 200 ) / ( 1000 ) = 0.200 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= ( 333 ) / ( 2.88 * 1000 ) = 0.116 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= ( 912 ) / ( 2.51 * 1000 ) = 0.363 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= ( 2.0 ) / ( 100 ) = \underline{0.020} \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.699 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = ( 1.000 - 0.699 ) = 0.301$$

$$( 0.301 ) * ( 2.54 ) * 1000 = 766 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } ( 912 ) * ( 1.0256 ) = 936 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } ( 766 ) * ( 1.0402 ) = 797 \text{ Kg.}$$

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 912 * \left( \frac{2.56 - 2.98}{100} \right) - 766 \left( \frac{4.02 - 3.95}{100} \right) = 203$$

## DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	333	1.00	333	1.00
Agua	200	0.6	203	0.61
Agreg. Grueso	912	2.74	936	2.81
Agreg. Fino	<b>766</b>	2.30	797	2.39
Aire	2.0 %		2.0 %	

### 7.84 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	101.64 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	119.33 Kg.
Agua efectiva	:	25.94 Kg.

**DOSIFICACION POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	Redondeo
- <b>2.48</b> p <sup>3</sup> de Arena	<b>2.5</b> p <sup>3</sup> de Arena
- <b>3.16</b> p <sup>3</sup> de Grava	<b>3.2</b> p <sup>3</sup> de Grava
- <b>25</b> Lt de Agua	<b>25</b> Lt de Agua

**RECOMENDACIONES:**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADAS POR EL SOLICITANTE

## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

**OBRA** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA  
**CANTERA** : CHOCOROSI  
**UBICACIÓN** : Km 8 de Vilavila - Lampa - Puno  
**FECHA** 10/11/2015

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **210 Kg./cm.²** a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 280 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>	<b>AGREGADO FINO (ARENA)</b>
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.51	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1562	1674
P.U. Suelto	1481	1610
% de Absorción	2.98	3.95
% de Humedad Natural	2.56	4.02
Modulo de Fineza	-	3.16

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm)
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4"** (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **200 Lt/m³**
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 200 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 364 \text{ Kg/m}^3$$

## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

**OBRA** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA  
**SOLICITANTE** : BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA  
**CANTERA** : CHOCOROSI  
**UBICACIÓN** : Km 8 de Vilavila - Lampa - Puno  
**FECHA** 10/11/2015

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **210 Kg./cm.²** a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 280 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>	<b>AGREGADO FINO (ARENA)</b>
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.51	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1562	1674
P.U. Suelto	1481	1610
% de Absorción	2.98	3.95
% de Humedad Natural	2.56	4.02
Modulo de Fineza	-	3.16

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 4" a 6" (106.16 mm. A 152.40 mm).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4"** (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **200 Lt/m3**
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 200 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 364 \text{ Kg/m}^3$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.16 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1562 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de **0.584** m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$( 0.584 ) * ( 1562 ) = 912 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= ( 200 ) / ( 1000 ) = 0.200 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= ( 364 ) / ( 2.88 * 1000 ) = 0.126 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= ( 912 ) / ( 2.51 * 1000 ) = 0.363 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= ( 2.0 ) / ( 100 ) = \frac{0.020}{0.709} \\ \text{Volúmen sub total} &= \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = ( 1.000 - 0.709 ) = 0.291 \text{ m}^3$$

$$( 0.291 ) * ( 2.54 ) * 1000 = 739 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } ( 912 ) * ( 1.0256 ) = 936 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } ( 739 ) * ( 1.0402 ) = 769 \text{ Kg.}$$

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 912 * \left( \frac{2.56 - 2.98}{100} \right) - 739 \left( \frac{4.02 - 3.95}{100} \right) = 203$$

## DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m <sup>3</sup> )		(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO HUMEDO
Cemento	364	1.00	364	1.00
Agua	200	0.55	203	0.56
Agreg. Grueso	912	2.51	936	2.57
Agreg. Fino	<b>739</b>	2.03	769	2.11
Aire	2.0 %		2.0 %	

### 8.56 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	89.84 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	109.29 Kg.
Agua efectiva	:	23.76 Kg.

**DOSIFICACION POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies3

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	Redondeo
- <b>2.02</b> p3 de Arena	<b>2.0</b> p3 de Arena
- <b>2.70</b> p3 de Grava	<b>2.7</b> p3 de Grava
- <b>23</b> Lt de Agua	<b>23</b> Lt de Agua

**RECOMENDACIONES:**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADAS POR EL SOLICITANTE

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### Prueba de Hipótesis General

1. **Hipótesis nula (Ho):** Los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento no varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

**Hipótesis alterna (Ha):** Los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

2. **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

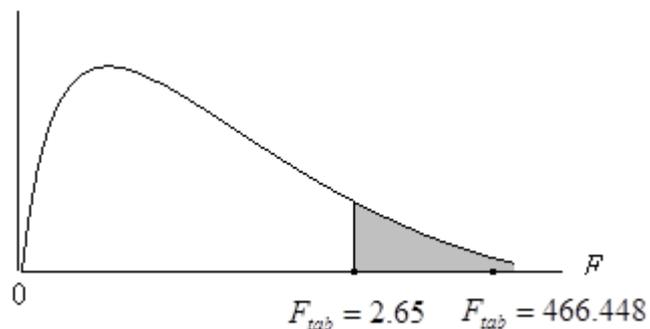
3. **Estadístico de Prueba**

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

4. **Región Crítica**

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,4,135} = 2.65$$



## 5. Cálculos

Tabla N° 12

**Análisis de Varianza para los datos aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	324,046	4	81,012	466,448	,000 <sup>b</sup>
Residuo	23,446	135	,174		
Total	347,493	139			

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

b. Predictores: (Constante), Caudal (3/4) Tubo Lleno , Buzon Aguas Arriba, D Teorico (mm), Pendientes (%)

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal múltiple elegido para los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila, es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	46,244	20,755		2,228	,028
Buzon Aguas Arriba	-,010	,005	-,058	-2,074	,040
Pendientes (%)	,010	,001	,525	11,978	,000
D Teorico (mm)	-,028	,003	-,334	-8,202	,000
Caudal (3/4) Tubo Lleno	9,245	1,493	,219	6,192	,000

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

**Donde:**

La variable dependiente es: Velocidad Real (m/s)

La variable independiente es: Buzón Aguas Arriba, Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/4) Tubo Lleno.

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Contante} = 46.244$$

$$\beta_1 = \text{Buzon Aguas Arriba} = -0.010$$

$$\beta_2 = \text{Pendientes (\%)} = 0.010$$

$$\beta_3 = \text{D Teorico (mm)} = -0.028$$

$$\beta_4 = \text{Caudal (3/4) Tubo Lleno} = 9.245$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal múltiple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 46.244 - 0.010X_1 + 0.010X_2 - 0.028X_3 + 9.245X_4 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

Constante	= 2.228
Buzón Aguas Arriba	= -2.074
Pendientes (%)	= 11.978
D Teórico (mm)	= -8.202
Caudal (3/4) Tubo Lleno	= 6.192

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante, Buzón Aguas Arriba, Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/4) Tubo Lleno son estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable para los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

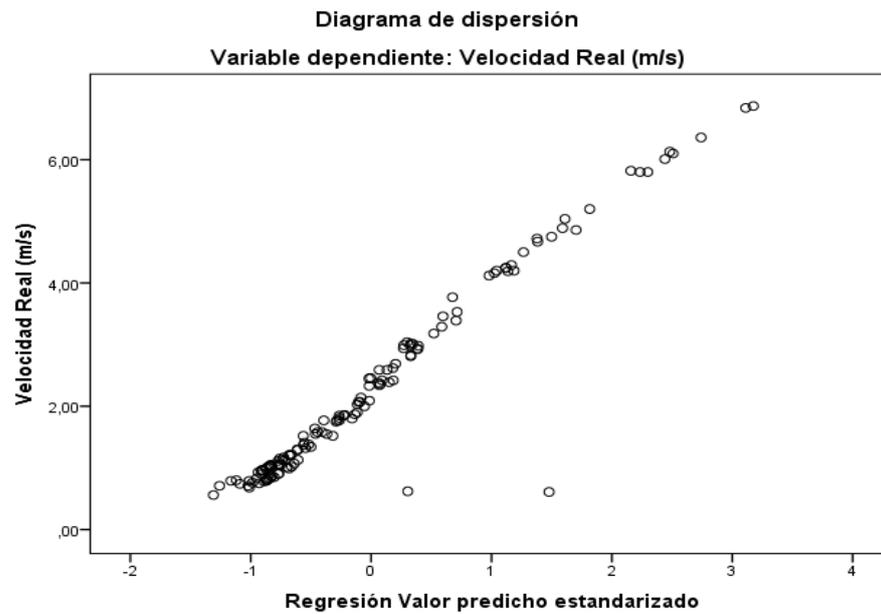
En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal múltiple nos permite señalar que existe influencia significativa del Buzón Aguas Arriba (X1), Pendientes (%) (X2), D Teórico (mm) (X3) y Caudal (3/4) Tubo Lleno (X4) en la velocidad Real (Y) para los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento en el sistema de alcantarillado, de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión múltiple es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,966 <sup>a</sup>	,933	,931	,41675

a. Predictores: (Constante), Caudal (3/4) Tubo Lleno , Buzon Aguas Arriba, D Teorico (mm), Pendientes (%)

b. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.933. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en la investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica que la variable independiente (Buzón Aguas Arriba ( $X_1$ ), Pendientes (%) ( $X_2$ ), D Teórico (mm) ( $X_3$ ) y Caudal (3/4) Tubo Lleno ( $X_4$ )) explica el comportamiento de la variable dependiente (La velocidad Real) en un 93.3%, para los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento en el sistema de alcantarillado en el centro poblado Vilavila.

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_c = 466.448$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que de acuerdo a los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

## Prueba de Hipótesis específica uno

1. **Hipótesis nula (Ho):** La tecnología de saneamiento convencional no varían significativamente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

**Hipótesis alterna (Ha):** La tecnología de saneamiento convencional varían significativamente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

2. **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

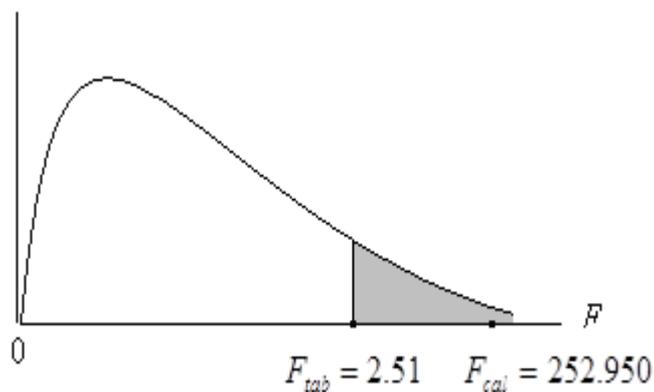
3. **Estadístico de Prueba**

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

4. **Región Crítica**

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,4,96} = 2.51$$



## 5. Cálculos

Tabla N° 12

**Análisis de Varianza para los datos de la tecnología de saneamiento convencional en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila**

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	232,659	4	58,165	252,950	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	22,075	96	,230		
	Total	254,734	100			

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

b. Predictores: (Constante), Caudal (3/4) Tubo Lleno , Buzon Aguas Abajo, D Teorico (mm), Pendientes (%)

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal múltiple elegido para **la tecnología de saneamiento convencional en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila**, es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	70,232	27,201		2,582	,011
	Buzon Aguas Abajo	-,015	,006	-,093	-2,463	,016
	Pendientes (%)	,010	,001	,530	9,280	,000
	D Teorico (mm)	-,030	,005	-,353	-6,404	,000
	Caudal (3/4) Tubo Lleno	8,201	1,804	,206	4,546	,000

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

**Donde:**

La variable dependiente es: Velocidad Real (m/s)

La variable independiente es: Buzón Aguas Abajo, Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/4) Tubo Lleno.

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 70.232$$

$$\beta_1 = \text{Buzon Aguas Abajo} = -0.015$$

$$\beta_2 = \text{Pendientes (\%)} = 0.010$$

$$\beta_3 = \text{D Teorico (mm)} = -0.030$$

$$\beta_4 = \text{Caudal (3/4) Tubo Lleno} = 8.201$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal múltiple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 70.232 - 0.015X_1 + 0.010X_2 - 0.030X_3 + 8.201X_4 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

$$\text{Constante} = 2.582$$

$$\text{Buzón Aguas Abajo} = -2.463$$

$$\text{Pendientes (\%)} = 9.280$$

$$\text{D Teórico (mm)} = -6.404$$

$$\text{Caudal (3/4) Tubo Lleno} = 4.546$$

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante, Buzón Aguas Abajo, Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/4) Tubo Lleno son estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable para la tecnología de saneamiento convencional en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal múltiple nos permite señalar que existe influencia significativa del Buzón Aguas Arriba (X1), Pendientes (%) (X2), D Teórico (mm) (X3) y Caudal (3/4) Tubo Lleno (X4) en la velocidad Real (Y) para la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de alcantarillado, de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión múltiple es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

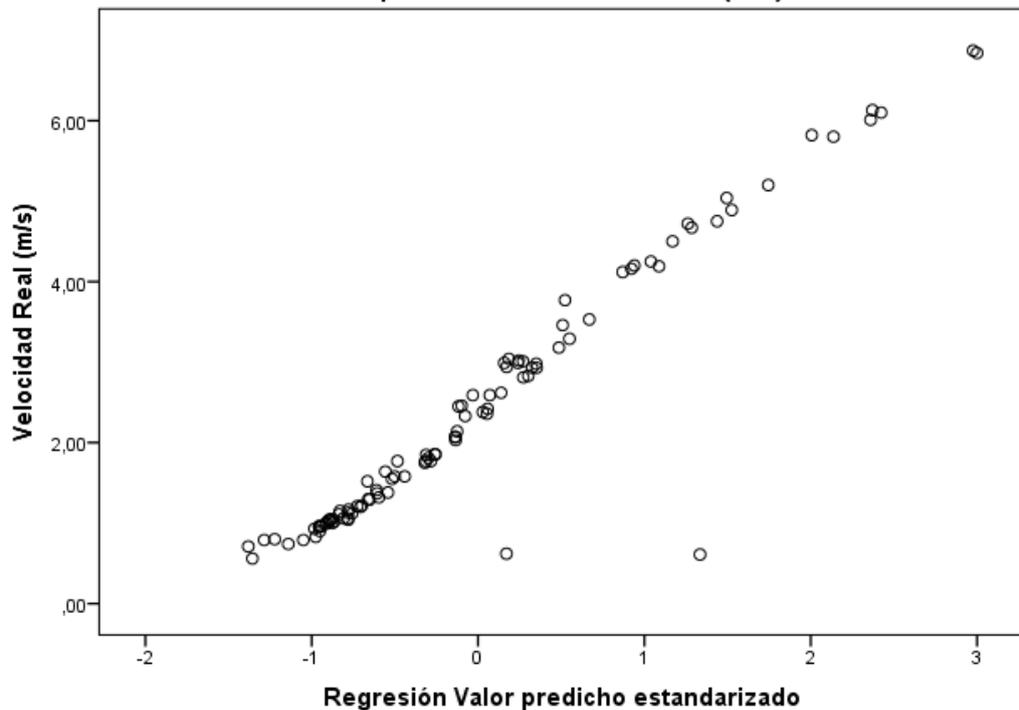
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,956 <sup>a</sup>	,913	,910	,47953

a. Predictores: (Constante), Caudal (3/4) Tubo Lleno , Buzon Aguas Abajo, D Teorico (mm), Pendientes (%)

b. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

#### Diagrama de dispersión

Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.913. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en la investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica que la variable independiente (Buzón Aguas Abajo (X1), Pendientes (%) (X2), D Teórico (mm) (X3) y Caudal (3/4) Tubo Lleno (X4)) explica el comportamiento de la variable dependiente (La velocidad Real) en un 91.3%, para la tecnología de saneamiento convencional en el sistema de alcantarillado en el centro poblado Vilavila.

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_c = 252.950$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que la tecnología de saneamiento convencional varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

### **Prueba de Hipótesis específica dos**

1. **Hipótesis nula (Ho):** La tecnología de saneamiento condominial no varían linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

**Hipótesis alterna (Ha):** La tecnología de saneamiento condominial varían linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

2. **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

3. **Estadístico de Prueba**

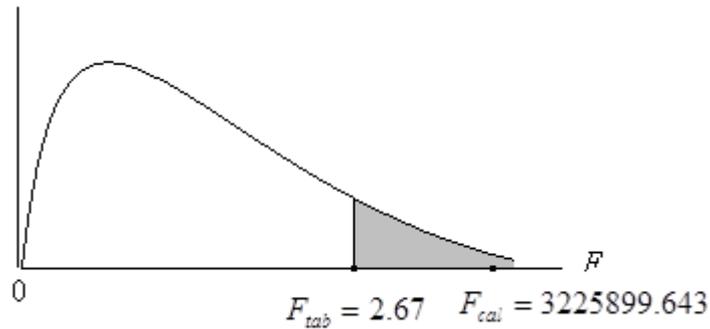
$$F = \frac{CMR}{CME} \text{ Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el}$$

numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

#### 4. Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,4,34} = 2.67$$



#### 5. Cálculos

Tabla Nº 12

**Análisis de Varianza para los datos de la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila**

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	86,148	4	21,537	3225899,643	,000 <sup>b</sup>
Residuo	,000	34	,000		
Total	86,148	38			

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

b. Predictores: (Constante), Velocidad Tubo Lleno 3/4, D Teorico (mm), Pendientes (%), Caudal (3/4) Tubo Lleno

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal múltiple elegido para la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de

**alcantarillado en el centro poblado de Vilavila,** es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-,040	,018		-2,250	,031
	Pendientes (%)	,000	,000	-,006	-2,161	,038
	D Teorico (mm)	,000	,000	,004	2,328	,026
	Caudal (3/4) Tubo Lleno	-,437	,170	-,008	-2,580	,014
	Velocidad Tubo Lleno 3/4	,818	,005	1,018	171,502	,000

a. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)

**Donde:**

La variable dependiente es: Velocidad Real (m/s)

La variable independiente es: Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/) Tubo Lleno y Velocidad Tubo Lleno (3/4).

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Contante} = -0.40$$

$$\beta_1 = \text{Pendientes (\%)} = -0.000$$

$$\beta_2 = \text{D Teorico (mm)} = 0.010$$

$$\beta_3 = \text{Caudal (3/4) Tubo Lleno} = -0.030$$

$$\beta_4 = \text{Velocidad Tubo Lleno (3/4)} = 8.201$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal múltiple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 70.232 - 0.015X_1 + 0,010X_2 - 0.030X_3 + 8.201X_4 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

Constante = 2.582

Buzón Aguas Abajo = -2.463

Pendientes (%) = 9.280

D Teórico (mm) = -6.404

Caudal (3/4) Tubo Lleno = 4.546

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante, Buzón Aguas Abajo, Pendientes (%), D Teórico (mm) y Caudal (3/4) Tubo Lleno son estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable para la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

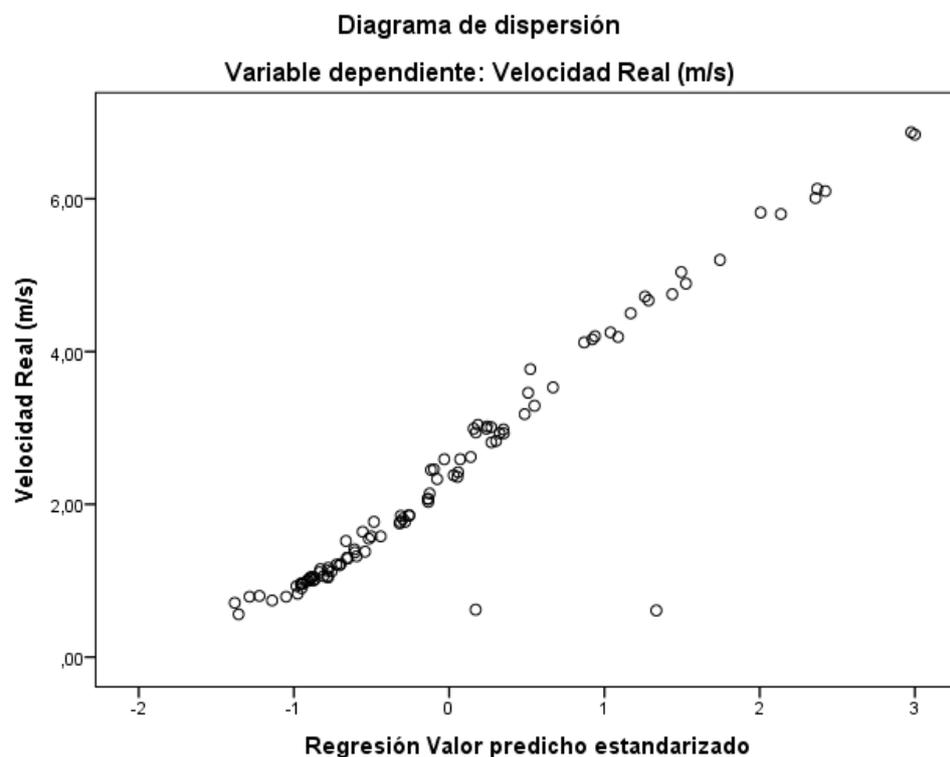
En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal múltiple nos permite señalar que existe influencia significativa del Buzón Aguas Arriba (X1), Pendientes (%) (X2), D Teórico (mm) (X3) y Caudal (3/4) Tubo Lleno (X4) en la velocidad Real (Y) para la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de alcantarillado, de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión múltiple es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,956 <sup>a</sup>	,913	,910	,47953

a. Predictores: (Constante), Caudal (3/4) Tubo Lleno , Buzon Aguas Abajo, D Teorico (mm), Pendientes (%)

b. Variable dependiente: Velocidad Real (m/s)



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.913. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en la investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica

que la variable independiente (Buzón Aguas Abajo (X1), Pendientes (%) (X2), D Teórico (mm) (X3) y Caudal (3/4) Tubo Lleno (X4)) explica el comportamiento de la variable dependiente (La velocidad Real) en un 91.3%, para la tecnología de saneamiento condominial en el sistema de alcantarillado en el centro poblado Vilavila.

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 3225899643$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que la tecnología de saneamiento condominial varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.

## CONCLUSIONES

PRIMERA: la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado, a un nivel de significación del 5%  $F_c = 466.448$  c y concluimos que los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento varían significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila, al realizar el análisis de los factores técnicos de diseño de las redes colectoras, emisores, ramal condominial, buzones de inspección del sistema de alcantarillado condominial, resulta en menor longitud, volumen de excavación, menores diámetros de tubería, menor cantidad de elementos de inspección.

SEGUNDA: La aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial; varía significativa y linealmente en el sistema alcantarillado, A un nivel de significación del 5%  $F_c = 252.950$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna en el centro poblado de Vilavila debido que, un factor importante también es la duración de ejecución de obra, considerando los mismos rendimientos y cuadrillas en el análisis de costos unitarios para ambos casos y que realizando la programación del sistema condominial es de 67 días calendario y 133 días calendario sistema convencional.

TERCEERA: La aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional; en el sistema alcantarillado. A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 3225899643$  cae en la región de rechazo, y se acepta la hipótesis alterna lo que significa que la tecnología de saneamiento condominial varía significativa y linealmente en el sistema de alcantarillado convencional, las operación y mantenimiento, el sistema de alcantarillado condominial mantiene las siguientes características; autonomía entre ramales y redes, sistema sectorizado en condominios, mayor facilidad para manipulación y mantenimiento, Manejo de aparatos más sencillos para manipulación y mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

PRIMERA. Al sector de ingenierías se recomienda para la aplicación de los sistemas de redes de alcantarillado se debe de aplicar tomando en cuenta los factores técnicos porque tiene una variación significativa de acuerdo al sistema aplicado. Porque el costo de inversión del sistema condominial para el presente estudio es el 34.32% menor al sistema de alcantarillado convencional, por lo tanto, se recomienda el uso de este sistema de alcantarillado para la recuperación de la inversión a corto plazo.

SEGUNDA. Asimismo, cuando analizamos el sistema condominial y convencional para las redes de alcantarillados tiene una variación significativa y lineal debido que los factores en cada contexto son diferentes entonces su efectividad está regida en función a los factores técnicos, considerar el sistema de alcantarillado condominial para realizar proyectos en nuestra región por que demanda menor tiempo de ejecución y en consecuencia también menor costo de inversión presupuestaria en los gastos generales y gastos de supervisión.

TERCERA. Se recomendó a seguir profundizando el estudio debido que para su validez se tiene que comprobar en otros contextos con otros factores y unificar como norma por que los sistemas de alcantarillado convencional y condominial se adecuan a cualquier tipo de terreno y topografía.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

ALBERTO REGAL M., Abastecimiento de agua y Alcantarillado

AURELIO HERNANDEZ MUÑOZ, Saneamiento y Alcantarillado

FERNANDO INCHAUSTE M., Sistemas condominiales de Alcantarillado

FABIOLA PEREZ ALBELA PIGHI, Sistemas condominiales de alcantarillado  
Sanitario

JOHNSON, El agua subterránea y los pozos

JOSE CARLOS MELO, La experiencia de los sistemas de agua y alcantarillado  
condominiales en Brasil.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Reglamento  
Nacional de Edificaciones, OS – Obras de Saneamiento

NELBA CANNELLI, Sistemas condominiales de agua y alcantarillado

ROBERTO REGAL POTMAN, Agua Potable para Poblaciones Rurales

SIMON ROCHA RAVELO, Abastecimiento de agua: Teoría y diseño

TERESA CRISTINA LAMPOGLIA, SERGIO ROLIM MENDOZA, Alcantarillado  
Condominial

TERESA CRISTINA LAMPOGLIA, Experiencias en la Aplicación de sistemas  
condominiales de alcantarillado Sanitario

CENSOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. Datos Estadísticos del año 1950 a  
1995. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática,  
México; 1995.

Los Municipios del Estado de Sonora y Baja California Norte, Enciclopedia.  
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.

Cartas Hidrológicas de Aguas Subterráneas escala 1:250,000, de la Zona de Estudio. Nacional de Estadística Geografía e Informática..

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO 1998-2000 de San Luis Río Colorado, Sonora. Ayuntamiento del Municipio de San Luis Río Colorado, Sonora; México.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO de las Ciudades de:

MEXICALLI Y TECATE B.C. Y CD. OBREGÓN, NOGALES, San Luis Río Colorado y Agua Prieta, Sonora. Comisión Nacional del Agua, México.

Evaluación Técnica, Económica y Financiera de Proyectos de Agua Potable en la Zona Fronteriza México - Estados Unidos de Norteamérica, México.

ACEVEDO NETO J. M. Y ACOSTA ÁLVAREZ GUILLERMO  
“Manual de Hidráulica”, Editorial Edgard Blucher, México-Harla. Sexta Edición 1975.

AROCHA R. SIMÓN. “Abastecimiento de Agua-Teoría y Diseño”, Editorial Vega.Madrid 1980.

BACHMAN & MURRIA “Manual de Tuberías y Plomería” (Pipefilters and Plumbers best pocket referente book), Editorial Continental Décimo Sexta reimpresión. Año 1992.

GILES V. RONALD “Mecánica de Fluidos e Hidráulica-Teoría y Problemas”, Editorial McGraw-Hill. Año 1970.

LAMBE T. WILLIAM Y WHITMAN ROBERT V. “Mecánica de Suelos”, Editorial Limusa.Primer Edición México D.F., 1989.

SHAMES H. IRVING “Mecánica de Fluidos”, Editorial McGraw-Hill. Tercera Edición. Año 1995.

SOTELO AVILA “Hidráulica General”, Editorial Limusa. “Manual de Bombas de la

Asociación de Ingenieros Académicos”, Elaborado por Hidrostral, Worthington, Goulds Pump. Año 1991.

PEDROSA ALANYA CARLOS “Bombas y Tuberías” Editado en el V Ciclo de Actualización Profesional Ingeniería Mecánica de Fluidos (IMF) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú 2005.

REGLAMENTO DE ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao, aprobado por Sedapal, y elaborado por el Colegio de Ingenieros del Perú-Consejo Departamental de Lima, Capitulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Lima-Perú, 1994.

Tafur portilla, R. (1994) “introducción a la investigación científica” editorial Mantaro, primera edición Lima Perú.

Kerlinger, Fred. (1979) Investigación del comportamiento” México, Editorial interamericano, 1979.

<sup>1</sup> Buendía Eisman L. Colás Bravo P. (1998) “investigación educativa” tercera edición, Editorial Alfar S, A, Sevilla, España.

# ANEXOS

**Anexo N°01**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
**DENSIDAD DE CAMPO IN SITU**

<b>ESTUDIO</b>	APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA		
<b>SOLICITADO</b>	BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA	<b>TEC</b>	: M.L.J.
<b>UBICACIÓN</b>	CP. VILAVILA	<b>FECHA</b>	: 05/11/2015
<b>DIRECCION</b>	Esq. Jr 02 y Cusco	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.80 m.

<b>PRUEBA</b>		1				
<b>UBICACIÓN</b>		Terr. Fund.				
		IZD				

Peso del frasco + arena	6099				
Peso del frasco + arena sobrante	3540				
Peso de arena empleada	2559				
Peso de la arena del cono	1411				
Peso de arena en el hueco	1148				
Densidad de la arena	1.55				
volumen del hueco	741				
Peso del tarro + suelo +grava	1958				
Peso del tarro	0				
Peso del suelo + grava	1958				
Peso retenido en tamiz 3/4"	325				
% retenido en tamiz de 3/4"	17				
Peso especifico de la grava	2.55				
Volumen de la grava	127				
Peso suelo	1633				
Volumen del suelo	614				
Densidad humeda gr/cc.	2.66				

**DETERMINACION DE HUMEDAD**

Tarro N°	ST				
Peso del tarro + suelo humedo	536.98				
Peso del tarro + suelo seco	502.4				
Peso del agua	34.58				
Peso de tarro	0				
Peso del suelo seco	502.4				
Contenido de humedad	6.88				

**COMPACTACION**

Maxima densidad seca (laboratorio)					
Contenido de humedad optimo					
Densidad seca campo	2.49				
% de compactacion					

## DENSIDAD DE CAMPO IN SITU

<b>ESTUDIO</b>	APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA		
<b>SOLICITADO</b>	BACH. JOSE LUIS CACERES VILCA	<b>TEC</b>	: M.L.J.
<b>UBICACIÓN</b>	CP. VILAVILA	<b>FECHA</b>	: 05/11/2015
<b>DIRECCION</b>	Salida a Lampa	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 1.00 m.

<b>PRUEBA</b>		1			
<b>UBICACIÓN</b>		Terr. Fund.			
		IZD			

Peso del frasco + arena	6200				
Peso del frasco + arena sobre	3445				
Peso de arena empleada	2755				
Peso de la arena del cono	1411				
Peso de arena en el hueco	1344				
Densidad de la arena	1.55				
volumen del hueco	867				
Peso del tarro + suelo +grava	1958				
Peso del tarro	0				
Peso del suelo + grava	1958				
Peso retenido en tamiz 3/4"	325				
% retenido en tamiz de 3/4"	17				
Peso especifico de la grava	2.55				
Volumen de la grava	127				
Peso suelo	1633				
Volumen del suelo	740				
Densidad humeda gr/cc.	2.21				

### DETERMINACION DE HUMEDAD

Tarro N°	ST				
Peso del tarro + suelo humedo	536.98				
Peso del tarro + suelo seco	502.4				
Peso del agua	34.58				
Peso de tarro	0				
Peso del suelo seco	502.4				
Contenido de humedad	6.88				

### COMPACTACION

Maxima densidad seca (laboratorio)					
Contenido de humedad optimo					
Densidad seca campo	2.07				
% de compactacion					

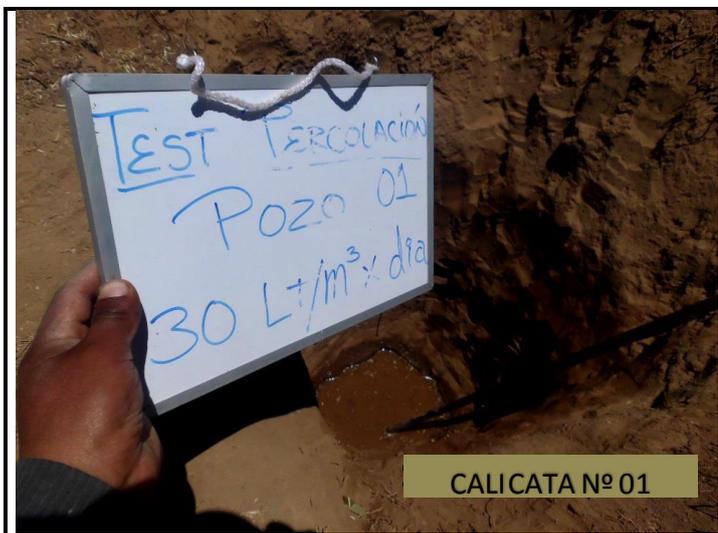
## REGISTRO DE EXCAVACION

**ESTUDIO :** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA

<b>DISTRITO :</b> VILAVILA	<b>UBICACIÓN :</b> CP. VILAVILA	<b>CALICATA N°</b>
<b>DIRECCION :</b> Esq. Jr 02 y Cusco	<b>PERFILADO POR :</b> M.L.J.	<b>C- 01</b>
<b>PROFUNDID :</b> 0.00 - 0.60 m.	<b>METODO EXCAVACION :</b> MANUAL A CIELO ABIERTO	
<b>N.F. :</b> ---	<b>FECHA :</b> 05/11/2015	

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO
0.00	N/M	CL	Material residual de color amarillento contiene pajas, raices, con fragmentos pequeños de roca andesita  no se encontro nivel freatico, solamente aguas residuales provenientes de las casas de la avenida	SW	A - 6
0.60					

**FOTO:**



OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
Ingeniero Responsable

\_\_\_\_\_  
Técnico Laboratorista

## REGISTRO DE EXCAVACION

**ESTUDIO :** APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VILAVILA

<b>DISTRITO :</b> VILAVILA	<b>UBICACIÓN :</b> CP. VILAVILA	<b>CALICATA N°</b>
<b>DIRECCION :</b> Esq. Jr 02 y Cusco	<b>PERFILADO POR :</b> M.L.J.	<b>C- 01</b>
<b>PROFUNDID.:</b> 0.00 - 0.60 m.	<b>METODO EXCAVACION:</b> MANUAL A CIELO ABIERTO	
<b>N.F. :</b> ---	<b>FECHA :</b> 05/11/2015	

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO
0.00	N/M	CL	Material residual de color amarillento contiene pajas, raices, con fragmentos pequeños de roca andesita  no se encontro nivel freatico, solamente aguas residuales pro veno entes de las casas de la avenida	SW	A - 6
0.60					

**FOTO:**



OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
Ingeniero Responsable

\_\_\_\_\_  
Técnico Laboratorista

**Anexo N° 03**  
**Matriz DE CONSISTENCIA**  
**APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE SANEAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO**  
**POBLADO DE VILAVILA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila- 2015?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila-2015.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Los factores técnicos de las tecnologías de saneamiento presentan diferencias y discordancias significativa y lineal del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila</p>		Tecnología de saneamiento condominial	<p>X1 = Menor Costo de inversión</p> <p>X2 = Menor tiempo de ejecución</p>	<p><b>TIPO:</b> cuantitativo, Aplicado, descriptivo  <b>NIVEL:</b> Descriptivo Explicativo  <b>DISEÑO:</b> No experimental Transversal descriptiva  <b>METODO:</b> Deductivo, analítico y sintético.  <b>POBLACIÓN:</b> Para el desarrollo del presente trabajo se ha tomado toda la red de agua potable de los servicios de alcantarillado de la población la localidad de Vilavila del distrito de Vilavila, provincia de Lampa, región Puno.  <b>MUESTRA:</b> La muestra utilizada de 254,734 mts de red de alcantarillado en la presente investigación se encuentra comprendida por los pobladores o beneficiarios que habitan en la localidad de Vilavila.  <b>TÉCNICAS</b>  Análisis documental  Recolección de datos en campo  Entrevistas  <b>INSTRUMENTO:</b>  Fichas, libros, manuales, información de internet  Guía de entrevista  Software y hoja electrónica  <b>PROCEDIMIENTO:</b>  T de student  Regresión lineal multivariado  Anova.</p>
<p><b>Problema secundario</b> ¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila?</p>	<p><b>Objetivos específico</b> Conocer la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento condominial; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b> La tecnología de saneamiento condominial varía significativamente y lineal en su eficacia del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila.</p>	<p><b>Variable</b> Tecnologías de saneamiento o del sistema de alcantarillado</p>		<p>X3 = Mayor facilidad de mantenimiento</p>	
<p>¿Cuál es la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila?</p>	<p>Conocer la aplicabilidad de la tecnología de saneamiento convencional; en el sistema alcantarillado en el centro poblado de Vilavila</p>	<p>La tecnología de saneamiento convencional varía directamente del sistema de alcantarillado en el centro poblado de Vilavila</p>		Tecnología de saneamiento convencional	<p>X1 = Menor Costo de inversión</p> <p>X2 = Menor tiempo de ejecución</p> <p>X3 = Mayor facilidad de mantenimiento</p>	

