

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



**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE  
SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 5  
"DISEÑO HIDRAULICO DE REDES DE AGUA POTABLE"**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JAIME JULIO YURIVILCA MONTES**

**Lima - Perú**

2007

DEDICADO A MI MADRE QUE CON SU  
ESFUERZO INDESMAYABLE LOGRA  
ESTE PELDAIJO MAS EN MI VIDA  
PROFESIONAL, GRACIAS MAMA.

A MI PADRE Y MIS HERMANOS.

A MI ESPOSA ESTHER  
Y A MI HIJO JHAIRO  
POR SU APOYO  
BRINDADO.

JAIME

## INDICE

	Páginas
RESUMEN	6
LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE GRAFICOS	7
INTRODUCCIÓN	8
<b>CAPITULO 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>10</b>
1.1. Ubicación	10
1.2. Topografía	10
1.2.1. Levantamiento topográfico	10
1.2.2. Cartografía	11
1.3. Geotécnica	13
1.3.1. Aspecto geológico	13
1.3.2. Aspecto Geotécnico	14
1.4. Zonificación	16
1.5. Clima	17
1.5.1. Humedad Relativa	17
1.5.2. Temperatura	18
1.5.3. Precipitación	18
1.6. Aspecto socio - económico	18
1.6.1. Aspecto social	18
1.6.2. Aspecto económico	20
1.7. Calidad del agua	21
1.8. Hidrológica	22
<b>CAPITULO 11: PARÁMETROS DE DISEÑO DE REDES HIDRÁULICAS</b>	<b>24</b>
2.1. Periodo de diseño	24
2.2. Población	25
2.3. Factores que afectan el consumo de agua potable	30
2.3.1. Factores Generales	30
2.3.2. Factores de control de servicio	31
2.3.3. Usos del consumo del agua	32
2.4. Dotación	33
2.5. Coeficiente de variación de consumo	36

<b>2.5.1.</b>	Consumo Promedio Diario Anual	36
<b>2.5.2.</b>	Consumo Máximo Diario	36
<b>2.5.3.</b>	Consumo Máximo Horario	37
<b>2.5.4.</b>	Caudal de diseño	37
<b>2.5.5.</b>	Criterios de diseño	39
<b>2.5.6.</b>	Caudales y velocidades máximos	40
<b>2.6.</b>	Clase de tuberías	40
<b>CAPITULO 111</b>	<b>DISEÑO DE REDES HIDRAULICAS</b>	<b>43</b>
<b>3.1.</b>	Dimensionamiento de la red	43
<b>3.1.1.</b>	Línea de alimentación	43
<b>3.1.2.</b>	Tuberías Troncales	43
<b>3.1.3.</b>	Tuberías de servicio	43
<b>3.1.4.</b>	Presiones admisibles	44
<b>3.1.5.</b>	Velocidad de flujo	44
<b>3.1.6.</b>	Tipos De Red De Distribución	44
<b>3.1.7.</b>	Trazo de la red de distribución	45
<b>3.1.8.</b>	Calculo de la red de distribución	46
<b>CAPITULO IV:</b>	<b>COSTOS Y PRESUPUESTOS</b>	<b>73</b>
<b>4.1.</b>	Metrado	73
<b>4.2.</b>	Análisis de costos unitarios	76
<b>4.3.</b>	Presupuesto	91
	Conclusiones	93
	Recomendaciones	95
	Bibliografía	
	Anexos	
	Anexo1	
	Anexo2	
	Anexo3	
	Anexo4	

## RESUMEN

El proyecto consiste en diseñar las redes de abastecimiento de agua potable para la población proyectada UNIPAMPA - ZONA 5 en una área de 150,336 m<sup>2</sup>, ubicada en la provincia de Cañete, específicamente entre el Km. 158-159 de la Panamericana Sur, es de una topografía plana ondulada con una pendiente promedio de 2.5%, el terreno predominante arenoso, el clima esta clasificado como sub tropical, la temperatura oscila en el invierno entre 14° a 22° llegando en el verano de hasta 29° a 30° centígrados.

Según el plano de lotización tenemos 400 lotes, el área promedio de cada lote es de 200 m<sup>2</sup> y con un frente de 10 m, de acuerdo al RNE y formulando el proyecto para sectores de clase media tomaremos parámetros urbanístico zonificación R3.

Para el cálculo de las redes principales depende de los siguientes parámetros de diseño:

- ♣ Periodo de diseño es de 15 años, según el RNE para poblaciones entre 2,000 a 20,000 habitantes
- ♣ Para el cálculo de la población se ha usado el método de la progresión aritmética, se determina la población futura para el año 2022 que es de 3,228 habitantes.
- ♣ Dotación se da de acuerdo al tipo de uso de suelo:  
Para viviendas de acuerdo al tamaño de la población y clima es de 150 lts/hab/día, mercados - otros usos es de 15 lts/m<sup>2</sup>/día y plaza es de 2 lts/m<sup>2</sup>/día.

- ♣ El caudal de diseño será el mayor de los siguiente valores:

Caudal máximo anual diario mas demanda por incendios

Caudal máximo anual horario.

Q máx. Diario = 14.37 lps; Q máx. Horario = 23.95 lps

Q Incendio = 0 lps, según RNE (población es menor que el mínimo de 10,000 habitantes)

Por lo tanto el caudal de diseño será el Q máx. Horario = 23.95 lps

Luego diseñamos las redes hidráulicas, que esta conformada por las siguientes tuberías:

- ), Tubería de alimentación que sale del reservorio de 550 m<sup>3</sup> hacia la red de distribución, de una longitud de 379.25m.

↳ Tuberías Principales conformadas por seis mallas y 14 nudos con sus respectivas áreas tributarias, luego se calcula los caudales de influencia de cada nudo que depende del tipo de uso de suelo, donde la suma de los caudales de influencia será igual al caudal de diseño; una vez establecido el mallado, constituido por los caudales de influencia en cada nudo, se procede a determinar los gastos de tránsito no reales mediante la ecuación de continuidad y con este dato hallamos el diámetro tentativo para cada tramo, para el diseño se ha usado el método computarizado de Watercad, donde se ingresan los siguientes datos:

Datos de los tramos de la red (longitud, caudal tramo no real, diámetro tentativo y material); los datos de los nudos (cota de terreno y caudal de influencia) y los datos del reservorio.

Este método Watercad verificara mediante simulación la velocidad de flujo y presiones en todos los puntos, se hizo varias combinaciones de dimensiones para verificar su comportamiento hidráulico, realizando varios ensayos ingresamos los diámetros mas apropiados para cada tramo son de 06", 04", 03" y 02", de material PVC clase 5 serie 20, donde las velocidades de flujo varían de 0.14 a 0.87 *mis*, según RNE  $V_{m\acute{a}x}$ . es de 3m/s y las presiones varían de 11.39 a 22.92 m según RNE las presiones varían de 10 a 50 m.

↳ Tubería de servicio se diseña según el RNE el diámetro mínimo 03" y en casos excepcionales de 02" y las tuberías de conexiones domiciliarias también según RNE de diámetro mínimo es de 01/2".

Finalmente se ha elaborado los presupuestos, de donde el costo de la red de agua es de S/. 550,134.16 y el costo de las conexiones domiciliarias es de S/. 228,955.30 lo que hace un total de S/. 779,089.46.

Se concluye en los siguientes:

El agua es importante para nuevas habitaciones urbanas.

Los sistemas de abastecimiento de aguas se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.

La dotación de 150 lts/hab/día adoptada a nuestro estudio es realista.

El programa de Watercad podría llamarse de verificación antes de diseño por que resulta dificultoso seleccionar diámetros razonables.

## LISTADO DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1: Coordenadas de la Población Unipampa - Zona 5	11
Cuadro 2: Ubicación de Calicatas	14
Cuadro 3: Tipos de Zonificación	16
Cuadro 4: Temperatura Media Mensual (° C)	18
Cuadro 5: Temperaturas Máximas Medias (° C)	18
Cuadro 6: Temperaturas Mínimas Medias (° C)	18
Cuadro 7: Pueblo Unipampa Zona 5	27
Cuadro 8: Cálculo de la Población Futura	29
Cuadro 9: Dotación por el Tamaño de la Población	34
Cuadro 10: Dotación por Región y Altitud msnm	34
Cuadro 11: Dotación por el Tipo de Región Geográfica	35
Cuadro 12: Dotación por Tamaño de la Población y Clima	35
Cuadro 13: Consumo Diario de Agua por Persona	35
Cuadro 14: Criterios de Diseño	39
Cuadro 15: Relación Diámetro - Velocidad Económica	40
Cuadro 16: Clases de Tubería en Función de Presión	41
Cuadro 17: Características de los Tubos PVC - U (Clase 5 - Serie 21)	42
Cuadro 18: Cálculo de Caudal de Influencia	47
Cuadro 19: Datos de los Tramos de las Red Matriz	57
Cuadro 20: Datos de los Nudos de la Red Matriz	59
Cuadro 21: Resultados del Cálculo de las Redes Hidráulicas Con el Programa Watercad	61
Cuadro 22: Resumen Final del Cálculo Hidráulico de la Red Matriz	62
Cuadro 23: Resumen Final del Cálculo Hidráulico-Red Matriz	63
Cuadro 24: Metrado de Red de Agua	74
Cuadro 25: Presupuesto de Red de Agua	91

## LISTADO DE GRÁFICOS

Grafico 1: Curvas de Nivel de la Población Unipampa - Zona 5	13
Grafico 2: Plano de Lotización y Manzaneo de Unipampa - Zona 5	26
Grafico 3: Crecimiento de la Población en la Provincia de Cañete	29
Grafico 4: Cálculo de Tubería de Aducción	51
Grafico 5: Línea de Aducción Definitivo	52
Grafico 6: Conexión Domiciliaria de Agua Potable (Planta)	71
Grafico 6: Conexión Domiciliaria de Agua Potable (Perfil)	71

## INTRODUCCIÓN

Podría pensarse que no hay escasez de agua en el Perú, sino abundancia, dado que tenemos casi el 5% de los recursos hidráulicos superficiales del planeta y que cada peruano tiene potencialmente a su disposición unos 85,000 m<sup>3</sup> de agua por año, cuando el promedio mundial es de tan solo 7,300 m<sup>3</sup>, sin embargo hay deficiencias serias en el servicio de agua para un elevado porcentaje de población. Como se observa, no es lo mismo carecer agua que carecer el servicio de agua.

En el Perú no hay escasez absoluta de agua, hay escasez económica. El agua existe en la naturaleza, pero no se dispone de medios económicos suficientes para dar servicio de agua a toda la población a esto se debe añadirse el crecimiento desorganizado del Perú y principalmente de las ciudades de Cañete, Imperial y Nuevo Imperial que se encuentran asentados en la cuenca del Río Cañete hacia el lado Sur, por lo que se hace necesario encontrar una alternativa de solución que prevea dirigir el desarrollo urbano de manera planificada y además ampliar la frontera agrícola hacia el lugar denominado UNIPAMPA - Z♦ 5, el terreno se acondiciona para zonas de Expansión Urbana dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río Cañete, no debemos olvidar que las tierras de la Cuenca del Río Cañete producen para la presente campaña los siguientes productos: Ají amarillo, ajos, Algodón, Arveja, Camote amarillo, Camote morado, Cebolla, Fresa, Fríjol, Haba, Maíz morado, Pallar, Pepino, Tomate, Vainita, Yuca, Zapallo, Hortalizas.

El presente Plan de Suficiencia consiste en realizar los diseños hidráulicos de redes de Distribución de Agua Potable para la nueva población denominada UNIPAMPA - ZONA 5, dentro de los parámetros y exigencias establecidos en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES de esta forma cubrir la demanda de la población de saturación, en óptimas condiciones de calidad, cantidad, presión y además las redes tienen que ser renovadas, bien dimensionadas y en constante ampliación.

También debemos de calcular el costo que demanda la obra para su ejecución posterior.

Como objetivo prioritario: no perder ni una gota de agua. El resultado no podía ser mejor, sí lo demuestra el buen rendimiento de la red, algo que en Perú es fundamental; y además a la elección de la tecnología a utilizarse, la ubicación de los puntos de abastecimiento de agua, los acuerdos sobre operaciones, mantenimiento y los medios de financiamiento de los programas son elementos que contribuyen al logro del objetivo de mejorar el acceso doméstico a las fuentes de agua potable a un costo accesible.

## CAPITULO 1

### INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### **1.1. Ubicación:**

La zona general de estudio, se encuentra ubicada sobre la franja costera del Perú comprendida en el Distrito de San Vicente Provincia de Cañete en el departamento de Lima, específicamente en el Km. 158 de la carretera Panamericana Sur.

La Ruta Norte: desde LURIN a UNIPAMPA, trame, desde el Km. 25 hasta el Km. 169 de la Panamericana.

#### **1.2. Topografía:**

La topografía costera del área nos muestra una relieve plana ondulada con una pendiente promedio de 2.5%, el terreno predominante es arenoso; en la zona adyacente a la orilla del mar presenta acantilados de fuerte pendiente, logrando alcanzar alturas de hasta 160 m aproximado en un ancho promedio de 400 m.

##### **1.2.1. Levantamiento Topográfico**

Partiendo de un punto conocido que a la vez viene a ser el vértice A, mediante el sistema GPS se efectuó el levantamiento topográfico del área de estudio, específicamente de la nueva población Unipampa - Zona 5, luego hallamos los otros tres vértices.

Para el desarrollo de los levantamientos topográficos se utilizó un GPS Navegador, wincha y jalones; que da las coordenadas de un punto y la cota con error aprox. de 10 m. El método de trabajo fue medidas de ángulos y distancias.

La información es transferida a la computadora para su ubicación correspondiente dentro del Autocad, el mismo que nos permite trabajar adecuadamente toda la información recolectada.

En la población Unipampa - Zona 5 se ha efectuado un levantamiento topográfico de una área aprox. de 15 hectáreas, con curvas de nivel separadas a un metro, las profundidades varían con una pendiente moderada, no se observa variaciones bruscas, la pendiente promedio del lecho marino es de 1/84, es decir varía un metro cada 84 m aproximadamente, en la parte más próxima a la costa es algo mayor que el promedio mencionado.

Predominan los afloramientos de arena y material gravoso con diámetros bastante diversos.

### 1.2.2. Cartografía:

- Datum de referencia utilizado es el WGS84
- Toda la cartografía se ha efectuado usando la Proyección Cartográfica Universal (UTM)

Coordenadas UTM de la Población Unipampa Zona 5.

$$\text{AREA} = 150,336.00 \text{ m}^2$$

**Cuadro N° 1**  
**Coordenadas de la Población Unipampa - Zona 5**

Vértice	Este	Norte	Cota	Tramo	Distancia
			m		m
A	353,663.00	8'541,330.00	157.60	A-B	348
B	353,419.07	8'541,578.19	155.65	B-C	432
C	353,727.17	8'541,881.01	164.20	C-D	348
D	353,971.10	8'541,632.81	166.30	D-A	432

Fuente: Elaboración propia

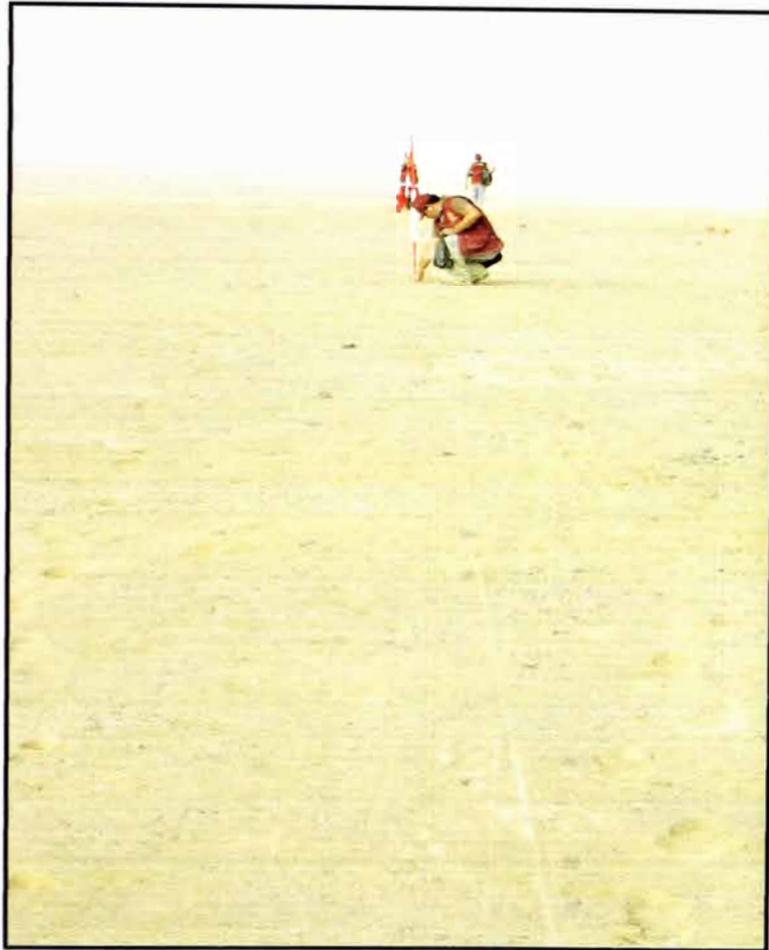


Foto N° 1 (Levantamiento Topográfico)

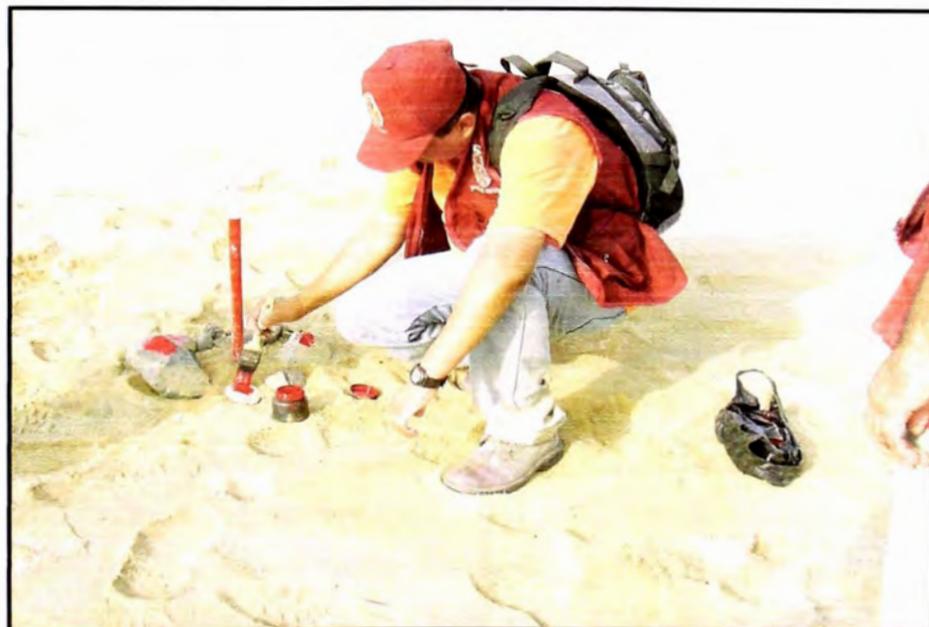
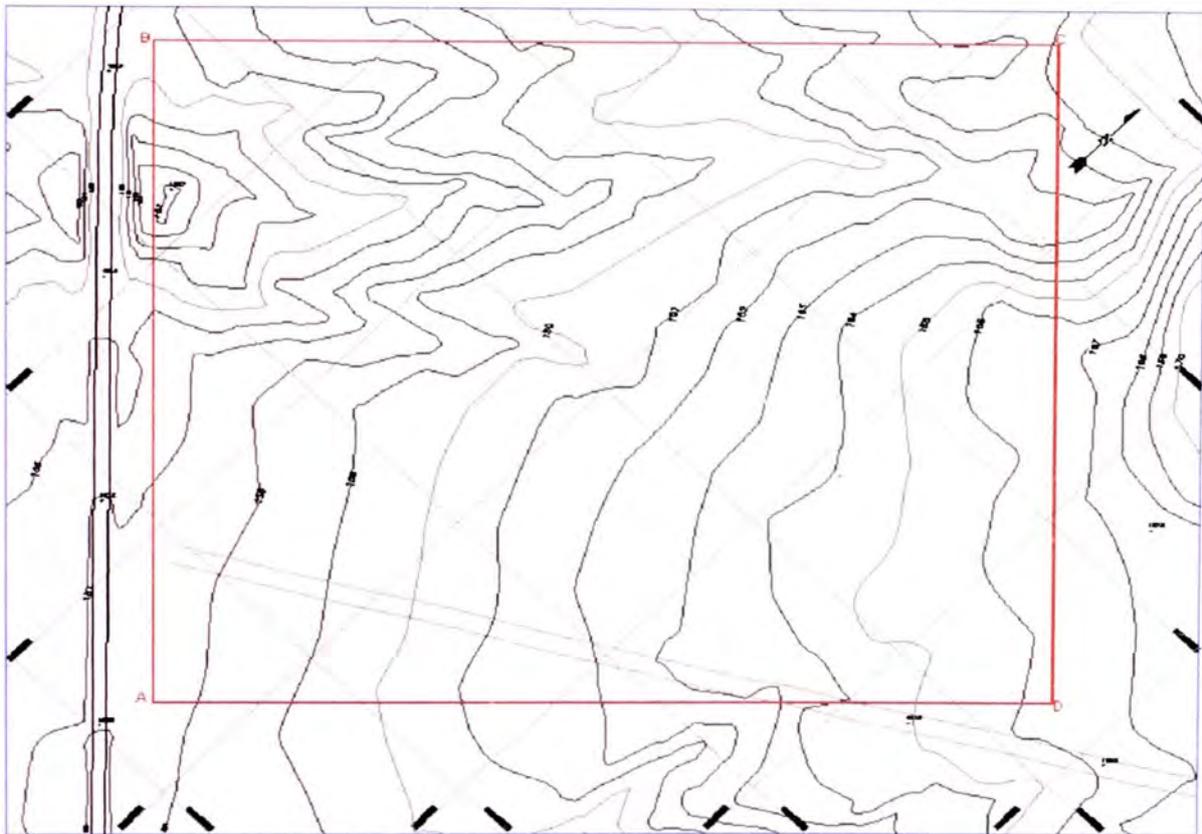


Foto N° 2 (Ubicación de los Vértices de la Población)

## Grafica N° 1

### Curvas de Nivel de la Población Unipampa - Zona 5



Fuente: Elaboración propia

### 1.3. Geotecnia.

#### 1.3.1. Aspecto Geológico

Geomorfológicamente la zona del proyecto se encuentra dentro de la Pampa Costanera de las formaciones del río Cañete; que se extiende desde el borde litoral y por el Este va hasta las cotas de 200 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar superficie casi plana y amplia, con presencia de colinas y cerros de baja altura. Su ancho va más allá de los 10Km.

Estatigráficamente pertenece a los Depósitos Recientes: Cuaternario; están representados por los depósitos aluviales (conos de deyección de los ríos y quebradas); los depósitos\_ marinos (playas y terrazas) y depósitos eólicos (medanos de tipo barjan y depósitos eólicos estabilizados) como los que existen en la Pampa Clarita al Sur Este de Cañete.

### 1.3.2. Aspecto Geotécnico

Se requiere realizar los ensayos de mecánica de suelos con el objetivo de conocer las propiedades del suelo en donde se van a distribuir las redes tanto de agua como de alcantarillado.

Se recomienda realizar las excavaciones en las futuras líneas de las redes de agua.

Las muestra obtenida de la calicata N° 1 calificada como representativa fue remitida al laboratorio con el objeto de la clasificación de sus propiedades físicas y mecánicas según los ensayos requeridos.

Se han determinado los perfiles geológicos y propiedades de los estratos en la investigación de campo, es decir 01 exploración a partir de la descripción visual - manual, de esto se puede concluir que por lo observado en la exploración practicada el substrato es de tipo arenoso, el cual presenta uniformidad en el área del proyecto.

El Perú se encuentra comprendido dentro de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circumpacífico que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo.

Con el objeto de establecer algunos parámetros geotécnicos mas específicos de la población proyectada Unipampa - Zona 5, se recolectaron una muestra en una calicata para la caracterización edafológica.

#### Cuadro N° 2

##### Ubicación de Calicata

Calicata	Coordenada UTM	
	Norte	Este
C1	8540288	354740

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de suelos fueron analizadas en el Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos de la FIC - UNI, con las cuales se realizaron los ensayos estándares de Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM - 0422 y ensayos de Corte Directo ASTM D3080, de los cuales se tienen los siguientes resultados.

Límite Líquido (%) ASTM 04318	NP
Límite Plástico (%) ASTM D4318	NP
Índice de Plasticidad (%)	NP
% de Grava	35.7
% de Arena	54.0
% de Finos	10.3
Clasificación SUCS	SP - SM
Ángulo de fricción interna	32.3°
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65
Densidad Mínima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

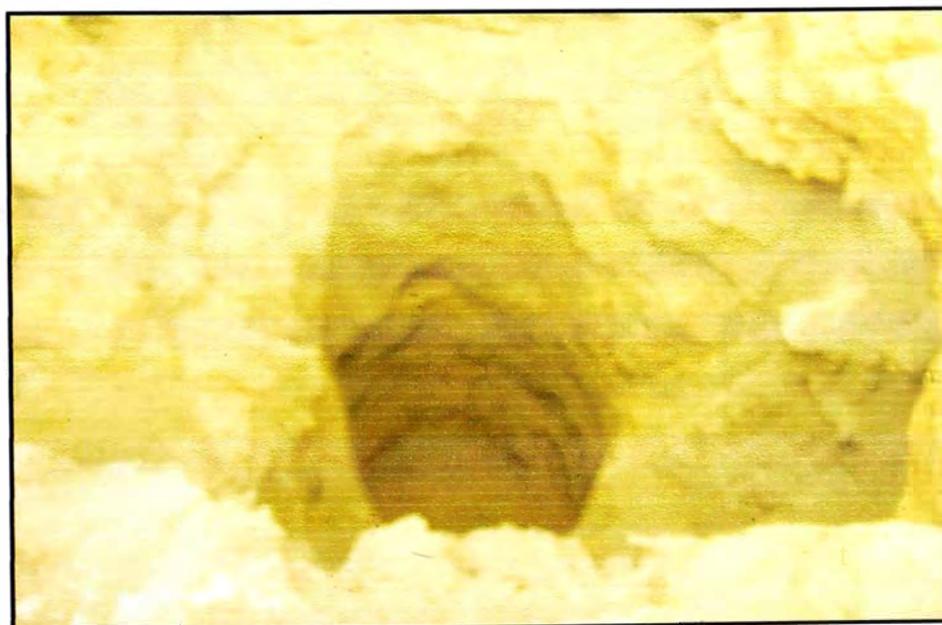


Foto N° 3 (Calicata de 3m de profundidad)

## 1.4. Zonificación

La zonificación del terreno se puede declarar como eriazos, por lo tanto plantearemos una zonificación de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones según copia del texto oficial:

### "Capítulo II Urbanizaciones

Art. 6.- Se denomina Urbanizaciones a aquellas Habilitaciones Residenciales conformadas por lotes para fines de edificación de viviendas unifamiliares y multifamiliares, así como de sus servicios públicos complementarios y su comercio local.

Art. 7.- Las Urbanizaciones pueden ser de diferentes tipos, los cuales se establecen en función a tres factores concurrentes:

- a. Densidad máxima permisible;
- b. Calidad mínima de obras y
- c. Modalidad de ejecución.

Art. 9.- En función de la densidad, las Urbanizaciones se agrupan en seis tipos, de acuerdo al siguiente cuadro:

**Cuadro N° 3**  
**Tipos de Zonificación**

Tipo	Área Mínima de Lote	Frente Mínimo de Lote	Tipo de Vivienda
1	450	15	UNIFAMILIAR
2	300	10	UNIFAMILIAR
3	160	8	UNIFAMILIAR
4	90	6	UNIFAMILIAR
5	(*)	(*)	UNIFAM/MULTIFAM
6	<b>450</b>	15	<b>MULTIFAMILIAR</b>

Fuente: R.N.E. - Junio 2006

1.- Corresponde a Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutadas en zonas residenciales de Baja Densidad (R1).

2.- Corresponde a Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutadas en

- zonas residenciales de Baja Densidad (R2).
- 3.- Corresponde a Habilitaciones Urbanas de Densidad Media a ser ejecutadas en zonas residenciales de Densidad Media (R3).
  - 4.- Corresponde a Habilitaciones Urbanas de Densidad Media a ser ejecutadas en zonas residenciales de Densidad Media (R4).
  - 5.- (\*) Corresponde a Habilitaciones Urbanas pertenecientes a programas de promoción del acceso a la propiedad privada de la vivienda.
  - 6.- Corresponde a Habilitaciones Urbanas de Alta Densidad a ser ejecutadas en zonas residenciales de Alta Densidad (R5, R6 y R8)".

De acuerdo a este Reglamento y formulando nuestro proyecto para sectores de clase media tomaremos como parámetro urbanístico **Zonificación R3** y según el Plano de Lotización tenemos 400 lotes hábiles.

## 1.5. Clima

El clima del área del proyecto está clasificado como sub. - tropical y está influenciado por gran parte por la presencia de la Cordillera de los Andes, la circulación del anticiclón del Pacífico Sur y la corriente fría de Humboldt. El área de la costa donde se realizó el estudio tiene un tipo inusual de clima árido causado por las aguas frías que fluyen hacia el norte con la corriente de Humboldt.

También se puede decir que el clima es templado cálido, con esporádicas precipitaciones que se presentan eventualmente en los meses de verano. Los vientos son relativamente suaves.

### 1.5.1. Humedad relativa

En lo que respecta a la humedad, ésta varía en la época de invierno de 60° a 90° de humedad relativa, disminuyendo ostensiblemente en el verano.

## 1.5.2. Temperatura

La temperatura oscila en el invierno entre los 14° a 22°, llegando en el verano a temperaturas de hasta 29° y 30° centígrados.

**Cuadro N° 4**  
**Temperatura Media Mensual (°C)**

MESES												Normal Anual
S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	
17.2	18.6	20.0	22.0	23.0	24.6	24.5	24.5	20.5	17.8	17.0	16.9	20.5

Fuente: Estudio Hidrológico, Proyecto Hidroeléctrico El Platanal.

**Cuadro N° 5**  
**Temperaturas Máximas Medias (°C)**

MESES												Normal Anual
S	O	N	O	E	F	M	A	M	J	J	A	
20.2	22.2	23.9	26.3	28.3	29.3	29.3	27.8	24.3	20.9	1d.8	19.9	24.4

Fuente: Estudio Hidrológico, Proyecto Hidroeléctrico El Platanal.

**Cuadro N° 6**  
**Temperaturas Mínimas Medias (°C)**

MESES												Normal Anual
S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	
14.3	15.1	16.1	17.7	19.3	19.9	19.7	17.8	15.8	14.7	14.2	13.9	16.5

Fuente: Estudio Hidrológico, Proyecto Hidroeléctrico El Platanal.

**1.5.3. Precipitación.-** La precipitación anual promedio de la región es de 0 a 2.5mm.

## 1.6. Aspecto socio - económico

### 1.6.1. Aspecto social:

#### 1.6.1.1. Pobreza

La Provincia de Cañete ocupa el lugar 172 a nivel nacional en cuanto al nivel de las necesidades básicas insatisfechas, según

datos tomados del Plan Estratégico de Desarrollo (1998). El 65.8% de su población rural y el 37.4% de su población urbana no alcanza satisfacer sus necesidades básicas. Cerca del 50% de los hogares en la Provincia de Cañete son catalogados como pobres, situación que se acentúa en el campo hasta llegar al 69%, debido a la precariedad de sus viviendas, hacinamiento y deficiencia en el servicio de agua potable.

## **1.6.1.2. Servicios de Infraestructura**

### **1.6.1.2.1. Vivienda**

El distrito de Cañete, según datos del Censo de 1993 (INEI), contaba con 7,278 viviendas particulares, de las cuales el 37% disponía de agua, el 34% de desagüe, el 58% de alumbrado eléctrico y el 9.5% de los hogares en viviendas particulares no contaba con agua, desagüe ni alumbrado. Los materiales eran predominantemente adobe (40%) y ladrillo (29%) y los techos contruidos, principalmente, de estera (58%).

Un caso particular de viviendas se puede apreciar en los asentamientos humanos del tipo de invasores, como Nuevo Ayacucho y las Pampas de Cóndor - Topara que cuenta con 15 asociaciones de grupos de invasores y cuyo material de construcción es, principalmente, la estera, para muro y techos.

Se ha considerado para el proyecto un centro poblado de tipo urbanización con aportes obligatorios para recreación pública y para servicios públicos complementarios para educación y otros fines.

### **1.6.1.2.2. Agua y Desagüe**

En la Provincia de Cañete, según los datos proporcionados en el Mapa de Pobreza 2000, el 45% de la población no cuenta con servicio de agua, el 63% no

En frutas: manzana, vid, mandarina, naranja y palta. El algodón y frutales son cultivos prioritarios de desarrollo agroindustrial exportador, su producción se destina al mercado metropolitano de Lima y en menor escala hacia los mercados internacionales.

Uno de los problemas que afrontan los agricultores es la falta de agua (por el alto costo en mantenimiento de la infraestructura de riego) debido al cual, aproximadamente, la mitad de las hectáreas de riego no están cultivadas. Otro problema es la falta de crédito para los agricultores (Ministerio de Agricultura 2000), que hace difícil el cultivo en su totalidad.

El distrito de San Vicente de Cañete hasta 1994 contaba con 1200 establecimientos comerciales, un mercado de establecimiento formal y un total de 320 pobladores dedicados al comercio informal ambulatorio. Actualmente, la mayor actividad comercial de la provincia se centra en el comercio al por menor. Existen 657 establecimientos entre mercados, paraditas y tiendas comerciales donde se ejerce además el comercio al por menor ambulatorio.

### **1.7. Calidad del agua**

Este es un aspecto de importancia fundamental para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y que puede privar en la utilización de una determinada fuente de abastecimiento. Generalmente nos atenemos a satisfacer Normas de calidad de agua, que para condiciones óptimas obligan a un tratamiento completo. Aún cuando reconozcamos que ello es lo deseable, no siempre está justificado este tratamiento, sobre todo cuando no se dispone de personal local capaz de lograr la operación y el mantenimiento adecuado.

La calidad del agua del río Cañete tiene importancia para el proyecto pues está relacionada con el uso del recurso, es decir para el consumo humano. Para ello se realizan los estudios Físicoquímicos siguientes:

- Turbiedad: originada por las partículas en suspensión o coloides.
- Sólidos Solubles e Insolubles: son sólidos suspendidos y disueltos
- Color: Característica visual relacionada con la turbiedad y la estética del agua.
- Olor y Sabor

- Temperatura: Es un parámetro físico que influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, floculación, sedimentación, etc.
- PH: influye en algunos fenómenos como en la corrosión e incrustaciones en las tuberías de la red de agua potable. El agua cruda o tratada debería tener un valor entre 5 y 9.

Nota: Los Resultados de los Análisis Físico-Químicos con respecto a la cantidad de Sulfatos, Cloruros y Sales Solubles comprenden a diversas muestras de agua del río Cañete, en la bocatoma del canal de derivación para el abastecimiento de los distritos de Imperial y de San Vicente, en la Planta de tratamiento de Alminares (Nuevo Imperial).

## **1.8. Hidrológica**

Se realizaron estudios de hidrología en Pampa Clarita ubicada a la altura del Km. 158 de la Panamericana Sur, estos resultados obtenidos pertenecen al informe elaborado por Golder Associates Perú S.A. por encargo de Hunt Oil Corporation realizado en Junio del 2002.

Durante la etapa de investigación, siete columnas reguladoras de agua fueron instaladas. Se encontró agua subterránea a una profundidad de entre los 7.4 y 50.8 metros por debajo de la superficie lo que es indicativo de niveles bajos. Estas profundidades equivalen a 22.7 y 48.2 msnm. Hay surgencia de la napa freática en la sección baja del acantilado costero y cerca del nivel de la playa en el sector sudoeste del sitio.

A pesar de que un estudio de hidrogeología debe conducir a determinar el régimen de agua subterránea y la extracción potencial en el área del proyecto, ha sido posible llegar a algunas conclusiones preliminares. Basados en la limitada información disponible, se puede afirmar que el agua está acentuada por acuíferos confinados y no confinados. El agua ubicada en el estrato está principalmente confinada dentro del horizonte aluvial estratificado.

El ensayo de permeabilidad fue realizado con el piezómetro GB-02-03 instalado dentro de la formación aluvial que mostró una alta conductividad hidráulica de aproximadamente de  $5.1 \times 10^{-3}$  cm/s al Elev. 47.8 a 48.3 m (geodetic). El nivel de equilibrio en el piezómetro instalado indicó que el nivel del agua podría ser encontrado en el lugar a Elev. de 48 m. La capa profunda del acuífero de arenisca y limonita probablemente es recargada de áreas externas inmediatas a la zona de estudio.

A pesar que existe ciertos indicadores en los resultados del piezómetro que sugieren que el acuífero aluvial es recargado por el río Cañete, una revisión más detallada de la hidrológica del área sería necesaria para sustentar dicha afirmación.

Existen varias fuentes de agua que abastecen a las comunidades locales para uso doméstico y para riego, y consecuentemente la explotación de este recurso puede dar paso a una considerable disminución del abastecimiento de agua. Es por eso sería necesario investigaciones más detallada para determinar fuentes de agua definitivas.

## **CAPITULO 11**

### **PARÁMETROS DE DISEÑO DE REDES HIDRÁULICAS**

#### **2.1. Periodo de Diseño**

Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado periodo. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema. Intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

Por tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 por 100, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones.

Factores de importancia en esta determinación son:

1. Durabilidad o vida útil de las instalaciones
2. Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones.
3. Tendencias de crecimiento de la población.
4. Posibilidades de financiamiento y tasa de interés

Periodos recomendables de las etapas constructivas.

- a) para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considerara de 15 años.
- b) Para poblaciones de 20,000 a mas habitantes se considerara de 10 años
- e) Los plazos se justificaran de acuerdo con la realidad económica de las localidades.

Fuente: Ministerio de Vivienda. 8 - 3 - 72

Para el proyecto usaremos la alternativa (a)

## 2.2. Población

Es la cantidad de habitantes que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable.

Una vez fijada la vida útil de la obra, realizadas las investigaciones preliminares y la combinación de otros factores, se encuentra el determinar el desarrollo futuro que probablemente tendrá la población en estudio, considerando el incremento de habitantes, así como el tipo, número y magnitud de actividades.

### Previsión de la Población

El crecimiento de las ciudades está sujeto a planes de desarrollo. Para su crecimiento se consideran las zonas de reserva previstas para el desarrollo de la ciudad a corto, mediano y largo plazos.

En el caso de aprovisionamiento básico de saneamiento, es necesario conocer la dosificación de los usos del suelo, según los programas al respecto, para poder predecir la población a servir y diseñar la infraestructura de estos servicios con proyección futura.

### Estimación de la Población

Debido a que la población es siempre un factor relevante en la estimación futura del agua, en la ocupación del suelo disponible, en la ampliación del fundo legal, en la generación de bienes y servicios, etc., es necesario predecir de alguna manera, cual será el incremento de la misma en tiempos determinados.

En el diseño y operación de sistemas relacionados con el agua (suministro, tratamiento y desalojo), se requieren estimaciones de la población a corto plazo (1-10 años) y a largo plazo (10-50 años).

### Diseño de infraestructura sanitaria para poblaciones urbanas

La población futura para el periodo de diseño considerado deberá calcularse teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá ser acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socio - económicos, sus tendencias de desarrollo y otros que se pudiere obtener.
- b) Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab./vivienda.

Fuente: R.N.E: Jun. 2006

En el proyecto usaremos la alternativa (b) por ser nueva habilitación, y luego calculamos la población actual.

**Grafica N° 2**  
**Población Unipampa Zona 5**



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 7**  
**Plano de lotización y Manzaneo de Unipampa - Zona 5**

<b>Pueblo Unipampa Zona 5</b>		
<b>Manzana</b>	<b>Uso</b>	<b>N° Lotes</b>
A	VIVIENDAS	28
B	VIVIENDAS	28
	COMISARIA	1
C	VIVIENDAS	20
D	COLEGIO	1
E	VIVIENDAS	24
F	VIVIENDAS	24
G	VIVIENDAS	24
H	VIVIENDAS	28
I	VIVIENDAS	28
J	VIVIENDAS	16
K	VIVIENDAS	16
L	MUNICIPALIDAD	1
M	PLAZA	1
N	PARROQUIA	1
	POSTA MEDICA	1
O	VIVIENDAS	16
p	VIVIENDAS	16
Q	VIVIENDAS	18
R	VIVIENDAS	18
S	MERCADO	1
	LOSAS	1
T	VIVIENDAS	30
U	VIVIENDAS	30
V	VIVIENDAS	18
W	VIVIENDAS	18

**TOTAL**

408 Lotes

400 Lotes de Vivienda

**Fuente:** Elaboración propia

Se trata de una población con equipamiento básico como son:

- Viviendas
- Otros Servicios
  - Comisaría:
  - Centro Salud:
  - Municipalidad:
  - Mercado y otros:
  - Centro Educativo:

- Plaza

Nº de viviendas = 400

$$\text{Población Actual (Pa)} = 400 \text{ viviendas} \times \frac{6 \text{ hab}}{\text{viviendas}}$$

$$\text{Población Actual} = 2400 \text{ hab.} \quad (2.1)$$

Para la estimación de la población futura o del proyecto los métodos más usuales son: Aritmético o crecimiento lineal, progresión geométrica o interés compuesto, logarítmico o exponencial, extensión gráfica de una curva y método de ajuste por mínimos cuadrados; esta estimación se hace en función de el crecimiento de área o expansión urbana.

Cualquier sobredimensionamiento de la población futura conlleva a un alto porcentaje de capacidad ociosa, mayores costos y baja recaudación; y lógicamente tarifas más altas o subvención de las mismas. Generalmente los sistemas de abastecimiento de aguas se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.

Para el caso del proyecto bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética, por lo tanto usaremos este método.

La fórmula del crecimiento aritmético es:

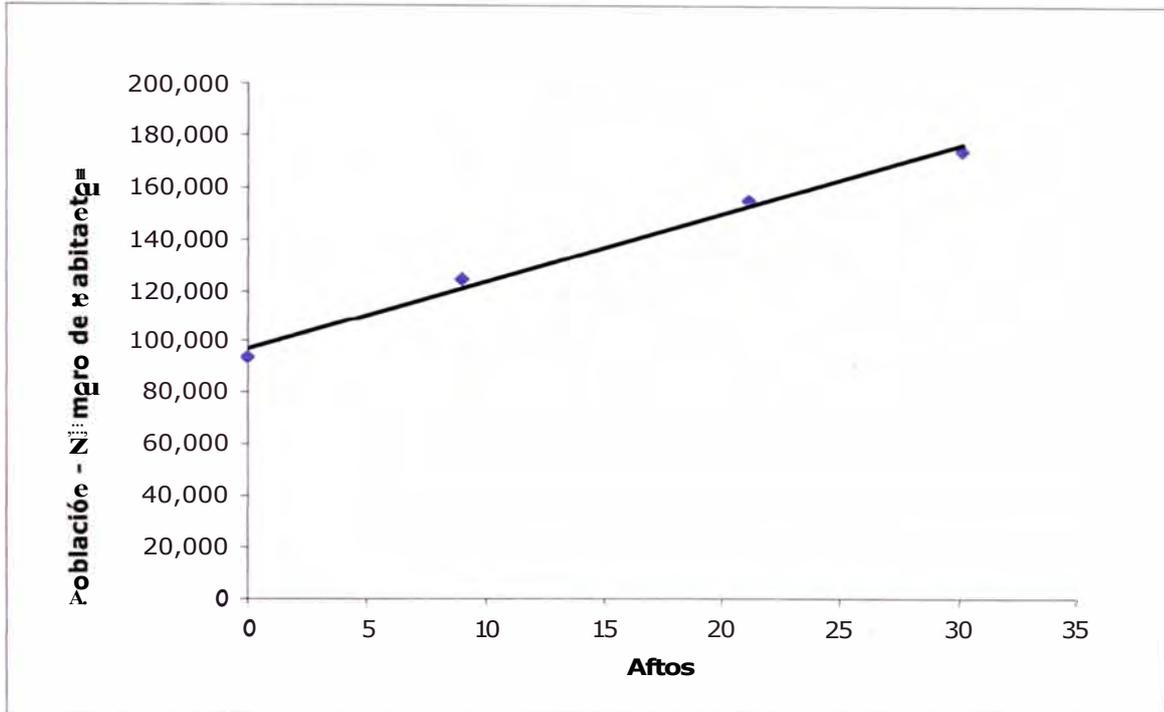
$$Pf = Pax \left( 1 + \frac{rt}{1000} \right) \quad (2.2)$$

Donde:

- Pf = Población futura
- Pa = Población actual
- r = Coeficiente de crecimiento anual por 1900 habitantes
- t = Tiempo en años

De acuerdo a la estimación realizada por el INEI, se observa el crecimiento de la población de la provincia de Cañete.

**Grafica N° 3**  
**Crecimiento de la Población en la Provincia de Cañete**



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 8**  
**Cálculo de la Población Futura**

AÑO	Pa (hab.)	t años	p (Pi+1 - Pi)	Pa X t	r (P/Paxt)	rxt
1972	93,746	-	-	-	-	-
		9	30,532	843,714	0.036	0.32
1981	124,278	-	-	-	-	-
		12	30,793	1,491,336	0.021	0.25
1993	155,071	-	-	-	-	-
		9	18,829	1,395,639	0.013	0.12
2002	173,900	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>				<b>0.69</b>

Fuente: Elaboración propia

$$\text{De donde: } r = \frac{\text{Totalrxt}}{\text{Totalt}} = \frac{0.69}{0.30} = 0.023 \quad (2.3)$$

$r = 23$  por cada 1000 habitantes (23 ‰)

Reemplazando valores de  $P_a$ ,  $r$ ,  $t$  en la ecuación (2.2) se determina la población futura para el año 2022

$$P_{fc2022} = 3,22 \text{ shab} \quad (2.4)$$

## 2.3. Factores que Afectan el consumo de agua potable

### 2.3.1. Factores Generales

#### Clima

Como es de conocimiento general el consumo de agua varía debido a las variaciones climatológicas, tanto para el aseo personal como para bebida; en clima caluroso es mayor el consumo de refrescos, en climas fríos es mayor el consumo de bebidas calientes, pero no se llega a equiparar siendo mayor el consumo en climas cálidos. Algo así parecido ocurre en el consumo de agua para aseo personal.

#### Hábitos y niveles de vida

De lo indicado en el párrafo anterior se puede complementar con lo siguiente:

El consumo de agua para los hábitos de limpieza, y de acuerdo al nivel de vida, va bajando en función a la siguiente ubicación del poblador en una ciudad cualquiera; así es mayor el consumo en el casco urbano; mediano, en las zonas adyacentes al casco urbano (urbanizaciones, cooperativas de vivienda, asociaciones de vivienda, grupos residenciales, etc) y menor en los barrios marginales (Asentamientos Humanos, urbanizaciones populares, etc.)

Por lo que el estándar de vida influye en el consumo de agua, siendo menor en zonas de condición media popular.

### **Actividades de la población**

Los consumos varían de acuerdo a las zonas de industria, de comercio y de vivienda; siendo la mayor variación horaria en las zonas de viviendas.

### **Tamaño de la población**

Afectan al consumo en función directa a los números de habitantes, por hábitos adquiridos y dificultad operativa del sistema.

## **2.3.2. Factores de control de servicio**

### **Medición del consumo**

El consumo libre de agua redundante en el excesivo uso de ella y sin ningún cuidado por evitar pérdidas. Con una política adecuada de la empresa administradora se permite un mayor control en la medición y cobro racional, observándose que el consumo se reduce ostensiblemente.

### **Presión de servicio**

Las elevadas presiones en el sistema incrementan los desperfectos, tanto en las redes como en los aparatos sanitarios de las viviendas, produciéndose ingentes pérdidas. Por otro lado las altas presiones originan filtraciones en las redes, éstas no deben sobrepasar las establecidas por el reglamento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) que señala como presión mínima de 10 metros y como máxima 50 metros.

### **Costos de servicio**

Este costo incluye maquinarias, plantas de tratamiento, mantenimiento de los servicios, lo que guarda relación inversa con el consumo.

### **Calidad del agua**

También tiene relación con el consumo, siendo mayor si es de buena calidad y menor si la calidad es aparentemente mala (presencia de cloruros, sabor, color y calidad estética).

#### **2.3.3. Usos del consumo de agua**

El alcance y concepto moderno de los abastecimientos de agua es bastante amplio y complejo que el de la antigüedad. La finalidad y uso del agua en una ciudad moderna es mucho más variado de lo que fue en una ciudad griega o romana.

Mayor es el número de usos y cantidad proporcional de agua que tiene una finalidad de comodidad, de lujo y económica; y proporcionalmente menor es el uso destinado a una finalidad de supervivencia humana, higiénica y social.

A continuación se hace referente a los distintos usos que se hacen del agua en una ciudad; hemos tratado de ordenarlos empezando por aquellos que son esenciales para la supervivencia humana, los de carácter higiénico y de limpieza, continuando con los que a nuestro juicio pueden ser cada vez de menos carácter social o humanitario.

#### **Usos domésticos**

- Bebida y preparación de alimentos.
- Aseo personal y lavado de ropa.
- Remoción de excretas y desperdicios
- Limpieza de casa.
- Riego dentro de la casa
- Limpieza de Vehículos
- Riego de jardines y engramados dentro de las propiedades
- Piscinas
- Fuentes ornamentales de la casa
- Otros usos

### **Usos semipúblicos, institucionales, etc.**

- Oficinas públicas
- Instituciones, hoteles, hospitales, mercados, etc.
- Centros de recreación, etc.
- Otros usos

### **Usos Públicos**

- Riego y limpieza de las calles
- Riego de parques y jardines
- Fuentes publicas y ornamentales
- Trabajos públicos (construcciones diversas)
- Combatir incendios
- Otros usos.

### **Usos comerciales e industriales**

- Locales comerciales
- Empresas y procesos industriales
- Generación de energía
- Remoción de desperdicios
- Otros usos

## **2.4. Dotación**

El conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para logro de estructuras funcionales. Dentro de lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua. Nuestras normas basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en las de otros países. Asignan cifras para las dotaciones del agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la zonificación, y en otros casos las características de la población expresándolas, en caso de industrias, en función del tipo y de la unidad de producción. Estas cifras nos conducen a la determinación de un gasto o un consumo medio. Lo cual ha de constituir la base de todo diseño. Especial cuidado debe tenerse en la adopción de los criterios para esta determinación.

Cuando se dispone de planos urbanísticos que presentan áreas zonificadas de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastantes aproximaciones.

Es un hecho necesario que la dotación de agua debe basarse en datos válidos y seguros. El valor de las normas no pueden superar el de los datos en que están se fundan.

Para la determinación de los consumos per cápita se han realizado investigaciones sobre mediciones de los consumo de agua en comunidades que presentan determinadas características.

#### Criterios Para Establecer la Dotación

- Dotación por el Tamaño de la Población.

**Cuadro N° 9**

<b>Población (habitantes)</b>	<b>Dotación (lt/hab/día)</b>
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

**Fuente:** Ministerio de Salud - 1962

- Dotación por Región y Altitud msnm

**Cuadro N° 10**

<b>Costa</b>	Norte	70 l/h/d
	Sur	60 l/h/d
<b>Sierra</b>	Más de 1,500 msnm	50 l/h/d
	Menos de 1,500 msnm	60 l/h/d
<b>Selva</b>		70 l/h/d

**Fuente:** Dirección general de salud ambiental (DIGESA)

- Dotación por el Tipo de Región Geográfica

**Cuadro N° 11**

Región	Dotación (lt/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de Salud - 1984

- Dotación por Tamaño de la Población y Clima

**Cuadro N° 12**

Población (habitantes)	Clima	
	Frió	Templado y Cálido
De 2,000 a 10,000	120 l/h/d	150 l/h/d
De 10,000 a 50,000	150 l/h/d	200 l/h/d
Mas de 50,000	200 l/h/d	250 l/h/d

Fuente: Ministerio de Vivienda. 8- 3- 72

**Cuadro N° 13**

**Consumo Diario de Agua por Persona**

<b>15</b> Litros al lavarse	<b>4</b> Litros al beber Y cocinar	<b>10</b> Litros al limpiar la casa
<b>35</b> Litros en el baño	<b>35</b> Litros al ducharse	<b>6</b> Litros al lavar el servicio
	<b>45</b> Litros al lavar ropa	

Fuente: Sedapal

Periódico PERÚ.21; Marzo 2007

Muchos investigadores, basados en encuestas, han encontrado que los consumos domésticos varían de 20 a 90 lts/hab/día en comunidades rurales con conexión domiciliaria; y de 20 a 300 lts/hab/día en poblaciones urbanas y servicios múltiples interiores.

Para el caso del proyecto asumiremos una dotación de acuerdo al tipo de uso suelo, para el caso de vivienda es de 150 lts/hab/día; y para los demás establecimientos de acuerdo a la siguiente tabla.

Mercados y Otros Usos:	15 lts/m <sup>2</sup> /día
Plaza:	2 lts/m <sup>2</sup> /día

Fuente: Tesis de la Facultad de Ingeniería Ambiental: Cedrón Mendieta, Moisés; Diseño de abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado para la Ciudad Mariscal Cáceres - Canto Grande; Lima 1991.

## 2.5. Coeficiente de Variación de Consumo

### 2.5.1. Consumo Promedio Diario Anual (Qp)

Nos permite definir el Consumo Medio Diario como el promedio de los consumos diarios durante un año de registros. Expresado en lts/seg. Así mismo definimos Consumo Máximo Diario. Con el día de máximo consumo de una serie de registro observados durante los 365 días de un año.

De no existir registro, se calcula:

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

Usualmente se expresa en l/s:

$$Q_p = \frac{\text{Dotación}(\text{lt} / \text{hab} \text{ día}) \times \text{Población}(\text{hab})}{86,4000} \quad (2.5)$$

### 2.5.2. Consumo Máximo Diario (Qmd)

Se presenta durante estos periodos se registro un día de consumo máximo, Al extender estas variaciones a todo un año, podemos determinar el día más crítico (máxima demanda) que debe ser satisfecho.

Este valor, relacionado con el consumo medio, ha permitido establecer constantes de diseño.

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m \quad (2.6)$$

$K_1$  es coeficiente de variación de consumo máximo diario

RNE:  $K_1$  debe variar de 1.2 a 1.5

Pero se recomienda un valor de 1.5

### 2.5.3. Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )

El valor máximo tomado hora a hora representara la hora de máximo consumo de ese día. Si por definición. Tomamos la curva correspondiente al día de máximo consumo. Esta hora representará el Consumo Máximo Horario. El cual puede ser relacionado respecto al consumo medio ( $Q_m$ ) mediante la expresión.

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m \quad (2.7)$$

$K_2$  es coeficiente de variación de consumo máximo horario

RNE:  $K_2 = 2.5$  Para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab

$K_2 = 1.8$  Para poblaciones mayores de 10,000 hab

### Caudal de Incendio

Debido a que la población de diseño es de 3,228 Habitantes y por lo tanto menor que el mínimo de 10,000 Habitantes establecido por el R.N.E. para dota[ de protección contra incendio; este parámetro de diseño no se considerara.

### 2.5.4. Caudal de Diseño

Son aquellos que nos permite dimensionar todos bs elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua. Entre los caudales de diseño tenemos:

- a. Caudal promedio :  $Q_p$
- b. Caudal máximo horario :  $Q_{mh}$
- c. Caudal máximo diario :  $Q_{md}$

### Caudal promedio

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación.

$$Q_p = \frac{\text{Dotacion}(\text{lt} / \text{hab} / \text{dia}) \times \text{Población Futura}(\text{hab})}{86,400} \quad (2.8)$$

Consideraremos los caudales para tres tipos de uso de suelo:

- Viviendas
- Mercado y Otros Servicios
- Plaza

a) Uso de suelo para vivienda, en donde se considera la población.

Caudal promedio de la población

$$Q_p = \frac{3228 \times 150}{86400} = 5.60 \text{ lps.}$$

b) Uso de suelo para mercado y otros servicios.

$$Q_p = \frac{16,184 \times 15}{86400} = 3.81 \text{ lps.}$$

c) Uso de suelo para plaza

$$Q_p = \frac{7200 \times 2}{86400} = 0.17 \text{ lps}$$

Caudal promedio total:

$$Q_p = 5.60 + 3.81 + 0.17 = 9.58 \text{ lps}$$

### Caudal máximo diario

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

$K_1$  : Coeficiente adimensional (1.5)

$Q_p$  : Caudal promedio total

$$Q_{md} = 1.5 \times 9.58 = 14.37 \text{ lps}$$

### 2.5.4.3. Caudal máximo horario

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

$K_2$  : Coeficiente adimensional (2.5)

$Q_p$  : Caudal promedio total

$$Q_{mh} = 2.5 \times 9.58 = 23.95 \text{ lps}$$

De acuerdo al R.N.E. la red de distribución se diseña para el mayor de los siguientes valores:

- 1) Caudal máximo anual diario mas demanda por incendios.
- 1) Caudal máximo anual horario.

Sabemos que:

$$Q \text{ máx. diario} = 14.37 \text{ lps}$$

$$Q \text{ máx. horario} = 23.95 \text{ lps}$$

Por lo tanto se diseñara con el:

$$Q \text{ máx. horario} = 23.95 \text{ lps} \quad (2.9)$$

### 2.5.5. Criterios de Diseño

En el cuadro siguiente se muestran algunos parámetros adoptadas para la elaboración del proyecto Unipampa - Zona 5

**Cuadro N° 14**

Parámetro	Valor de Estudio	Comentarios
<b>Demanda</b> Variación horaria Variación horaria	$Q_{md}$ $Q_{mh}$	Para dimensionar el sistema de distribución
<b>Presión</b> Máxima Mínima	50 m 15 m	10 m en casos particulares
<b>Velocidad</b> Máxima	3.00 mis	
<b>Rugosidad</b> C. de Hazen Williams Tuberías de PVC	120 - 150	Rango promedio
<b>Coeficiente de Variación de Consumo</b> $K_1$ $K_2$	1.5 2.5	Reglamento Nacional de Construcción

Fuente: R.N.E. - Junio 2006

## 2.6. Caudales y velocidades máximos

La distribución de los gastos de tránsito ha de hacerse atendiendo a criterios de demanda de las zonas a servir, densidad y desarrollo futuro.

Según las Normas INOS presenta una tabla de velocidades máximas y gastos máximos admisibles para cada diámetro, según se indica a continuación.

**Cuadro N° 15**  
**Relación Diámetro - Velocidad Económica**

D(mm)	D (pulg)	V <sub>máx</sub> (mis)	Q max (l/s)
75	3"	0.70	3.05
100	4"	0.75	5.89
150	5"	0.80	14.14
200	6"	0.90	28.27
250	8"	1.00	49.09

**Fuente:** Arrocha R. Simón; Libro Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño; Venezuela 1980

## 2.7. Clase de tuberías

La clase de las tuberías depende del diseño ventajoso que logra la utilización del material apropiado. Aprovechando al máximo sus características. Esta en función del diseño económico y funcional puede lograrse si utilizamos la tubería correcta para condición de trabajo.

Siendo la tubería un elemento\_ sujeto a soportar presiones internas (presiones hidrostáticas e hidrodinámicas) resulta conveniente conocer y clasificar las distintas clases de tuberías en función de esta presión de trabajo.

Las Normas ISO clasifican las tuberías denominándolas de acuerdo a la presión de trabajo expresada en Kg./cm<sup>2</sup>. de acuerdo al siguiente cuadro.

**Cuadro N° 16**  
**Clases de Tubería en Función de Presión**

Clase (kg/cm <sup>2</sup> )	Serie	Metros de agua	Presión en Lbs/pulg <sup>2</sup>	Atmósfera
5	20.0	50	71.5	5
10	10.0	100	143.0	10
15	6.60	150	214.5	15
20		200	286.0	20
25		250	357.5	25

**Fuente:** Arrocha R. Simón; Libro Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño; Venezuela 1980

El espesor de pared de los tubos circulares de PVC se determina en función de presión nominal (clase), de su diámetro exterior y del esfuerzo de diseño característica del material, según la siguiente fórmula:

$$e = \frac{DP}{(2a + P)} \quad (2.10)$$

Donde:

e = Espesor de la pared (mm)

D = Diámetro exterior (mm)

P = Presión nominal (kg/cm<sup>2</sup>)

a = Esfuerzo de diseño = 100kg/cm<sup>2</sup> (10MPa)

Tubos PVC - U Presión NTP - ISO 4422 Unión Flexible.

**Cuadro N° 17**  
**Características de los Tubos PVC - U (Clase 5 - Serie 20)**

<b>Dn (mm)</b>	<b>De (mm)</b>	<b>Di (mm)</b>	<b>e (mm)</b>	<b>Lt (mm)</b>	<b>Peso Mínimo (kg)</b>
63	63	59.8	1.6	6	2,592
75	75	71.2	1.9	6	3,665
90	90	85.6	2.2	6	5,097
110	110	104.6	2.7	6	7,645
140	140	133.0	3.5	6	12,608
160	160	152.0	4.0	6	16,467
200	200	190.2	4.9	6	25,228

Fuente: Nicoll; Sistema de Presión - Catálogo y Manual Técnico

## CAPITULO 111

### DISEÑO DE REDES HIDRÁULICAS

#### 3.1. Dimensionamiento de la red

##### 3.1.1. Línea de alimentación

Esta formada por un tramo de tubería, que sale del reservorio de 550.00 m<sup>3</sup> hacia la red de distribución.

##### 3.1.2. Tuberías Troncales

Son los que conforman la red principal en circuitos cerrados. Se proyectan según las siguientes recomendaciones:

- Tubería de 100 mm (4") formando malla de 100 m de lado aproximadamente.
- Tubería de 150 mm (6") formando malla de 400 m de lado aproximadamente.
- Tubería de 200 mm (8") formando malla de 1200 m de lado aproximadamente.
- Tuberías mayores a 200 mm (8") siguiendo las disposiciones de Sedapal.

##### 3.1.3. Tuberías de servicio

Son aquellas de menor diámetro y están conectadas a las troncales y dan servicio a los domicilios. De acuerdo a la importancia de la zona, los diámetros de estas tuberías serán escogidas.

Las tuberías de servicio tienen los siguientes diámetros:  
El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tubería de 50 mm de diámetro con una longitud **máxima** de 100 m si son alimentados por un solo extremo o de 200 m si son alimentados por los extremos.

### 3.1.4. Presiones admisibles

El sistema de agua potable debe disponer de presiones tales que evite fallas originadas por presiones muy bajas o demasiado altas.

Es deseable especificar una presión máxima para evitarle al usuario dificultades que provengan de una excesiva presión. En tal razón se contempla limitar la presión a un valor determinado para evitar desperdicios.

Las presiones mínimas, que corresponde a las horas de máximo consumo, están supeditadas a la altura de las edificaciones y a la facilidad de combatir incendios.

Por consiguiente, se deben considerar dentro de cierto rango a fin de brindar un servicio adecuado.

Las presiones adoptadas para el diseño son las siguientes:

Presión máxima : 50 metros

Presión mínima : 10 metros

Fuente: R.N.E. Junio 2006

### 3.1.5. Velocidad de flujo

Las velocidades del flujo de agua en las tuberías pueden variar de 0.60 mt/seg a 3.00mt/seg. Se recomienda que la velocidad del flujo no sea muy alta, porque puede producir golpes de arietes en las válvulas al cerrarlas bruscamente y causar deterioro en los accesorios.

Según el R.N.E. considera para la velocidad máxima de 3m/s, no menciona para la velocidad mínima.

### 3.1.6. Tipos de Red de Distribución

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque, puede determinarse el tipo de red de distribución.

### 3.1.6.1. Tipo Ramificado

Son redes de distribución constituidas por una ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas. Este tipo de red es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales. También puede originarse por el desarrollo lineal a lo largo de una vía principal o carretera.

### 3.1.6.2. Tipo Mallado

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear un circuito cerrado que permita un flujo más eficiente y permanente. En el dimensionamiento de una red mallada se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo, para la cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimadas de los gastos en los nudos.

En el proyecto usaremos redes de distribución Tipo mallado.

Las redes malladas están constituidas por la matriz de distribución, de las tuberías principales, tuberías secundarias o de relleno y ramales abiertos. Las tuberías principales constituirán las mallas, cuyos tramos se definirán por los nodos que lo comprende.

Para ello, se define un nodo en base a lo siguiente:

- a) Intersección de dos tuberías principales
- b) Todo punto de alimentación.
- c) Tramos no mayores de 500 a 600 m

Para la configuración de las mallas mediante las tuberías principales se tomará en cuenta el posible desarrollo o crecimiento de la Ciudad o Zona a proyectar.

### 3.1.7. Trazo de la red de distribución

Para el trazo de la red de distribución se ha tomado como referencias los puntos de salida, donde están concentradas las mayores demandas.

La red de distribución se ha trazado para cada una de las zonas de servicio por avenidas y calles de acuerdo a los planos proyectados de la nueva urbanización.

El número de mallas ha sido determinado con el criterio de facilitar el diseño de las redes internas.

### 3.1.8. Cálculo de la red de distribución

Se trata de determinar el gasto o consumo medio para toda la zona a proyectar, se traza las áreas de influencia de cada nudo, a fin de definir una demanda unitaria.

Se enumeran los nudos que configuran la malla o se determinan las áreas de influencia de cada uno, trazando las mediatrices de los tramos. Se procurará tener áreas de figuras geométricas conocidas o en caso contrario debe disponerse de planímetros para su medición.

Se ha diseñado las redes principales con 6 mallas que conforman 14 nudos con sus respectivas áreas tributarias, luego calculamos el caudal de influencia para cada nudo, la suma de los caudales de influencia será igual al caudal de diseño, para el cálculo del gasto en cada nudo se va a considerar de acuerdo al siguiente uso de suelo:

Viviendas: cantidad = 400 unds

Otros Usos:

Comisaría:	área = 1680 m <sup>2</sup>
Centro Salud:	área = 5600 m <sup>2</sup>
Municipalidad:	área = 3200 m <sup>2</sup>
Mercado y otros:	área = 5704 m <sup>2</sup>
Centro Educativo:	área = 5760 m <sup>2</sup>

Plaza: área = 7200 m<sup>2</sup>

**Cuadro N° 18**  
**Cálculo de Caudal de Influencia**

Nudo	Descripción	Datación		Área m <sup>2</sup>	Población	Población	Caudal	Caudal
		lts/hab/día	lts/m <sup>2</sup> /día		Actual hab.	Futura hab.	Medio lts/sei:1	Máximo Horario (lts/sei:1)
1	Viviendas	150			168	226	<b>0.390</b>	<b>0.980</b>
2	Viviendas centro educativo	150	15	2880	300	404	0.700 0.500	<b>1.200</b> <b>3.000</b>
3	Viviendas	150			168	226	<b>0.390</b>	<b>0.980</b>
4	Viviendas	150			264	355	<b>0.620</b>	<b>1.550</b>
5	Viviendas otros usos plaza	150	15 2	3080 660	180	242	0.420 0.530 0.020	<b>0.970</b> <b>2.430</b>
6	Viviendas otros usos centro educativo plaza	150	15 15 2	3440 2880 3300	72	97	0.170 0.600 0.500 0.080	<b>1.350</b> <b>3.370</b>
7	Viviendas	150			264	355	<b>0.620</b>	<b>1.550</b>
8	Viviendas	150			216	290	<b>0.500</b>	<b>1.250</b>
9	Viviendas otros usos plaza	150	15 2	4292 2160	48	64	0.110 0.740 0.050	<b>0.900</b> <b>2.250</b>
10	Viviendas otros usos plaza	150	15 2	2520 1080	132	178	0.310 0.440 0.020	<b>0.770</b> <b>1.920</b>
11	Viviendas	150			192	258	<b>0.450</b>	<b>1.120</b>
12	Viviendas	150			144	194	<b>0.340</b>	<b>0.850</b>
13	Viviendas otros usos	150	15	2852	156	210	0.360 0.500	<b>0.860</b> <b>2.150</b>
14	viviendas	150			96	129	<b>0.220</b>	<b>0.550</b>
<b>TOTAL</b>				<b>29144</b>	<b>2400</b>	<b>3228</b>	<b>9.58</b>	<b>23.95</b>

Fuente: Elaboración propia

En el diseño de redes hidráulicas, es necesario seleccionar dimensiones, materiales y equipos para obtener la máxima economía, a continuación desarrollaremos fórmulas matemáticas basadas sobre los conceptos de longitudes y diámetros equivalentes de las tuberías.

Una vez establecido el mallado, constituido por los gastos correspondientes a cada tramo para el caso de análisis que se pretenda. Se procede a determinar los gastos de tránsito mediante el procedimiento siguiente:

### 3.1.8.1. Ecuaciones que gobiernan el problema

Se conoce como una red de tuberías a aquella en la cual las tuberías que la componen se cierran formando circuitos y en la cual, las tuberías están conectadas unas a otras por nudos. Para el análisis de redes existen dos ecuaciones basadas en leyes físicas que deben aplicarse y satisfacerse, estas son:

- La Ecuación de Continuidad, y
- La Ecuación de Balance de Energía,

Adicionalmente requerimos de incluir una ecuación que relacione el caudal con la pérdida de carga en una tubería, por lo cual tomaremos la más usada por los ingenieros diseñadores de redes de agua, la Ecuación de Hazen -Williams.

#### Ecuación de Continuidad

La aplicación de ecuaciones de continuidad o también denominada ecuación de nudo, implica que la suma algebraica de caudales en cualquier nudo debe ser igual a cero, es decir:

$$\sum Q = 0 \quad (3.1)$$

Donde  $Q$  es el caudal que llega al nudo o sale de él. La convención de signos adoptada para el caudal  $Q$ , establece que el caudal que llega al nudo se le asigna un valor negativo y cuando sale del nudo un valor positivo.

### Ecuación de Balance de Energía

La aplicación de la ecuación de balance de energía, a la que también se le denomina ecuación de circuito, implica que al recorrer un circuito la suma algebraica de pérdidas de carga debe ser cero; es decir, que en sistemas en paralelo:

$$\sum H = 0 \quad (3.2)$$

La pérdida de carga " H " se considera positiva cuando el caudal orientado en la tubería dentro de un circuito sigue el sentido de las agujas del reloj y negativa en caso contrario.

#### 3.1.8.2. Ecuación de Pérdida de Carga de Hazen-Williams

Se disponen de ecuaciones o formulas empíricas, las cuales son modificaciones especiales de la fórmula de Darcy-Weisbach, en las que el coeficiente de fricción depende únicamente de la rugosidad relativa de la tubería. Para en caso del agua (o de otros líquidos de viscosidad similar) dichas fórmulas han sido obtenidas por Manning, Schoder, Scobey, Hazen-Williams, etc.

La ecuación de Hazen - Williams es una de las más usadas por los ingenieros hidráulicos en el análisis de redes hidráulicas y es la que se va a emplear en el presente trabajo. Esta ecuación relaciona el caudal con la pérdida de carga y en el sistema de unidades esta dado por la expresión:

$$H = \frac{4.7575 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.49} \times D^{4.75}} \quad (3.3)$$

Donde:

H: Pérdida de carga en pies.

Q: Caudal en pies<sup>3</sup>/seg.

L: Longitud de la tubería en pies.

C: Diámetro interior en pies.

C: Coeficiente de rugosidad interna en pies<sup>112/seg</sup>.

Análogamente, la ecuación de Hazen -Williams en el sistema métrico esta dado por la expresión:

$$H = \frac{10.8426 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.486} \times D^{4.75}} \quad (3.4)$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros.

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

L: Longitud de la tubería en metros.

D: Diámetro interior en metros.

C: Coeficiente de rugosidad interna en pies<sup>1/2</sup>/seg.

Los ingenieros diseñadores emplean la ecuación de Hazen-Williams en lo que se combinan los sistemas de unidades Inglés y Métrico, y a la que denominaremos sistema de unidades mixto, el mismo que está dado por la expresión:

$$H = \frac{1.7185 \times 10^6 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.486} \times D^{4.86}} \quad (3.5)$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros.

Q: Caudal en litros/ seg.

L: Longitud de la tubería en Kilómetros.

D: Diámetro interjor en pulgadas.

C: Coeficiente de rugosidad interna en pies<sup>1/2</sup>/seg.

Presiones de trabajo:

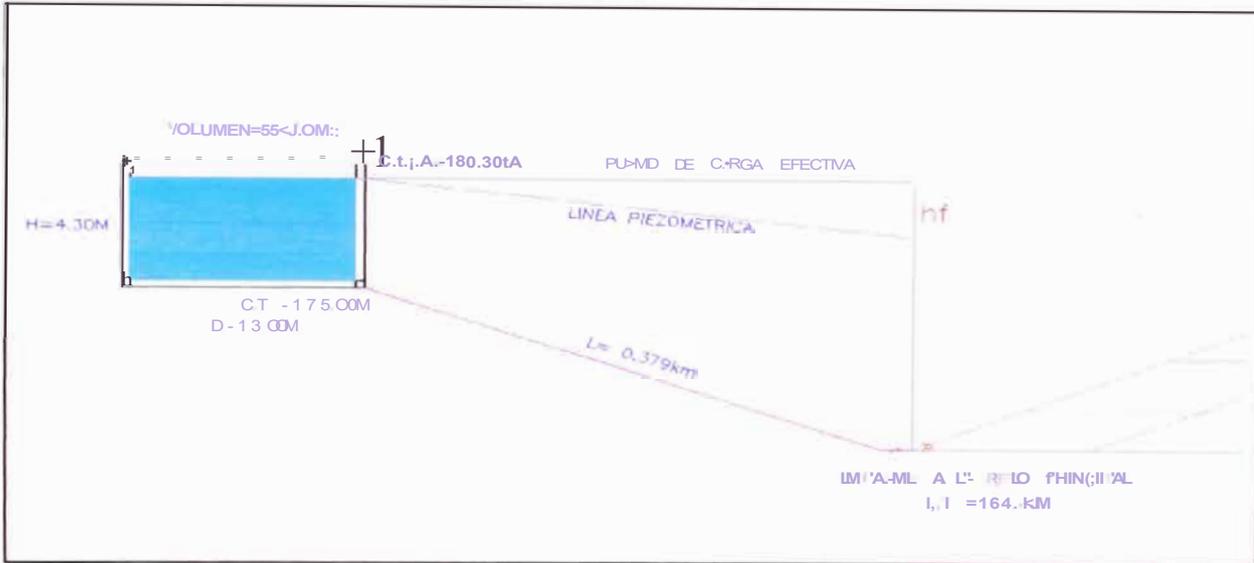
P máx.= 50 m.

P mín. = 15m

P mín. Excep. = 10m.

### 3.1.8.3. Cálculo de tubería de Aducción

Grafica N° 4



Fuente: Elaboración propia

Consumo Máximo Horario:	Q <sub>mh</sub> = 23,95 lts/seg
Cota de Nivel de Agua Reservorio:	CNA = 180,30 m
Cota Terreno en Reservorio:	CTR = 176,00 m
Cota de Terreno en Nudo:	CTN = 164,40 m
Longitud de Tubería:	0,379 km

Ecuación H-W

$$Q = 0,0004264 \times C \times D^{2,64} \times h_t^{0,54}$$

$$C = 150 \text{ vpie /seg}$$

$$D^{2,64} = Q / (0,0004264 \times C \times h_t^{0,54})$$

Elección de Clase de Tubería:  
Carga disponible:

$$H = CNA - CTN$$

$$H = 15,90 \text{ m}$$

Escogemos:  
Clase C-5:

Tubería PVC

Longitud Equivalente:

$$L_{eq} = 1,2 \times l$$

$$L_{eq} = 0,455 \text{ Km.}$$

$$h_f = \text{Carga Disp./Leq.}$$

$$h_f = 34,95 \text{ m/Km.}$$

$$D = 4,56 \text{ pulg.}$$

Asumiendo: D = 6.0 pulg.  
Veloc. V = Q/A m/seg.  
A = 0,01824 m<sup>2</sup>  
V = 1,31 m/seg > Reglamento. V<sub>min</sub> = 0.6 m/seg

Asumiendo: D = 8.0 pulg.  
Veloc. V = Q/A m/seg.  
A = 0,03243 m<sup>2</sup>  
V = 0,74 m/seg > Reglamento. V<sub>min</sub> = 0.6 m/seg

Trabajaremos con la tubería 08" PVC, para que tenga mayores ventajas en presión, debido a que tenemos un reservorio apoyado, luego con la ecuación de Hazen - Williams calcularemos la pérdida de carga real y la cota piezométrica para esta tubería.

Reemplazando datos en la ecuación (3.5), tenemos:

$$H = 1.07 \text{ mts}$$

Luego, la cota piezométrica en el nudo de empalme será:

$$CP \text{ nudo empalme} = CP \text{ reservorio} - H$$

$$CP \text{ nudo empalme} = 180.30 \text{ m} - 1.07 \text{ m}$$

$$CP \text{ nudo empalme} = 179.23 \text{ m}$$

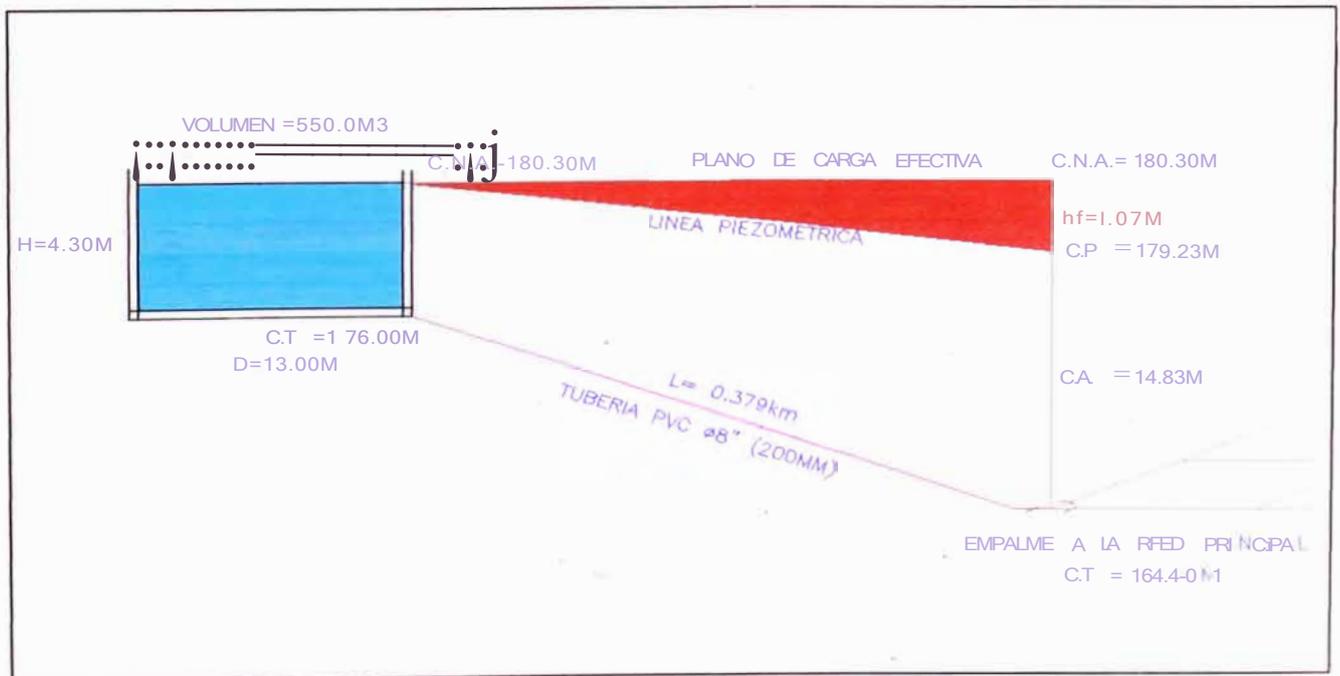
Luego, la columna de agua que soporta el nudo de empalme será:

$$CA \text{ nudo empalme} = CP \text{ nudo empalme} - CT \text{ nudo empalme}$$

$$CA \text{ nudo empalme} = 179.23 \text{ m} - 164.40 \text{ m}$$

$$CA \text{ nudo empalme} = 14.83 \text{ m}$$

**Grafica N° 5**  
**Línea de Aducción Definitivo**



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.8.4. Método de Hardy - Cross

Denominado también método de relajamiento o de pruebas y errores controlados, supone que se han seleccionado previamente los caudales iniciales y los diámetros en los diferentes tramos de la red. Por medio de un proceso iterativo, se corrigen los caudales de tal manera que el cierre de la malla (diferencia de presiones entre un ramal y otro de la red cerrada) no exceda un valor límite, que según la norma debe ser menor 1 metro, y se obtiene para las condiciones anteriores la presión en cada uno de los nudos de las mallas.

La ecuación básica de este método es la ecuación de **Hazen - Williams**:

$$Q = 0.2785CD^{2.63} J^{0.54}$$

Donde:

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

C = Coeficiente de rugosidad del material de la tubería

D = Diámetro de la tubería (m)

J = Pérdida de carga unitaria en el tramo (m/m) = H/L

H = Pérdida de carga total en el tramo (m)

L = Longitud del tramo (m)

La pérdida de carga unitaria, J, será:

$$J = \frac{(Q)^{10.54}}{0.2785 CD^{2.63}}$$

En donde los siguientes términos son constantes:

$$n = 1/0.54 = 0.85$$

$$K = \frac{(1)^{10.54}}{0.2785 CD^{2.63}}$$

$$J = kQ^n = H/L$$

Y la pérdida de carga total será:

$$H = kLQ^n$$

Donde k es una constante que depende del diámetro y el valor de  $\epsilon$  de la tubería.

Finalmente la corrección del caudal será:

$$Q_c = \frac{H}{1.85 \epsilon \frac{H}{Q}} \quad (3.6)$$

### 3.1.8.5. Método con programas de cómputo

Existen gran cantidad de programas de cómputo para el cálculo hidráulico de redes de distribución de agua desarrollados en diversos países.

En el proyecto usaremos el método computarizado de Watercad que trabajan en entorno Window, es uno de los programas más usados a nivel mundial en la actualidad, en simulación de abastecimiento de agua potable, tienen las siguientes características:

- Digitalización de los planos de agua potable, incluyendo la planimetría de calles y el trazo de tuberías.
- Análisis Estático de la red digitalizada.
- Análisis Dinámico de la red digitalizada.

El Programa de Watercad, está basado en el cumplimiento de dos principios o leyes:

- Ley de continuidad de masa en los nudos;
- Ley de conservación de la energía en los circuitos.

El planteamiento de esta última ley implica el uso de una ecuación de pérdida de carga o de "pérdida" de energía, bien sea la ecuación de Hazen & Williams o, bien la ecuación de Darcy & Weisbach.

Para el cálculo de los diámetros tentativos de los tramos usaremos el método de la gradiente.

Aplicando la fórmula de Hazen y William

$$Q_i = 0.0004264 C D_i^{2.53} S^{0.54} \quad (3.7)$$

Donde:

$Q_i$  = Caudal no real del tramo (l/s)

$C$  = Coeficiente de fricción H & W ( . /pie / seg )

$D_i$  = Diámetro (pulg.)

$S$  = Pendiente o gradiente hidráulico (m/km)

Para tubería policloruro de vinilo (PVC)

$$C = 150 \text{ pie / seg}$$

Gradiente hidráulico  $S = 2 \cdot 5^\circ I_{00}$  asumimos:  $S = 4^\circ I_{00}$ .

Deduciendo la fórmula y despejamos el diámetro en función del caudal, en todos los tramos.

$$Q = 2.26 (Q_i)^{0.38} \quad (3.8)$$

Los diámetros tentativos de la red de distribución se determinaran previamente en función de los gastos no reales que discurrirá en cada uno de los tramos, los datos que se verificará por el método computarizado de Watercad son la velocidad de flujo y presiones en todos los puntos.

En este proyecto hemos usado el programa de simulación que es más comercial y no el programa de diseño; el programa de simulación podría llamarse de verificación antes que de diseño y resulta dificultoso para un ingeniero con poca experiencia seleccionar diámetros razonables para las diversas tuberías de una red, los proyectistas suponen varias combinaciones de dimensiones, y luego verifican su comportamiento hidráulico.

Si la estimación original de las dimensiones no cumple con las condiciones hidráulicas, se realiza una nueva selección deberá hacerse y para el cual la verificación hidráulica debe repetirse. Ésta es algunas veces obviamente menor, por lo que la dimensión debe ser cambiada y el proceso repetirse. Realizando varios ensayos ingresaremos los diámetros más apropiados y además los otros datos:

#### **3.1.8.5.1. Criterios fundamentales para el Diseño de la red**

Para el análisis hidráulico de la red de distribución, podrá utilizarse el método de Programa Watercad, según recomendaciones de RNE, debemos de tener en cuenta lo siguiente:

En cualquier malla de tuberías se debe satisfacer cuatro condiciones:

- La suma algebraica de las pérdidas de carga alrededor de un circuito debe ser cero.
- La cantidad de flujo que entra en nudo debe ser igual a la cantidad de flujo que sale de ese nudo.
- El caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal que sale de ella.
- Los caudales asignados deben ocasionar velocidades adecuadas a la especificación reglamentaria.

Datos de Diseño con Tubería PVC de Distribución:

Consumo máximo horario  $Q_{mh} = 23.95$  lts/seg.

Cota Nivel Agua Reservoirio CNA = 180.30 m

Cota Terreno en Reservoirio CTR= 176.00 m

Tubería PVC  $C = 150$  pies<sup>112</sup>/seg.

### Cuadro N° 19

#### Datos de los Tramos de las Red Matriz

N°	Tramo		Longitud (m)	Caudal tramo lps	Diámetro		Diámetro (mm)	Diámetro Comercial (mm)	Material	H.Williams e
					(pulg)					
1	1	2	208	1.93	2.90	3	73	75	PVC	150
2	1	7	148	0.95	2.22	2 2/9	55	50	PVC	150
3	2	3	228	6.83	4.69	4 2/3	117	150	PVC	150
4	2	6	148	1.90	2.88	2 8/9	72	75	PVC	150
5	3	4	148	16.14	6.50	6 1/2	163	150	PVC	150
6	4	5	178	8.05	4.99	5	125	150	PVC	150
7	4	11	108	6.54	4.61	4 3/5	115	100	PVC	150
8	5	6	50	2.72	3.31	3 1/3	83	75	PVC	150
9	5	10	108	2.90	3.39	3 2/5	85	75	PVC	150
10	6	7	208	1.25	2.46	2 1/2	61	75	PVC	150
11	7	8	108	0.65	1.92	2	48	50	PVC	150
12	8	9	178	0.85	2.12	2 1/8	53	50	PVC	150
13	8	14	96	0.25	1.33	1 1/3	33	50	PVC	150
14	9	10	80	4.20	3.90	3 8/9	97	75	PVC	150
15	9	13	96	1.10	2.34	2 1/3	59	50	PVC	150
16	13	14	178	0.30	1.43	1 3/7	36	50	PVC	150
17	10	11	178	3.22	3.52	3 1/2	88	100	PVC	150
18	11	12	96	2.20	3.05	3	76	75	PVC	150
19	12	13	258	1.35	2.53	2 1/2	63	75	PVC	150

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 20**  
**Datos de los Nudos de la Red Matriz**

<b>Nudos</b>	<b>Cota de Terreno ( m )</b>	<b>Caudal de Influencia (lps)</b>
1	155.54	0.98
2	159.48	3.00
3	164.40	0.98
4	166.50	1.55
5	161.37	2.43
6	160.44	3.37
7	156.02	1.55
8	157.06	1.25
9	161.24	2.25
10	162.92	1.92
11	166.59	1.12
12	166.34	0.85
13	161.42	2.15
14	157.58	0.55

**Fuente:** Elaboración propia

**VER PLANO N° 1**

### Cuadro N° 21

#### Resultado del Cálculos de las Redes Hidráulicas con el Programa Watercad

Scena rio: Base

[Analysis Started]

Mon Apr 30 12:09:06 2007

[Steady State]

0:00:00 Balanced after 4 trials; relative flow change = 0.000040

Trial 1: relative flow change = 0.963149

Trial 2: relative flow change = 0.107270

Trial 3: relative flow change = 0.005159

Trial 4: relative flow change = 0.000040

Flow Summary

Flow Supplied 0.00 1/s

Flow Demanded 23.95 1/s

Flow Stored -23.95 1/s

0:00:00 Tank T-1 is emptying at 4.30 m

[Analysis Ended]

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 22**  
**Resumen Final del Calculo Hidráulico de la Red Matriz**

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-	Discharge	Upstream	Downstream	Pressure	Headloss Gradient	Velocity
				WilliamsC		(l/s)	Hydraulic Grade (m)	Hydraulic Grade (m)		
P-1	208	75	PVC	150	-1.87	178.51	179.06	0.55	2.67	0.42
P-2	228	150	PVC	150	-7.67	179.06	179.34	0.28	1.24	0.43
P-3	148	150	PVC	150	15.3	179.34	178.69	0.66	4.46	0.87
P-4	178	150	PVC	150	8.56	178.69	178.41	0.27	1.52	0.48
P-5	50	75	PVC	150	2.23	178.41	178.23	0.18	3.69	0.5
P-6	208	75	PVC	150	1.66	178.23	177.79	0.44	2.13	0.38
P-7	108	50	PVC	150	1	177.79	177.13	0.65	6.04	0.51
P-8	178	50	PVC	150	-0.53	177.13	177.47	0.33	1.87	0.27
P-9	80	75	PVC	150	-3.48	177.47	178.14	0.67	<b>8.4</b>	0.79
P-10	178	100	PVC	150	-1.5	178.14	178.22	0.08	<b>0.44</b>	0.19
P-11	96	75	PVC	150	2.57	178.22	177.76	0.46	4.79	0.58
P-12	258	75	PVC	150	1.72	177.76	177.17	0.59	2.27	0.39
P-13	178	50	PVC	150	0.27	177.17	177.08	0.09	0.52	0.14
P-15	<b>148</b>	75	PVC	150	2.8	179.06	178.23	0.83	5.62	0.63
P-14	148	50	PVC	150	0.89	178.51	177.79	0.72	4.87	0.45
P-19	108	100	PVC	150	5.19	178.69	178.22	0.47	<b>4.34</b>	0.66
P-16	108	100	PVC	150	3.9	178.41	178.14	0.28	2.55	0.5
P-17	96	50	PVC	150	0.7	177.47	177.17	0.3	3.09	0.36
P-18	96	50	PVC	150	0.28	177.13	177.08	0.06	0.58	0.14
P-20	379.25	200	PVC	150	-23.95	179.34	180.3	0.95	2.52	0.76

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 23**

**Resumen Final del Cálculo Hidráulico  
Red Matriz**

<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Base Flow (1/s)</b>	<b>Demand (Calculated) (1/s)</b>	<b>Calculated Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (m H<sub>2</sub>O)</b>
J-1	155.54	0.98	0.98	178.51	22.921
J-2	159.48	3.00	3.00	179.06	19.542
J-3	164.40	0.98	0.98	179.34	14.915
J-4	166.5	1.55	1.55	178.69	12.161
J-5	161.37	2.43	2.43	178.41	17.01
J-6	160.44	3.37	3.37	178.23	17.755
J-7	156.02	1.55	1.55	177.79	21.723
J-8	157.06	1.25	1.25	177.13	20.034
J-9	161.24	2.25	2.25	177.47	16.194
J-10	162.92	1.92	1.92	178.14	15.188
J-11	166.59	1.12	1.12	178.22	11.603
J-12	166.34	0.85	0.85	177.76	11.394
J-13	161.42	2.15	2.15	177.17	15.718
J-14	157.58	0.55	0.55	177.08	19.459

Fuente: Elaboración propia

**VER PLANO N° 2**

### **3.1.8.6. Ubicación y Recubrimiento de Accesorios Tuberías de Agua**

#### **3.1.8.6.1. Válvulas**

Se debe colocar válvulas de cortina a lo largo de la red con el fin de poder aislar sectores en caso de rotura de las tuberías o de incendios y seguir suministrando el agua al resto de la población.

La forma como se dispongan las válvulas dentro de la red no es estándar e influye grandemente en el presupuesto de la obra, ya que se trata de un gran número de válvulas de un tamaño relativamente grande.

Para redes pequeñas (de una malla), puede ser suficiente la colocación de una válvula.

1. Colocación de válvulas
2. Debe considerarse que al cierre de éstas, para la reparación de un tramo no debe exceder más de 200 m. De tubería.
3. Cada tramo debe aislarse a lo más mediante el cierre de 4 válvulas
4. Colocarse cerca de las instalaciones de las calles.
5. Colocarse válvulas en las tuberías secundarias justamente en la derivación de las principales.
6. Las válvulas mayores de 12" debe ir en casetas especiales accesibles mediante bocas de inspección.
7. En las tuberías de 12" a más debe colocarse válvulas de purga en los puntos bajos y de aire en los puntos altos.
8. No debe aislarse a más de 500 m, de tubería.

**VER PLANO N° 3**

**VER PLANO N° 4**

### 3.1.8.7. Conexiones domiciliarias de agua

Las conexiones domiciliarias de agua son las que realmente representan a la población servida y pueden ser simple o dobles, es decir, para servir a uno o dos lotes a la vez. Para nuestro caso se contará con una conexión domiciliaria por lote servido.

Según el R.N.E. el diámetro mínimo de la conexión predial será de 12.50mm.

Los componentes de una conexión domiciliaria de agua potable se dividen en:

- a Elementos de toma
  - b Tubería de conducción
  - c Tubería de forro de protección
  - d Elementos de control
  - e Caja medidor
  - f Elementos de unión con la instalación interior
- a. Elementos de toma.- los elementos de toma son aquellos que se utilizan en el empalme a la tubería matriz.

La perforación de la tubería se hará mediante taladro con broca, no permitiéndose el uso de herramientas de percusión.

Los elementos de la toma están constituidos por lo siguiente:

Abrazadera de derivación con montura y brida de fierro y empaquetadura de caucho, con dimensiones de acuerdo al diámetro de la tubería en la que se instalará (matriz).

Llave de la toma (corporation) puede ser de bronce o resina termoplástica y su dimensión será de acuerdo al diámetro de tubería a instalarse.

Elemento de unión de la llave de toma con la tubería de conducción, compuesta de dos piezas de PVC o resina termoplástica.

La primera conocida como transición, consta de un niple aproximadamente 2' de longitud, que termina uno de sus

extremos en una pestaña, la cual se aloja en el asiento de la tuerca, siendo ésta el elemento de unión con la llave de toma. La segunda conocida como cachimba, constituida por un niple curvo de  $90^\circ$  o  $45^\circ$ , de acuerdo a la necesidad y sirve para unir la transición a la tubería de conducción.

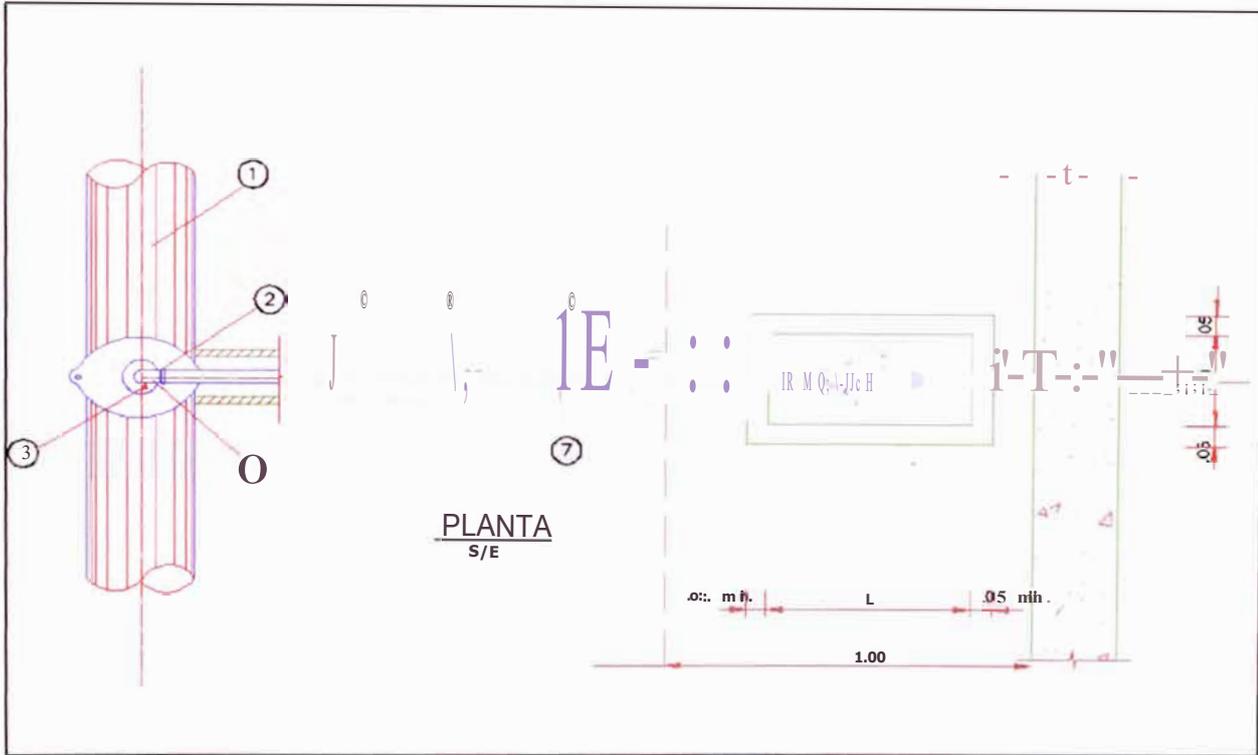
- b. Tubería de conducción.- Está constituida por tubería de PVC clase 5 y su diámetro será de acuerdo a la instalación en ejecución. Para el ingreso a la caja del medidor, se utilizará un niple de 0.30 m. como mínimo con una inclinación de  $45^\circ$ , para lo cual se emplearán 2 codos de PVC.
- c. Forro de protección.- La tubería de protección estará en la zona de ingreso a la caja del medidor, compuesto por tubería de concreto simple o PVC de 100 mm (4") con lo que se permite un movimiento o "juego mínimo" que posibilita la libre colocación o extracción del medidor del consumo.
- d. Elementos de control.- Para la colocación del medidor de consumo y el control de servicio, se necesita de los siguientes elementos:
  - Dos llaves de paso de bronce o resina termoplástica.
  - Dos niples estándar de bronce o resina termoplástica de acoplamiento de las llaves de paso al medidor de consumo.
  - Dos uniones presión: rosca de PVC
- e. Caja del medidor.- La caja del medidor es una caja de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  prefabricado de dimensiones definidas. La misma que va apoyado sobre un solado de fondo también de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  de 1.00 x 1.00 m. sobre una base debidamente compactada. La tapa de la caja se colocará al nivel de la rasante de la vereda y será de acero galvanizado.

- f. Elemento de unión con la instalación interior.- Para facilitar la unión con la instalación interior, se instalará a partir de la cara exterior de la caja un niple de PVC de 0.30 m.

### **Conexión Domiciliaria de Agua Potable (Leyenda)**

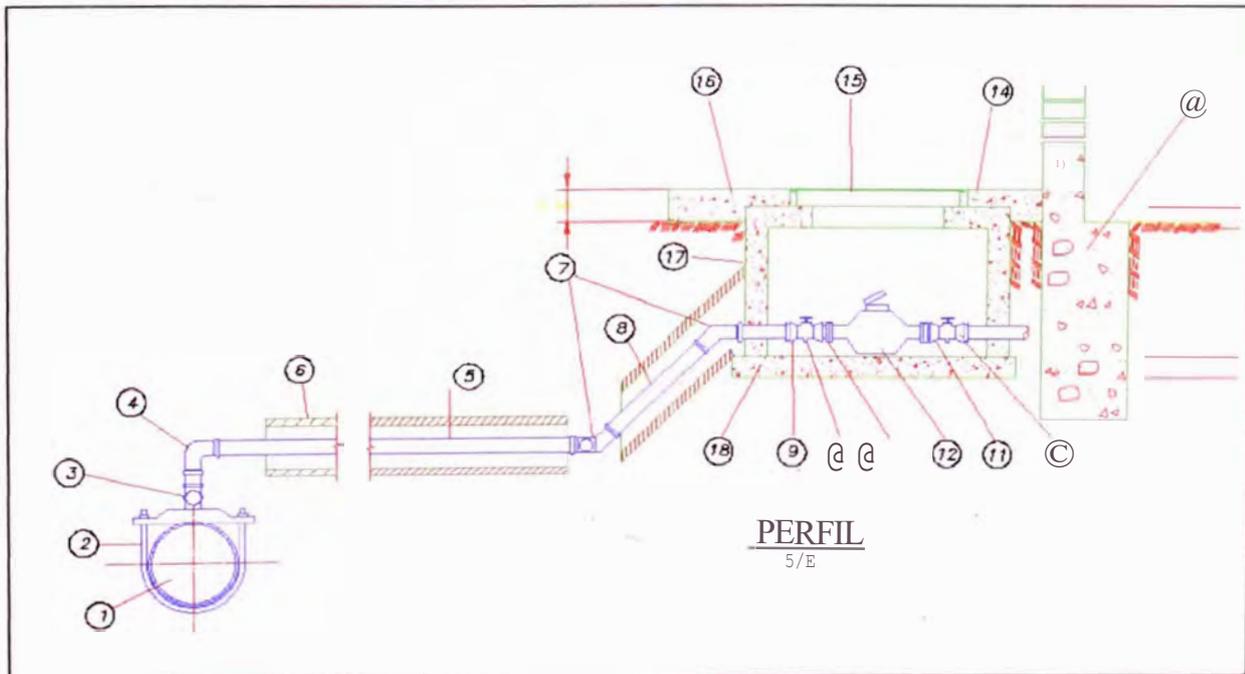
1. Matriz de diámetro variable.
2. Abrazadera de diámetro variable perforada.
3. Llave de toma (corporation) tuerca y niple con pestaña de 0.05 m
4. Cachimba o curva de 90° de doble unión - presión.
5. Tubería de conducción.
6. Forro de tubería 100 mm (4").
7. Codo de 45°.
8. Niple de longitud mínima = 0.30 m
9. Unión presión - rosca.
10. Llave de paso.
11. Niple estándar con tuerca.
12. Medidor o niple.
13. Cimiento del límite de propiedad.
14. Marco.
15. Tapa.
16. Losa de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
17. Caja de medidor.
18. Solado de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

### Grafica N° 6 Conexión Domiciliar de Agua Potable (Planta)



Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Martinete

### Grafica N° 7 Conexión Domiciliar de Agua Potable (Perfil)



Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Martinete

**VER PLANO N° 5**

## **CAPITULO IV**

### **COSTOS Y PRESUPUESTOS**

En este capítulo se revisará cada uno de los pasos que se deberá seguir para poder finalmente determinar el costo que demandará la construcción de una obra de red de agua.

La secuencia que se seguirá para este cálculo puede también aplicarse en la elaboración de presupuesto de otros tipos de obras de ingeniería, considerando obviamente las partidas correspondientes a esa obra.

El término de presupuesto, por definición se entiende como el cálculo anticipado del costo de una obra.

Por lo tanto debe entenderse que este cálculo se acercará tanto como queramos a la realidad, cuanto más cuidado tengamos en:

1. Considerar en el presupuesto cada una de las partidas que intervendrán en la obra.
2. Realizar un minucioso metrado de cada una de estas partidas y
3. Considerar adecuadamente la cantidad y el costo unitario de cada uno de los insumos (materiales, mano de obra y maquinarias y/o herramientas) que intervienen en los análisis de costos unitarios de las partidas consignadas.

#### **4.1. Metrado**

El metrado es una de las principales actividades en la elaboración de un presupuesto. Consiste en cuantificar cada una de las partidas que intervendrán en la ejecución de la obra.

La cuantificación se realizará a partir de los planos del proyecto aprobado por la autoridad competente.

Como recomendación, siempre se deberá realizar la inspección de reconocimiento del lugar, aún cuando contemos con la memoria descriptiva del proyecto.

**CUADRO N° 24**  
**Metrado de Red de Agua**

Item	Metrado	Unidad	Metrado
01.00.01	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA P/LIMITE SEGURIDAD DE OBRA	M	5,161.25
01.00.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL PARA LINEAS - REDES	KM	5.16
02.00.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01.00	<b>EXCAVACIONES</b>		
02.01.01	EXCAVACION C/!(MAQUINA) NORMAL"C"-P/TUB. 2"-6"AGUA_POTA	M	4,782.00
02.01.02	EXCAVACION C/!(MAQUINAS) NORMAL"C"-P/TUB. 8"-10"AGUA PO!	M	379.25
02.02.00	<b>REFINE Y NIVEL DE ZANJA</b>		
02.02.02	REFINE Y NIVELACION ZANJA TERR.NORMAL"C" PARA TUB. 8"-10"	M	379.25
02.03.00	<b>RELLENO</b>		
02.03.01	RELLENO COMP.ZANJA T.-NORMAL P/TUBERIA 2"-6" AGUA POTABLE	M	4,782.09
02.03.02	RELLENO COMP.ZANJA T.-NORMAL P/TUBERIA 8"-10" AGUA POTABLE	M	379.25
02.04.00	<b>ELIMINACIÓN DE DESMONTE</b>		
02.04.01	ELIMINACION DE DESMONTE S/CF TERRENO NORMAL	M	1,548.00
03.00.00	<b>INSTALACIONES Y ACCESORIOS DE LAS REDES</b>		
03.01.00	<b>TUBERIAS PVC</b>		
03.01.01	TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 50MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	1,374.00
03.01.02	TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 75MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	2,460.00
03.01.03	TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 100MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	394.00
03.01.04	TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 150MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	554.00
03.01.05	TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 200MM INCL. ANILLO + 2% desp.	M	379.25
03.02.00	<b>INSTALACIÓN DE TUBERIAS PARA AGUA</b>		
03.02.01	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 50MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	1,374.00
03.02.02	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 75MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	2,460.00
03.02.03	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 150MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	554.00
03.02.04	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 200MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	379.25
03.03.00	<b>PRUEBA HIDRAULICA</b>		
03.03.01	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 50MM (2") A ZANJA TAPADA	M	1,374.00
03.03.02	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 75MM (3") A ZANJA TAPADA	M	2,460.00
03.03.03	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 100MM (4") A ZANJA TAPADA	M	394.00
03.03.04	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 150MM (6") A ZANJA TAPADA	M	554.00
03.03.05	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 200MM (8") A ZANJA TAPADA	M	379.25

Item	Metrado	Unidad	Metrado
03.04.00	<b>ACCESORIOS PARA REDES DE AGUA</b>		
03.04.01	CODO PVC KM 22.5° DN 200MM	UNO	1.00
03.04.02	CODO PVC KM 90° DN 75MM	UNO	2.00
03.04.03	REDUCCIÓN PVC KM DN 200MM A 150MM	UNO	1.00
03.04.04	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 75MM	UNO	6.00
03.04.05	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 100MM	UNO	1.00
03.04.06	REDUCCION PVC KM DN 100MM A 75MM	UNO	5.00
03.04.07	REDUCCION PVC KM DN 75MM A 50MM	UNO	10.00
03.04.08	CRUZ PVC KM DN 150MM X 150MM	UNO	2.00
03.04.09	CRUZ PVC KM DN 100MM X 100MM	UNO	2.00
03.04.10	CRUZ PVC KM DN 75MM X 75MM	UNO	3.00
03.04.11	CRUZ PVC KM DN 50MM X 50MM	UNO	2.00
03.04.12	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 200MMX150MM	UNO	1.00
03.04.13	TEE PVC KM DN 150MM (6")	UNO	1.00
03.04.14	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 150MMX100MM	UNO	1.00
03.04.15	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 150MMX75MM	UNO	3.00
03.04.16	TEE PVC KM DN 100MM (4")	UNO	1.00
03.04.17	TEE PVC KM DN 75MM (3")	UNO	1.00
03.04.18	TEE PVC KM DN 50MM (2")	UNO	1.00
03.05.00	<b>INSTALACION DE ACCESORIOS</b>		
03.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 50MM - 75MM	UNO	37.00
03.05.02	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 100MM - 200MM	UNO	26.00
03.05.03	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES ACCESORIOS DN 50MM - 75MM	UNO	37.00
03.05.04	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES ACCESORIOS DN 100MM - 200MM	UNO	26.00
03.06.00	<b>VALVULAS</b>		
03.06.01	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 50MM	UNO	14.00
03.06.02	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 75MM	UNO	24.00
03.06.03	VALVULA COMPUERTA DE CC.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 100MM	UNO	4.00
03.06.04	VALVULA COMPUERTA DE CC.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 150MM	UNO	2.00
03.07.00	<b>INSTALACION DE VALVULAS</b>		
03.07.01	INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 50MM A 75MM	UNO	38.00
03.07.02	INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 100MM A 150MM	UNO	6.00

Fuente: elaboración propia

## 4.2. Análisis de Costos Unitarios

### Consideraciones en la elaboración de precios unitarios generales.

- 1.1. El análisis de cada partida considera la Mano de Obra, Maquinaria, Equipo y materiales necesarios para la completa terminación de la misma.
- 1.2. Los costos de Mano de Obra son los que rigen para las obras de construcción civil, incluyen sus Beneficios Sociales de ley y Bonificaciones que corresponden para este tipo de obras.
- 1.3. Los costos de maquinarias y Equipos, se han obtenido de la lista de tarifas de alquiler de equipos de diversas empresas especializadas en este rubro.
- 1.4. Los costos de Materiales son los cotizados los precios de mercado incluyendo el Impuesto General a las Ventas (I.G.V) y el flete hasta el pie de la obra.
- 1.5. En los costos de las partidas de Suministros, se incluye el porcentaje de rotura y/o desperdicios de los materiales que intervienen en ellas.
- 1.6. En los costos de las partidas de Eliminación de Desmonte, se ha considerado su porcentaje de esponjamiento.

### Análisis De Costos De Red De Distribución

Partida	01.00.01	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA P/LIMITE SEGURIDAD DE OBRA					
Rendimiento	300.000	M/DIA			Costo unitario directo por : M		0.76
Código	Descripción Insumos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0027	15.29	0.04	
470102	OPERARIO	HH	0.10	0.0027	11.76	0.03	
470104	PEON	HH	1.00	0.0267	9.51	0.25	
						0.32	
	Materiales						
050006	PIEDRA CHANGADA DE 1 1/2"M3			0.0010	39.85	0.04	
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0010	16.95	0.02	
210000	CEMENTO PORTLAND						
	TIPO 1(42.5KG)	BOL		0.0020	15.13	0.03	
304834	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA						
	SEGURIDAD DE OBRA	M		1.0000	0.20	0.20	
390500	AGUA	M3		0.0040	6.00	0.02	
430025	MADERA NACIONAL						
	P/ENCOFRADO-CARP	P2		0.0180	2.75	0.05	
549672	PINTURA DE TRAFICO	GLN		0.0010	84.47	0.08	
						0.44	

Partida	01.00.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL PARA LINEAS - REDES					
Rendimiento	1.200	KM/DIA			Costo unitario directo por : KM		504.01
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	6.6667	11.76	78.40	
470104	PEON	HH	3.00	20.0000	9.51	190.20	
						268.60	
	Materiales						
030100	FIERRO CONSTRUCCION						
	EN FBCA-COSTA PROMED	KG		10.0000	2.08	20.80	
290309	CAL	BOL		7.0000	8.47	59.29	
540242	PINTURA ESMALTE SINTETICO	GLN		0.3500	37.50	13.139	
						93.22	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	268.60	8.06	
370246	MIRA TOPOGRAFICA	HE	1.00	6.6667	0.98	6.53	
375409	JALON	HE	2.00	13.3333	0.76	10.13	
375411	TEODOLITO	HE	1.00	6.6667	9.82	65.47	
498901	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	6.6667	7.80	52.00	
						142.19	

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Partida 02.01.01 EXCAVACION C/I(MAQUINA) NORMAL"C"-P/TUB. 2"-6"AGUA POTABLE						
Rendimiento		120.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		8.43
Mano de Obra						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.0667	11.76	0.78
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0067	15.29	0.10
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.82	0.65
470104	PEON	HH	1.00	0.0667	9.51	0.63
						2.16
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.16	0.04
490406	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	HM	1.00	0.0667	93.33	6.23
						6.27

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Partida 02.01.02 EXCAVACION C/I(MAQUINAS) NORMAL"C"-P/TUB. 8"-10"AGUA POTABLE						
Rendimiento		80.000	M/DIA	Costo unitario directo por: M		12.66
Mano de Obra						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.1000	11.76	1.18
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	15.29	0.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1000	9.82	0.98
470104	PEON	HH	1.00	0.1000	9.51	0.95
						3.26
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	3.26	0.07
490406	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	HM	1.00	0.1000	93.33	9.33
						9.40

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Partida 02.02.01 REFINE Y NIVELACION ZANJA TERR.NORMAL"C" PARA TUB. 2"-6"						
Rendimiento		450.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		1.75
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0018	15.29	0.03
470104	PEON	HH	10.00	0.1778	9.51	1.69
						1.72
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.72	0.03
						0.03

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Partida 02.02.02 REFINE Y NIVELACION ZANJA TERR.NORMAL"C" PARA TUB. 8°-10"						
Rendimiento		400.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		1.97
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	H	0.10	0.0020	15.29	0.03
470104	PEON	H	10.00	0.2000	9.51	1.90
						1.93
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.93	0.04
						0.04

Partida	02.03.01	RELLENO COMP.ZANJA T-NORMAL P/TUBERIA 2"-6" AGUA POTABLE					
Rendimiento	25.000	M/OIA	Costo unitario directo por :	M	22.62		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.3200	11.76	3.76	
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0320	15.29	0.49	
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	9.51	15.22	
						19.47	
	Materiales						
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0720	16.95	1.22	
390511	AGUA Y TRANSPORTE	M3		0.0480	6.00	0.29	
					1.51		
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	19.47	0.39	
490301	COMPACTADOR VIBR TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.25	0.0800	15.62	1.25	
						1.64	

Partida	02.03.02	RELLENO COMP.ZANJA T-NORMAL P/TUBERIA 8"-10" AGUA POTABLE					
Rendimiento	20.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	27.89		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.4000	11.76	4.70	
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0400	15.49	0.61	
470104	PEON	HH	5.00	2.0000	9.51	19.02	
						24.33	
	Materiales						
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0720	16.95	1.22	
390511	AGUA Y TRANSPORTE	M3		0.0480	6.00	0.29	
						1.51	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	24.33	0.49	
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA4HP	HM	0.25	0.1000	15.62	1.56	
						2.05	

Partida	02.04.01	ELIMINACION DE DESMONTE S/CF IERRENO NORMAL					
Rendimiento	25.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	58.95		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.24	0.3968	11.76	4.67	
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0320	15.29	0.49	
470104	PEON	HH	3.00	0.9600	9.51	9.13	
						14.29	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	14.29	0.29	
480423	CAMION VOLQUETE 4x2 140-210. HP6 M3	HM	1.24	0.3968	111.81	44.37	
						44.66	

Partida 03.01 .01 TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 50MM INCL. ANILLO + 2% desp.  
Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 7.57

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
018002	LUBRICANTE P/TUB UNION FLEX (x galon)	GLN		0.0045	51.44	0.23
660390	ANILLO DE JEBE P/TUBER. PVC UF DN 50MM	UNO		0.1700	2.04	0.35
720113	TUBERIA AGUA PVC UF PN 5 DN 50MM	M		1.0200	6.85	6.99
						7.57

Partida 03.01 .02 TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 75MM INCL. ANILLO+ 2% desp.  
Rendimiento 1.000 M/OIA Costo unitario directo por: M 9.25

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
018002	LUBRICANTE P/TUB UNION FLEX (x galon)	GLN		0.0045	51.44	0.23
660391	ANILLO DE JEBE P/TUBER. PVC UF DN 75MM	UNO		0.1700	3.25	0.55
720114	TUBERIA AGUA PVC UF PN 5 DN 75MM	M		1:0200	8.30	8.47
						9.25

Partida 03.01 .03 TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 DN 100MM INCL. ANILLO+ 2% desp.  
Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por: M 14.61

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
018002	LUBRICANTE P/TUB UNION FLEX (x galon)	GLN		0.0045	51.44	0.23
660392	ANILLO DE JEBE P/TUBER. PVC UF DN 100MM	UNO		0.1700	3.97	0.67
720115	TUBERIA AGUA PVC UF PN 5 DN 100MM	M		1.0200	13.44	13.71
						14.61

Partida 03.01 .04 TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 ON 150MM INCL. ANILLO+ 2% desp.  
Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 33.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
018002	LUBRICANTE P/TUB UNION FLEX (x galon)	GLN		0.0045	51.44	0.23
660393	ANILLO DE JEBE P/TUBER. PVC UF DN 150MM	UNO		0.1700	6.21	1.06
720116	TUBERIA AGUA PVC UF PN 5 DN 150MM	M		1.0200	31.09	31.71
						33.00

Partida 03.01 .05 TUBERIA PVC UF PN 5KG/CM2 ON 200MM INCL. ANILLO + 2% desp.  
Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por: M 50.79

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
018002	LUBRICANTE P/TUB UNION FLEX (x galon)	GLN		0.0045	51.44	0.23
660394	ANILLO DE JEBE P/TUBER. PVC UF DN 200MM	UNO		0.1700	7.24	1.23
720117	TUBERIA AGUA PVC UF PN 5 DN 200MM	M		1.0200	48.36	49.33
						50.79

Partida	03.02.01	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 50MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.				
Rendimiento	140.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		2.11	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0057	15.29	0.09
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0571	11.76	0.67
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0571	9.82	0.56
470104	PEON	HH	1.25	0.0714	9.51	0.68
						2.00
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0050	6.00	0.03
720411	TAPON MACHO SP PVC SAP P/AGUA DE 2"	UND		0.0020	10.94	0.02
						0.05
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.00	0.04
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0571	0.30	0.02
						0.06

Partida	03.02.02	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 75MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.				
Rendimiento	140.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		2.14	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0057	15.29	0.09
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0571	11.76	0.67
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0571	9.82	0.56
470104	PEON	HH	1.25	0.0714	9.51	0.68
						2.00
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0050	6.00	0.03
500625	TAPON DE DN 75MM (3")	UND		0.0020	23.71	0.05
						0.08
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.00	0.04
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0571	0.30	0.02
						0.06

Partida	03.02.03	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 100MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.				
Rendimiento	120.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		3.84	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0067	15.29	0.10
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0667	11.76	0.78
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.82	0.65
470104	PEON	HH	1.25	0.0833	9.51	0.79
						2.32
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0070	6.00	0.04
500627	TAPON DE DN 100MM (4")	UND		0.0220	64.24	1.41
						1.45
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.32	0.05
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE1	1.00	0.0667	0.30	0.02
						0.07

Partida	03.02.04 INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 150MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.					
Rendimiento	120.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		3.36	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0067	15.29	0.10
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0667	11.76	0.78
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.82	0.65
470104	PEON	HH	1.50	0.1000	9.51	0.95
						2.48
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0220	6.00	0.13
500628	TAPON DE DN 150MM (6")	UNO		0.0080	85.00	0.68
						0.81
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.48	0.05
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ.. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0667	0.30	0.02
						0.07

Partida	03.02.05 INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 200MM INCL. PRUEBA HIORAUL.					
Rendimiento	120.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		3.48	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0067	15.29	0.10
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0667	11.76	0.78
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.82	0.65
470104	PEON	HH	1.50	0.1000	9.51	0.95
						2.48
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0220	6.00	0.13
500629	TAPON DE DN 200 MM (8")	UND		0.0080	100.00	0.80
						0.93
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	2.48	0.05
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ.. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0667	0.30	0.02
						0.07

Partida	03.03.01 PRUEBA HIDRÁULICA +DESINFECCION TUB. DN 50MM (2") A ZANJA TAPADA					
Rendimiento	150.000	M/DIA	Costo unitario directo por : M		1.31	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0053	15.29	0.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	11.76	0.63
470104	PEON	HH	1.00	0.0533	9.51	0.51
						1.22
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0050	6.00	0.03
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	KG		0.0008	19.78	0.02
						0.05
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.22	0.02
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ.. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0533	0.30	0.02
						0.04

Partida 03.03.02 PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 75MM (3") A ZANJA TAPADA						
Rendimiento	150.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	1.37	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	15.29	0.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	11.76	0.63
470104	PEON	HH	1.00	0.0533	9.51	0.51
						1.22
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0120	6.00	0.07
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	KG		0.0020	19.78	0.04
						0.11
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.22	0.02
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE1.00		0.0533	0.30	0.02
						0.04

Partida 03.03.03 PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 100MM (4") A ZANJA TAPADA						
Rendimiento	150.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	1.42	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	15.29	0.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	11.73	0.63
470104	PEON	HH	1.00	0.0533	9.51	0.51
						1.22
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0200	6.00	0.12
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	KG		0.0020	19.78	0.04
						0.16
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.22	0.02
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0533	0.30	0.02
						0.04

Partida 03.03.04 PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 150MM (6") A ZANJA TAPADA						
Rendimiento	122.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	1.86	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0066	15.29	0.10
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0656	11.76	0.77
470104	PEON	HH	1.00	0.0656	9.51	0.62
						1.49
	Materiales					
390500	AGUA	M3		0.0440	6.00	0.26
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	KG		0.0040	19.78	0.08
						0.34
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.49	0.03
						0.03

Partida	03.03.05	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 200M (8") A ZANJA TAPADA						
Rendimiento	122.000	M/DIA	Costo unitario directo por :	M	2.06			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Mano de Obra							
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.0066	15.29	0.10		
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0656	11.76	0.77		
470104	PEON	HH	1.00	0.0656	9.51	0.62		
	Materiales					1.49		
390500	AGUA	M3		0.0640	6.00	0.38		
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% 0.52	KG		0.0070	19.78	0.14		
	Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.49	0.03		
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ. Y ACCESORIOS	HE	1.00	0.0656	0.30	0.02		
						0.05		

Partida	03.04.01	CODO PVC KM 22.5° DN 200MM						
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UNO	150.65			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
725369	CODO PVC KM 22.5° DN 200	MM	UNO	1.0000	150.65	150.65		
						150.65		

Partida	03.04.02	CODO PVC KM 90° DN 75MM						
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UNO	27.85			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
725370	CODO PVC KM 90° DN 75	MM	UNO	1.0000	27.85	27.85		
						27.85		

Partida	03.04.03	CODO PVC KM 90° DN 50MM						
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UNO	22.28			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
725371	CODO PVC KM 90° DN 50MM	UNO	1.0000	22.28	22.28	22.28		

Partida	03.04.04	REDUCCION PVC KM DN 200MM A 150MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UND	49.14			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
721575	REDUCCION PVC KM DN 200 MM A 150MM	UNO	1.0000	49.14	49.14	49.14		

Partida	03.04.05	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 75MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UND	29.48			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
721576	REDUCCION PVC KM DN 150 MM A 75MM	UNO	1.0000	29.48	29.48	29.48		

Partida	03.04.06	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 100MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UND	32.76			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
721581	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 100MM	UNO	1.0000	32.76	32.76	32.76		

Partida	03.04.07	REDUCCION PVC KM DN 100MM A 75MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	25.90			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
721582	REDUCCION PVC KM DN 100MM A 75MM	UND	1.0000	25.90	25.90	25.90		

Partida	03.04.09	REDUCCION PVC KM DN 75MM A 50MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	13.79			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
721577	REDUCCION PVC KM DN 75MM A 50MM	UND	1.0000	13.79	13.79	13.79		

Partida	03.04.10	CRUZ PVC KM DN 150MM X 150MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	56.34			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
731512	CRUZ PVC KM DN 150MM X 150MM	UND	1.0000	56.34	56.34	56.34		

Partida	03.04.11	CRUZ PVC KM DN 100MM X 100MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	45.07			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
	Materiales							
731513	CRUZ PVC KM DN 100MM X 100MM	UND	1.0000	45.07	45.07	45.07		

Partida	03.04.12	CRUZ PVC KM DN 75MM X 75MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UNO	40.56		
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731514	CRUZ PVC KM DN 75MM X 75MM		UNO	1.0000	40.56	40.56	40.56

Partida	03.04.13	CRUZ PVC KM DN 50MM X 50MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por:	UNO	36.06		
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731515	CRUZ PVC KM DN 50MM X 50MM		UNO	1.0000	36.06	36.06	36.06

Partida	03.04.14	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 200MMX150MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UNO	278.00		
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731323	TEE PVC KM C/REDUCCION DN 200MMx150MM		UNO	1.0000	278.00	278.00	278.00

Partida	03.04.15	TEE PVC KM DN 150MM (6")					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO	102.79			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731324	TEE PVC KM DN 150MM (6")		UNO	1.0000	102.79	102.79	102.79

Partida	03.04.16	TEE PVC KM C/REOUCCIÓN DN 150MMX100MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO	32.76			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731330	TEE PVC KM C/REDUCCION DN 150MMx100MM		UNO	1.0000	32.76	32.76	32.76

Partida	03.04.17	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 150MMX75MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UND	197.32			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731325	TEE PVC KM C/REDUCCION DN 150MMx75MM		UNO	1.0000	197.32	197.32	197.32

Partida	03.04.18	TEE PVC KM DN 100MM (4")					
Rendimiento	12.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO	79.07			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales						
731326	TEE PVC KM DN 100MM (4 <sup>a</sup> )		UNO	1.0000	79.07	79.07	79.07

Partida	03.04.19	TEE PVC KM DN 75MM (3")						
Rendimiento	12.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UNO	43.73			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales							
731328	TEE PVC KM DN 75MM (3")		UNO	1.0000	43.73	43.73	43.73	

Partida	03.04.20	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 75MMx50MM						
Rendimiento	12.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UNO	13.79			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales							
731331	TEE PVC KM C/REDUCCION DN 75MMx50MM		UNO	1.0000	13.79	13.79	13.79	

Partida	03.04.21	TEE PVC KM DN 50MM (2")						
Rendimiento	12.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	32.80			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales							
731329	TEE PVC KM DN 50 MM (2")		UND	1.0000	32.80	32.80	32.80	

Partida	03.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 50MM - 75MM						
Rendimiento	50.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UND	3.69			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra							
470101	CAPATAZ.		HH	0.10	0.0160	15.29	0.24	
470102	OPERARIO		HH	1.00	0.1600	11.76	1.88	
470103	OFICIAL		HH	1.00	0.1600	9.82	1.57	
							3.69	

Partida	03.05.02	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 100MM - 200MM						
Rendimiento	30.000	UND/DIA	Costo unitario directo por :	UNO	6.17			
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra							
470101	CAPATAZ.		HH	0.10	0.0267	15.29	0.41	
470102	OPERARIO		HH	1.00	0.2667	11.76	3.14	
470103	OFICIAL		HH	1.00	0.2667	9.82	2.62	
							6.17	

Partida	03.05.03	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES ACCESORIOS DN 50MM - 75MM						
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO 50.93					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra								
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		HH	0.10	0.1000	11.76	1.18	
470101	CAPATAZ		HH	0.10	0.1000	15.29	1.53	
470102	OPERARIO		HH	1.00	1.0000	11.76	11.76	
470103	OFICIAL		HH	1.00	1.0000	9.82	9.82	
470104	PEON		HH	1.00	1.0000	9.51	9.51	
							33.80	
Materiales								
020410	ALAMBRE NEGRO N° 8		KG	0.1300	0.1300	3.36	0.44	
021701	CLAVOS DE FIERRO (PROMEDIO)		KG	0.0540	0.0540	3.36	0.18	
050003	PIEDRA CHANGADA DE 1/2"		M3	0.0440	0.0440	33.25	1.46	
050104	ARENA GRUESA		M3	0.0290	0.0290	16.95	0.49	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO 1(42.5KG)		BOL	0.3540	0.3540	15.13	5.36	
390500	AGUA		M3	0.0140	0.0140	6.00	0.08	
430025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP		P2	2.4200	2.4200	2.75	6.66	
							14.67	
Equipos								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO				3.0000	33.80	
480109	MEZCLADORA 11 P3	HM		0.10	0.1000	14.51	1.45	
							2.46	

Partida	03.05.04	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES A.;CESORIOS DN 100MM - 200MM						
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UNO 59.61					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra								
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		HH	0.10	0.1000	11.76	1.18	
470101	CAPATAZ		HH	0.10	0.1000	15.29	1.53	
470102	OPERARIO		HH	1.00	1.0000	11.76	11.76	
470103	OFICIAL		HH	1.00	1.0000	9.82	9.82	
470104	PEON		HH	1.00	1.0000	9.51	9.51	
							33.80	
Materiales								
020410	ALAMBRE NEGRO N° 8		KG	0.2080	0.2080	3.36	0.70	
021701	CLAVOS DE FIERRO (PROMEDIO)		KG	0.1040	0.1040	3.36	0.35	
050003	PIEDRA CHANGADA DE 1/2"		M3	0.0700	0.0700	33.25	2.33	
050104	ARENA GRUESA		M3	0.0410	0.0410	16.95	0.69	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO 1(42.5KG)		BOL	0.5660	0.5660	15.13	8.56	
390500	AGUA		M3	0.0170	0.0170	6.00	0.10	
430025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP		P2	3.8600	3.8600	2.75	10.62	
							23.35	
Equipos								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO				3.0000	33.80	
480109	MEZCLADORA 11 P3	HM		0.10	0.1000	14.51	1.45	
							2.46	

Partida	03.06.01	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO-DE ACERO INOXIDABLE DN 50MM						
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UND 210.00					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Materiales								
780074	VALVULA COMPUERTA FO. DUCTIL c e C.ELAS VACE DN 50MM	UNO		1.0000	210.00	210.00	210.00	
							210.00	

Partida	03.06.02 VALVULA COMPUERTA DE CC.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 75MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO 270.92			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
780075	VALVULA COMPUERTA FO. DUCTIL ce C.ELAS V.ACE DN 75MM	UNO		1.0000	270.92	270.92
						270.92

Partida	03.06.03 VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 100MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UNO 277.65			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
780076	VALVULA COMPUERTA FO. DUCTIL ce C.ELAS V.ACE DN 100MM	UNO		1.0000	277.65	277.65
						277.65

Partida	03.06.04 VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 150MM					
Rendimiento	1.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UNO 491.00			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Materiales					
780077	VALVULA COMPUERTA FO. DUCTIL ce C.ELAS VACE DN 150MM	UNO		1.0000	491.00	491.00
						491.00

Partida	03.07.01 INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 50MM A 75MM					
Rendimiento	5.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO 131.40			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.1600	15.29	2.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.6000	11.76	18.82
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.6000	9.82	15.71
470104	PEON	HH	1.00	1.6000	9.51	15.22
	52.20					
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANGADA DE 1/2"	M3		0.0130	33.25	0.43
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0060	16.95	0.10
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO 1(42.5KG)	BOL		0.1000	15.13	1.51
500301	MARCO Y TAPA F.FDO. P/REGISTRO VALVULA	UNO		1.0000	42.11	42.11
730114	TUBO PVC SAL 8" X 5 MTS.	PZA		0.2000	175.23	35.05
						79.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Partida 03.07.02 INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 100MM A 150MM						
Rendimiento 4.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UNO						
144.56						
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ.	HH	0.10	0.2000	15.29	3.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	2.0000	11.76	23.52
470103	OFICIAL	HH	1.00	2.0000	9.82	19.64
470104	PEON	HH	1.00	2.0000	9.51	19.02
Materiales						
050003	PIEDRA CHANGADA DE 1/2"	M3		0.0160	33.25	0.53
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0070	16.95	0.12
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO 1(42.5KG)	BOL		0.1000	15.13	1.51
500301	MARCO Y TAPA F.FDO. P/REGISTRO VALVULA	UNO		1.0000	42.11	42.11
730114	TUBO PVC SAL 8" X 5 MTS.	PZA		0.2000	175.23	35.05
						79.32

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Presupuesto

Se entenderá por presupuesto al costo de la obra que resultará del producto de los metrados por los correspondientes precios unitarios.

Estará dividido en los mismos capítulos y partidas que las especificaciones técnicas y se designaran con el mismo número de orden.

Los precios unitarios se estudiarán para cada partida, salvo los correspondientes a los oficiales establecidos por la entidad competente.

**Cuadro N° 25**  
**Presupuesto de Red de Agua**

Item	Metrado	Unidad	Metrado	Precio Unitario	Parcial	Total
01.00.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
01.00.01	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA P/LIMITE SEGURIDAD DE OBRA	M	5,161.25	0.76	3,922.55	
01.00.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL PARA LINEAS - REDES	KM	5.16	504.01	2,600.69	6,523.24
02.00.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
02.01.00	<b>EXCAVACIONES</b>					
02.01.01	EXCAVACION C/(MAQUINA) NORMAL"C"-PFTUB. 2'-6'AGUA POTABLE	M	4,782.00	8.43	40,312.26	
02.01.02	EXCAVACION C/(MAQUINAS) NORMAL"C"-PFTUB. 8'-10'AGUA POTABLE	M	377.25	12.66	4,801.31	45,113.57
02.02.00	<b>REFINE Y NIVEL DE ZANJA</b>					
02.02.01	REFINE Y NIVELACION ZANJA TERR.NORMAL"C" PARA TUB. 2"-6"	M	4,782.00	1.75	8,368.50	
02.02.02	REFINE Y NIVELACION ZANJA TERR.NORMAL"C" PARA TUB. 8"-10"	M	379.25	1.97	747.12	9,115.62
02.03.00	<b>RELLENO</b>					
02.03.01	RELLENO COMP.ZANJA T.-NORMAL P/TUBERIA 2'-6' AGUA POTABLE	M	4,782.00	22.62	108,168.84	
02.03.02	RELLENO COMP.ZANJA T.-NORMAL P/TUBERIA 8'-10' AGUA POTABLE	M	379.25	27.89	10,577.28	118,746.12
02.04.00	<b>ELIMINACIÓN DE DESMONTE</b>					
02.04.01	ELIMINACION DE DESMONTE S/CF TERRENO NORMAL	M	1,548.00	58.95	91,254.60	91,254.60
03.00.00	<b>INSTALACIONES Y ACCESORIOS DE LAS REDES</b>					
03.01.00	<b>TUBERIAS PVC</b>					
03.01.01	TUBERIA PVC UF FN 5KG/CM2 DN 50MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	1,374.00	7.57	10,401.18	
03.01.02	TUBERIA PVC UF FN 5KG/CM2 DN 75MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	2,460.00	9.25	22,755.00	
03.01.03	TUBERIA PVC UF FN 5KG/CM2 DN 100MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	394.00	14.61	5,756.34	
03.01.04	TUBERIA PVC UF FN 5KG/CM2 DN 150MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	554.00	33.00	18,282.00	
03.01.05	TUBERIA PVC UF FN 5KG/CM2 DN 200MM INCL. ANILLO+ 2% desp.	M	379.25	50.79	19,262.11	76,456.63
03.02.00	<b>INSTALACIÓN DE TUBERIAS PARA AGUA</b>					
03.02.01	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 50MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	1,374.00	2.11	2,899.14	
03.02.02	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 75MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	2,460.00	2.14	5,264.40	
03.02.03	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 100MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	394.00	3.84	1,512.96	
03.02.04	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 150MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	554.00	3.36	1,861.44	
03.02.05	INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 200MM INCL. PRUEBA HIDRAUL.	M	379.25	3.48	1,319.79	12,857.73
03.03.00	<b>PRUEBA HIDRAULICA</b>					
03.03.01	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 50MM (2') A ZANJA TAPADA	M	1,374.00	1.31	1,799.94	
03.03.02	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 75MM (3') A ZANJA TAPADA	M	2,460.00	1.37	3,370.20	
03.03.03	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 100MM (4') A ZANJA TAPADA	M	394.00	1.42	559.48	
03.03.04	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 150MM (6') A ZANJA TAPADA	M	554.00	1.86	1,030.44	
03.03.05	PRUEBA HIDRAULICA+DESINFECCION TUB. DN 200M (8') A ZANJA TAPADA	M	379.25	2.06	781.26	7,541.32

Item	Metrado	Unidad	Metrado	Precio Unitario	Parcial	Total
03.04.00	<b>ACCESORIOS PARA REDES DE AGUA</b>					
03.04.01	CODO PVC KM 22.5° DN 200MM	UNO	1.00	150.65	150.65	
03.04.02	CODO PVC KM 90° DN 75MM	UNO	2.00	27.85	55.70	
03.04.03	CODO PVC KM 90° DN 50MM	UNO	1.00	22.28	22.28	
03.04.04	REDUCCION PVC KM DN 200MM A 150MM	UNO	1.00	49.14	49.14	
03.04.05	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 75MM	UNO	6.00	29.48	176.88	
03.04.06	REDUCCION PVC KM DN 150MM A 100MM	UNO	1.00	32.76	32.76	
03.04.07	REDUCCION PVC KM DN 100MM A 75MM	UNO	5.00	25.90	129.50	
03.04.09	REDUCCION PVC KM DN 75MM A 50MM	UNO	10.00	13.79	137.90	
03.04.10	CRUZ PVC KM DN 150MM X 150MM	UNO	2.00	56.34	112.68	
03.04.11	CRUZ PVC KM DN 100MM X 100MM	UNO	2.00	45.07	90.14	
03.04.12	CRUZ PVC KM DN 75MM X 75MM	UNO	3.00	40.56	121.68	
03.04.13	CRUZ PVC KM DN 50MM X 50MM	UNO	2.00	36.06	72.12	
03.04.14	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 200MMX150MM	UNO	1.00	278.00	278.00	
03.04.15	TEE PVC KM DN 150MM (6')	UNO	1.00	102.79	102.79	
03.04.16	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 150MMX100MM	UNO	1.00	32.76	32.76	
03.04.17	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 150MMX75MM	UNO	3.00	197.32	591.96	
03.04.18	TEE PVC KM DN 100MM (4')	UNO	2.00	79.07	158.14	
03.04.19	TEE PVC KM DN 75MM (3')	UNO	13.00	43.73	568.49	
03.04.20	TEE PVC KM C/REDUCCIÓN DN 75MMX50MM	UNO	2.00	13.79	27.58	
03.04.21	TEE PVC KM DN 50MM (2')	UNO	4.00	32.80	131.20	3,042.35
03.05.00	<b>INSTALACION DE ACCESORIOS</b>					
03.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 50MM - 75MM	UNO	37.00	3.69	136.53	
03.05.02	INSTALACION DE ACCESORIOS PVC UF-SP DN 100MM - 200MM	UNO	26.00	6.17	160.42	
03.05.03	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES ACCESORIOS DN 50MM - 75MM	UNO	37.00	50.93	1,884.41	
03.05.04	CONCRETO FC=140 KG/CM2 + ENCOFRADO PARA ANCLAJES ACCESORIOS DN 100MM - 200MM	UNO	26.00	59.61	1,549.86	3,731.22
03.06.00	<b>VALVULAS</b>					
03.06.01	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 50MM	UNO	14.00	210.00	2,940.00	
03.06.02	VALVULA COMPUERTA DE ce.Fo. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 75MM	UNO	24.00	270.92	6,502.08	
03.06.03	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 100MM	UNO	4.00	277.65	1,110.60	
03.06.04	VALVULA COMPUERTA DE ce.FO. DUCTIL C - ELASTICO VASTAGO DE ACERO INOXIDABLE DN 150MM	UNO	2.00	491.00	982.00	11,534.68
03.07.00	<b>INSTALACIÓN DE VALVULAS</b>					
03.07.01	INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 50MM A 75MM	UNO	38.00	131.40	4,993.20	
03.07.02	INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA DN 100MM A 150MM	UNO	6.00	144.56	867.36	5,860.56
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>391,777.64</b>
GASTOS GENERALES 10%						39,177.76
UTILIDAD 8%						31,342.21
SUBTOTAL						462,297.62
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS 19%						87,836.55
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA</b>						<b>550,134.16</b>

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

### Capitulo 1:

1. La población proyectada UNIPAMPA Zona 5 esta ubicado al sur de Cañete cuyo punto central esta en la coordenada: 353,695E, 8'541,632.81 N
2. El agua es un factor importante para el establecimiento de nuevas habilitaciones urbanas; y si esto no esta al alcance inmediato, se tiene que traerlo desde lejos a través de obras de ingeniería.
3. La Provincia de Cañete ocupa el lugar 172 a nivel nacional en cuanto al nivel de las necesidades básicas insatisfechas, según datos tomados del Plan Estratégico de Desarrollo (1998).
4. La futura población no cuenta con red de agua debido a su lejanía con otras redes de abastecimiento; las viviendas aledañas se abastecen con agua de camiones cisternas que comúnmente elevan los precios del recurso que venden por las lejanas distancias desde el punto de acopio.

### Capitulo 11:

1. La dotación de 150 Lts/hab/dia adoptada en nuestro estudio es realista, por cuanto se tiene menos agua para abastecer una población nueva.
2. Generalmente los sistemas de abastecimiento de aguas se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.
3. Debido a que la población de diseño es de 3,228 Habitantes y por lo tanto menor que el mínimo de 10,000 Habitantes establecido por el R.N.E. para dotar de protección contra incendio; este parámetro de diseño no se considerara.

## Capítulo 11:

1. Las Zonas de presión se presentan cuando es necesario controlar la presión máxima de servicio y no sobrepasarla; y a su vez para conservar la presión mínima.
2. Los ingenieros diseñadores emplean la ecuación de Hazen-Williams en lo que se combinan los sistemas de unidades Inglés y Métrico, y a la que denominaremos sistema de unidades mixto.
3. En el proyecto usaremos el método computarizado de Watercad que trabajan en entorno Window, es uno de los programas más usados a nivel mundial en la actualidad, que agiliza mucho los cálculos de diseño hidráulico de red de distribución de Agua Potable.
4. El programa de Watercad que se ha usado podría llamarse de verificación antes que de diseño y resulta dificultoso para un ingeniero con poca experiencia seleccionar diámetros razonables para las diversas tuberías de una red, los proyectistas suponen varias combinaciones de dimensiones, y luego verifican su comportamiento hidráulico.

## Capítulo IV:

1. El termino de presupuesto, por definición se entiende como el cálculo anticipado del costo de una obra.
2. El metrado es una de las principales actividades en la elaboración de un presupuesto. Consiste en cuantificar cada una de las partidas que intervendrán en la ejecución de la obra.

## RECOMENDACIONES

1. **La infraestructura y los servicios de abastecimiento de agua deben operar en beneficios de los pobres y tener en cuenta las necesidades de ambos sexos.**
2. **El agua debe ser distribuida de modo equitativo y sostenible, en primer lugar para atender las necesidades humanas básicas y luego para permitir el funcionamiento de los ecosistemas y distintas formas de uso en la economía, incluida la seguridad alimentaria.**
3. **Debido a la escasez del agua puede ser necesario crear nuevas fuentes e infraestructuras de agua para abastecer al desarrollo y mitigar los efectos de la desertificación, la sequía y el cambio climático.**
4. **Es preciso que las personas participen directamente en los procesos de decisión sobre gestión y buen gobierno en relación de recursos hídricos.**
5. **Para transmitir los mensajes fundamentales de la buena gestión del agua y de la higiene y el saneamiento deben utilizarse los medios de comunicación social, los medios de información tradicionales y otros medios de sensibilización del público, incluida la publicidad.**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros**

- 1.- AROCHA RAVELO, **SIMON**  
Abastecimiento de Agua - Teoría y Diseño  
Editorial Vega S.R.L  
Venezuela 1980
  
- 2.- AZEVEDO NETTO, JOSE  
Manual de Hidráulica  
Edición N° 4, Editora Blucher Ltda  
Sao Paulo 1966
  
- 3.- FAIR, GEYER, OKUN  
Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales  
Editorial Limusa  
México 1980
  
4. JUÁREZ BADILLO - RICO RODRÍGUEZ  
Mecánica de Suelos  
Edición N° 3, Editorial Limusa  
México 1998
  
5. LOPEZ CUALLA, RICARDO ALFREDO  
Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado  
Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería  
Bogotá 2000.
  
- 6.- SAPAG CHIANG, NASSIR y SAPAG CHIANG, REINALDO  
Preparación y Evaluación de Proyectos  
Edición N° 4, Editorial Mc Graw Hill Interamericana  
México 2003

- 7.- TERENCE J. Mc GHEE  
Abastecimiento de Agua y Alcantarillado  
Edition N° 6, Editorial Mc Graw Hill  
Bogotá 1999

### **Reglamentos**

- 1.- MINISTERIO DE SALUD - DIRECCION GENERAL DE SALUD  
**AMBIENTAL**  
Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y  
Urbano Marginales; Norma Técnica.  
Lima 1994
- 2.- MINISTERIO VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO  
Reglamento Nacional de Edificaciones  
Junio 2006
- 3.- REGLAMENTO GENERAL DE LA SUNASS  
OS. N° 017-2001- PCM  
21 de Febrero del 2001
- 4.- SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA -  
SEDAPAL  
Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y  
Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y  
Callao  
Lima 1994
- 5.- SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA  
Especificaciones Técnicas para la Ejecución de Obras de SEDAPAL  
Lima 1999

## ANEXOS

### 1.0. Análisis De Costos Unitarios de Conexiones Domiciliarias de Agua Potable

to	01.00.01	240.000	UND/OIA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL PARA CONEXION DOMIOLIARIA Costo unitario directo por: UNO	73.49		
04	Descripción Insumo	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	TOPOGRAFO		HH	1.00	0.0333	11.76	0.39
	CAPATAZ		HH	0.10	0.0033	15.29	0.05
	PEON		HH	1.00	0.0333	9.51	0.32
			0.75				
		Materiales					
	CAL		BOL	7.0000		8.47	59.29
	PINTURA ESMALTE SINTETICO		GLN	0.3500		37.50	13.13
			72.42				
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	3.0000		0.76	0.02
	MIRA TOPOGRAFICA		HE	1.00	0.0333	0.98	0.03
	NIVEL TOPOGRAFICO		HM	1.00	0.0333	7.80	0.26
			0.31				
rtida	02.01.01			EXCAVACION C/PULSO T-NORMAL P/TUBERIA DN 15,1M A 25,1M CONEXION DE AGUA CosID unitario directo por: M			8.76
lmitnto		90.000	M/OIA				
	Descripción Insumo	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
01	CAPATAZ		HH	0.10	0.0089	15.29	0.14
04	PEON		HH	10.00	0.8889	9.51	8.45
			8.59				
		Equipos					
101	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	2.0000		8.59	0.17
			0.17				
nID	02.02.01			REFINE Y NIVELACION DE ZANJA. TERRENO NORMAL PARA TUBERIA DN 15MM A 25MM CONEX. DOM CosID unitario directo por: M			1.60
igo		500.000	M/OIA				
	Descripción Insumo	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
01	CAPATAZ		HH	0.20	0.0032	15.29	0.05
04	PEON		HH	10.00	0.1600	9.51	1.52
			1.57				
		Equipos					
101	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	2.0000		1.57	0.03
			0.03				
to	02.03.01			RELI.ENO COMP.ZANJA T-NORMAL P/TUBERIA DN 15MM A 25MM CONEX.DOM. Costo unitario directo por: M			8.03
		75.000	M/OIA				
	Oucrtpción Insumo	Mano dt Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
01	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		HH	0.50	0.0533	11.76	0.63
	CAPATAZ		HH	0.10	0.0107	15.29	0.16
	PEON		HH	5.00	0.5333	9.51	5.07
			5.88				
		Materiales					
04	ARENA GRUESA		M3	0.0720		16.95	1.22
			1.22				
		Equipos					
101	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	2.0000		5.88	0.12
	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP		HM	0.50	0.0533	15.62	0.83
			0.95				
lmitnto	02.04.02			EUMIN.DESMONTE SICF T-NORMAL P/TUB. DN 15MM A 25MM CONEXION DE AGUA CosID unitario directo por: M			4.20
o		350.000	M/OIA				
	Otscripción Insumo	Mano dt Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		HH	1.00	0.0229	11.76	0.27
	CAPATAZ		HH	0.10	0.0023	15.29	0.04
	PEON		HH	6.00	0.1371	9.51	1.30
			1.81				
		Equipos					
01	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	2.0000		1.61	0.03
	CAMION VOLQUETE 4*2 140-210 HP 6 M1		HM	1.00	0.0229	111.81	2.56
			2.59				

Partida	03.01.01			TUBERIA PVC UNION RIGIDA DN 100MM (4") PARA FORRO					
Rtndimitnto		1.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					8 71
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
720118	TUBERIA AGUA PVC UF FN 10 DN 100M		Materiales	M	10200		1344		1371
				1371					
Partida	03.01.02			TUBERIA PVC FN 10 SP DN 15MM (1/2") INCL ELEMENTO DE UNION +2% DESP					
Rtndimitnto		1.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					9 57
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
304613	PEGAMENTO PARA PVC AGUA FORDUIT 14 GLN		Materiales	UNO	00040		19.72		0.08
720119	TUBERIA AGUA PVC SP FN 10 DN 15MM			M	10200		9.30		9.49
				9.57					
Partida	03.02.01			INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 15MM (1/2") PRUEBA HIDRAULICA					
Rtndimitnto		100.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					230
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
470101	CAPATAZ		Mano de Obra	HH	0.10	0.0080	15.29		0.12
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.0800	11.76		0.94
470103	OFICIAL			HH	1.00	0.0800	9.82		0.79
470104	PEON			HH	0.50	0.0400	9.51		0.38
				2.23					
390511	AGUA Y TRANSPORTE		Materiales	M3	0.0010		6.00		0.01
722220	TAPON SP O UR DE 2" MACHO-HEMBRA			UNO	0.0020		7.92		0.02
				0.03					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%MO	2.0000		2.23		0.04
				0.04					
Partida	03.02.02			INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA PVC DN 100MM(4") P/FORRO CONEXIONES DOMIC.					
Rtndimitnto		50.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					531
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
470101	CAPATAZ		Mano de Obra	HH	0.10	0.0160	15.29		0.24
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.1600	11.76		1.88
470103	OFICIAL			HH	1.00	0.1600	9.82		1.57
470104	PEON			HH	1.00	0.1600	9.51		1.52
				5.21					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%MO	2.0000		5.21		0.10
				0.10					
Partida	03.03.02			PRUEBA HDRAUUCA+OESINFECCION TUB. DN 15MM (1/2") A ZANJA TAPADA					
Rtndimitnto		150.000	MOIA	Costo unitario dirctco por: M					128
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
470101	CAPATAZ		Mano de Obra	HH	0.10	0.0053	15.29		0.08
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.0533	11.76		0.63
470104	PEON			HH	1.00	0.0533	9.51		0.51
				1.22					
390511	AGUA Y TRANSPORTE		Materiales	M3	0.0010		6.00		0.01
390610	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%			KG	0.0010		19.76		0.02
				0.03					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%MO	2.0000		1.22		0.02
375316	BALDE PRUEBA-TAPON-ABRAZ Y ACCESORIOS			HE	0.03	0.0257	0.30		0.01
				0.03					
Partida	03.04.01			ABRAZADERA PVC INCL ANIULO DN 5"MM (2")					
Rtndimitnto		1.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					8 53
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
732402	ABRAZADERA PVC P/TUB. 2" C/ANILLO		Materiales	UNO	1.0000		8.53		8.53
				8.53					
Partida	03.04.02			ABRAZADERA PVC INCL ANILLO DN 75MM (3")					
Rtndimitnto		1.000	MEDIA	Costo unitario dirctco por: M					11 84
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
732403	ABRAZADERA PVC P/TUB. 3" C/ANILLO		Materiales	UNO	1.0000		11.84		11.84
				11.84					

<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.03	1.000	M/OIA	ABRAZADERA PVC INCL ANILLO DN 100MM (4") Costo unitario directo por: M				12.26
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
732404	ABRAZADERA PVC PmJB. 4" C/ANILLO		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		12.26	12.26
				12.26				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.04	1.000	M/DIA	ABRAZADERA PVC INCL ANILLO DN 150MM (6") Costo unitario directo por: M				15.33
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
732405	ABRAZADERA PVC PmJB. 6" C/ANILLO		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		15.33	15.33
				15.33				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.05	8.000	PZA/OIA	CODO O QIRVA PVC KM 45' DN 15MM (1/2") Costo unitario directo por: PZA				1.40
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
n5372	CODO PVC SP DN 15MM (1/2")		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		1.40	1.40
				1.40				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.06		UND/OIA	SUMINISTRO ELEMENTOS DE TOMA PARA CONEXION AGUA DN 15MM (1/2") Costo unitario directo por: UNO				7.69
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
101599	LLAVE CORPORATION RESINA TERMO 1/2"		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		4.91	4.91
268027	TUERCA DE PVC P/CONEX DOM 1/2"			UNO	1.0000		0.47	0.47
291310	CINTA TEFLON			UNO	0.0460		1.23	0.06
304635	PEGAMENTO PARA PVC 1/4 GLN			UNO	0.0160		19.72	0.32
390210	EMPAQUETADURA DE JEBE DE 1/2"			PZA	1.0000		0.23	0.23
722223	CURVA PVC SP DN 15MM (1/2")			UNO	1.0000		1.40	1.40
723067	NIPLE DE PVC: PESTAÑA TIRANSION 1/2"			UNO	1.0000		0.30	0.30
				7.69				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.07	6.000	UND/DIA	CONEXIONES DOMIOLIARIAS DE AGUA POTABLE Costo unitario directo por: UNO				37.77
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
291310	CINTA TEFLON		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		1.23	1.23
304635	PEGAMENTO PARA PVC 1/4 GLN			UNO	1.0000		19.72	19.72
725825	UNION PVC T/PRESION-ROSCA DN 15MM			UNO	1.0000		0.58	0.58
730132	VALVULA DE PASO RESINA telfil. DN 15 c/niple telesc., 1/2"			UNO	1.0000		8.62	8.62
130133	VALVULA DE PASO RESINA telfil. DN 15 salida auxiliar, tuerca			UNO	1.0000		7.62	7.62
				37.77				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.04.08	1.000	JGO/DIA	SUMINISTRO CPJA CONCRETO MARCO Y TAPA PARA MEDIDOR 1/2" Costo unitario directo por: JGO				48.11
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
315120	CPJA DE CONCRETO P/MEDIDOR AGUA		<b>Materiales</b>	UNO	1.0000		18.05	18.05
315402	MARCO Y TAPA DE F'F' PIMEDIDOR DE AGUA 1/2"			UNO	1.0000		30.06	30.06
				48.11				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.05.01	24.000	UND/DIA	INSTALACION DE ABRAZADERAS P/CONEXION EN TUBERIA DN 50MM A 75MM Costo unitario directo por: UNO				4.64
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
470101	CAPATAZ		<b>Mano de Obra</b>	HH	0.10	0.0333	15.29	0.51
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.3333	11.76	3.92
				4.43				
499061	TALADRO ELECTRICO INCL BROCA		<b>Equipos</b>	HM	1.00	0.3333	0.62	0.21
				0.21				
<b>Partida Rendimiento</b>	03.05.02	24.000	UND/DIA	INSTALACION DE ABRAZADERAS P/CONEXION EN TUBERIA DN 100MM A 150MM Costo unitario directo por: UNO				4.64
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
470101	CAPATAZ		<b>Mano de Obra</b>	HH	0.10	0.0333	15.29	0.51
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.3333	11.76	3.92
				4.43				
499061	TALADRO ELECTRICO INCL BROCA		<b>Equipos</b>	HM	1.00	0.3333	0.62	0.21
				0.21				

Partida	03.05.03			INSTALACION DE ELEMENTOS DE TOMA PARA CONEXION AGUA DN 15MM A 25MM (1/2" - 1"				
R1ndimitn1D		32.000	UND/DIA	Co110 uniUno di-.cto por: UNO				3.39
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra						
470101	CAPATAZ			HH	0.10	0.0250	15.29	0.38
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.2500	11.76	2.94
		Equipo						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO	2.0000		3.32	0.07
				0.07				
Partida	03.05.04			INSTALACION DE CAJA+ TAPA MEDIDOR 1/2" A 3/4" EN TERRENO NORMAL				
Rtndimitnto		24.000	UND/DIA	Co110 unitano di-.cto por: UNO				21.77
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			HH	0.25	0.0833	11.76	0.98
470101	CAPATAZ			HH	0.10	0.0333	15.29	0.51
470102	OPERARIO			HH	1.00	0.3333	11.76	3.92
470103	OFICIAL			HH	0.25	0.0833	9.82	0.82
470104	PEON			HH	4.00	1.3333	9.51	12.68
		M1teritiles						
050104	ARENA GRUESA			M3	0.0090		16.95	0.15
051401	PIEDRA PARTIDA DE 1/2"			M3	0.0160		33.25	0.53
210000	CEMENTO PORTIAND TIPO 1(42.5KG)			BOL	0.1190		15.13	1.80
		Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO	2.0000		18.91	0.38
				0.38				
Partida	03.05.05			CONSTRUCCION DE LOSA DE CONCRETO FC = 140KG/CM2 1.0X1.0X0.1M				
Randimionto		60.000	UND/DIA	Costo unitario directo por: UNO				38.07
Código	Descripción Insumo			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			HH	1.00	0.1333	11.76	1.57
470101	CAPATAZ			HH	0.10	0.0133	15.29	0.20
470102	OPERARIO			HH	4.00	0.5333	11.76	6.27
470104	PEON			HH	6.00	0.8110	9.51	7.61
		Materiales						
040000	ARENA FINA			M3	0.0130		15.00	0.20
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			M3	0.0880		31.25	2.93
050104	ARENA GRUESA			M3	0.0510		16.95	0.86
210000	CEMENTO PORTIAND TIPO 1(42.5KG)			BOL	0.9360		15.13	14.16
430025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP			P2	0.6300		2.75	2.28
		Equipo a						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO	3.0000		15.65	0.47
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3			HM	1.00	0.1333	11.42	1.52
				1.99				



### 3.0. Planos

Los planos o diseños representan la expresión gráfica que nos permitirá tener un juicio completo de la geometría de la obra. Básicamente deberán facilitar sin dudas su construcción y permitir una estimación cabal del presupuesto.

Consideraremos los siguientes planos:

1. Plano de predimensionamiento de redes principales de agua potable.
2. Plano de dimensionamiento de redes principales de agua potable.
3. Plano de redes de agua potable.
4. Plano de accesorios de redes de agua potable.
5. Plano de conexiones domiciliarias de agua potable.

## **4.0. PERDIDAS TECNICAS EN LAS REDES DE AGUA POTABLE**

### **4.1. Definiciones**

Se entiende como pérdidas de agua físicas y no físicas las que pueden ocurrir en los Sistemas de Abastecimiento en el área de actuación de una **EMPRESA**.

Las pérdidas de aguas físicas son aquellas que no llegan al consumidor, perdiéndose en las etapas del sistema de abastecimiento.

Las pérdidas no físicas son aquellas que, a pesar de llegar al usuario consumidor, no son facturadas.

### **4.2. Control de Fugas**

Es el conjunto de Actividades con un Planeamiento integrado destinadas a la reducción y control de las fugas de agua a costos compatibles con los beneficios obtenidos.

#### **4.2.1. Factores que Intervienen en el Desarrollo de un Proyecto de Control de Fugas**

- Requiere el desarrollo de pre-requisitos fundamentales para el éxito del programa (Catastro Técnico de redes, Equipos e instalaciones, Macro medición, Rehabilitación de Unidades Operacionales, etc.).
- Requiere la inversión de recursos en infraestructura;
- Requiere cambios estructurales en la EMPRESA para adoptar una actitud Gerencial dispuesta a combatir y controlar las pérdidas;
- Requiere recursos humanos capacitados acorde a las nuevas formas de gestión y tecnología;
- Depende de la realidad operacional, comercial y administrativa de la EMPRESA en estudio.
- Predisposición de la alta gerencia de la EMPRESA en la implantación del programa;

### 4.3. Cobertura

Es la definición de las localidades y sistemas incluidos en el proyecto. En la definición deben considerarse la complejidad de la red de abastecimiento, el índice de pérdidas de agua, la relación entre la capacidad de producción y el volumen consumido en una misma unidad de tiempo y la capacidad de la Empresa en absorber los costos de implantación del proyecto.

#### a. Complejidad de la Red de Abastecimiento

Sistemas complejos exigen mayor conocimiento hidráulico de la red para operarla y facilidad para realizar tareas de mantenimiento, garantizando la cantidad y la regularidad de la atención al Cliente. Cuanto más complejo sea el sistema, mayor será la necesidad de sectorización.

#### b. Índice de pérdidas de agua

Cuanto mayor sea el índice de pérdidas de agua mayor será la necesidad de sectorización para trabajos de reducción, control de fugas de agua y desperdicios, así como para tareas de mantenimiento de fugas de agua identificadas.

#### c. Relación entre la capacidad de producción y el volumen consumido en una misma unidad de tiempo.

Cuanto menor sea la relación, mayor será la necesidad de sectorización. Cuando el consumo supere la producción será necesario abastecer a los Clientes mediante un cronograma. Determinada área de la comunidad recibirá agua en horas específicas.

En este caso la existencia de sectores de abastecimiento y sub sectores de abastecimiento puede representar una solución temporal para el problema.

#### d. Costos de implantación

La sectorización puede demandar la aplicación de recursos sustanciales para adecuar las instalaciones existentes en la red y alcanzar sus objetivos.

Además, la implantación de los sectores presupone cambios en la Empresa para operar y mantener esos sectores, lo que obviamente demandará recursos. La capacidad de financiamiento del proyecto puede determinar la cobertura de la sectorización del sistema en estudio.

#### **4.4. Demanda de Agua Potable Atendida por Sedapal y Otros**

En el año 2000 SEDAPAL produjo un total de 678 MMC bajo un control adecuado sobre la medición del agua producida y entregada a la red de distribución la cual en el 2000 estaba 100% medida. Igualmente reporto 379 MMC facturados (consumos medidos y estimados) y por consiguiente un volumen de agua no contabilizada de 299 MMC o 44% de la producción.

##### **4.4.1. Agua No Contabilizada**

El agua no contabilizada (ANC) es la diferencia entre la producción medida y entregada a la red de distribución y el consumo medido. La relación consumo medido entre producción medida se conoce también como el Rendimiento del Sistema. Usualmente el ANC se expresa como porcentaje del agua producida. Bajo esta definición el rendimiento del sistema reportado por SEDAPAL en el 2000, es 39% y en consecuencia el ANC sería del 61 %.

Algunas Empresas Prestadoras de Servicio (EPS) definen el ANC en forma menos estricta como la diferencia entre la producción (medida) y el consumo medido y no medido estimado o asignado. SEDAPAL estima el agua no facturada en 44% en el 2000 y en sus análisis internos supone que esta es igual al ANC. Para fines del análisis del ANC y buscar consistencia los consultores ha adoptado la definición y prácticas utilizadas por SEDAPAL.

A pesar del esfuerzo que ha venido realizando SEDAPAL para aumentar la micro medición, los volúmenes reportados de consumo y por ende los estimados de agua no facturada y ANC aun están sujetos a una gran incertidumbre debido al gran número de conexiones no medidas o con medidor que no opera por diferentes causas.

El ANC comprende dos componentes principales: pérdidas físicas y pérdidas comerciales. A su vez, estas pueden desagregarse en varios subcomponentes:

- Pérdidas Físicas (PF). Incluyen:
  - o Escapes de agua en tuberías y accesorios (visibles, detectables y no detectables)
  - o Reboses y escapes por infiltración en los tanques de almacenamiento y pérdidas en operaciones de la red.
- Pérdidas Comerciales (PC). Incluyen:
  - o Sub registros en los medidores de consumo.
  - o Consumos no registrados en conexiones a las cuales no se les factura por diversas causas (ilegales, no regularizadas, etc.)

## **ANALISIS DEL AGUA NO CONTABILIZADA**

Información y Supuestos básicos

- Producción 678 MMC
- Longitud de Red 8,750 Kms
- Presión de servicio media (diurna y nocturna) 40 mts

## **DETALLES DEL CÁLCULO**

### **Pérdidas Físicas**

1. **Pérdidas Fugas Visibles.** Son las que afloran a la superficie y que son reparadas por la EPS.

Entre los años 2000 y 2001, se portaron un total de 9,700 fugas visibles reparadas por la EPS.

SEDAPAL estima que la pérdida por fuga, para diámetro de tuberías 6" (diámetro equivalente promedio de la red de distribución) en 12lps (43 m<sup>3</sup>/hora). Suponiendo

Que pasen 12 horas entre el afloramiento de la fuga y su reparación, la pérdida es:

$$4,850 \times 42 \times 12 = 3 \text{MMC/a}$$

2. **Pérdidas Detectables.** Dependen de la calidad del equipo de detección y experiencia de los operarios.

La pérdida de agua promedio, estimada por SEDAPAL, es de 18 lps por 100kms de red inspeccionada, equivalente a 0.6 MMC por 100 Km. de red inspeccionada. En el 2000 este valor alcanzo valor que se adopta para el presente cálculo. Por consiguiente para el total de la red, las pérdidas por fugas detectadas seria de:

$$87.50 \times 0.60 = 53 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

3. **Pérdidas No Detectables.** Las normas sobre instalación de tuberías nuevas admiten un pequeño escape ue agua en función del diámetro y presión de servicio. Por ejemplo, La American Water Works Association (AWWA) recomienda que esta perdida no exceda a 71 litros por día/km de red por pulgada de diámetro de la tubería, para una presión de 100 mts.

Hemos adoptado una presión media de 40 mts y un diámetro equivalente para toda la red de 0 e 6".

Por consiguiente la pérdida equivalente (si la tubería fuera nueva) seria de:

$$71 \times 365 \times 6 / 1000 \times (40/100)^{0.5} = 98 \text{ m}^3/\text{año}$$

Perdidas No Detectables=  $98 \times 20 \times 100 = 0.2 \text{ MMCa}/100 \text{ kms de tubería.}$

Este valor unitario corresponde aproximadamente a un tercio del valor encontrado para las perdidas detectables, el cual encontramos razonable de acuerdo a la experiencia en otros países.

#### **4. Pérdidas por Rebose en Tanques y Otros Usos Operacionales**

SEDAPAL reporta un valor de 3 Mm<sup>3</sup>/año, el cual si bien no es significativo dentro del total se ha adoptado e incluido para efectos del análisis total.

#### **Pérdidas no Físicas**

5. **Subregistro de Medidores.** El estudio del consultor Alejandro Estrada realizado en el 2001 estima, basado en el análisis de la sensibilidad de los medidores instalados en SEDAPAL (tipo B), una pérdida equivalente al 15% del volumen medido, valor que los consultores han adoptado por considerarlo razonable.

En consecuencia esta pérdida es de  $= 0.15 \times 264.4 = 40$  MMCa.

6. **Pérdidas por conexiones no facturadas.** Un análisis de la facturación de SEDAPAL en el año 2000, señala que hay unas 76,000 conexiones (8% del total) que no se facturan por causas diversas.

Otros estudios realizados por SEDAPAL indican que las conexiones clandestinas podrían representar del orden del 3% de las conexiones totales (29,000)

Los consultores han supuesto que todas estas conexiones están demandando agua y han adoptado un consumo de 1.3 veces el consumo promedio medido (43 m<sup>3</sup>/c/mes). En consecuencia, las pérdidas de agua por este concepto, y por conexión serían:

$$43 \times 12 \times 1.3 = 670 \text{ m}^3/\text{conexión/año}$$

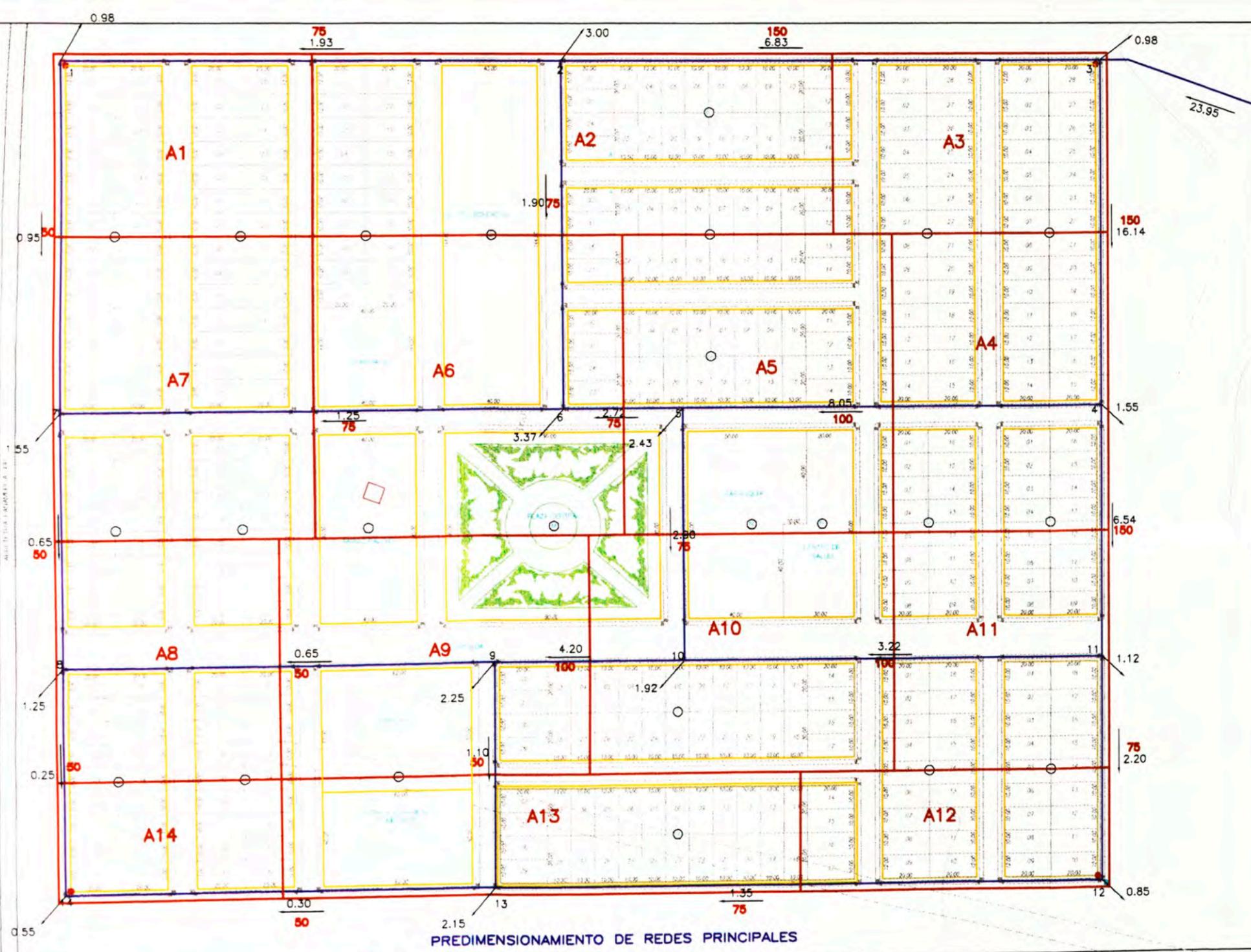
$$105,000 \text{ conx.} \times 620 = 70 \text{ MMCa.}$$

## RESUMEN AGUA NO CONTABILIZADA

Concepto	Mm3/año	%
Pérdidas Físicas		
(1) Visibles	3	0.45%
(2) Detectables	53	7.80%
(3) No Detectables	18	2.65%
(4) Reboses e infiltración en tanques y otros.	3	0.45%
<b>Total Pérdidas Físicas</b>	<b>77</b>	<b>11.35%</b>
Pérdidas No Físicas		
(5) Subregistro micro medidores (leídos)	40	5.91%
(6) Conexiones no facturadas	70	10.31%
<b>Total Pérdidas No Físicas</b>	<b>110</b>	<b>16.22%</b>
<b>Agua no contabilizada Total</b>	<b>187</b>	<b>27.57%</b>

El Agua no contabilizada o pérdidas técnicas en las redes de agua potable consideraremos 28%, por lo tanto el requerimiento de producción será 28% mas de lo calculado en el informe.

$$1.28 \times Q \text{ diseño} = 1.28 \times 23.95 \text{ lps} = \mathbf{30.65 \text{ lps}}$$



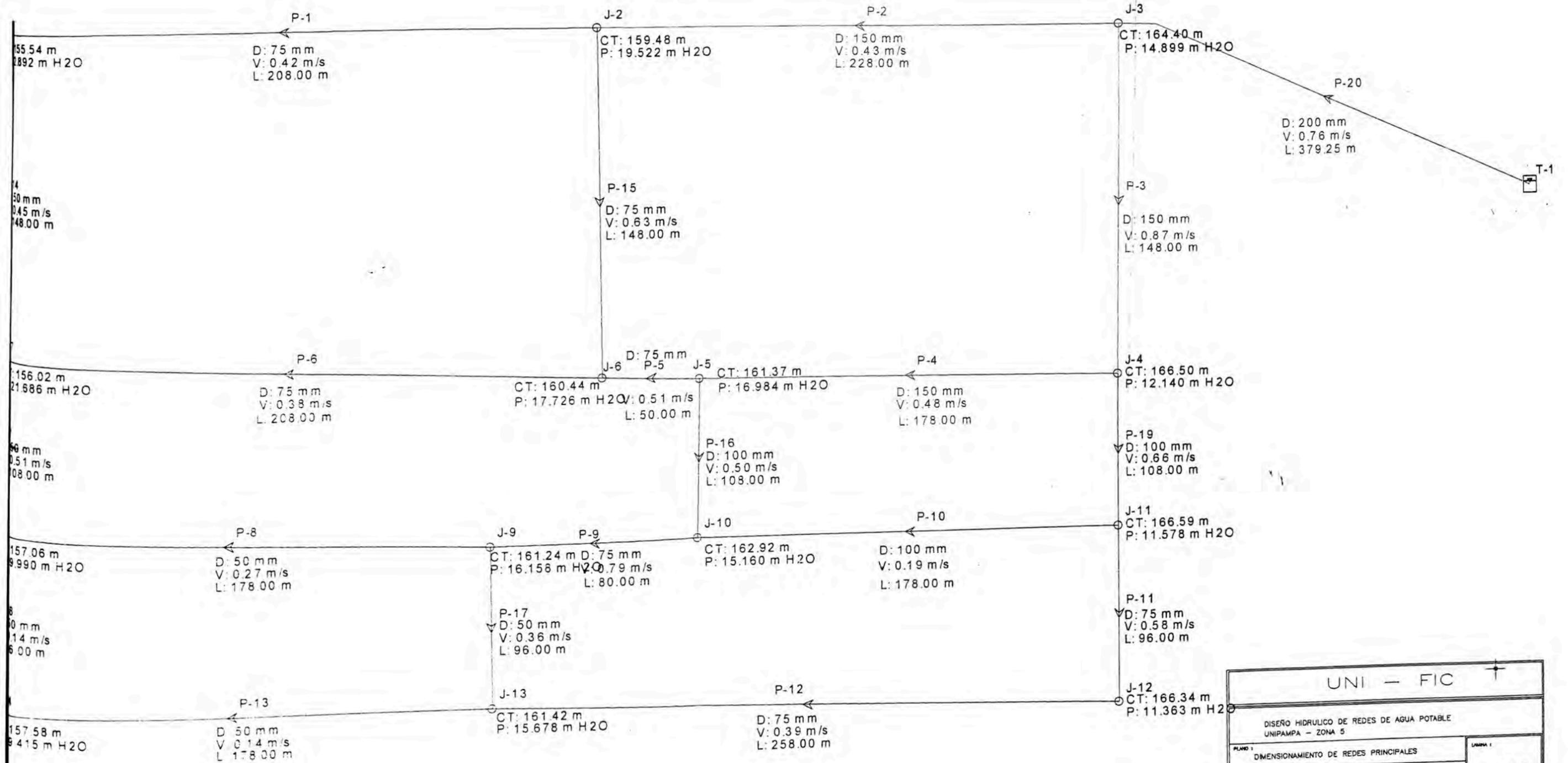
Pueblo Unipampa Zona 5		
Manzana	Uso	N° Lotes
A	VIVIENDAS	28
B	VIVIENDAS	28
	COMISARIA	1
C	VIVIENDAS	20
D	COLEGIO	1
E	VIVIENDAS	24
F	VIVIENDAS	24
G	VIVIENDAS	24
H	VIVIENDAS	28
I	VIVIENDAS	28
J	VIVIENDAS	16
K	VIVIENDAS	16
L	MUNICIPALIDAD	1
M	PLAZA	1
N	PARROQUIA	1
	POSTA MEDICA	1
O	VIVIENDAS	16
P	VIVIENDAS	16
Q	VIVIENDAS	18
R	VIVIENDAS	18
S	MERCADO	1
	LOSAS	1
T	VIVIENDAS	30
U	VIVIENDAS	30
V	VIVIENDAS	18
W	VIVIENDAS	18
<b>TOTAL</b>		<b>408 Lotes</b>

## UNI — FIC

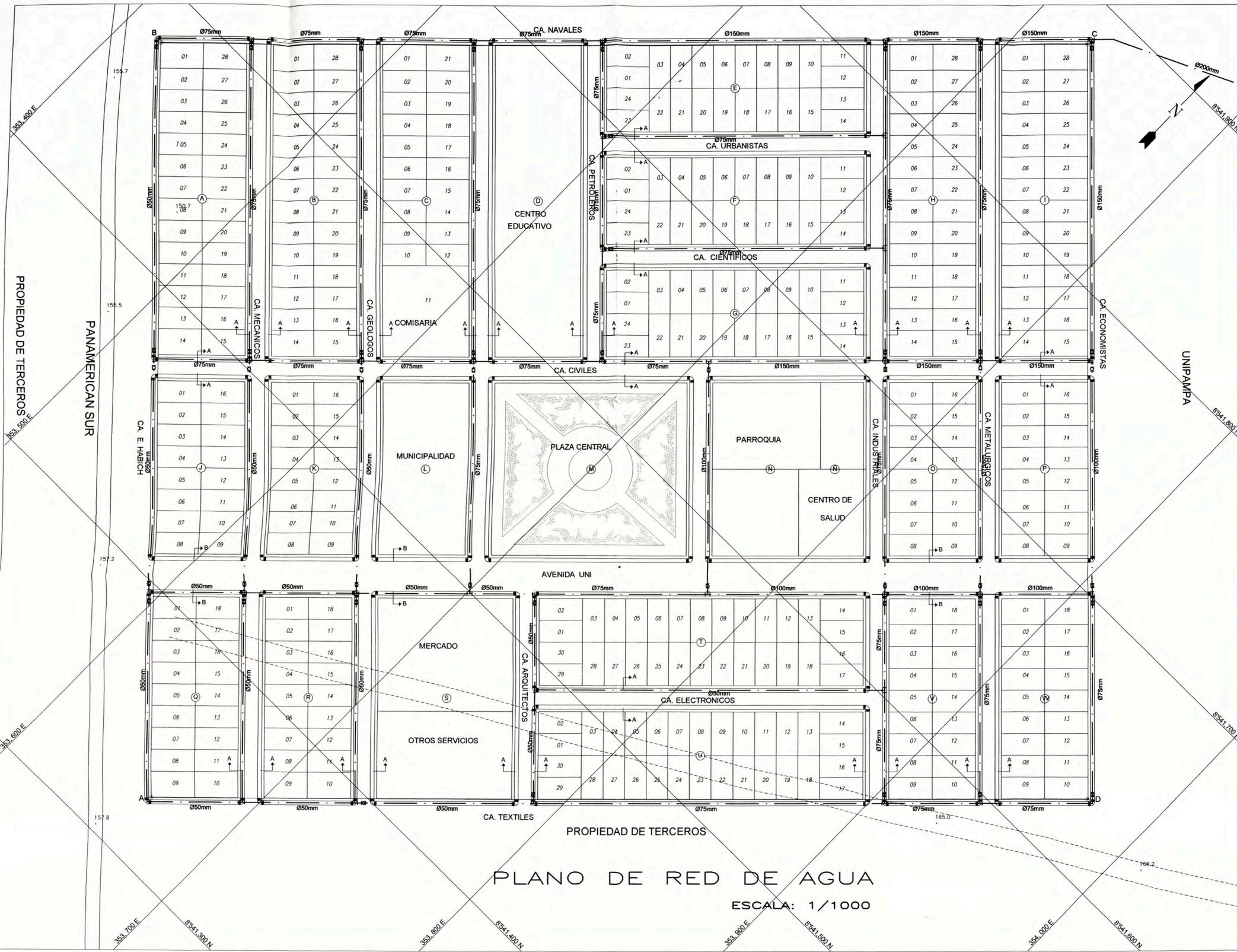
DISEÑO HIDRULICO DE REDES DE AGUA POTABLE  
UNIPAMPA — ZONA 5

PLANO : PREDIMENSIONAMIENTO DE REDES PRINCIPALES	LAMINA :
ALUMNO: BACH. ING. JAIME J. YURIVILCA MONTES	A-01
FECHA : MARZO DEL 2007	ESCALA : 1 / 2000
DIBUJO : J.Y.M.	

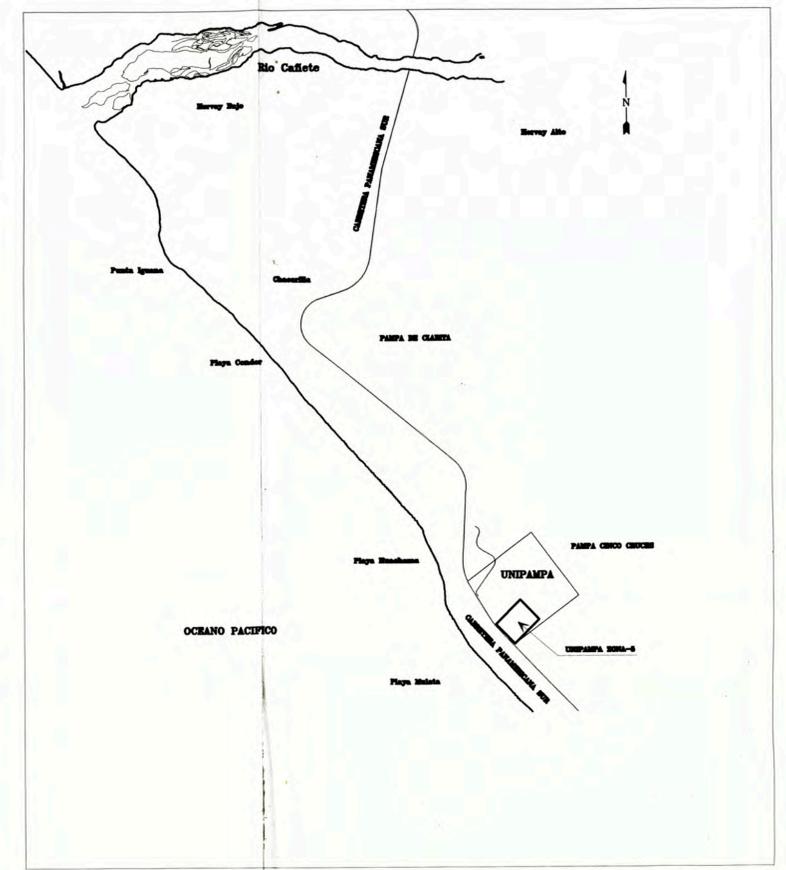
PLANO N° 02: DIMENSIONAMIENTO DE REDES PRINCIPALES



UNI - FIC			
DISEÑO HIDRULICO DE REDES DE AGUA POTABLE UNIPAMPA - ZONA 5			
PLANO:	DIMENSIONAMIENTO DE REDES PRINCIPALES		LAMINA:
ALUMNO:	BACH. ING. JAIMÉ J. YURIVILCA MONTES		A-02
FECHA:	MARZO DEL 2007	ESCALA:	1 / 2000
		DIBUJO:	J.Y.M.

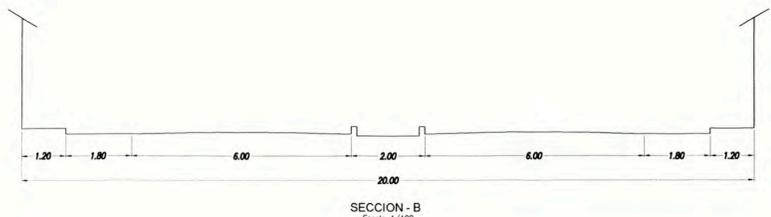
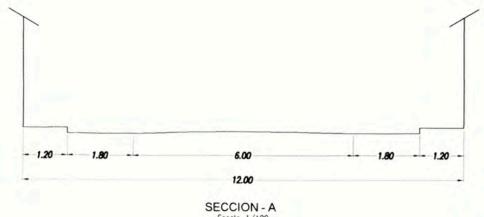


PLANO DE RED DE AGUA  
ESCALA: 1/1000

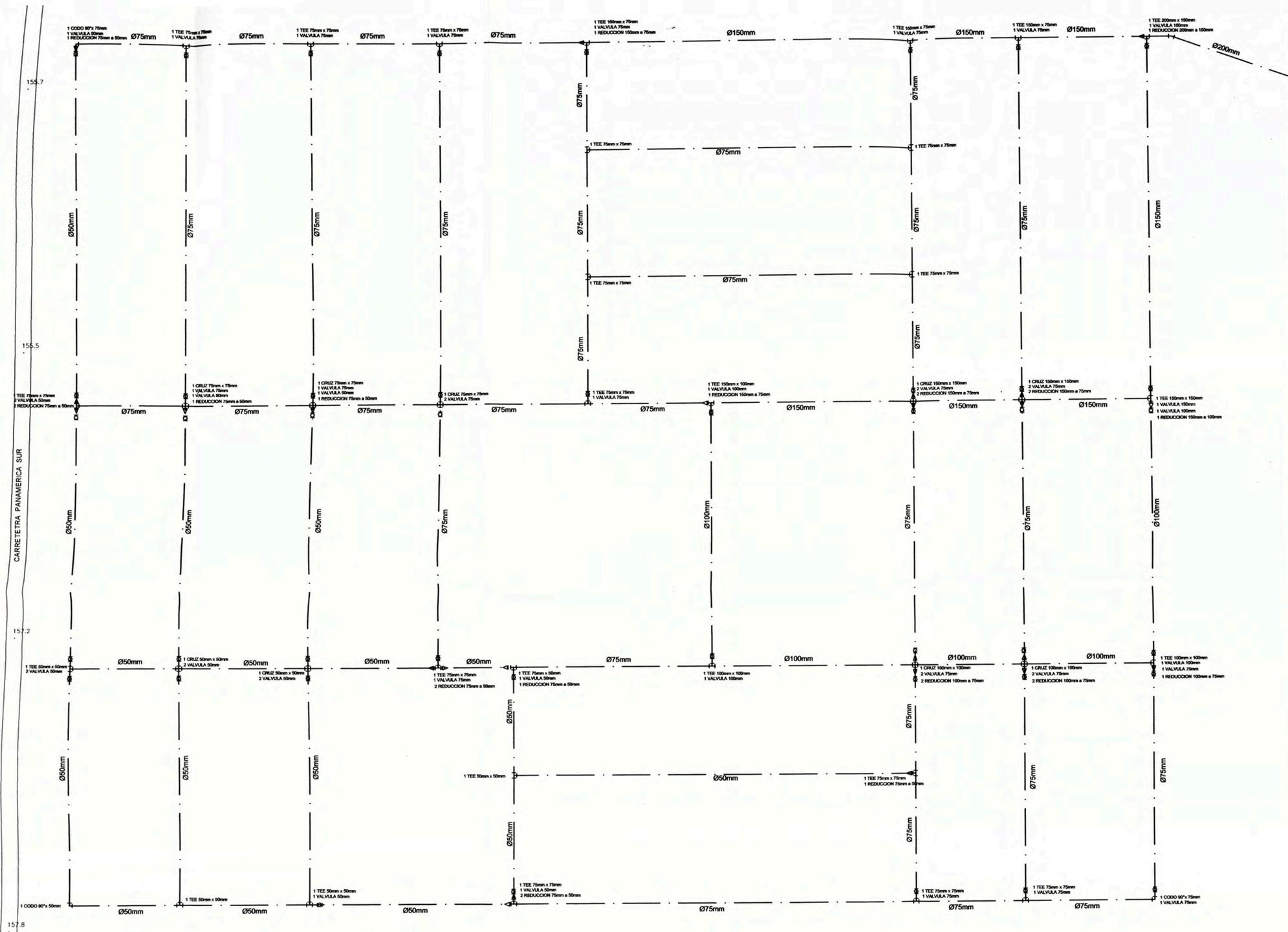


PLANO DE UBICACION  
ESCALA: S/E

LEYENDA	
	LIMITE PERIMETRICO DE LA HABILITACION
	RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO



UNI — FIC		
PROYECTO : DISEÑO HIDRULICO DE REDES DE AGUA POTABLE UNIPAMPA — ZONA 5		
PLANO : REDES DE AGUA POTABLE	LAMINA : A-03	
ALUMNO: BACH. ING. JAIME J. YURIVLCA MONTES		
FECHA : MARZO DEL 2007	ESCALA : 1 / 2000	DIBUJO : J.Y.M.



**METRADO DE TUBERIAS**

TUBERIA PVC SERIE 20 Ø 200mm = 379.25m  
 TUBERIA PVC SERIE 20 Ø 150mm = 554.00m  
 TUBERIA PVC SERIE 20 Ø 100mm = 394.00m  
 TUBERIA PVC SERIE 20 Ø 75mm = 2460.00m  
 TUBERIA PVC SERIE 20 Ø 50mm = 1375.00m

**METRADO DE VALVULAS**

VALVULA DE COMPUERTA 150mm = 02 Unid  
 VALVULA DE COMPUERTA 100mm = 04 Unid  
 VALVULA DE COMPUERTA 75mm = 16 Unid  
 VALVULA DE COMPUERTA 50mm = 14 Unid

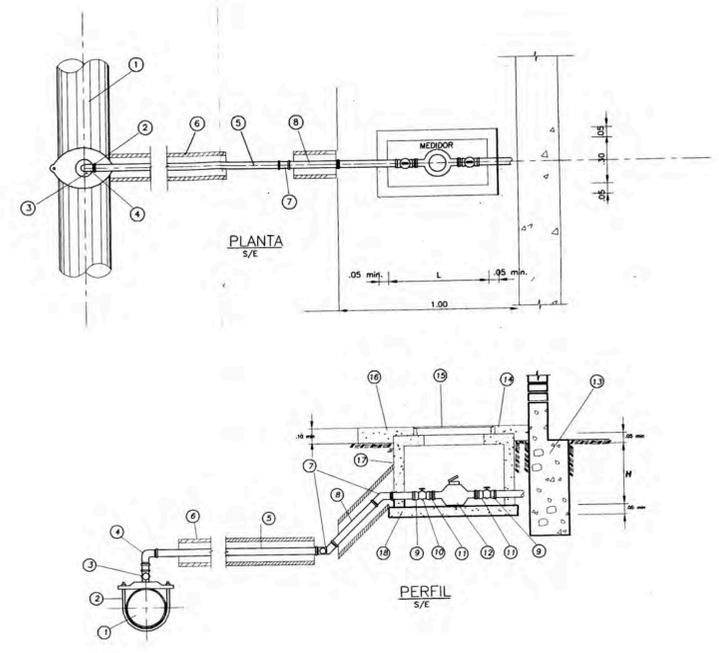
**METRADO DE ACCESORIOS**

CODO 22.5° x 200mm = 01 Unid  
 CODO 90° x 75mm = 02 Unid  
 CODO 90° x 50mm = 01 Unid  
 REDUCCION 200 a 150mm = 01 Unid  
 REDUCCION 150 a 100mm = 01 Unid  
 REDUCCION 150 a 75mm = 03 Unid  
 REDUCCION 100 a 75mm = 01 Unid  
 REDUCCION 100 a 50mm = 01 Unid  
 REDUCCION 75 a 50mm = 06 Unid  
 REDUCCION 50 a 25mm = 01 Unid  
 CRUZ 150mm x 150mm = 01 Unid  
 CRUZ 100mm x 100mm = 02 Unid  
 CRUZ 75mm x 75mm = 03 Unid  
 CRUZ 50mm x 50mm = 02 Unid  
 TEE 200x150mm = 01 Unid  
 TEE 150x150mm = 01 Unid  
 TEE 150x100mm = 01 Unid  
 TEE 150x75mm = 02 Unid  
 TEE 100x100mm = 01 Unid  
 TEE 100x75mm = 02 Unid  
 TEE 75x75mm = 10 Unid  
 TEE 50x50mm = 04 Unid

PLANO DE ESQUEMAS DE ACCESORIOS  
 ESCALA: 1/1000

UNI - FIC		
PROYECTO : DISEÑO HIDRULICO DE REDES DE AGUA POTABLE UNIPAMPA - ZONA 5		
PLANO :	ESQUEMA DE ACCESORIOS	LAMINA :
ALUMNO:	BACH. ING. JAIME J. YURIVILCA MONTES	A-04
FECHA :	ESCALA :	DIBUJO :
MARZO DEL 2007	1 / 1000	J.Y.M.

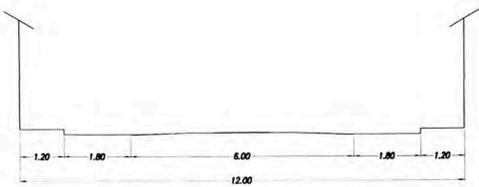
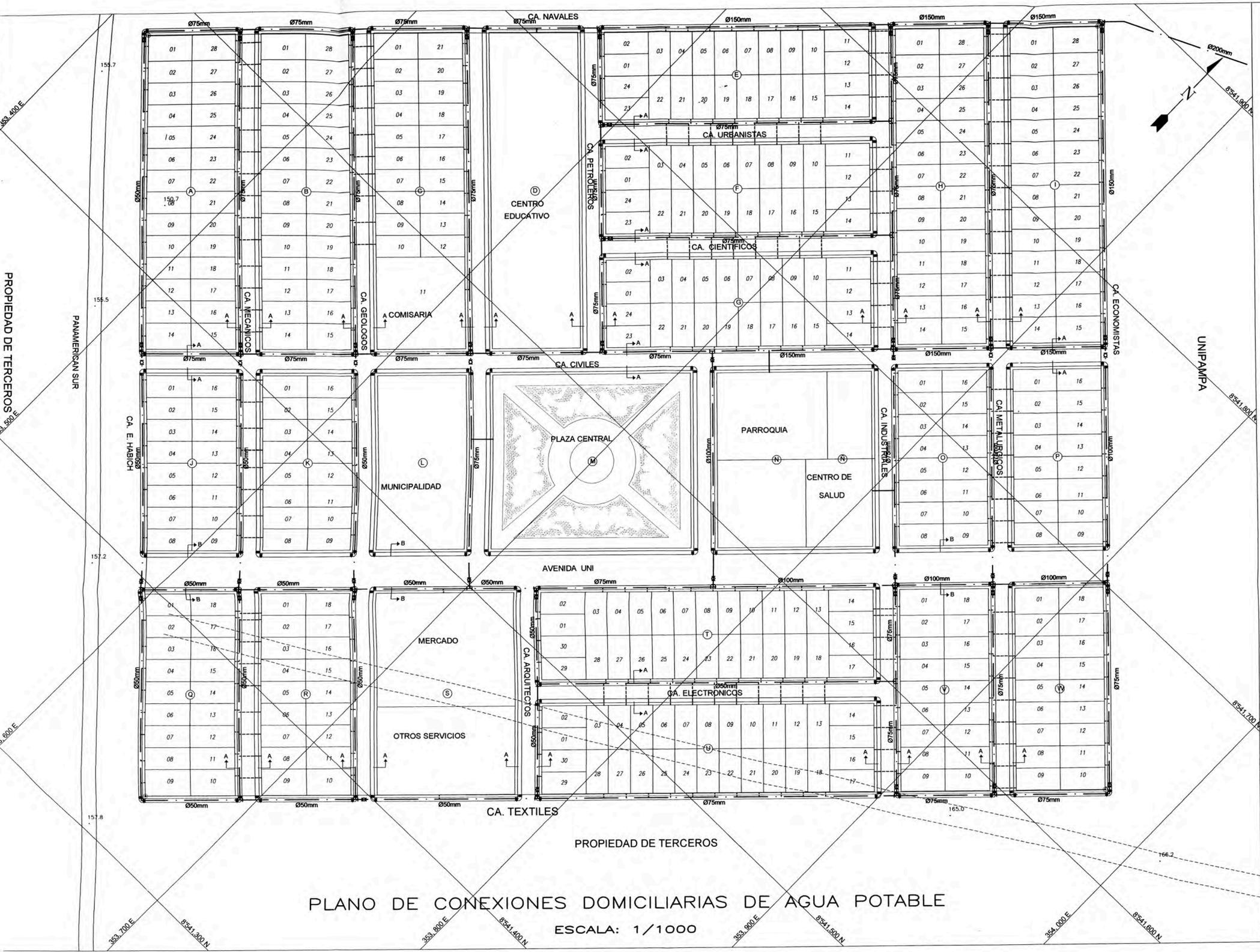
**DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA**



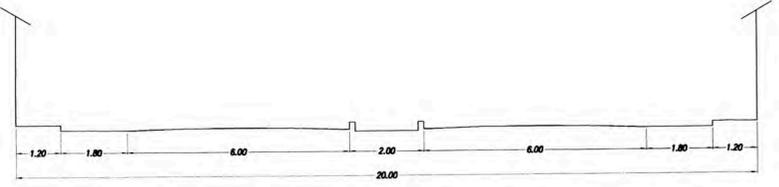
- LEYENDA DE CONEXION DOMICILIARIA**
- ① MATRIZ DIAMETRO VARIABLE
  - ② ABRAZADERA DIAMETRO VARIABLE PERFORADA
  - ③ LLAVE DE TOMA (Corporation) TUERCA Y NIPLÉ CON PESTANA DE 0.05 m
  - ④ CACHIMBA O CURVA 90° DE DOBLE UNION - PRESION
  - ⑤ TUBERIA DE CONDUCCION
  - ⑥ FORJADO TUB. 100 mm (4")
  - ⑦ CODO DE 45°
  - ⑧ NIPLÉ LONGITUD MINIMA = 0.30 m.
  - ⑨ UNION PRESION ROSCA
  - ⑩ LLAVE DE PASO
  - ⑪ NIPLÉ STANDARD CON TUERCA
  - ⑫ MEDIDOR O NIPLÉ
  - ⑬ CEMENTO DEL LIMITE DE PROPIEDAD
  - ⑭ MARCO FIERRO GALVANIZADO
  - ⑮ TAPA FIERRO GALVANIZADO
  - ⑯ LOSA DE CONCRETO f'c = 140 kg/cm2
  - ⑰ CAJA DE MEDIDOR
  - ⑱ SOLADO DE CONCRETO f'c = 140 kg/cm2

- LEYENDA**
- RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO
  - - - CONEXION DOMICILIARIA A.P. PROYECTADA

**PLANO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**  
**ESCALA: 1/1000**



SECCION - A  
Escala 1/100



SECCION - B  
Escala 1/100

<b>UNI - FIC</b>		
PROYECTO : DISEÑO HIDRULICO DE REDES DE AGUA POTABLE UNIPAMPA - ZONA 5		
PLANO : CONEXION DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE		LAMINA : <b>A-05</b>
ALUMNO: BACH. ING. JAIME J. YURIVILCA MONTES		
FECHA : MARZO DEL 2007	ESCALA : 1 / 2000	DIBUJO : J.Y.M.