

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA PARA EL C.P. TUPAC AMARU – VEGUETA – HUAURA.  
DISEÑO DE LA RED DE AGUA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**MANUEL ISMAEL LAURENCIO LUNA**

**Lima- Perú**

**2012**

<b>INDICE</b>	
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO I ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
1.1 DESCRIPCION DEL ITINERARIO RECORRIDO.....	9
1.2 EL PROGRAMA WATERCAD.....	9
1.2.1 El Modulo de “Darwin Designer”.....	10
1.3 DEFINICION DE OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo Principal.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 UBICACIÓN.....	11
1.5 ACCESIBILIDAD.....	11
1.6 DESCRIPCION DEL LUGAR.....	11
1.6.1 Limites.....	11
1.6.2 Descripción.....	11
<b>CAPITULO II FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 PERIODO OPTIMO DE DISEÑO.....	12
2.2 REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.....	13
2.3 ANALISIS DE REDES CERRADAS.....	13
2.3.1 Principios Fundamentales.....	13
2.4 TEOREMA DE BERNOULLI. ECUACION DE LA ENERGIA.....	16
2.5 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE DIAMETROS.....	18
2.6 PERDIDAS DE ENERGIA POR FRICCION EN LAS TUBERIAS.....	18
2.6.1 Ecuación de Darcy.....	18
2.6.2 Fórmula de Hazen y Williams.....	20
2.7 PERDIDAS DE CARGA LOCALES.....	21
2.8 METODOS PARA LA SOLUCIÓN DE REDES DE AGUA.....	23
2.8.1 Método de La Gradiente.....	23
<b>CAPITULO III PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO.....</b>	<b>24</b>
3.1 Período de Diseño.....	24
3.1.1 Cálculo del Período Óptimo de Diseño.....	24
3.2 Población de Diseño.....	25
3.3 Dotación de Agua.....	26
3.4 Caudal Medio (Qm).....	26

3.5	Variación del Consumo.....	27
<b>CAPITULO IV CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION.....</b>		<b>29</b>
4.1	TRAZO DE LA RED PRINCIPAL.....	29
4.2	CAUDAL UNITARIO Y CAUDALES DE INFLUENCIA.....	29
4.3	SELECCIÓN DE DIAMETROS PARA LA RED PRINCIPAL.....	31
4.4	VISTA DE RESULTADOS EN WATERCAD.....	32
4.5	ANALISIS DE RESULTADOS.....	33
4.6	REDES SECUNDARIAS.....	36
4.7	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	37
4.8	VALVULAS DE CIERRE – VALVULA DE PURGA.....	37
4.9	PROFUNDIDAD DE LAS REDES.....	38
<b>CAPITULO V ESPECIFICACIONES TECNICAS.....</b>		<b>39</b>
5.1	ALCANCES.....	39
5.2	DEFINICIONES.....	39
5.3	NORMAS.....	39
5.3.1	Normas Nacionales, Códigos y Reglamentos Peruanos.....	39
5.3.2	Normas de Referencia.....	40
5.4	MATERIALES Y EQUIPOS.....	40
5.4.1	General.....	40
5.4.2	Fabricantes.....	40
5.4.3	Suministro.....	41
5.5	INSPECCION Y PRUEBA.....	41
5.5.1	Generalidades.....	41
5.5.2	Costos.....	42
5.5.3	Inspección de Materiales.....	42
5.5.4	Certificado de Fabricación.....	42
5.5.5	Pruebas de Equipos.....	42
5.6	ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO.....	43
5.6.1	Alcances.....	43
5.6.2	Ámbitos de Aplicación.....	43
5.6.3	Partidas del Proyecto.....	44
<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>69</b>
6.1	CONCLUSIONES.....	69
6.2	RECOMENDACIONES.....	69
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>70</b>

## **PLANOS**

- PLANO 1.1 PLANO TOPOGRAFICO
- PLANO 1.2 PLANO DE LOTIZACION
- PLANO 1.3 PLANO DE CALICATAS
- PLANO 4.1 LINEA DE ADUCCION
- PLANO 4.2 PLANO GENERAL DE RED DE AGUA: RED GENERAL
- PLANO 4.3 PLANO GENERAL DE RED DE AGUA: ACCESORIOS
- PLANO 4.4 PLANO GENERAL DE RED DE AGUA: CONEXIONES  
DOMICILIARIAS
- PLANO 4.5 VALVULA DE PURGA

## **ANEXOS**

- ANEXO A: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE  
DISTRIBUCION
- ANEXO B: ESTUDIO HIDROLOGICO
- ANEXO C: DIAGNOSTICO DE LA POBLACION
- ANEXO D: PANEL FOTOGRAFICO
- ANEXO E: VALORES GUIA DE FACTORES DE ECONOMIA DE ESCALA

## RESUMEN

Desde los años 50, se ha podido observar en el interior del país el fenómeno de la migración. Actualmente, las principales causas de la migración son económicas y culturales, las personas buscan una mejor oportunidad de vida para si mismas y para sus familias.

La Costa es el principal receptor de flujos migratorios andinos, y concentra la mayor cantidad de población. Se observa que desde el año 1940 hasta el año 1993 su población se incremento de 28 a 42 por ciento de la población total del país.

Generalmente los migrantes se concentran en las periferias de las grandes ciudades, sin ningún criterio urbanístico. Producto de ello es el Centro Poblado Túpac Amaru, que, luego de haber aparecido e incrementado rápidamente, hace manifiesta la necesidad de los servicios básicos, para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

Cabe resaltar que, debido a la descentralización, las municipalidades del interior del país son las encargadas de gestionar la implantación de los servicios de agua y saneamiento en sus jurisdicciones. Es por ello que, la municipalidad distrital Végueta, asumiendo su responsabilidad, busca dar soluciones en diversos Centros Poblados pertenecientes al distrito, entre los que se encuentra el Centro Poblado Túpac Amaru.

En este centro poblado existe un sistema de agua, el cual, en pocos años, ha resultado insuficiente para el total de población existente y, con mayor razón, insuficiente para la población futura. Por otro lado, dicha red presenta muchas fallas técnicas por lo que no da seguridad para considerar un proyecto de ampliación de la red.

El presente trabajo busca dar solución a este problema de abastecimiento de agua, otorgando el diseño de una red de agua en función a la probable población futura, en donde se aprovecha el recurso hídrico del subsuelo y la topografía del área de estudio. Se desea que este informe sea un aporte al proceso de crecimiento y mejora de la calidad de vida en el Centro Poblado.

## LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 2.1	COEFICIENTES DE HAZEN Y WILLIAMS.....	21
CUADRO N° 3.1	POBLACION DE DISEÑO.....	25
CUADRO N° 3.2	CAUDAL MEDIO.....	26
CUADRO N° 3.3	NÚMERO DE CONEXIONES POR TIPO DE CONEXIÓN.....	27
CUADRO N° 3.4	CAUDALES DE DEMANDA POR TIPO DE CONEXIÓN....	27
CUADRO N° 3.5	CAUDALES FINAL DE DEMANDA.....	27
CUADRO N° 3.6	CAUDAL MAXIMO DIARIO.....	28
CUADRO N° 3.7	CAUDAL MAXIMO HORARIO.....	28
CUADRO N° 4.1	CAUDALES DE INCIDENCIA NODALES.....	30
CUADRO N° 4.2	COSTO POR ML DE TUBERIAS CON DIAMETROS COMERCIALES.....	32
CUADRO N° 4.3	DIAMETRO DE TUBERIAS – 1er ANALISIS.....	34
CUADRO N° 4.4	PRESIONES EN NODOS – 1er ANALISIS.....	34
CUADRO N° 4.5	DIAMETRO DE TUBERIAS – PROPUESTA FINAL.....	35
CUADRO N° 4.6	PRESIONES EN NODOS – PROPUESTA FINAL.....	36
CUADRO N° 4.7	COTA PIEZOMETRICA EN NODOS – PROPUESTA FINAL.....	35
CUADRO N° 4.8	RESULTADOS EN TUBERIAS – PROPUESTA FINAL.....	35
CUADRO N° 5.1	ANCHOS DE ZANJA MINIMOS PARA TUBERIAS.....	47
CUADRO N° 5.2	FLECHAS MAXIMAS ADMISIBLES.....	52
CUADRO N° 5.3	PERDIDA MAXIMA DE AGUA EN LITROS EN UNA HORA Y PARA 100 UNIONES.....	55

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1	RED CERRADA.....	14
FIGURA N° 2.2	TEOREMA DE BERNOULLI.....	17
FIGURA N° 2.3	EQUILIBRIO DE FUERZAS EN UNA TUBERIA.....	18
FIGURA N° 2.4	PERDIDA DE CARGA LOCAL.....	21
FIGURA N° 4.1	TRAZO DE LA RED PRINCIPAL.....	29
FIGURA N° 4.2	AREAS DE INFLUENCIA DE LOS NODOS.....	31
FIGURA N° 4.3	ENTRADA DE DEMANDAS EN WATERCAD.....	31
FIGURA N° 4.4	VISTA DEL PROGRAMA WATERCAD TERMINANDO EL ANALISIS.....	32
FIGURA N° 4.5	RESULTADOS EN LOS NODOS.....	33
FIGURA N° 4.6	RESULTADOS EN LAS TUBERIAS.....	33
FIGURA N° 4.7	DISEÑO DE RED DE FLUJO.....	36
FIGURA N° 4.8	VALVULAS DE CIERRE – VALVULA DE PURGA.....	37

## **CAPITULO I ANTECEDENTES**

### **1.1 DESCRIPCION DEL ITINERARIO RECORRIDO**

Este trabajo es producto de varias actividades tales como el levantamiento topográfico del área a abastecer, la realización de calicatas con su posterior toma de muestras del suelo, con lo que se pudo identificar el tipo de suelo que hay en la zona. (Ver planos 1.1, 1.2 y 1.3), el análisis de un estudio geofísico realizado anteriormente, por medio de sondajes eléctricos verticales, cuyo fin era obtener la profundidad del pozo de agua subterránea, y, por último, la inspección del sistema de abastecimiento existente.

El sistema de abastecimiento de agua que se encuentra en el centro poblado fue diseñado para una primera parte de la población, sin considerar el rápido crecimiento de éste. Desde hace algunos años, para seguir abasteciendo a las nuevas viviendas, se realizan ampliaciones de la red de manera artesanal, producto de esto es la inadecuada distribución de agua entre todas las personas, existiendo quejas de falta de presión de agua en algunas viviendas. También se constató el deplorable estado de la red existente, la cual es reparada 6 o 7 veces al mes.

Con estos datos prosiguió el trabajo en gabinete, en donde se realizó el cálculo del número de pozos necesarios para cubrir la demanda futura de agua en Túpac Amaru. Estos cálculos arrojaron un resultado de tres pozos que poseerán una profundidad de 12 metros. También se realizó el cálculo de las dimensiones del reservorio necesario para el abastecimiento de agua, para el cual se tomó como datos de diseño la demanda máxima diaria, la resistencia del suelo en el área proyectada.

### **1.2 EL PROGRAMA WATERCAD**

WaterCAD es el software para modelación de sistemas de abastecimiento de agua potable más usado a nivel mundial. Este programa permite al modelador un manejo integral de las redes de distribución de agua potable, en donde se incluye la simulación hidráulica, calibración y el diseño optimizado de redes, así como también, una mayor eficiencia en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos, preparación de escenarios, cálculo hidráulico y preparación de reportes y planos. El programa es propiedad de Bentley de Estados Unidos, comercializadores de software como Cybercad, StormCad y otros.



La entrada de datos al software es sencilla, las ventanas en donde se introducen los datos son similares a las que usa el sistema Windows de Microsoft, las cuales presentan diversas alternativas para describir la topología de la red a diseñar.

Es posible calcular las pérdidas por fricción mediante las fórmulas de Hazen y Williams, y el de Darcy-Weisbach, junto con la ecuación de Colebrook – White. Sin embargo, también permite utilizar la ecuación de Manning

El programa WaterCAD se distingue de otros debido a que es el más fácil de usar de los paquetes comerciales de este tipo. Se distingue por su alta calidad de la interfaz gráfica del usuario, en cual permite realizar de manera sencilla y bastante intuitiva la entrada de datos, los cambios de tuberías u otras características en la red, y también la vista de los resultados.

### **1.2.1 El Modulo de “Darwin Designer”**

Este comando del Watercad permite escoger la realización de diseños automáticos usando un algoritmo genético o diseños manuales en donde se dan alternativas específicas para cálculos de prueba y error.

### **Diseño óptimo de redes por medio de Algoritmos de Optimización**

Es un método muy eficaz para la optimización de sistemas de distribución de agua. Estos algoritmos son procedimientos de búsqueda que están fundamentados en la teoría de la selección natural y los mecanismos de población genética. Su eficiencia en espacios de solución complicados ha sido probada satisfactoriamente.

## **1.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Principal:**

Ampliación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua del C.P. Túpac Amaru, para lograr un suministro adecuado en cantidad y calidad del recurso hídrico, reduciendo de esta manera la incidencia de enfermedades que puedan afectar a la población.

### **1.3.2 Objetivo Específicos**

Lograr un diseño óptimo de la nueva red de agua, a partir de las normas vigentes, usando el programa Watercad V8i.

## **1.4 UBICACIÓN**

El C.P. Túpac Amaru se encuentra Ubicado al Norte del departamento de Lima, provincia de Huaura y distrito de Végueta.

Las coordenadas UTM del lugar son: 8782039 S, y 215690 E

Este centro poblado se encuentra a 6.14 km del distrito de Végueta y a 8.92 km de la ciudad de Huacho, frente al centro poblado Primavera, a la altura del Km 161 de la Av. Panamericana Norte.

## **1.5 ACCESIBILIDAD**

Para llegar a Túpac Amaru, la vía principal es la Panamericana Norte, por la cual transitan buses interprovinciales, y también colectivos que parten de Huacho hacia Végueta.

A las puertas del centro poblado existe un paradero de moto taxis, en donde hay una flota de 20 motos taxis cuyo destino principal es Túpac Amaru. De la Panamericana hasta la plaza en moto taxi transcurren 5 minutos.

## **1.6 DESCRIPCION DEL LUGAR**

### **1.6.1 LIMITES**

Por el Norte, colinda con el Fundo "El Olivar".

Por el Oeste, se encuentra la carretera Panamericana Norte y el Pueblo Joven "Otoño".

Por el Sur y el Este, se encuentra Rodeado de Lomas, terreno eriazo, que a su vez está rodeado de terrenos de cultivo.

### **1.6.2 DESCRIPCION**

El C.P. Túpac Amaru se encuentra ubicado sobre un arenal, la avenida Túpac Amaru es su vía principal, que a su margen derecho pasa un canal de regadío.

Tanto el centro poblado, como el terreno eriazo están rodeados principalmente por grandes terrenos de cultivo.

## CAPITULO II FUNDAMENTO TEORICO

### 2.1 PERIODO OPTIMO DE DISEÑO

Actualmente el período de diseño se encuentra en relación con la vida útil, que generalmente es 20 años, pero, no se toma en cuenta la necesidad de minimizar cualquier capacidad que se vaya a encontrar en estado ocioso, y evitar así una inversión cuantiosa.

El período óptimo de diseño se define como aquel período en el cual se cubre la demanda proyectada, y, a la vez, se minimiza el valor actual de los costos de inversión, operación y mantenimiento durante el período de análisis del proyecto

Para llegar a este período óptimo, se fusionan dos conceptos antagónicos:

El criterio de costo de oportunidad del dinero, en el cual se postergan las inversiones hasta cuando sean realmente necesarias

El criterio de economía de escala, en donde se afirma que es conveniente realizar estructuras más grandes, para poder así reducir el costo unitario.

Las ecuaciones para hallar el período óptimo de diseño son:

- Período óptimo de diseño sin Déficit Inicial

$$X^* = \frac{2.6(1 - \alpha)^{1.12}}{r} \quad (2.1)$$

Donde:

- $X^*$  = Período óptimo
- $\alpha$  = factor de escala
- $r$  = tasa de descuento

- Período óptimo de diseño con Déficit Inicial

$$X_i = X^* + \left( \frac{1 - \alpha}{r} \right)^{0.7} + \frac{X_0^{0.9}}{(X_0 + X^*)^{0.6}} \quad (2.2)$$

Donde:

- $X_i$  = Período óptimo de ampliación con déficit
- $X_0$  = Período de déficit

### 2.2 REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA

El diseño de un sistema de distribución de agua está influenciado por la topografía del terreno, por la cantidad de población existente y proyectada, y por la demanda comercial e industrial. En primer lugar, los caudales deben ser distribuidos en las áreas nodales del sistema. Luego, se debe diseñar un sistema de circuitos interconectados. Por último, el diseño involucra la determinación de los tamaños de tuberías principales, las tuberías secundarias y el sistema de distribución requerido para asegurar las presiones y velocidades deseadas en el sistema para los caudales diarios máximos.

El diseño de sistemas de tuberías con circuitos utilizadas en ingeniería implica la distribución geométrica de la red, la estimación de diámetros para las tuberías, el cálculo de los caudales resultantes y las pérdidas de altura piezométrica.

Procedimiento para el diseño de la red de distribución de agua:

- Distribuir los caudales en las áreas nodales de la ciudad en los nodos.
- Concentrar los caudales distribuir los en los nodos del sistema.
- Seleccionar los diámetros iniciales de las tuberías. Este paso convierte el diseño de la red en la comprobación de diseño de una red escogida con base en la experiencia, la cual puede hidráulicamente ser aceptable mas puede estar muy lejos de una red optima, es decir, que cumpla las condiciones y que sea de menor costo.

Utilizar un método apropiado para el análisis de RDA, con el fin de calcular las presiones en cada nodo y los caudales en cada tubería.

Comparar las presiones y las velocidades en la red balanceada con los criterios establecidos. Ajustar los diámetros de las tuberías para reducir o aumentar las velocidades y presiones y repetir el proceso hasta obtener un resultado favorable

## 2.3 ANALISIS DE REDES CERRADAS

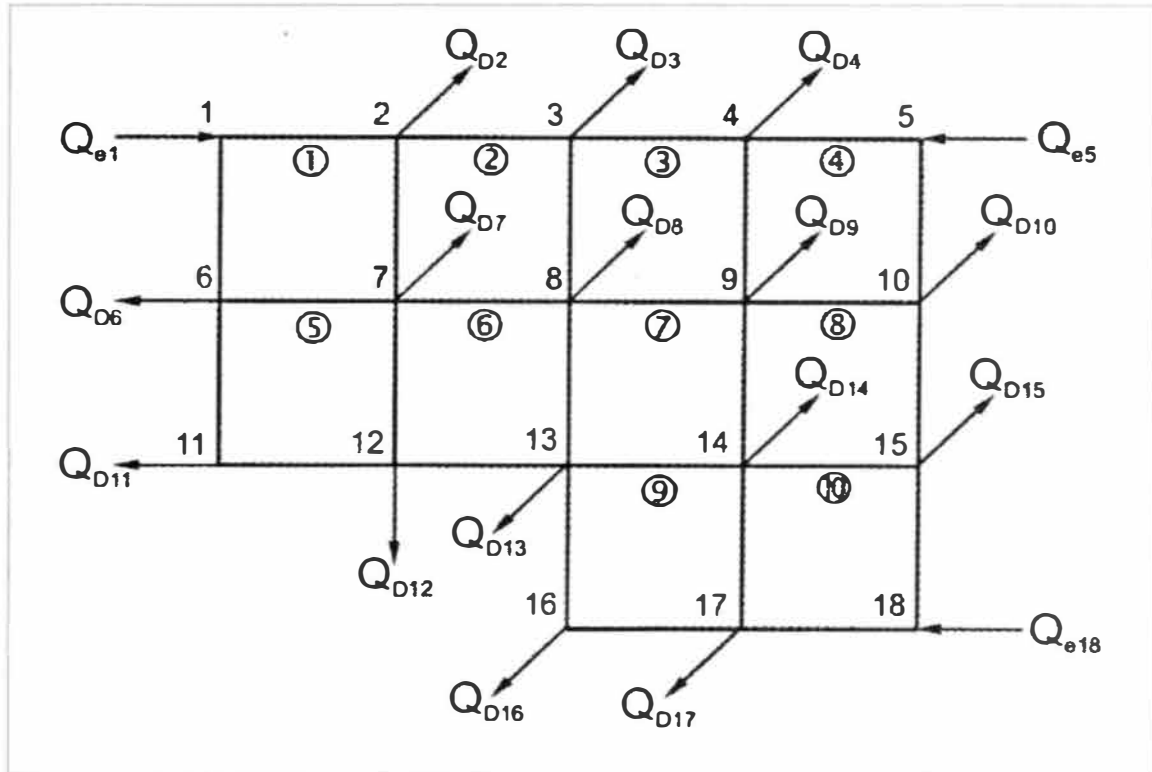
### 2.3.1 Principios Fundamentales

En la figura N° 2.1 se tiene la red cerrada que y se tiene en cuenta que  $Q_{D1}$ ,  $Q_{D2}$ ,  $Q_{D3}$ ,  $Q_{D4}$ , ...  $Q_{DNu}$ , son los caudales que se consumen en cada uno de los nodos, y que  $Q_{e1}$ ,  $Q_{e2}$ ,  $Q_{e3}$ , ...  $Q_{em}$  son los caudales alimentadores de la red de distribución, se establece la ecuación de conservación de la masa siguiente:

$$\sum_{f=1}^m Q_e = \sum_{i=1}^{Nu} Q_D \quad (2.3)$$

$Nu$  = número de nodos existentes en la red

FIGURA N° 2.1  
RED CERRADA



FUENTE: HIDRAULICA DE TUBERIAS, Juan Saldarriaga

La ecuación 2.1 representa la ley de conservación de la masa para todo el sistema, empero, para cada nodo de la red se puede establecer una ecuación similar, tomando la misma ley:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} Q_{ij} - Q_{Di} = 0 \quad (2.4)$$

Donde  $NT_i$  es el número de tubos que llegan al nodo  $i$ , y  $Q_{ij}$  representa el caudal que pasa por la tubería  $ij$  hacia el nodo  $i$  desde el nodo  $j$ . Convencionalmente cuando el caudal va hacia el nodo se considera positivo, y cuando sale del nodo se considera negativo.

Se puede plantear para cada caudal  $Q_{ij}$  la siguiente ecuación de conservación de la energía entre los nodos  $i$  y  $j$ , en donde se incluye las pérdidas menores, en términos de alturas piezométricas de dichos nodos:

$$Q_{ij} = \left( \frac{H_j - H_i}{\sum k_{mif} + f_{ij} \frac{l_{ij}}{d_{ij}}} \right)^{1/2} \sqrt{2g} A_{ij} \quad (2.5)$$

Reemplazando esto en la ecuación:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} \left( \frac{H_j - H_i}{\sum k_{mij} + f_{ij} \frac{l_{ij}}{d_{ij}}} \right)^{1/2} \sqrt{2g} A_{ij} - Q_{Di} = 0 \quad (2.6)$$

Donde  $NT_i$ , representa la cantidad de tuberías que llegan al nodo  $i$ , Para mantener de forma automática el signo del caudal  $ij$ , la Ecuación 7.3 se puede cambiar por la siguiente expresión:

$$Q_{ij} = \sqrt{2g} A_{ij} \frac{H_j - H_i}{\left( \sum k_{mij} + f_{ij} \frac{l_{ij}}{d_{ij}} \right)^{1/2}} (H_j - H_i)^{1/2} \quad (2.7)$$

Estas ecuaciones son conocidas como ecuaciones de altura piezométrica. En la red se tienen en total  $(NU - 1)$  ecuaciones de este tipo, debiéndose conocer  $H_1$  o cualquier altura piezométrica en la red para poder solucionar estas ecuaciones. Otra forma de solución es dar un valor arbitrario a alguna de las alturas piezométricas, ya que los valores absolutos de estas no afectan la distribución de caudales. También, se debe tener en cuenta que estas ecuaciones son no lineales.

Por otro lado, se pueden considerar las siguientes ecuaciones de conservación de la energía para los circuitos de tubos que conforman la red:

- Ecuación de continuidad en los nodos que conforman el circuito:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} Q_{ij} - Q_{Di} = 0 \quad (2.8)$$

- Ecuación de conservación de la energía alrededor del circuito:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} h_{fij} - \sum_{j=1}^{NT_i} h_{mij} = 0 \quad (2.9)$$

Donde  $NT_i$  representa el número de tuberías que llegan al nodo  $i$ . Usando la ecuación de Darcy-Weisbach en esta última ecuación en conjunto con la expresión de las pérdidas menores como función de altura de velocidad, se obtiene:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} \frac{Q_{ij}^2}{2gA_{ij}^2} \left( \sum k_{mij} + f_{ij} \frac{l_{ij}}{d_{ij}} \right) = 0 \quad (2.10)$$

El análisis de la red puede resolver  $NT$  incógnitas, que es usualmente el caudal en cada tubería. Una vez conocido estos caudales, se pueden utilizar las  $NU - 1$  ecuaciones de altura piezométrica para calcular las alturas piezométricas en cada nodo. Debido a su naturaleza No lineal, la solución de este sistema de ecuaciones no es de fácil resolución.

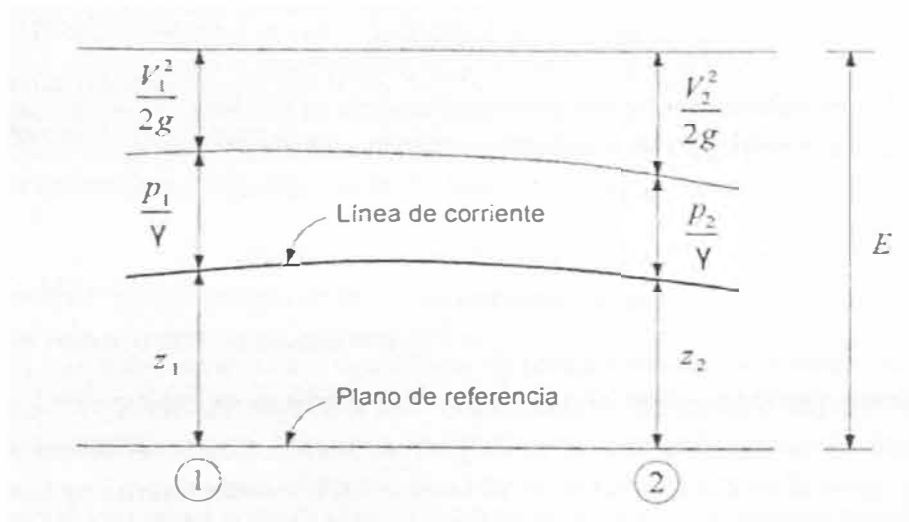
## 2.4 TEOREMA DE BERNOULLI. ECUACION DE LA ENERGIA

El teorema de Bernoulli tiene la siguiente forma:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = \text{constante} \quad (2.11)$$

Esto se cumple para un fluido permanente e irrotacional

## FIGURA N° 2.2 TEOREMA DE BERNOULLI



FUENTE: HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES, ARTURO ROCHA FELICES

Al primer término  $V^2/2g$  se le conoce con el nombre de energía cinética y representa la altura desde la que debe caer libremente un cuerpo, con velocidad inicial cero, para adquirir la velocidad  $V$ .

Los otros dos términos representan la altura de presión y elevación. Su suma representa la energía potencial y constituye la cota piezométrica.

El teorema de Bernoulli afirma que la suma de la energía cinética y la energía potencial permanece constante.

En una tubería cada línea de corriente tiene un valor propio para la suma de Bernoulli. En un caso ideal, la línea de corriente es como se aprecia en la figura 2.1, mas, en la realidad, existe una pérdida de energía que se transforma en calor.

La ecuación de la energía para un fluido real es:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{f_{1-2}} \quad (2.12)$$

O bien,

$$E_1 = E_2 + h_{f_{1-2}} \quad (2.13)$$

$V$  es la velocidad de la corriente,  $p$  la presión,  $z$  la elevación con respecto a un plano horizontal de referencia,  $\gamma$  es el peso específico del fluido,  $g$  la aceleración de la gravedad.



$E$  es la energía total,  $h_{f_{1-2}}$  es la pérdida de energía entre las secciones 1 y 2.

## 2.5 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE DIAMETROS

El problema de diseño de tuberías consiste en hallar el diámetro más adecuado para transportar un determinado caudal. Esto implica el estudio de:

- Velocidades
- Presiones
- Costo

Es conveniente evitar las velocidades excesivas, de esta manera no se corre riesgo de destrucción de la tubería por erosión y también se reduce la posibilidad de golpe de ariete.

Para evitar el escurrimiento y la cavitación, es conveniente evitar las presiones negativas en el itinerario del flujo.

Según el material y las descripciones técnicas de la tubería, se admiten las presiones positivas, de no ser así, se corre riesgo de falla de tuberías por exceso de presión.

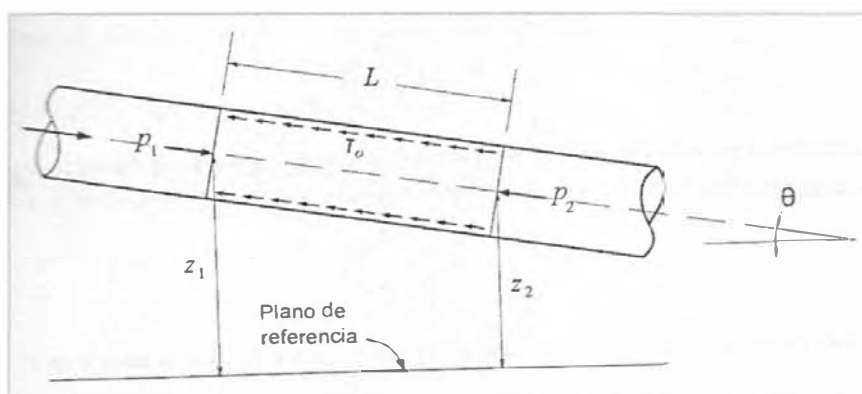
Las condiciones de velocidad y presión pueden satisfacerse con más de un diámetro, debe escogerse el más económico, por lo que hay que tener en cuenta los diámetros comerciales disponibles.

## 2.6 PERDIDAS DE ENERGIA POR FRICCION EN TUBERIAS

### 2.6.1 Ecuación de Darcy

Consideremos el flujo en el cilindro de longitud  $L$ . Para que exista el equilibrio la sumatoria de fuerzas que actúan sobre el flujo deben ser 0, estas fuerzas son la diferencia de presiones, fricción en las paredes de la tubería y el peso del fluido.

**FIGURA N° 2.3**  
**EQUILIBRIO DE FUERZAS EN UNA TUBERIA**



FUENTE: HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES, ARTURO ROCHA FELICES

La suma de la fuerza debida a la diferencia de presiones y la componente del peso es igual a la resistencia de las paredes de la tubería

$$(p_1 - p_2)A + \gamma L \operatorname{sen} \theta A = \tau_0 PL \quad (2.14)$$

$A$  es la sección transversal de la tubería,  $P$  su perímetro y  $\tau_0$  el corte medio sobre el contorno. Consideremos que el flujo es turbulento. Tomando en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\left. \begin{array}{l} \tau^0 = \gamma RS \\ \\ V = C\sqrt{RS} \end{array} \right\} \tau^0 = \frac{\gamma}{C^2} V^2 \quad (2.15)$$

Si dividimos ambos miembros de la ecuación 3 – 1 por  $\gamma A$  y se reemplaza el valor obtenido para  $\tau^0$ :

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} + L \operatorname{sen} \theta = \frac{V^2}{C^2} \frac{P}{A} L \quad (2.16)$$

De donde:

$$\left( \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left( \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right) = \frac{V^2}{C^2} \frac{P}{A} L \quad (2.17)$$

Luego,

$$hf = L \frac{V^2}{C^2} \frac{4}{D} \quad (2.18)$$

Multiplicando y dividiendo por  $2g$  el segundo miembro se llega a la expresión de la pérdida de carga

$$hf = \frac{L V^2}{D} \frac{8g}{2g C^2} \quad (2.19)$$

Denominaremos  $f$ , coeficiente de Darcy a:

$$f = \frac{8g}{C^2} \quad (2.20)$$

Sustituyendo,

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (2.21)$$

que es la ecuación de Darcy.

### 2.6.2 Fórmula de Hazen y Williams

La fórmula de Hazen y Williams tiene origen empírico. Se usa extensivamente en el cálculo de tuberías para abastecimiento de agua. Su uso está limitado al agua en flujo turbulento, para tuberías de diámetro mayor de 2" y velocidades que no excedan los 3m/s.

La ecuación de Hazen y Williams se expresa así:

$$Q = 0,000426 C_H D^{2,63} S^{0,54} \quad (2.22)$$

Donde:

$Q$  : Caudal (l/s)

$C_H$  : Coeficiente de Hazen y Williams

$D$  : Diámetro (pulg.)

$S$  : Pendiente de la línea de energía (m/km)

Para una tubería dada, la longitud, el diámetro y el coeficiente de resistencia son constantes luego,

$$Q = K hf^{0,54} \quad (2.23)$$

Donde:

$$K = 0,000426 C_H D^{2,63} L^{-0,54} \quad (2.24)$$

Los valores de la  $C_H$  de Hazen y Williams han sido encontrados experimentalmente y están en relación a la naturaleza de las paredes.

En la Tabla 2.1 se observa los valores usuales para el coeficiente de Hazen y Williams.

**Cuadro N° 2.1**  
**COEFICIENTES DE HAZEN Y WILLIAMS**

NATURALEZA DE LAS PAREDES	$C_H$
Polietileno de Alta Densidad	140
Policloruro de Vinilo	150
Polipropileno	150
Poliéster Reforzado con fibra de Vidrio	155
Concreto	120 - 140
Hierro Ductil	120
Cobre	130-140

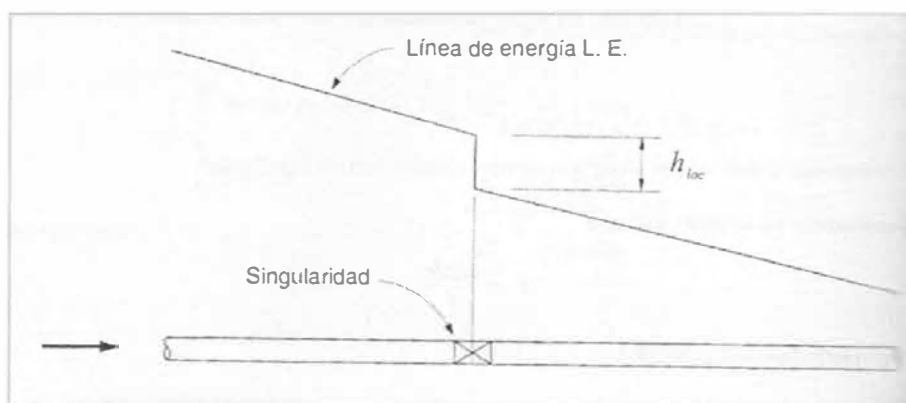
FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 2.7 PERDIDAS DE CARGA LOCALES

Las pérdidas de carga por fricción son también llamadas continuas y son proporcionales a la longitud, las cuales se calculan por medio de la ecuación de Darcy.

Las pérdidas de carga locales ocurren en diversos puntos de la tubería y se deben a la presencia de una particularidad, por ejemplo: un codo, una válvula, un estrechamiento, etc. Esto lo describe la figura 2.4

**FIGURA 2.4**  
**PERDIDA DE CARGA LOCAL**



FUENTE: "HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES", Arturo Rocha Felices

Generalmente las pérdidas de carga locales están en función de la altura de velocidad en la tubería

$$h_{loc} = K \frac{V^2}{2g} \quad (2.25)$$

- $h_{loc}$  : Pérdida de carga Local (m)
- $K$  : Coeficiente adimensional que depende de la singularidad, del número de Reynolds y de la rugosidad.
- $V$  : Velocidad media de la tubería

Entre las principales pérdidas de carga locales tenemos:

- Pérdidas de Entrada o embocadura

Se expresa con la Ecuación:

$$h_{loc} = K \frac{V_m^2}{2g} \quad (2.26)$$

( $V_m$ : Velocidad media de la tubería)

Bordes Agudos  $K = 0.5$

Bordes ligeramente redondeados  $K = 0.26$

Bordes Acampanados  $K = 0.04$

Bordes Entrantes  $K = 1$

- Ensanchamiento

$$h_{loc} = K \frac{(V_1 + V_2)^2}{2g} = K \left( \frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.27)$$

( $V_1$  : Velocidad aguas arriba;  $V_2$  : velocidad aguas abajo)

Brusco  $K = 1$

Gradual Grafico de Gibson

- Contracción

$$\left( \frac{1}{c_c} - 1 \right) \frac{V_2^2}{2g} = K \left( \frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.28)$$

( $V_2$  : Velocidad aguas abajo)

Brusco Tabla de Weisbach

Gradual  $K = 0$

- Cambio de Dirección

$$h_{loc} = K \frac{V_m^2}{2g} \quad (2.29)$$

( $V_m$  : Velocidad media)

Codo de 90°	$K = 0,90$
Codo de 45°	$K = 0,45$
Codo de curvatura fuerte	$K = 0,75$
Codo de curvatura suave	$K = 0,60$

## 2.8 METODOS PARA LA SOLUCION DE REDES DE AGUA

### 2.8.1 METODO DE LA GRADIENTE

La base del método de la gradiente radica en 3 condiciones.

- La ecuación de continuidad se cumple en cada nodo
- Para cada tubo que compone la red debe existir una relación no lineal entre las pérdidas por fricción y el caudal
- La energía total disponible en cada tubo es igual a las pérdidas por fricción y las pérdidas menores.

Utilizando las formulas de Colebrook – White, y Darcy – Weisbach, se llega a la siguiente expresión válida para redes:

$$H_t = \alpha Q^2 \quad (2.30)$$

En donde:

$$\alpha = \frac{\left(f \frac{l}{d} + \sum k_m\right)}{2gA^2} \quad (2.31)$$

$k_m$  : Coeficientes de pérdidas locales

Posteriormente, para el uso del método de gradiente se definen matrices imaginarias con las cuales se llega a describir las ecuaciones iniciales de forma matricial. Con estas ecuaciones matriciales, se realizan las iteraciones.

Este método es el más usado en programas para solución de redes, por su forma matricial, ya que esto garantiza la reducción de la memoria requerida y el tiempo de cálculo del computador.

## CAPITULO III PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño de la RDA son aquellos que se utilizan para el cálculo del caudal de demanda, para definir estos parámetros se ha tomado en consideración el número aproximado de los habitantes y los aspectos sociológicos de la zona. Esto se detalla a continuación:

### 3.1 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño se ha determinado de acuerdo a la evaluación entre el periodo de diseño obtenido por el RNE, y el periodo óptimo de diseño

#### 3.1.1 Cálculo del Período Óptimo de Diseño

Para calcular el período óptimo de diseño, se toma como tasa de descuento 10%, dado que es la tasa establecida por las normas del SNIP.

Se considera que la demanda de agua en el C.P. excedió a la aportada por el sistema actual de abastecimiento de agua a mediados del 2008. Considerando que, a partir de este año, se demorará dos años más en realizarse la ejecución del proyecto. Por ello, el Año cero, sería el año 2014. Entonces:

$$X_0 = 2014 - 2008 = 6 \text{ años}$$

En el anexo E, se detalla una lista de factores de economía a escala propuestos por Sedapal, para un proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Tomando como dato aproximado el referente a redes de PVC A – 7.5 (diámetros de 4” a 12”), se tiene un valor aproximado del Factor de Economía de escala “a” de:

$$a = 0.504$$

Reemplazando en las ecuaciones 2.1 y 2.2, tenemos

$$X_i = 16 \text{ años}$$

La población del C.P. Túpac Amaru en la segunda etapa es de 2770 habitantes en el año 2012, por lo tanto, según la recomendación del Reglamento Nacional de Edificaciones, el periodo recomendable de diseño para poblaciones menores a 20,000 habitantes es de 20 años.

Por lo tanto, como la diferencia entre el período calculado y el recomendado por el RNC no es grande, se realizará el cálculo de la Demanda con un período de diseño de 20 años.

Obtenido este valor de periodo de diseño se hizo el cálculo de la población futura y también de los caudales de demanda para todos los valores de períodos de diseños obtenidos según los procedimientos realizados y explicados posteriormente en los puntos 3.1.1.2 y 3.1.1.3 para el cálculo de la población futura y el cálculo del caudal de demanda del proyecto. Los resultados se muestran en el cuadro N° 3.1

### 3.2 POBLACIÓN DE DISEÑO

La población de diseño se determinará de acuerdo al periodo de diseño ya definido y en función del criterio adoptado para la elección de la metodología a usar para el cálculo de la proyección de la población que se muestra más adelante.

Del INEI se obtuvo la razón geométrica para determinar la población futura ( $r = 1.6\%$ ). El método geométrico se escoge debido a que en los últimos años, debido a la inmigración la población ha crecido, además que la zona cuenta con espacio para un mayor crecimiento demográfico.

A continuación en el cuadro 3.1 se muestran los datos de población y a partir de información el INEI:

**Cuadro N° 3.1**  
**POBLACION DE DISEÑO**

C.P. TUPAC AMARU					
Año		Población	Año		Población
-2	2012	2770			
-1	2013	2815	10	2024	3352
0	2014	2860	11	2025	3405
1	2015	2906	12	2026	3460
2	2016	2952	13	2027	3515
3	2017	2999	14	2028	3571
4	2018	3047	15	2029	3629
5	2019	3096	16	2030	3687
6	2020	3146	17	2031	3746
7	2021	3196	18	2032	3806
8	2022	3247	19	2033	3867
9	2023	3299	<b>20</b>	<b>2034</b>	<b>3929</b>

Fuente: Elaboración Propia



### 3.3 DOTACIÓN DEL AGUA

El C.P. Túpac Amaru es un pequeño poblado que está emergiendo de lo rural a la urbe, siendo necesario contar con una red óptima de abastecimiento de agua para el consumo humano oportuno y de calidad. Los pobladores por necesidad de supervivencia consumen agua a diario y en este caso lo hacen a través del agua que obtienen de una red de agua que ha sido ampliada a partir de una existente en la primera etapa del C.P., de manera deficiente. Además, la red construida en la 2da etapa, por la forma que ha sido construida y el estado en que se encuentra la red visible, no garantiza un buen diseño, por lo que se ha considerado una red nueva para la segunda etapa, considerando un crecimiento principalmente en dirección a la 3ra etapa. En caso de que en obra se observe el posible aprovechamiento de las tuberías existentes en la 2da etapa, se procederá a utilizarlas en la nueva red.

De acuerdo al RNE la dotación para zonas de clima cálido y de pocas lluvias la dotación recomendada es de 150 litros por habitante por día.

Para el C.P. Túpac Amaru **se ha visto conveniente asignar una dotación de 150 litros por habitante por día** de acuerdo a lo indicado.

### 3.4 CAUDAL MEDIO (Qm)

Con la población de diseño de 3929 hab. y su dotación de 150 lt / día, con la ecuación 3.1 se calcula el caudal para los lotes residenciales (domésticos).

$$Q_m = (\text{Dotación}) \times (\text{Población de diseño}) / 86400 \quad (3.1)$$

Fuente: Moya Sácciga Próspero, Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado.

Se obtiene un caudal medio de 6.82l/s (ver cuadro 3.2).

**Cuadro N° 3.2**  
**CAUDAL MEDIO**

<b>Dotación (lt/hab./día)</b>	<b>Población de Diseño (hab.)</b>	<b>Caudal Medio Qm (lt/s)</b>
150	3687	6.82

Fuente: Elaboración propia

El caudal medio diario es de 6.82 litros por segundo, el mismo que es el promedio determinado con la población de diseño y la dotación establecida.

Además en Túpac Amaru se cuenta con lotes destinados a funciones estatales (posta médica, escuelas, servicios comunales, etc.) llegando a contabilizar la siguiente cantidad de conexiones para cada tipo de lote (cuadro 3.3):

**Cuadro N° 3.3**  
**NÚMERO DE CONEXIONES POR TIPO DE CONEXIÓN**

	Comercial	Estatal
Conexiones	0	5

Fuente: Elaboración propia

Se asume un consumo Unitario de 120 m<sup>3</sup>/mes/conexión, en base a consumos de otras ciudades, y se obtiene de esta manera la demanda por tipo de conexión:

**Cuadro N° 3.4**  
**CAUDALES DE DEMANDA POR TIPO DE CONEXIÓN**

	Estatal
Conexiones	5
Dotación (m <sup>3</sup> /mes/conex)	120
Q (lt/s)	<b>0.23</b>

Fuente: Elaboración propia

De la suma de los consumos doméstico y estatal se obtiene el caudal final de demanda para el Centro Poblado siendo este la cantidad de 7.05 lt/s (cuadro 3.5).

**Cuadro N° 3.5**  
**CAUDALES FINAL DE DEMANDA**

Tipo de conexión	Q (lt/s)
Domestica	6.82
Estatal	0.23
<b>TOTAL</b>	<b>7.05</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 VARIACIÓN DEL CONSUMO

La variación del consumo está relacionada a las costumbres y el clima de la zona de Túpac Amaru. Existirá un día del año que se consuma más agua que otros días y existirá una hora determinada de algún día del año que se consuma más agua que otra hora.

La variación diaria está determinada por el Caudal Máximo Diario (Qmd), el mismo que será mayor al promedio y que depende directamente con el clima de la zona. Como Túpac Amaru no tiene un clima tan variado respecto a temperatura comparado con otros centros poblados del Perú y del Mundo, su variación es ligera. El RNE recomienda que esta variación pueda estar entre el 20% y el 50% encima del caudal medio.

De acuerdo a lo indicado se opta por el 30% de su variación siendo conservadores con este valor, obteniéndose los siguientes resultados (cuadro 3.6):

**Cuadro N° 3.6**  
**CAUDAL MÁXIMO DIARIO**

Caudal Medio (lt/s)	Coefficiente de Variación del Consumo Máximo Diario	Qmd (lt/s)
7.05	1.3	9.17

Fuente: Elaboración propia

El Qmd resulta ser 9.17 litros por segundo el mismo que permitirá determinar parámetros de diseño más adelante en esta memoria.

La variación horaria está ligada a las costumbres de la zona, donde haya una tipicidad de los quehaceres diarios es probable que el consumo en esa hora sea muy grande, en cambio, en aquellos lugares donde la costumbres sean muy variadas, caso de las ciudades grandes, la incidencia en una hora determinada es menor.

El RNE recomienda que esta variación pueda estar entre el 80% y el 150% encima del caudal medio. En este caso se usa el valor de 150% sobre el caudal medio por lo indicado obteniéndose (cuadro 3.7):

**Cuadro N° 3.7**  
**CAUDAL MÁXIMO HORARIO**

Caudal Medio (litros/seg.)	Coefficiente de Variación del Consumo Máximo Diario	Qmh (litros/seg.)
7.05	2.5	17.63

Fuente: Elaboración propia

El Qmh resulta ser 17.63 litros por segundo, este será el caudal que se distribuirá el mismo que permitirá determinar parámetros de diseño más adelante en esta memoria.

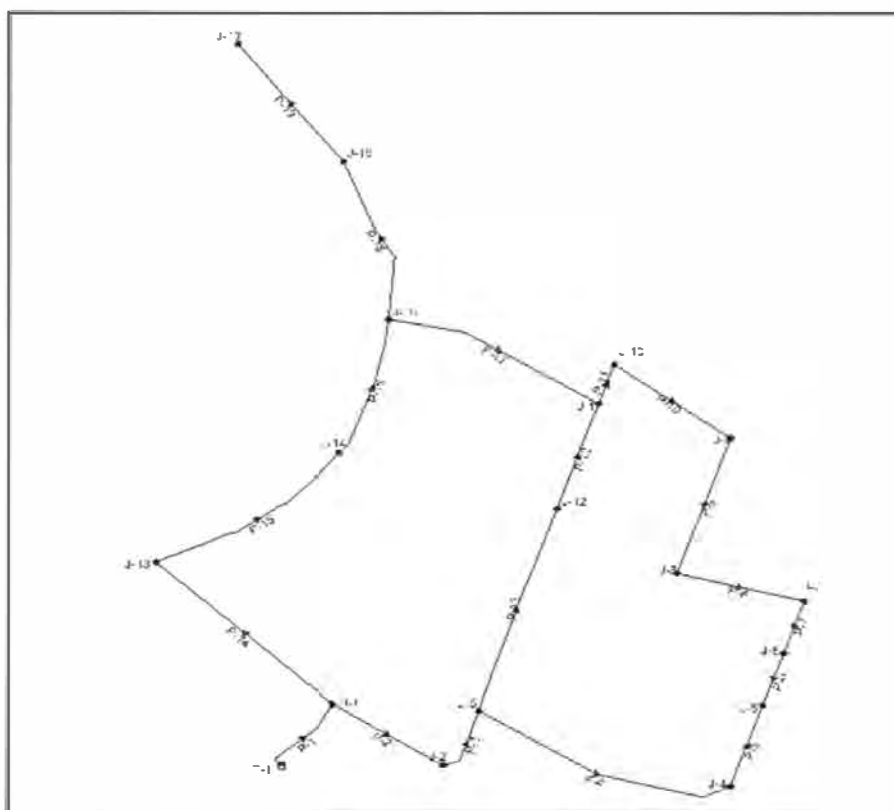
## CAPITULO IV CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION

### 4.1 TRAZO DE LA RED PRINCIPAL

Para el trazado de la red principal se ha tenido en consideración el Plano de Lotización y el Topográfico, mediante el cual se propone dos circuitos cerrados y uno abierto, abarcando de esta forma toda el área del C.P.

En la figura 4.1 se aprecia el trazo de la red principal.

**FIGURA N° 4.1**  
**TRAZO DE LA RED PRINCIPAL**



Fuente: Elaboración propia

### 4.2 CAUDAL UNITARIO Y CAUDALES DE INFLUENCIAS

Una vez identificada la red principal se procede a determinar los caudales de influencias en los nodos, para ello se ha aplicado el método de las áreas de influencias de los nodos. Primero se traza el perímetro de la población considerando lugares donde posiblemente la población pueda crecer y luego se traza mediatrices desde los nudos hasta otras mediatrices y/o perímetro.

Debido a que el reservorio no contempla agua contra incendio el caudal de diseño para la red será el caudal máximo horario tal cual se especifica en el RNE.

Luego se ha determinado el área total de la zona de trabajo (área de influencia) y se determina el caudal unitario al dividir el caudal de diseño entre el área total y luego los caudales de incidencia nodales multiplicándolo por sus áreas de incidencia tal como se muestra en el cuadro N° 4.1. Cabe anotar que los caudales de los nodos J4, J5 y J6, han sido aumentados para cubrir la demanda del área de la 3ra etapa (área inferior derecha), también se ha aumentado caudal a los nodos J7 y J8, para cubrir la demanda necesaria para el estadio (ver figuras 4.2 y 4.3).

**Cuadro N° 4.1**  
**CAUDALES DE INCIDENCIA NODALES**

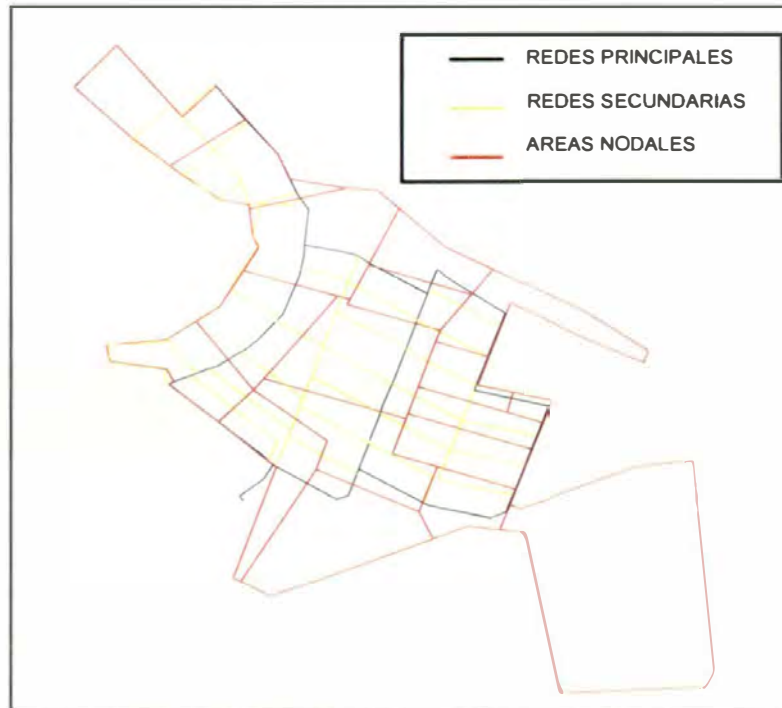
<b>Qmh</b>	=				17.285
<b>Ainfl</b>	=				324598.06
<b>qu (l/s/m2)</b>	=				5.33E-05
<b>NODO</b>	<b>AREA (M2)</b>	<b>Q adicional (l/s)</b>	<b>Caudal Nodal (l/s)</b>	<b>Cota Topográfica m.s.n.m.</b>	
T-1	0		0	150.15	
J1	15575.27		0.83	124.9	
J2	26507.91		1.41	127.6	
J3	20403.31		1.09	122.95	
J4	9490.54	1.36	1.87	125.4	
J5	11773.8	1.36	1.99	121.75	
J6	7875.32	1.36	1.78	121.75	
J7	1827.64	0.23	0.32	126	
J8	7183.71	0.12	0.50	116.9	
J9	14332.52		0.76	127.5	
J10	10140.98		0.54	122	
J11	9374.74		0.50	117.6	
J12	25951.07		1.38	113	
J13	13058.02		0.70	118.2	
J14	17583.16		0.94	109.37	
J15	24591.1		1.31	109.9	
J16	14266.96		0.76	110.65	
J17	17823.15		0.95	117.5	

Fuente: Elaboración propia

Ainfl: Área de influencia del nodo (m2)

qu: Caudal unitario de descarga del nodo (l/s/m2)

**FIGURA N° 4.2**  
**ÁREAS DE INFLUENCIA DE LOS NODOS**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N° 4.3**  
**ENTRADA DE DEMANDAS EN WATERCAD**

ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	29 J-1	0.83	Fixed	<None>
2	31 J-2	1.41	Fixed	<None>
3	33 J-3	1.09	Fixed	<None>
4	35 J-4	1.87	Fixed	<None>
5	37 J-5	1.99	Fixed	<None>
6	39 J-6	1.78	Fixed	<None>
7	41 J-7	0.32	Fixed	<None>
8	43 J-8	0.50	Fixed	<None>
9	45 J-9	0.76	Fixed	<None>
10	47 J-10	0.54	Fixed	<None>
11	49 J-11	0.50	Fixed	<None>
12	51 J-12	1.38	Fixed	<None>
13	54 J-13	0.70	Fixed	<None>
14	56 J-14	0.94	Fixed	<None>
15	58 J-15	1.31	Fixed	<None>
16	60 J-16	0.76	Fixed	<None>
17	62 J-17	0.95	Fixed	<None>

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 SELECCIÓN DE DIÁMETROS PARA LA RED PRINCIPAL

Al tener la red ya definida, mediante la aplicación Darwin Designer del programa WaterCAD V8i se ingresan los costos por metro lineal de la instalación de tuberías, en donde se contemplan las partidas que son influidas por la cantidad

de tubería necesaria, como son la excavación, el relleno y compactación, el suministro e instalación, la prueba hidráulica, el entibado. Se conocen las alternativas más económicas de diámetros de tuberías al conocer. El software itera hasta 50,000 veces probando diferentes opciones de diámetros y después muestra la opción más económica, tal cual se muestra en el cuadro N° 4.2. Para la tubería de Aducción se ha considerado el diámetro de 110mm (ver plano N° 4.1).

**Cuadro N° 4.2**  
**COSTO POR ML DE TUBERÍAS CON DIÁMETROS COMERCIALES**

Diámetros			Costo por ml (S./m)
Nominal (mm)	Espesor del tubo (mm)	Interno (m)	
63	3	0.057	103.24
75	3.6	0.0678	110.77
90	4.3	0.0814	114.75
110	5.3	0.0994	121.07
160	7.7	0.1446	155.47

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 VISTA DE RESULTADOS EN WATERCAD

Una vez entrados todos los datos en el programa, se procede a buscar resultados corriendo el programa, en cuestión de segundos el programa nos resuelve la red de agua, como muestra se presenta las vistas del programa una vez analizada la red (figuras 4.4, 4.5 y 4.6).

**FIGURA N° 4.4**  
**VISTA DEL PROGRAMA WATERCAD TERMINANDO EL ANALISIS**

The screenshot shows the 'Calculation Summary (122: RED-FINAL)' window. It contains a table with the following data:

Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L)
All Time Steps(1)	True	4	0.0000687	0
00:00:00	True	4	0.0000687	0

Below the table, there are tabs for 'Run Statistics', 'Information', 'Status Messages', and 'Trials'. The 'Run Statistics' tab is active, showing the following data:

Item	Value
Time stamp	27/03/2012 02:49 p.m.
Time to load	00:00:00.28
Time to run	00:00:00.02
Time step count	1
Link count	19
Node count	18

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**FIGURA N° 4.5**  
**RESULTADOS EN LOS NODOS**

	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
29:	J-1	124.96	0.83	148.91	24.0
31:	J-2	127.60	1.41	147.81	19.4
32:	J-3	122.95	1.09	146.30	23.5
35:	J-4	125.40	1.87	145.54	20.1
37:	J-5	121.75	1.99	144.83	23.8
39:	J-6	121.75	1.70	144.79	23.8
41:	J-7	126.90	0.32	144.82	18.8
43:	J-8	116.90	0.50	144.92	28.8
45:	J-9	127.50	0.76	145.16	17.6
47:	J-10	122.80	0.54	145.54	23.5
49:	J-11	117.60	0.50	145.72	28.1
51:	J-12	113.00	1.38	145.82	32.8
54:	J-13	118.20	0.70	147.81	29.6
56:	J-14	109.37	0.94	146.99	37.5
58:	J-15	109.90	1.31	145.90	35.9
60:	J-16	118.65	0.76	145.67	34.9
62:	J-17	117.50	0.95	145.41	27.9

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**FIGURA N° 4.6**  
**RESULTADOS EN LAS TUBERIAS**

Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Material	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
P-1	77.53	J-1	J-2	99.4	150.0	PVC	17.63	2.27	0.043
P-2	109.68	J-1	J-3	99.4	150.0	PVC	18.80	1.39	0.017
P-3	52.72	J-2	J-3	99.4	150.0	PVC	9.39	1.21	0.013
P-4	213.11	J-3	J-4	99.4	150.0	PVC	4.59	0.59	0.004
P-5	82.26	J-4	J-5	67.8	150.0	PVC	2.72	0.75	0.009
P-6	49.34	J-5	J-6	67.8	150.0	PVC	0.73	0.20	0.001
P-7	50.23	J-6	J-7	81.4	150.0	PVC	-1.05	0.20	0.001
P-8	102.96	J-7	J-8	81.4	150.0	PVC	-1.37	0.26	0.001
P-9	130.73	J-8	J-9	81.4	150.0	PVC	-1.87	0.36	0.002
P-10	113.89	J-9	J-10	81.4	150.0	PVC	-2.63	0.51	0.003
P-11	38.73	J-10	J-11	81.4	150.0	PVC	-3.17	0.61	0.005
P-12	92.79	J-11	J-12	99.4	150.0	PVC	-2.33	0.30	0.001
P-13	202.50	J-12	J-3	99.4	150.0	PVC	-3.71	0.48	0.002
P-14	188.55	J-1	J-13	99.4	150.0	PVC	6.00	0.77	0.006
P-15	177.70	J-13	J-14	99.4	150.0	PVC	5.30	0.68	0.005
P-16	127.32	J-14	J-15	81.4	150.0	PVC	4.36	0.84	0.009
P-17	153.87	J-15	J-16	81.4	150.0	PVC	1.71	0.33	0.002
P-18	138.96	J-16	J-17	67.8	150.0	PVC	0.95	0.26	0.001
P-19	183.86	J-11	J-15	81.4	150.0	PVC	-1.34	0.26	0.001

FUENTE: ELABORACION PROPIA

#### 4.5 ANALISIS DE RESULTADOS

Para llegar a la solución satisfactoria se ha realizado 3 análisis, como resultado se muestra las presiones en los nodos, para verificar si cumplen lo requerido por el RNE, el cual coloca como límite mínimo 10mca (para que llegue la presión suficiente a las conexiones domiciliarias) y, como máximo, 50 mca. También se considera esencial la uniformidad de diámetros en la red.

En el primer análisis (ver cuadros N° 4.3 y 4.4), se observa que todas las presiones están dentro de los límites establecidos por el RNE. Sin embargo, se



observa que hay saltos de diámetros de tuberías. Por ello, se hace una propuesta en donde prima la uniformidad de los diámetros (ver cuadros N° 4.5 al 4.8, y planos N° 4.2 y 4.3).

**Cuadro N° 4.3**

**DIÁMETRO DE TUBERÍAS – 1er ANALISIS**

TUBERIA	DN (MM)	TUBERIA	DN (MM)
<b>P-1 (ADUCCION)</b>	<b>110</b>		
P-2	75	P-11	160
P-3	110	P-12	90
P-4	75	P-13	110
P-5	75	P-14	110
P-6	75	P-15	90
P-7	110	P-16	110
P-8	110	P-17	75
P-9	90	P-18	75
P-10	110	P-19	75

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 4.4**

**PRESIONES EN NODOS – 1er ANALISIS**

NODO	Presión (m H <sub>2</sub> O)	NODO	Presión (m H <sub>2</sub> O)
J-1	23.97		
J-2	13.05	J-10	17.58
J-3	17.25	J-11	21.99
J-4	12.8	J-12	26.77
J-5	16.34	J-13	28.74
J-6	16.41	J-14	35.51
J-7	12.24	J-15	32.13
J-8	21.5	J-16	30.82
J-9	11.72	J-17	23.81

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 4.5**

**DIÁMETRO DE TUBERÍAS – PROPUESTA FINAL**

TUBERIA	DN (MM)	TUBERIA	DN (MM)
<b>P-1 (ADUCCION)</b>	<b>110</b>		
P-2	110	P-11	90
P-3	110	P-12	110
P-4	110	P-13	110
P-5	75	P-14	110
P-6	75	P-15	110
P-7	90	P-16	90
P-8	90	P-17	90
P-9	90	P-18	90
P-10	90	P-19	75

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N° 4.6**

**PRESIONES EN NODOS – PROPUESTA FINAL**

NODO	Presión (m H <sub>2</sub> O)	NODO	Presión (m H <sub>2</sub> O)
J-1	23.97		
J-2	19.37	J-10	23.49
J-3	23.31	J-11	28.07
J-4	20.1	J-12	32.75
J-5	23.03	J-13	29.55
J-6	22.99	J-14	37.54
J-7	18.78	J-15	35.93
J-8	27.97	J-16	34.95
J-9	17.62	J-17	27.94

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N° 4.7**

**COTA PIEZOMETRICA EN NODOS – PROPUESTA FINAL**

NODO	Cota Piezométrica (m)	NODO	Cota Piezométrica (m)
J-1	148.91		
J-2	147.01	J-10	145.54
J-3	146.3	J-11	145.72
J-4	145.54	J-12	145.82
J-5	144.83	J-13	147.81
J-6	144.79	J-14	146.99
J-7	144.82	J-15	145.9
J-8	144.92	J-16	145.67
J-9	145.16	J-17	145.49

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N° 4.8 (1)**

**RESULTADOS EN TUBERIAS – PROPUESTA FINAL**

Cuadro N° 4.8	Diámetro (mm)	Coefficiente Hazen	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas por fricción (m/m)
P-1 (ADUCC.)	110	150	17.63	2.24	0.043
P-2	110	150	10.8	1.36	0.017
P-3	110	150	9.39	1.19	0.013
P-4	90	150	4.59	0.82	0.004
P-5	90	150	2.72	0.47	0.009
P-6	90	150	0.73	0.1	0.001
P-7	90	150	1.05	0.24	0.001
P-8	90	150	1.37	0.3	0.001
P-9	90	150	1.87	0.41	0.002
P-10	90	150	2.63	0.59	0.003
P-11	90	150	3.17	0.69	0.005
P-12	90	150	2.33	0.49	0.001
P-13	110	150	3.71	0.5	0.002
P-14	110	150	6	0.78	0.006

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N° 4.8 (2)**  
**RESULTADOS EN TUBERIAS – PROPUESTA FINAL**

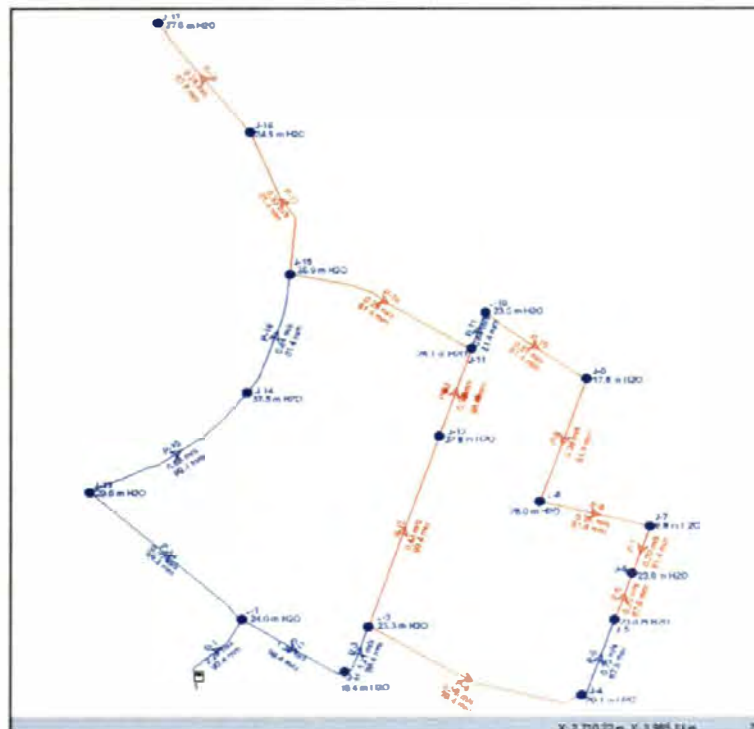
TUBERIA	Diámetro (mm)	Coefficiente Hazen	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas por fricción (m/m)
P-15	110	150	5.3	0.69	0.005
P-16	90	150	4.36	0.86	0.009
P-17	90	150	1.34	0.29	0.001
P-18	90	150	1.71	0.32	0.002
P-19	75	150	0.95	0.25	0.001

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La velocidad más crítica es la del flujo a través de la tubería P-6, más no se le da importancia debido a que las condiciones en que aparece se puede dar esporádicamente. Para estas presiones las tuberías serán de PVC de Clase C-10 con lo que evitamos posibles fallas por golpe de ariete.

En la figura N° 4.7 se muestra los resultados en los nodos y tuberías de la red.

**FIGURA N° 4.7**  
**DISEÑO DE RED DE FLUJO**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 REDES SECUNDARIAS

Estas redes secundarias ó también llamados ramales secundarios ó ramales de distribución cumplen la función de otorgar agua a las conexiones domiciliarias. Las redes secundarias se ha trazado las mismas siempre tratando de mantenerlas de acuerdo al Plano de Lotización, es decir siguiendo el trazado de las vía existentes.

Usando un criterio racional, se ha asignado a todas las redes secundarias que se encuentran en el circuito 1, 2 y en el tramo abierto<sup>1</sup> el diámetro de 63mm, dado que son un diámetro menor que la tubería de menor diámetro de la red principal.

#### 4.7 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias son aquellas que se conectan en su mayoría desde un ramal de distribución y en pocos casos desde una red principal (ver plano 4.4).

Se ha proyectado que las conexiones domiciliarias desde ramales de distribución y desde redes principales, para lo cual se ha establecido que la red principal de máxima entrega será la de 110mm, lo cual es factible dado que existen comercialmente abrazaderas y accesorios de instalación de ese tamaño de diámetro. Las conexiones serán de 1/2" para todos los casos.

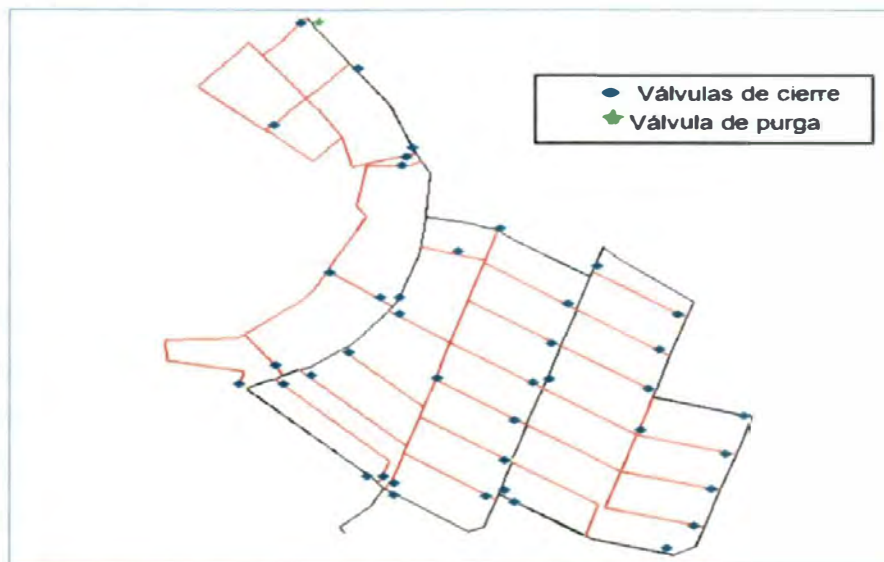
Para todos los casos se ha proyectado los ramales de distribución a 1.00 m del límite de propiedad de la vivienda, en el costado de calle de mayor cota, conforme al RNE.

#### 4.8 VÁLVULAS DE CIERRE – VALVULA DE PURGA

Las válvulas de cierre permiten sectorizar la zona con la finalidad brindar un mejor mantenimiento al sistema sin ocasionar interrupciones masivas a toda la población durante el uso del servicio. Para eso se establecen 42 válvulas de cierre distribuidas de tal manera que garanticen sectorizar y sub sectorizar la zona, como se muestra en la figura N° 4.8

Para este proyecto, para cuidar la limpieza de la red, y por no ser necesario se ha visto conveniente ubicar solo una válvula de purga en el extremo superior de la red (ver plano 4.5).

**FIGURA N° 4.8**  
**VÁLVULAS DE CIERRE – VALVULA DE PURGA**



Fuente: Elaboración propia

#### **4.9 PROFUNDIDAD DE REDES**

La profundidad de las redes queda establecida por el hecho de que las mismas se enterraran a una profundidad de 1 mt siempre que las mismas se encuentren en zonas proyectadas para tránsito vehicular.

En este caso todas las redes se han proyectado en el jardín y en algunos tramos, en la zona de las veredas. Se ha propuesto que la profundidad de las tuberías será a 1.00 mt por ser todas de diámetro menor o igual a 110mm, dado que muchas de las tuberías del diseño cruzan por calles y avenidas.

Por ello se recomienda que se profundice hasta lo indicado anteriormente, para evitar la rotura de las mismas en el momento que se pavimente y se abra el paso de los vehículos.

## **CAPITULO V ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **5.1 ALCANCES**

Esta parte incluye los alcances de los trabajos, las normas aplicables, el tipo de materiales y sus requerimientos, los procedimientos constructivos, las formas de medición, formas de pago, la responsabilidad del Contratista y de la Entidad Contratante para la ejecución de la RDA.

### **5.2 DEFINICIONES**

Las siguientes definiciones empleados en el texto de las presentes especificaciones significarán lo expresado a continuación:

a) "ENTIDAD" – MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA - HUAURA, personificada por sus representantes debidamente autorizados.

b) "Emplazamiento" o "Sitio" incluye áreas designadas y áreas de trabajo provisional - Significa los terrenos y otros lugares sobre o debajo o dentro o a través de los cuales se tengan que ejecutar las Obras Permanentes o Provisionales designadas por el Supervisor y todos los demás terrenos o lugares aportados por la Entidad como lugar para obras o para cualquier otro propósito.

c) Diámetro Nominal

Este estándar internacional define el tamaño nominal de los componentes de tuberías. Es una designación numérica común a todos los componentes de un sistema de tuberías diferente a los componentes designados por diámetros externos o por tamaño de rosca. Es un número redondo conveniente para propósitos de referencia y solo lejanamente relacionado con las dimensiones de fabricación. Está designado por DN seguido de un número.

El tamaño nominal DN no puede estar sujeto a medidas y no debe usarse para cálculos. (Ref.: ISO 6708-1980)

d) "Proyecto" - Significa todo el plan de realización de las Obras expuesto en los documentos del Expediente Técnico del cual forma parte las presentes especificaciones.

### **5.3 NORMAS**

#### **5.3.1 Normas Nacionales, Códigos y Reglamentos Peruanos**

Las obras cumplirán con todas las normas nacionales, códigos y reglamentos pertinentes vigentes en el Perú de acuerdo a Ley.

### **5.3.2 Normas de Referencia**

Las obras se llevarán a cabo de acuerdo con las normas de calidad pertinentes, procedimientos de pruebas o códigos de prácticas, que en conjunto se mencionan como Normas de Referencia, listadas y/o señaladas en la parte correspondiente de las especificaciones. Si no se indica ninguna norma, se aplicará la norma pertinente de la Organización Internacional para la Normalización (ISO) o la norma internacional reconocida de INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual) y las NTP (Normas Técnicas Peruanas).

Se podrá proponer el uso de cualquier Norma de Referencia autorizada, reconocida internacionalmente, más es el Supervisor quien decidirá si el uso de tal alternativa deberá ser permitido como Norma de Referencia.

## **5.4 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **5.4.1 General**

Todos los materiales, tuberías, equipos y métodos de construcción, se regirán por las especificaciones y de ninguna manera serán de calidad inferior a lo especificado y a lo que sea necesario para conformarse a los códigos, normas, leyes u ordenanzas aplicables.

Todas las tuberías, materiales y equipos a usarse en la ejecución de las obras, serán nuevos, sin uso y diseñados correctamente. Además serán de la mejor calidad y producidos por firmas y obreros calificados. El Supervisor se reservará el derecho de rechazar las tuberías, materiales y equipos, que a su juicio sean de calidad inferior a la indicada, especificada o requerida.

La calidad de la mano de obra, tuberías, materiales y equipos así como los métodos de construcción que se apliquen, cumplirán con los requerimientos de todo el pliego de especificaciones en general, que resulten aplicables en forma directa o indirecta. Las tuberías, equipos y accesorios serán diseñados según las normas aplicables, serán de construcción sólida y de resistencia comprobada a los esfuerzos que puedan ocurrir durante la fabricación, prueba, transporte, instalación y operación.

### **5.4.2 Fabricantes**

La lista de los fabricantes propuestos, proveedores de materiales y vendedores que suministran tuberías, materiales, artefactos, equipos, instrumentos u otras herramientas necesarias para la ejecución de las obras; serán sometidos al

Supervisor para su aprobación. Ningún fabricante de tuberías, materiales o equipos cuya reputación no sea buena y/o cuya infraestructura de planta no tenga una capacidad adecuada, será aprobado. El Supervisor podrá solicitar al fabricante que muestre evidencia de que ha fabricado productos similares a los que han sido empleados anteriormente para propósitos similares por un tiempo suficientemente largo como para mostrar su comportamiento o funcionamiento satisfactorio. La evidencia solicitada podría incluir muestras de artículos fabricados donde sea apropiado y donde el Supervisor lo solicite o lo acepte.

Cuando se unan dos o más piezas de material o equipo de la misma clase o clasificación para idénticos tipos de servicio, éstos serán hechos por el mismo fabricante. En caso contrario se requerirá la aprobación del Supervisor.

### **5.4.3 Suministro**

La Entidad podrá suministrar las tuberías, equipos y materiales en cantidad adecuada para asegurar el más rápido e ininterrumpido progreso de las obras, de tal manera de completar su ejecución dentro de los límites de tiempo estipulados en el Expediente Técnico.

## **5.5 INSPECCIÓN Y PRUEBA**

### **5.5.1 Generalidades**

Si en la ejecución de una prueba, se constata por parte del Supervisor que el material o equipo no está de acuerdo a lo establecido en las presente especificaciones, el Contratista será notificada de este hecho y se le ordenará paralizar el envío de tal manera o equipo y removerá prontamente del sitio el material o equipo rechazado reemplazándolo con material y equipo aprobado a su propio costo.

Las pruebas para suministro de equipos, materiales, instrumentos y equipos mecánicos y eléctricos, serán realizadas de acuerdo a los códigos reconocidos de la ISO, ASA, ASME, AIEE y las NTP. Salvo el caso que se haya establecido otra manera de efectuar estas pruebas.

Si en cualquier momento, una inspección, prueba o análisis revela que la obra tiene defectos de diseño, materiales defectuosos o de calidad inferior, manufactura pobre, instalación mal ejecutada, uso excesivo o inconformidad con los requerimientos de las especificaciones u otro documento del Contrato, tal obra será rechazada y reemplazada a costo de la entidad a satisfacción del Supervisor, el contratista será plenamente responsable por la operación



apropiada del equipo durante las pruebas y períodos de instrucción y no tendrá opción a ningún reclamo por daños que puedan ocurrir al equipo antes de la recepción final de las obras.

### **5.5.2 Costos**

El costo de las pruebas de fabricación y de campo específicamente señaladas en las especificaciones, serán realizadas por el Contratista y su costo será considerado como incluido en el precio contratado.

### **5.5.3 Inspección de materiales**

EL Contratista notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, la fecha en la que tiene intención de comenzar la fabricación o preparación de las tuberías, equipos y/o materiales específicamente manufacturados o preparados para uso o como parte de las obras permanentes. Tal aviso deberá contener una solicitud para la inspección, la fecha de iniciación, la fecha esperada de terminación de la fabricación o preparación de las tuberías, equipos y/o materiales.

Ninguna tubería, material o equipo cuyas muestras se hayan solicitado, deberá ser empleado en las obras, hasta que se haya otorgado la aprobación por parte del Supervisor. La aprobación de cualquier muestra, será solo por las características o uso mencionado en tal aprobación y ninguna otra. Ninguna aprobación de muestra se tomará como aprobación para cambiar o modificar cualquier requisito del Expediente Técnico.

### **5.5.4 Certificado de Fabricación**

Cuando el Supervisor así lo requiera, El Contratista suministrará a éste una evidencia autorizada en la forma de Certificados de Fabricación de que los equipos y materiales que van a ser utilizados en las obras han sido fabricados y probados de acuerdo a las especificaciones.

### **5.5.5 Pruebas de equipos**

Cada parte del equipo para la cual se ha especificado presión, trabajo, capacidad, tasa, eficiencia, desempeño, función o requerimiento especial, será aprobado en los talleres del fabricante de tal manera que, terminantemente se pruebe que sus características están completamente de acuerdo a los requerimientos de las especificaciones u otros documentos del Contrato. Ninguno de estos equipos serán embarcados a la obra, hasta que el Supervisor

notifique por escrito al Contratista los resultados de tales pruebas son de su satisfacción.

El costo de las pruebas de fabricación y el suministro de información preliminar y de prueba en fábrica para la operación de los equipos, será por cuenta del Contratista.

El Contratista proporcionará toda la mano de obra, materiales, instrumentos y ejecutará pruebas de campo preliminares del equipo. Si estas pruebas revelan que cualquier equipo suministrado no cumple con los requerimientos de las especificaciones. Después de la terminación de la obra, todo el equipo e instrumentos instalados serán sometidos a las respectivas pruebas de aceptación, como se haya especificado o requerido para probar su sujeción a las especificaciones pertinentes.

El Contratista suministrará la mano de obra, combustible, energía, agua y todos los otros materiales, equipo e instrumentos necesarios para la realización de las pruebas bajo su propio costo.

Finalmente, antes de la recepción final de las obras, se efectuarán las inspecciones y pruebas finales que se especifiquen en los documentos del presente.

## **5.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO**

### **5.6.1 Alcances**

Las Especificaciones Técnicas son un conjunto de requisitos normativos, procesados y operativos para la correcta ejecución de una determinada obra; estas disposiciones complementan a las señaladas en los planos del proyecto.

Las presentes Especificaciones Técnicas, servirán de marco de referencia para la elaboración del presupuesto de un proyecto, así como para mantener una adecuada estructura de control en su ejecución y pagos correspondientes. Se complementan con los alcances de los análisis de costos unitarios y de los planos de obra.

### **5.6.2 Ámbitos de Aplicación**

La aplicación de las presentes Especificaciones Técnicas, no interfieren con las disposiciones establecidas en cualquiera de los otros documentos que conforman el Expediente Técnico, disposición establecida por la legislación, ni limitan las normas dictadas en Sistemas Administrativos, así como otras normas

que se encuentren vigentes y que son de aplicación en la elaboración de un proyecto, así como para su ejecución.

Si es necesario, el Contratista puede proponer alternativas a los procedimientos constructivos descritos en el presente documento, las que deberán ser aprobados por el Supervisor, con la conformidad de los responsables de elaboración del proyecto, para su aplicación.

### 5.6.3 Partidas del Proyecto

#### ➤ Partidas para la Línea de Aducción

##### ○ Trabajos Preliminares

#### i.- TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO INICIAL

A- *Descripción* - Comprende el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación. La estructura debe tener sus cotas de acuerdo a lo que indica cada plano.

B- *Proceso constructivo* - Se marcarán las cotas de la estructura y excavaciones en armonía con los planos indicados para cada estructura, estos ejes deberán ser aprobados por el Supervisor antes que se inicien las excavaciones.

C- *Unidad* – mes

D- *Forma de pago* – La forma de pago se realizara por mes de trabajo ejecutado.

#### ii.- TRAZO Y REPLANTEO FINAL

A- *Descripción* – Comprende los trabajos, de campo y gabinete, para relevar la ubicación final de las líneas y estructuras proyectadas consideradas en el proyecto y la elaboración de los Planos, Croquis y demás documentos que resulten de este Replanteo de Obra.

B- *Unidad* – La unidad de medida es el metro lineal.

C- *Forma de pago* – La forma de pago se realizara por metro lineal avanzado en obra

#### iii.- CINTA PLASTICA P/SEÑAL DE PELIGRO

A- *Descripción* – Para permitir fácilmente el tránsito público, a través o alrededor de la obra y donde lo ordenase el Ingeniero, el contratista deberá proveer y mantener señales de tránsito, luces, banderas, guardianes y otras hasta que las calles estén seguras para el tráfico y no ofrezca ningún peligro.

Donde será necesario cruzar zanjas abiertas, el contratista colocará pases apropiados para peatones ó vehículos según sea el caso.

Esta partida comprende la fabricación e instalación en obra de barreras confeccionadas con madera a ser colocadas en los ingresos a las avenidas donde se están realizando las obras de saneamiento. Deberán ser pintadas con pintura fosforescente, los colores deberán ser autorizados por el Supervisor, dichas barreras evitarán el ingreso de vehículos mayores y menores ajenos a los trabajos de la obra.

Contempla la totalidad de las acciones que serán necesarias adoptar, para que se asegure el mantenimiento del tránsito durante la ejecución de los trabajos a cargo del Contratista.

Previamente a la iniciación de los trabajos, el Contratista deberá coordinar con el Supervisor las acciones y el programa previsto para disminuir al mínimo posible las molestias a los usuarios de las vías, considerando que la totalidad de los trabajos contratados deberán efectuarse en el plazo establecido, especialmente los de saneamiento.

El plan de trabajo y la correspondiente señalización provisional podrán ser modificados por el Contratista coordinará con la Municipalidad y con la autoridad policial respectiva, cualquier modificación del tránsito peatonal o vehicular que signifique una variación sustancial del sistema actual, haciendo uso en estos casos de las respectivas señales, avisos, tranqueras y además dispositivos de control necesarios, tanto diurnos como nocturnos, en concordancia con los dispositivos vigentes.

B- *Unidad* – La unidad de medida es el metro lineal

C- *Forma de pago* – La forma de pago se realizara por metro lineal avanzado en obra.

#### ○ **Movimiento de Tierras**

##### i.- EXCAVACIÓN DE ZANJA P/TUBERIAS PVC EN T/NORMAL ANCHO=0.60 P=0.30 m.

A- *Descripción* - El trabajo a realizar bajo estas partidas de contrato, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios, para la excavación de zanjas en terreno normal a profundidades indicadas en la partida para la colocación de tuberías de diámetros según

partida; se considera la demora por las dificultades que se presenten al cruzar servicios existentes tal como ha sido indicado en los planos y en las especificaciones, y ordenado en forma escrita por el supervisor.

Los trabajos a realizar comprende la excavación de zanja en terreno normal y todos los trabajos complementarios como arriostamiento; así como el equipo que permitirán una ejecución correcta de las partidas, además como los requerimientos de permisos y derechos de vía necesarios, que no están incluidas bajo otras partidas.

B- *Unidad de Medida* - La unidad de medida es el "metro lineal" de excavación de zanja o de acuerdo al porcentaje de avance.

C- *Forma de Pago* - El pago por la excavación de las zanjas será según el porcentaje de avance de la partida.

ii.- EXCAVACIÓN DE ZANJA P/TUBERIA PVC EN T/ROCOSO ANCHO=0.60  
P=0.70 m.

A- *Descripción* - Esta partida consiste en el movimiento de tierras necesarias para ubicar adecuadamente la línea de aducción y red de distribución de agua potable (tubería de agua potable) de acuerdo al diámetro señalado, a las alturas y/o niveles señalados en los planos de proyecto.

El Constructor deberá de considerar la posible existencia de instalaciones subterráneas por lo que debe de investigar y actuar con el cuidado que fuese preciso.

B- *Proceso Constructivo* - Las obras a realizar incluyen los movimientos en general de suelos para obtener los niveles solicitados y replanteados inicialmente por el Ing. Residente indicados en planos generales. Al empezar la excavación se utilizara una retroexcavadora en buen estado de conservación cuya pluma pueda realizar excavaciones de zanja de acuerdo a los anchos y profundidades establecidas en los planos de proyecto y para poder cumplir con la partida será necesario utilizar equipos de perforación y voladura.

Es responsabilidad de la Constructora las sobre excavaciones que pudiesen hacerse en el área de trabajo y deberán ser llenadas hasta alcanzar al nivel definido en los planos con concreto simple de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>, cuyo costo será asumido íntegramente por la empresa constructora.

Si fuese necesario en esta partida se consideran tablestacados en las zonas donde las profundidades y/o la estabilidad de los taludes de las zanjas se vean afectados y se mantendrán durante el tiempo que sea necesario posterior a la

instalación de la tubería y al primer relleno, todos estos trabajos previa verificación y aprobación del Ing. Supervisor.

El terreno a excavar en esta partida es material rocoso compuesto por roca descompuesta, y/o roca fija, y/o bolonería mayores de 20" (la extracción se realizara manualmente), por lo cual se hará uso de dinamita y compresora y/o de acuerdo a lo establecido en los análisis de costos unitarios a fin de lograr este fin.

**CUADRO N° 5.1**  
**ANCHOS DE ZANJA MINIMOS PARA TUBERIAS**

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO DE ZANJA (cm)	PROFUNDIDAD MINIMA	
D. REF. (pulg)	ISO DNE (mm)		TRAFICO LIVIANO (m)	TRAFICO PESADO (m)
3/4"		40	0.60	0.60
1"	40	40	0.60	0.60
1 1/2"	50	40	0.65	0.65
2"	63	40	0.65	0.65
2 1/2"	75	40	0.70	0.80
3"	90	40	0.70	0.90
4"	110	40	0.70	1.30

FUENTE: MANUAL TECNICO "POLITUBO"

La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los planos, serán consideradas tan solo como aproximadas y el Ing. Supervisor podrá ordenar por escrito los cambios en dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar la instalación satisfactoria. El material excavado será retirado a una distancia apropiada para asegurar el fondo de las excavaciones limpias de material excavado.

Calidad de Material:

El terreno seleccionado tiene que ser apto según estudios de suelos, según norma ASTM, AASTHO, ANSI, RNE.

C- *Método de Medición* - El método de medición de esta partida es por unidad de medida de metro lineal (ml), de acuerdo a los metrados y presupuesto de proyecto.

D- *Método de Pago* - El pago de esta partida de excavación de zanjas se efectuara por precio unitario de acuerdo al avance respectivo de partida y aprobado por el supervisor de obra los cuales están referidos al análisis de costos unitarios del presupuesto de proyecto el cual cubre gastos de herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales, materiales, y demás

necesarios; como el contrato es suma alzada establece que se pagará el metrado establecido al final de partida.

iii.- REFINE, NIVELACION Y FONDOS P/TUBERIA PVC EN TERRENO ROCOSO A= 0.60 m

A- *Descripción* - El trabajo a realizar bajo esta partida, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios, para el refine y nivelación de zanjas en terreno rocoso a toda profundidad; comprende el mejoramiento de las salientes de las paredes y el fondo de zanja para tuberías de diámetros que indica la partida, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias que hagan contacto con la tubería a instalar, tal como ha sido indicado en los planos y en las especificaciones, y ordenado en forma escrita por el supervisor.

En esta etapa corresponde la colocación de las plantillas, para definir claramente el fondo de las excavaciones, con toda la mano de obra y equipo manual necesario para la correcta ejecución de la partida.

B- *Unidad de Medida* - Se medirá por “metro lineal” de refine y nivelación de zanjas.

C- *Forma de Pago* - Será según lo indicado en la medición o según el porcentaje de avance.

iv.- PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA FONDOS DE TUBERIA PVC H=0.15 m. TERRENO ROCOSO A= 0.60 m.

A- *Descripción* - Es necesario colocar una capa de material seleccionado para proteger la base de la tubería.

B- *Proceso constructivo* - Deben utilizarse y colocarse arena o tierra fina bien seleccionada. Por ser terreno rocoso, será necesario que se coloque en el fondo de la zanja la cama de arena, exento de piedras o cuerpos extraños, con un espesor mínimo de 15 cm. el cual debe ser bien apisonado antes del montaje de los tubos. Se determinará la ubicación de las uniones en el fondo de la zanja antes de bajar a ella los tubos, en cada uno de éstos puntos se abrirán hoyos, o canaletas transversales, de la profundidad y ancho necesario para el fácil manipuleo de los tubos y sus accesorios en el momento de su montaje

C- *Unidad* - La unidad de medida ser el metro lineal a lo largo de la zanja.

D- *Forma de pago* - Se pagará los metros lineales por el costo unitario.

v.- PRIMER RELLENO H=0.30 M. MATERIAL DE PRESTAMO A=0.60 M

A- *Descripción* - El relleno inicial debe seguir a la instalación de la tubería tan pronto como sea posible con la finalidad de disminuir el riesgo de que la tubería sufra el impacto de piedras, eliminar la posibilidad de inundaciones de la zanja y evitar movimientos de la línea debido a derrumbes que pueden ocurrir.

B- *Proceso constructivo* - Se debe tener presente que la finalidad del relleno, no es solamente proteger a la tubería recubriéndola, sino también la de darle un soporte firme y continuo que impida que la tubería se asiente y descanse sobre las uniones.

La manera de efectuar el relleno de la zanja es evitando en lo posible la formación de cavidades en la parte inferior de los tubos.

El relleno y apisonado inicial comprende el material que se hecha desde el fondo de la zanja y hasta una altura de 30 cm. por encima de la tubería.

Se colocará en la zanja primeramente tierra fina o material seleccionado libre de piedras, raíces, maleza, etc. y se apisonará uniformemente debajo y a los costados de la longitud total, de cada tubo hasta alcanzar su diámetro horizontal. El relleno se seguirá apisonando convenientemente en forma tal que no levante el tubo o la mueva de su alineamiento horizontal o vertical, y en capas sucesivas que no excedan de 10 cm. sobre la generatriz superior del tubo hasta 0.30 m. (3 capas). Esta primera etapa puede ser ejecutada parcialmente antes de iniciar las pruebas parciales de la tubería.

El relleno de la zanja con material escogido, se debe continuar hasta una altura de 30 cm. por encima del tubo, extendiendo el material en capas de 10 cm. y aplastándolo con el pistón de cabeza plana. En ésta forma queda completo el relleno inicial de la zanja.

No debe emplearse en el relleno tierra vegetal, es decir tierra que contenga materia orgánica, ni raíces, arcillas o limos uniformes o material de detrito. Aún en regiones relativamente rocosas, el material apropiado para el relleno inicial se puede obtener raspando, con el pico, las paredes de la zanja. No debe emplearse material cuyo peso seco sea menor de 1600 Kgs./m<sup>3</sup>.

En lugares donde el suelo presenta raíces o son zonas de alta vegetación, el relleno inicial debe ser con material tratado que no permita el crecimiento de las raíces, pero que no dañe a las tuberías y/o accesorios. Este tipo de relleno debe efectuarse totalmente en las áreas circundantes a las uniones flexibles.

Todos los espacios entre rocas se rellenarán completamente con tierra.

C- *Unidad* - La unidad de medida ser el metro lineal.



D- *Forma de pago* - Se efectuará clasificando la altura del relleno por metro lineal de zanja rellena y compactada, se pagará el número de metros lineales por el costo unitario.

vi.- SEGUNDO RELLENO H=0.30 COMP. ZANJA C/MATERIAL PROPIO P/TUBERIAS D=110MM A=0.60 M @ 0.30 M

A- *Descripción* - El trabajo a realizar bajo esta partida, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios, para realizar la segunda etapa del relleno de zanjas para tuberías

B- *Proceso constructivo* - El segundo relleno será hecho con material propio y se compactará con rodillos aplanadores y otras máquinas apropiadas de acuerdo con el material de que se disponga. Las máquinas deberán pasarse tantas veces como sea necesario para obtener una densidad del relleno no menor de 95 % de la máxima obtenida mediante el ensayo Estándar de Proctor. La compactación en general se hará a humedad óptima y en capas horizontales no mayores de 30 cm. Tanto la clase del material como la compactación deben controlarse continuamente durante la ejecución de la obra.

No deben tirarse a la zanja piedras grandes por lo menos hasta que el relleno haya alcanzado una altura de 1 m. sobre el lomo del tubo o parte superior del colector.

C- *Unidad* - La unidad de medida será el metro lineal.

D- *Forma de pago* - La medición se efectuará clasificando la altura del relleno por metro lineal de zanja rellena y compactada, se pagará el número de metros lineales por el costo unitario.

vii.- ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, DISTANCIA PROMEDIO 5 KM, CARGUIO C/MAQUINA

A- *Descripción* - Comprende la remoción, carguío y transporte de todo aquel material sobrante de los rellenos o material no apropiado para ellos a puntos de eliminación de desmonte, previa verificación de la disponibilidad de terreno por parte de la Entidad y autorización del Supervisor, ubicadas en el área fuera de la influencia de las obras hasta una distancia variable indicada en la partida.

B- *Proceso constructivo* - Luego de culminado el relleno de zanjas y otros trabajos alrededor, el material sobrante será eliminado mediante camiones que llevarán este material a zonas de relleno.

C- *Unidad* - La unidad de medida será el metro cúbico

D- *Forma de pago* - Se pagarán los m<sup>3</sup> eliminados por el costo unitario.

○ **Tuberías**

i.- SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC PARA AGUA C-10 U.F. DN 110 MM N.T.P. ISO 4422

A- *Descripción* – Esta partida consiste en la descripción del suministro e instalación de tuberías de aducción

B- *Proceso constructivo* – En general, la rapidez total de la instalación dependerá de los operarios que conocen su trabajo y laboran en conjunto.

Antes de proceder al descenso del tubo al fondo de la zanja es necesario asegurarse de lo siguiente:

- Que no exista tierra o piedras en su interior.
- Que no presente muestras de golpe o rajaduras.
- El descenso de los tubos de PVC a la zanja es efectuado manualmente.

*Montaje de los tubos de PVC*

Espiga y Campana con Pegamento:

Para efectuar un correcto montaje de los tubos y accesorios de PVC por el sistema simple pegar, se deben seguir las siguientes recomendaciones a fin de economizar y asegurar instalaciones de calidad.

- 1.- Limpie cuidadosamente el extremo del tubo y el interior de la campana, donde se insertará, límpielos de polvo y grasa con trapo húmedo.
- 2.- Pula con una lija fina el interior de la campana y el exterior de la espiga a insertar.
- 3.- En caso de ser necesario, cortar el tubo, utilice el arco de sierra, cuidando efectuar el corte a escuadra y proceda luego a hacer un chaflán o bisel en el tubo con la ayuda de una escofina de grano fino. Es de suma importancia, obtener el chaflán indicado, para distribuir mejor el pegamento dentro de la campana al momento del ensamble.
- 4.- Aplíquese el pegamento, tanto en la espiga del tubo como en el interior de la campana, sin exceso y con ayuda de una brocha pequeña.
- 5.- Después de la aplicación del pegamento, introdúzcase el tubo en la campana con un movimiento rectilíneo, asegurando que la inserción de la espiga sea igual al largo de la campana.

No gire el tubo introducido, pues podría romperse la continuidad de la película del pegamento aplicado previamente.

Es importante efectuar el empalme rápidamente debido a que el solvente del pegamento se volatiliza con mucha rapidez por lo cual toda operación queda desde la aplicación del pegamento hasta el término de la inserción, debe demorar alrededor de un minuto.

6.- No quite el exceso de pegamento de la unión efectuada. En un empalme bien hecho debe aparecer un cordón de pegamento entre la campana y el tubo insertado.

7.- Deje secar el pegamento de 10 a 15 minutos antes de acomodar la tubería en su posición final dentro de la zanja. La prueba de presión se efectúa a las 24 horas de concluidos los empalmes.

8.- Se recomienda usar pegamento PVC de alta calidad (soldadura líquida).

#### Curvatura

La flexibilidad de los tubos de PVC permite en algunos casos efectuar algunos cambios de dirección en la tubería.

No obstante no se recomienda hacer curvaturas mayores a 3 grados y siempre ubicarlas en las partes lisas del tubo y no sobre las campanas.

El cuadro N°6.1, indica los vectores de flecha máximos admisibles a 20 grados centígrados para tubos de 6 m. de largo.

**CUADRO N°5.2**  
**FLECHAS MAXIMAS ADMISIBLES**

D.N	FLECHA
Mm	MÁXIMA ( H ) cm.
63	13
75	12
90	11
110	10

Fuente: MANUAL TECNICO "POLITUBO"

#### Tubería en Pendiente

En las pendientes fuertes se presenta un empuje debido a la tendencia que tiene el relleno al deslizarse. El deslizamiento del relleno y apisonado de las zanjas en terrenos inclinados se debe ejecutar con especial cuidado hasta tanto el terreno no se haya consolidado completamente, habrá una tendencia a que el agua subterránea, o fugas, corran a lo largo del material más suelto, lo que puede ocasionar una falla en el soporte de las tuberías. Para reducir ésta

posibilidad, el relleno de las zanjas en pendiente se debe hacer por capas de 10 cm. muy bien apisonados, hasta llegar el nivel primitivo del terreno.

Cuando se trata de terrenos con pendiente pronunciada, el anclaje es necesario en todos los casos, para evitar no sólo el deslizamiento del material, sino el peso de la tubería sobre sí misma. Los bloques de anclaje deben ser manera que quede apoyado en el terreno firme, que no se ha excavado.

Estos bloques de anclaje pueden hacerse cada tercer tubo, teniendo en cuenta que éstos bloques se convierten en “estructuras rígidas” y por consiguiente, es necesario disponer longitudes cortas. Buscar en todo caso para los apoyos, el terreno que mejor se presente para los bloques. Los bloques de anclaje serán de concreto y se localizan entre el accesorio o tubo y la parte firme de la pared de la zanja.

C- *Unidad* – La unidad de medida es el metro lineal

D- *Forma de pago* – Se pagarán el metro lineal colocado por el costo unitario.

- **Suministro e instalación de accesorios**

- i.- SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS 22.5°, 45° DN 110MM PVC U.F. N.T.P. ISO 4422

A- *Descripción* - Los accesorios serán de PVC con uniones flexibles, todos los accesorios serán fabricados de clase 10. Se deberá garantizar en el momento de las pruebas hidráulicas correspondientes el que no existan fugas en los empalmes.

Los materiales deberán cumplir todas las Normas ITINTEC del caso, garantizándose su vida útil y debidamente aprobadas por la Supervisión

B- *Unidad* – La unidad de medida es la unidad.

C- *Forma de pago* – Se pagará la unidad colocada por el costo unitario.

- **Prueba Hidráulica**

- i.- PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA PVC PARA AGUA C-10 U.F. DN 110MM NTP ISO 4422

A- *Descripción* - Es de necesidad realizar la prueba hidráulica para detectar posibles filtraciones en el caso nuestro sería recomendable realizar las pruebas en tramos de 50 m.

B- *Proceso constructivo* - Durante la prueba de la tubería es importante comprobar la impermeabilidad de las uniones, para lo cual se deben dejar las uniones descubiertas. La altura del relleno por encima de la tubería, en el momento de la prueba, no debe ser menor de 40 cm. por cada 10 atm (10.33 kg/cm<sup>2</sup>) de presión de prueba, para una prueba de 10 atm. por ejemplo, el relleno inicial de 30 cm. se debe aumentar, entre las extremidades del tubo, hasta completar 40 cm. Sin embargo cuando se trate del relleno de tuberías de gran diámetro (14" o más), durante la prueba de presión, es necesario que el relleno sobre el cuerpo del tubo se ubique hasta el nivel original de la zanja, con el fin de darle mayor peso a la línea y evitar movimiento estas que pueda originar la rotura de tubos u otros accesorios durante la elevación de la presión. Una vez terminada la prueba exitosamente, se termina el relleno inicial en las uniones y se completa el relleno en toda la línea, para esto se hace necesario contar con el equipo de prueba hidráulica que consta de un balde de pruebas con un medidor manométrico, tapones, abrazaderas y conectores mediante manguera de alta presión, la presión de prueba debe sobre pasar la clase del tubo o sea que para clase 10.0 la presión manométrica debe ser mayor a 10.0. kg/cm<sup>2</sup>.

#### Prueba de Fugas

El objeto primordial de la prueba de fugas, es de comprobar la impermeabilidad de la línea, incluyendo todas sus uniones y accesorios.

La norma general para la prueba de impermeabilidad es aplicar la presión máxima de servicio. La presión se debe mantener tan constante como sea posible durante toda la prueba. En todo caso las presiones iniciales y finales deben ser iguales para eliminar los errores producidos por el efecto de las bolsas de aire que se encuentran en la tubería.

Se estima que la probable fuga en el tramo a prueba no deberá exceder a la cantidad especificada en la siguiente fórmula:

$$F = \frac{NDP}{410 \times 25} \quad \dots \text{ecuación 5.1}$$

Donde:

F = Pérdida máximas tolerada en una hora en litros

D = Diámetro de la tubería en milímetros.

P = Presión de prueba en metros de agua.

N = Número de empalme.

Para juzgar las pérdidas o escapes de la instalación se puede usar el cuadro siguiente, en la cual se dan las pérdidas máximas permitidos, en litros, por una hora, de acuerdo al diámetro de la tubería, en 100 empalmes.

**CUADRO N°5.3  
PÉRDIDA MÁXIMA DE AGUA EN LITROS EN UNA HORA  
Y PARA CIENTO UNIONES**

DIAMETRO DE TUBERIA (MM)	PRESION DE PRUEBA DE FUGA			
	7.5 KG/CM2 (105 lbs/pulg2)	10 KG/CM2 (150 lbs/pulg2)	15.5 KG/CM2 (225 lbs/pulg2)	21 KG/CM2 (300 lbs/pulg2)
75	6.30	7.90	9.10	11.60
100	8.39	10.05	12.10	14.20
150	12.59	15.05	18.20	21.50
200	16.78	20.05	24.25	28.40
250	20.98	25.05	30.30	35.50

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Los empalmes que muestran fugas de agua, deben desmontarse y hacerse de nuevo.

Una vez hechas las reparaciones que indican las pruebas, éstas se deben repetir para dejar definitivamente, comprobada la tubería y proceder a completar el relleno de la zanja.

Es muy buena práctica rociar abundantemente con agua las últimas capas de material de relleno con la cual se logra mejor compactación del material.

#### Llenado de Tuberías

Con las válvulas de purga de aire, abiertas se procederá a llenar el agua siempre por la parte baja de la línea la operación se hará lentamente con un caudal del orden de 1/20 ó 1/15 del normal.

Esta precaución es indispensable para dar tiempo al aire a acumularse en los puntos altos de la línea para que finalmente pueda escapar a través de las válvulas instaladas.

Una práctica conveniente consiste en utilizar un tubo de plástico o galvanizado de ½" o ¾" y de 3 m. de altura adaptado a la última válvula de purga con el objeto de facilitar la evacuación del aire durante el llenado. Se tendrá mayor

certeza que se eliminó el aire interno cuando salga el agua por la parte superior del tubito.

### Prueba de Presión Hidráulica

La bomba se instalará en la parte más baja del tramo en prueba, y de ninguna manera en las partes altas, para evitar que el aire acumulado en ese punto, produzca variaciones en el manómetro o golpe de aire.

La norma general para la presión de prueba es la aplicación de una presión igual a la vez y media la presión nominal, o clase del tubo de PVC. Sin embargo el contratista debe seguir las normas que dan las especificaciones de la obra.

Excederse con el aumento de presión no mejora las condiciones de funcionamiento y si en cambio puede dar lugar a sobre fatigas de los materiales constitutivos del sistema.

Hay que bombear lentamente y observar el manómetro que nos indicará si la presión permanece constante. Al llegar a presiones de 50, 80, 100, 150, 200, 250 Lb/Pulg<sup>2</sup> aproximadamente, deberán efectuarse purgas de aire, tanto en la bomba como en los puntos donde se colocaron válvulas para efectuarlos. Una vez que se logra la presión especificada, se dejará bombear.

La presión de prueba debe mantenerse durante el tiempo necesario para observar y comprobar, el trabajo eficiente de todas las partes de la instalación.

Durante la prueba de la tubería es importante comprobar la impermeabilidad de las uniones, para lo cual se deben dejar las uniones descubiertas.

La altura del relleno por encima de la tubería, en el momento de la prueba, no debe ser menor de 40 cm. por cada 10 cm. (10.33 Kg/m<sup>2</sup>) de presión de prueba.

Para una prueba a 10 cm. por ejemplo, el relleno inicial de 30 cm. se debe aumentar entre las extremidades de los tubos, hasta completar 40 cm.

Una vez terminada la prueba, se determina el relleno inicial en las uniones y se completa el relleno en toda la línea.

### Desinfección de Tuberías

Antes de ser puesta en servicio cualquier nueva línea de agua potable deberá ser desinfectada con cloro.

Cualquiera de los siguientes métodos enumerados por orden de preferencia podrá seguirse para la ejecución de éste trabajo.

- A.- Cloro líquido.
- B.- Compuesto de cloro disuelto en agua.
- C.- Compuesta de cloro seco.

Para nuestro caso usaremos hipoclorito de calcio al 70 %.

El punto de aplicación será de preferencia el comienzo de la tubería y a través de una llave "CORPORATION".

#### Uso de Compuestos de Cloro Disuelto

En la desinfección de la tubería se podrá usar un compuesto de cloro tal como hipoclorito de calcio o similares y cuyo contenido de cloro utilizable se conocen en el mercado como "HTH", "PERCHORON", "DEXMANCHE", "ALCABLANC". Para la adición de éstos productos se usará una solución de 5%, en agua, la que será inyectada o bombeada dentro de la nueva tubería y en una cantidad tal que dé un dosaje de 40 a 50 p.p.m. de cloro.

#### Período de Retención

El período de retención será por lo menos de 3 horas. Al final de la prueba de agua deberá tener un residuo por lo menos de 5 p.p.m. de cloro.

#### Lavado final y análisis

Después de la prueba el agua con el cloro será totalmente expulsada llenándose la tubería con el agua dedicada al consumo.

Antes de poner en servicio el sistema, se comprobará que el agua contenida satisfaga las exigencias de las normas de calidad de agua potable del país para lo cual se hará los análisis químicos físicos y bacteriológicos correspondientes.

C- *Unidad* – Glb

D- *Forma de pago* - Se pagara en forma global al finalizar la prueba.

### o **Varios**

#### i.- CONCRETO $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$ PARA ANCLAJE DE CODOS

A- *Descripción* - La instalación de accesorios, incluirán anclajes de concreto simple y/o armado de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  con 30% de piedras hasta 8" se usarán en todo cambio de dirección tales como tees, codos, cruces, reducciones, en los tapones de los terminales de línea y en curvas verticales hacia arriba cuando el relleno no es suficiente, debiendo tener cuidado para que los extremos del accesorio queden descubiertos

B- *Proceso Constructivo* -

#### Anclaje de los Accesorios

Las líneas de tuberías están sometidas a constantes esfuerzos o empujes que tienden a desacoplarlas. Este empuje es necesario distribuirlo sobre las paredes de la zanja a fin de evitar el desensamble de las uniones.

En general éstos empujes se presentan cuando la línea de la tubería cambia de dirección, reduce el diámetro y en los extremos cerrados.



Para contrarrestar éstos esfuerzos es necesario proyectar bloques de anclaje en todos los accesorios, sus dimensiones y forma dependen de la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

#### Dimensiones y Forma de los Bloques de Anclaje

El diseño y cálculo de los bloques de anclaje es un trabajo que debe hacer el Ingeniero responsable de la obra.

Es conveniente que los accesorios de PVC tengan la mayor parte de su pared externa en contacto con el concreto del bloque para que sólo transmita el empuje, sino también sirva de restricción el movimiento de accesorios.

El concreto no debe envolver totalmente el accesorio de PVC con los cambios de presión interno ocurren variaciones en el diámetro que no se dejen impedir pues causarían esfuerzos constantes innecesarios en la pared del tubo.

#### Construcción de los Bloques de Anclaje

Se construyen generalmente de concreto y se localizan entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja.

Las proporciones del concreto deben estar especificadas por el Ingeniero responsable de la obra. Una mezcla típica es de una parte de cemento, 2 de arena y 4 de piedra.

Con los diámetros más pequeños de tubería, la construcción de los bloques de anclaje no requiere ningún encofrado especial.

El concreto se mezcla y se coloca la parte más ancha contra la pared de la zanja.

Tenga cuidado que los extremos del accesorio queden descubiertos.

#### Localización de los Anclajes

La localización del bloque de anclaje depende de la dirección de empuje y del tipo de accesorios.

Los anclajes y apoyos se usarán en:

- 1.- Cambios de dirección, tees, codos, cruces, etc.
- 2.- Cambios de diámetro, reducciones.
- 3.- Válvulas.
- 4.- Terminales de línea, tapones.
- 5.- En curvas verticales, si el relleno no es suficiente, se deberá anclar el accesorio con concreto y abrazaderas.

C- *Unidad* – La unidad de medida es la unidad.

D- *Forma de pago* – Se pagará la unidad colocada por el costo unitario.

➤ **Partidas para la red de Distribución**

○ **Obras Preliminares**

i.- TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO INICIAL

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.1.1.i

ii.- TRAZO Y REPLANTEO FINAL

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.1.1.ii

iii.- CINTA PLASTICA PARA SEÑAL DE PELIGRO

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.1.1.iii

○ **Movimiento de Tierras**

i.- EXCAVACION DE ZANJA C/EQUIPO EN T. NORMAL A = 0.60 M P = 1.00

M

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.2.i

ii.- REFINE, NIVELACION Y FONDOS P/TUBERIA PVC EN TERRENO NORMAL A = 0.60 M

A- *Descripción* - El trabajo a realizar bajo esta partida, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios, para el refine y nivelación de zanjas en terreno normal a toda profundidad; comprende el mejoramiento de las salientes de las paredes y el fondo de zanja para tuberías de diámetros que indica la partida, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias que hagan contacto con la tubería a instalar, tal como ha sido indicado en los planos y en las especificaciones, y ordenado en forma escrita por el supervisor.

En esta etapa corresponde la colocación de las plantillas, para definir claramente el fondo de las excavaciones, con toda la mano de obra y equipo manual necesario para la correcta ejecución de la partida.

B- *Unidad de Medida* - Se medirá por "metro lineal" de refine y nivelación de zanjas.

C- *Forma de Pago* - El pago por refine y nivelación de zanjas será según lo indicado en la medición o según el porcentaje de avance.

iii.- PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA FONDOS DE TUBERIA PVC  
H=0.15 m. TERRENO NATURAL A= 0.60 m.

A- *Descripción* - Es necesario colocar una capa de material seleccionado para proteger la base de la tubería.

B- *Proceso constructivo* - Deben utilizarse y colocarse arena o tierra fina bien seleccionada. Por ser terreno natural, será necesario que se coloque en el fondo de la zanja la cama de arena, exento de piedras o cuerpos extraños, con un espesor mínimo de 10 cm. el cual debe ser bien apisonado antes del montaje de los tubos. Se determinará la ubicación de las uniones en el fondo de la zanja antes de bajar a ella los tubos, en cada uno de éstos puntos se abrirán hoyos, o canaletas transversales, de la profundidad y ancho necesario para el fácil manipuleo de los tubos y sus accesorios en el momento de su montaje

C- *Unidad* - La unidad de medida será el metro lineal a lo largo de la zanja.

D- *Forma de pago* - Será el número de metros lineales por el costo unitario.

iv.- RELLENO COMP. ZANJA C/PROPIO P/TUBERIA A = 60 M, @ 0.30 M

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.1.2.v

v.- ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, DISTANCIA PROMEDIO 5  
KM, CARGUIO C/MAQUINA

Especificaciones técnicas idénticas al ítem 5.6.3.1.2.vii

○ **Entibado**

i.- ENTIBADO PARA INSTALACION DE TUBERIAS H=0.60M

A- *Descripción* – Esta partida consiste en encofrar y apuntalar los costados de las excavaciones en donde el terreno es suelto y tiende a desmoronarse.

El contratista deberá hacer todos los entibamientos que fueran necesarios y que cuenten con la aprobación del supervisor, no eximiendo esta aprobación de la responsabilidad por cualquier daño que pudiese ocurrir.

B- *Unidad* - La unidad de medida será el metro cuadrado

C- *Forma de pago* - Se pagará el número de metros cuadrados por el costo unitario especificado en el presupuesto.

○ **Suministro e instalación de tuberías**

- i.- SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC PARA AGUA C-10 U.F. DN 63, 75, 90 Y 110 MM N.T.P. ISO 4422

Especificaciones Técnicas ídem. Al ítem. 5.6.3.1.3.i

○ **Suministro e Instalación de accesorios**

- i.- SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZ PVC U.F. DN 63MMX63MM, 90X63MM, 110X63, 110X110; CODO 90° DN 63MM, 45° DN 63, 90 Y 110MM, 22.5° DN 63, 75, 90 y 110, REDUCC. DN 90MMX63MM, 90MMX75MM, 110MMX63MM 110MMX90MM, TEE DN 63MMX63MM, 75MMX63MM, 90MMX63MM, 90MMX90MM, 110MMX63MM N.T.P. ISO 4422

Especificaciones Técnicas ídem. Al ítem. 5.6.3.1.4.i

○ **Válvulas de Compuerta**

- i. SUMINISTRO E INSTALACION DE VALULAS DE COMPUERTA HDF DN 63, 90 Y 110 MM ISO 7259 P/TUBERIA U.F. ISO 4422

Generalidades

Las Válvulas de compuerta son utilizadas para interrumpir el flujo en las líneas de agua potable, funcionando básicamente en posición abierta o cerrada.

Serán instaladas en contacto con el terreno y llevarán una caja de registro de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de ejecución de obra vigente.

De no indicarse lo contrario en los proyectos, las Válvulas de compuerta se emplearán en redes hasta DN 300 mm.

Especificaciones Generales

a- Las Válvulas de Compuerta deberán cumplir lo indicado en las Normas NTP 350.064 y NTP-ISO 7259 y serán aptas para una presión nominal de 10 kg/cm<sup>2</sup> (PN 10) o la indicada en los proyectos.

b- El cuerpo y la tapa serán de Fierro Fundido de grafito laminar o Fierro Fundido de grafito esferoidal, con recubrimiento interior y exterior por empolvado epoxy (Procedimiento electrostático) con un espesor mínimo de 150 micras.

c- De no indicarse lo contrario, las Válvulas serán de cuerpo largo (serie 15) los de embone a tubos y serie 3 las bridadas.

d- De acuerdo a la clasificación de las Normas NTP 350.064 y NTP-ISO 7259, la Válvula corresponde a la categoría A, siendo sus elementos internos compuesto de los siguientes materiales:

- Compuerta sólida: Fundición de grafito laminar o esferoidal recubierta íntegramente con elastómero, con compuerta estanco por compresión del mismo.

- Vástago: de Acero Inoxidable forjado en frío (mínimo 11.5% de Cromo)

- Tuerca del vástago: de aleación de cobre.

e- De utilizarse pernos para unir el cuerpo y la tapa, estos serán de acero inoxidable, y la estanqueidad entre estos elementos se logrará mediante un sello de elastómero. Podrá usarse pernos de fierro, siempre que se adicione protección adicional para evitar la corrosión.

f- La estanqueidad del vástago será obtenida mediante (2) anillos cónicos de elastómero.

g- El compuerta de la Válvula se realizará mediante giro del vástago en el sentido horario, consiguiéndose la compresión de todo el obturador en el perímetro interno de la parte tubular del cuerpo. Este, no llevará ninguna acanaladura en su parte interior que pueda producir el cizallamiento total o parcial del elastómero, así mismo se debe replegar, cuando la válvula este totalmente abierta del tal manera que el paso para el flujo sea del 100%.

h- El diseño de la Válvula será de tal manera, que permita desmontar y retirar el obturador sin necesidad de separar el cuerpo de la línea. Así mismo, deberá permitir sustituir los elementos que dan la estanqueidad al vástago estando la línea en servicio, sin necesidad de desmontar la Válvula ni el obturador.

i- Las embocaduras de las Válvulas, serán diseñados de tal manera que permitan el acople con tubos de:

- Asbesto cemento: Norma NTP-ISO 160

- Poli (Cloruro) de Vinilo rígido PVC U: Norma NTP-ISO 4422

- Bridados: Norma ISO 7005-2

j- El número de vueltas en el vástago para la apertura y compuerta será igual

a:

<u>DN</u>	<u>N° de Vueltas</u>
50 mm	12.5
75 mm	15.0
100 mm	21.0
150 mm	30.0
200 mm	33.0
250 mm	41.5
300 mm	50.0

## Elastómero de Compuerta

Antecedente: AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION AWWA RESILIENT

- Seated gate valves for water and sewerage systems - AWWA C509 - 1987

Los asientos de caucho deben ser resistentes a los ataques microbiológicos, a la contaminación con cobre y al ataque del ozono.

Los compuestos del asiento de caucho no deben contener más de 8 mg/kg de iones de cobre, y deben incluir inhibidores de cobre para evitar la degradación por el cobre en el material del caucho.

Los compuestos del asiento de caucho deben soportar un ensayo de resistencia al ozono, cuando este ensayo se efectúe de acuerdo con la norma ASTM D1149.

Los ensayos se deben efectuar sobre muestras no sometidas a esfuerzo, durante 70 h. a una temperatura de 40 °C, con una concentración de ozono de 50 mg por 100 kg, sin agrietamientos visibles en las superficies de las muestras después del ensayo.

Los compuestos del asiento de caucho, deben tener un valor máximo de compresión del 18% cuando la prueba se lleva a cabo de acuerdo con la norma ASTM D395 método B durante 22 h. a 70 °C.

Los compuestos del asiento de caucho, no deben contener más de 1,5 g de cera por 100 g. de caucho hidrocarbonado y deben tener menos del 2% de aumento en volumen, cuando se aprueben de acuerdo con la norma ASTM D471, después de estar inmersos en agua destilada a 23 °C +/- 1 °C durante 70 h. El caucho recuperado no debe ser utilizado.

Los compuestos del asiento de caucho, deben estar libres de aceites vegetales, derivados de aceites vegetales, grasas animales y aceites animales.

A- *Descripción* - Comprende la mano de obra, materiales, equipo, herramientas, imprevistos y todo lo necesario para la buena ejecución de la actividad, indicada en el presupuesto. Además debe cumplir con las especificaciones técnicas generales para válvulas.

B- *Unidad de Medida* - La unidad de medida será la unidad.

C- *Forma de Pago* - Será según lo indicado en la medición.

○ **Válvula de Purga**

i.- VÁLVULA DE PURGA DN 150 COMPUERTA TIPO BRIDADA DE HIERRO DÚCTIL C/ELASTÓMERO

Las Válvulas de Purga son utilizadas para interrumpir el flujo en las líneas de agua potable o alcantarillado, funcionando básicamente en posición abierta o cerrada. La compuerta de esta válvula al ser elastómero, permite que selle siempre, no importando la suciedad que lleve el agua.

Dado el diseño del cuerpo de la válvula, esta debería utilizarse en diámetros pequeños donde son más competitivos.

Al poseer un elastómero contra metal además de paso recto, sin canal de estanque que contribuye a la acumulación de residuos, siempre logra un sellado estanco.

Al ser fundición dúctil recubierta en epoxi polvo, reduce incrustaciones, además de darle más resistencia mecánica y flexibilidad.

**Materiales:**

1. Cuerpo	GS400 - GGGS40
2. Cubierta	GS400 - GGGS40
3. Obturador	GS400 - GGGS40 con revestimiento de EPDM, EN 681.1
4. Eje	Acero inoxidable EN 14028
5. Tuerca	Bronce, UNI 6398 – 7013/7
6. Tuerca Guarda O´Rings	Bronce, UNI 6398 – 7013/7
7. Soporte	Bronce, UNI 6398 – 7013/7
8. Sello	NBR, EN 681
9. O´RING	NBR, EN 681
10. O´RING	NBR, EN 681
11. Sello	NBR, EN 681
12. Guardapolvo	NBR, EN 681

B- *Unidad de Medida* - Se medirá y pagara por “unidad” de válvula.

C- *Forma de Pago* - El pago será por unidad de válvula suministrada.

ii. SUMINISTRO INSTALACIÓN HIDRÁULICA PARA VÁLVULA DE PURGA DN 150 EN LÍNEA DN 250

A- *Descripción* - Esta partida consiste en el suministro de los accesorios hidráulicos para el funcionamiento de la cámara tales como codos, etc.

B- *Unidad de Medida y forma de pago*- Se medirá y pagara por “unidad” de cámara suministrada en todo el equipamiento.

iii. MONTAJE DE VÁLVULA DE PURGA DN 150 E INSTALACIÓN HIDRÁULICA

A- *Descripción* - El trabajo a realizar bajo estas Partidas, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios, párale montaje de la válvula de aire, tal como ha sido indicado en los planos.

B- *Unidad de Medida* - Se medirá y pagara por “unidad” de válvula colocada.

iv. *Forma de Pago* - Será según lo indicado en la medición y según el avance de la partida mensurable en campo.

v. CÁMARA P/VÁLVULA DE PURGA T. NATURAL CARG+VOLQ. P/MATRÍZ DN 80 A 450 (CEMENTO P V)

A- *Descripción* - Esta partida consiste en la construcción de la cámara en su parte civil (estructura de concreto armado), tales como excavación, relleno, concreto, encofrado, acero, etc., necesarios para su elaboración física.

B- *Unidad de medida y forma de pago* - Será por cámara construida (unid).

○ **Prueba Hidráulica**

i.- PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA PVC PARA AGUA C-10 U.F. DN 63, 75, 90 Y 110MM NTP ISO 4422

Especificaciones Técnicas ídem. al Idem. 5.6.3.1.5.i

○ **Varios**

i.- CONCRETO f'c =140 KG/CM2 PARA BASE DE APOYO DE VALVULAS

A- *Descripción* - Las válvulas serán fijadas sobre una base de concreto simple f'c = 140 kg / cm2.

B- *Unidad de Medida* - La unidad de medida de esta partida serán el m2o.



C- *Forma de Pago* – El pago se hará por m<sup>2</sup> de base realizada

➤ **Conexiones Domiciliarias**

i.- CONEXIÓN DOMICILIARIA DN 63 MM, LONGITUD PROMEDIO =7.50 M. ABR 110/21 M.

A- *Descripción* - Todas las conexiones de agua constan de los trabajos externos en la misma propiedad de los usuarios, comprendida entre la tubería matriz de agua y la zona posterior al lado de la salida de la caja del medidor.

B- *Proceso Constructivo* - Las conexiones domiciliarias contarán con un elemento de control y medición, este se ubicará a una distancia entre 0.30 – 0.80 m. del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio.

El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria será de 12.50 mm. (1/2").

La instalación domiciliaria se hará perpendicular a la matriz de agua con trazo alineado.

No se instalarán conexiones domiciliarias en líneas de impulsión, conducción, salvo casos excepcionales mediante aprobación escrita y verificación del Ing. Supervisor y/o la Empresa prestadora del servicio.

Las conexiones domiciliarias de agua, serán del tipo simple y estarán compuestas de:

a) Elementos de toma

- 1 abrazadera de derivación con su empaquetadura
- 1 llave de toma (corporation)
- 1 transición de llave de toma a tubería de conducción
- 1 curva de 90° ó 45°

La perforación de la tubería matriz en servicio se hará mediante taladro tipo Müller o similar y para tuberías recién instaladas con cualquier tipo convencional; no permitiéndose en ambos casos perforar con herramientas de percusión.

De utilizarse abrazaderas metálicas éstas necesariamente irán protegidas contra la corrosión, mediante un recubrimiento de pintura anticorrosiva de uso naval (2 manos) o mediante un baño plastificado. Al final de su instalación tanto su perno como su tuerca se le cubrirá con brea u otra emulsión asfáltica.

La llave de toma (Corporación) debe enroscar totalmente la montura de la abrazadera.

b) tubería de conducción

La tubería de conducción que empalma desde la transición del elemento de toma hasta la caja del medidor, ingresará a ésta con una inclinación de 45°

c) Tubería de Forro de Protección:

El forro que será de tubería de diámetro 75 mm (3") como mínimo, se colocará en el cruce de pavimentos para permitir la extracción y reparación de tubería de conducción

d) Elementos de Control:

- 2 llaves de paso de uso múltiple: Una con niple telescópico y la otra con punto de descarga

- 2 niples estándar

- 01 Micro Medidor de Chorro Simple DN 21mm, Inc/ acces.

- 2 uniones presión rosca.

El medidor será proporcionado y/o instalado por la Empresa, En caso de no poderse instalar oportunamente, el Constructor lo reemplazará provisionalmente con un niple. El medidor deberá estar alineado y nivelado horizontalmente conjuntamente con los demás elementos de control y su base tendrá una separación de 0.05 m. de luz con respecto al solado.

e) Caja del medidor:

La caja de medidor será una caja prefabricada de dimensiones interiores mínimos de 0.50 m. x 0.30 x 0.25m. para conexiones de 12.5 mm. (1/2"). Y 19 mm. (3/4"), y de 0.60 x 0.30 x 0.30 m. para conexiones de 25 mm. (1"); la misma que va apoyada sobre solado de fondo de concreto  $f'c.=140 \text{ kg/cm}^2$ , y espesor de 0.05 m. si la caja fuera de concreto está será de  $f'c.=175 \text{ kg/cm}^2$ .

Se debe tener en cuenta que la caja se ubicará en la vereda, cuidando de no comprometer un paño de la vereda, se realizará la reposición de la vereda de bruña a bruña. En caso de no existir vereda la caja será ubicada con una losa de concreto  $f'c.=175 \text{ kg/cm}^2$  de 1.00 x 1.00 x 0.10m.

La tapa de la caja de dimensiones exteriores 0.460 x 0.225 m., se colocará al nivel de la rasante de la vereda. Además de ser normalizada, deberá también cumplir con las condiciones de resistencia de abrasión (desgaste por fricción), facilidad en su operación, no propicio al robo.

f) elemento de unión con la instalación anterior:

Para facilitar la unión con la instalación interna del predio se colocará a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m. Para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente instalará al ingreso y dentro de su predio una llave de control.

## ➤ Flete Terrestre

### i.- FLETE TERRESTRE LIMA – HUACHO – C.P. TUPAC AMARU, Y LOCAL

A- *Descripción* – Esta partida consiste en el traslado de los materiales para la ejecución de la línea de aducción y la red de distribución necesarios desde la ciudad de Lima hasta el C.P. Túpac Amaru, e internamente en el poblado (local). El transporte se realizara de acuerdo al cumplimiento de las normas de transito y seguridad establecido por las autoridades competentes.

B- *Unidad de Medida* – Serán las unidades globales (Glb.).

C- *Forma de Pago* - El pago de esta partida se efectuara de acuerdo al porcentaje de avance y tal como se indica en los análisis de costos unitarios del presupuesto de proyecto el cual satisface los gastos de herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales, materiales e imprevistos; como el contrato esa suma alzada establece que se pagará el metrado establecido al final de partida.

## CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

1. En este proyecto de abastecimiento de agua, se ha tenido presente la población futura y el fenómeno de migración en la localidad y alrededores, así como también la posible área de expansión del poblado, por ello, se ha logrado un proyecto sostenible, y de utilidad para la población en el tiempo.
2. El software usado ha permitido calcular y optimizar la red de agua, dando como resultado la red de menor costo, pero se ha dado prioridad a la distribución uniforme de diámetros, con lo cual se ha llegado al resultado final de la red.
3. Para evitar la falla de las tuberías por el efecto del golpe de ariete y la cavitación, se ha optado por una tubería de PVC clase C-10.
4. Se ha colocado una sola válvula de purga en el extremo, con el cual aseguramos la limpieza de la red, evitando posible contaminación de la red de agua por estar en contacto con la red de desagüe. Las válvulas de aire no son necesarias ya que el aire se libera a través de las salidas en los domicilios.

### 6.2 RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar un censo detallado del centro poblado, así como un estudio de la demanda horaria de agua en localidades cercanas, con el cual se podría realizar una simulación en periodo extendido de la red de agua y, de esta manera conocer con mayor profundidad el comportamiento del sistema en el tiempo.
2. En el proceso de construcción de la red de agua, se puede emplear las tuberías de la red existente, sólo si estas se encuentran en muy buen estado y cumplen con los parámetros descritos en el presente informe.
3. Las conexiones domiciliarias es recomendable realizarlas con la asistencia directa de un técnico, o de un profesional, para evitar cualquier posible falla en el tramo de la conexión domiciliaria
4. En el Anexo se describe una serie de pautas para la Operación y Mantenimiento de la Red, la cual es conveniente seguir al detalle para prolongar la vida útil de la misma, y evitar a futuro fallas por deterioro evitables.

## BIBLIOGRAFIA

- Rocha F. Arturo. "Hidráulica de Tuberías y Canales". Primera Edición. Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú. 2007.
- Saldarriaga Juan. "Hidráulica de Tuberías. Abastecimiento de Agua, redes, riegos." 1ra Edición. Editorial Alfaomega. Bogotá. Colombia. 2007
- Grupo Durman Esquivel. "Manual Técnico – POLITUBO". Primera Edición. Politubo S.A. Lima. Perú. 2001
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, "Reglamento Nacional de Edificaciones", Lima – Perú. Setiembre 2008.
- Pastorelli Córdova, Mario Enrique; "Sistema de Abastecimiento de Agua para la ciudad del Deporte, siguiendo los principios básicos de su Planificación Urbanística". Tesis – UNI FIC, Lima – Perú. 1984.
- 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 – Perú. 2004.
- Vidal Valenzuela, Carlos; "Diseño y Modelación de Sistemas de Distribución de Agua con WaterCAD v8i"; Fondo Editorial ICG, Lima 2011
- [http://WWW.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/AMC4-INTEGRADO/disco2/Anexo%2002 Cal Justificatorios/3%20POD/alcantarillado/Cal-Per-Opti%20Diseno Alcan.xls](http://WWW.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/AMC4-INTEGRADO/disco2/Anexo%2002%20Cal%20Justificatorios/3%20POD/alcantarillado/Cal-Per-Opti%20Diseno%20Alcan.xls)
- [http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac/Formulación\\_Saneamiento.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Formulación_Saneamiento.pdf)

## **ANEXO A: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

### **1. DISPOSICIONES GENERALES**

a) Hay que garantizar una buena operación y mantenimiento del sistema, para lograr que el agua a consumir sea de buena calidad, que se tenga un servicio continuo y en la cantidad necesaria.

b) La junta administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), es la responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

c) El operador designado por la JASS es la persona responsable de la operación y mantenimiento del sistema.

d) Durante la ejecución de la obra es necesario capacitar a los pobladores en el uso y mantenimiento preventivo del servicio y sus partes, y con ello reducir la posibilidad del mantenimiento correctivo.

Si para realizar el mantenimiento se requiere interrumpir el servicio, se debe comunicar a los pobladores el período de la interrupción para que puedan tomar las precauciones necesarias en cuanto a provisión de agua.

### **2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES**

Generalmente son los siguientes:

- Llaves de dado para válvulas de red
- Llaves de boca
- Escofina
- Plano de replanteo
- Guantes
- Materiales
- Tuberías
- Accesorios
- Pegamento

- Hipoclorito (para desinfección )

### **3. OPERACIÓN**

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

### **4. MANTENIMIENTO**

Es necesario informar a la población que mientras se realicen los procesos de limpieza y desinfección de la red de distribución no se dispondrá del servicio. Para ello se procederá a cerrar las válvulas de paso de las conexiones domiciliarias como medida de precaución. De preferencia, se realizará las tareas de limpieza en horarios que no causen incomodidad a los pobladores

#### **A. Tuberías**

Para la desinfección de la tubería, se recomienda aprovechar el volumen de la solución de hipoclorito que se utiliza cuando se desinfecta el reservorio y luego se continuará con los siguientes pasos:

- a) Cerrar la válvula de by pass y abrir la válvula de salida del reservorio.
- b) Abrir las válvulas de purga de la red. En cuanto salga el agua por la válvula de purga se deberá cerrarla, con el objeto de que las tuberías se llenen de agua clorada.
- c) Dejar el agua clorada retenida durante cuatro (4) horas.

Luego de las cuatro (4) horas, vaciar totalmente la red abriendo las válvulas de purga. El agua no debe ser consumida por la población.

- d) Abrir la válvula de ingreso al reservorio y alimentar de agua a la red de distribución.

e) Poner en servicio la red cuando no se perciba olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el comparador de cloro artesanal no sea de 0,8 mg/lt.

f) Abrir las válvulas de cierre de las instalaciones domiciliarias. En caso de que el volumen de la solución de hipoclorito de calcio no llene la tubería de la red de distribución, será necesario preparar una nueva mezcla en el reservorio considerando la información del anexo 1.

## **B. Frecuencia de mantenimiento**

### **Semanal**

a) Abrir y cerrar las válvulas de aire y purga en la red.

b) Observar y examinar que no existen fugas en las tuberías de la red. En caso de detectarlas, repararlas inmediatamente.

### **Mensual**

Abrir y cerrar las válvulas, verificando el funcionamiento

### **Trimestral**

a) Limpiar la zona aledaña de piedras y malezas de la caja de válvulas de purga.

### **Semestral**

a) Limpieza y desinfección.

b) Lubricar las válvulas de cierre.

c) Verificar las cajas de las válvulas de purga y de cierre.

d) Pintar con anticorrosivo las válvulas de cierre y de purga.



## **Anual**

- a) Pintar los elementos metálicos (tapas, válvulas de cierre, etc.).
- b) Pintar las paredes exteriores y techo de la caja de válvula de purga.

## **C. Válvulas**

Como medida preventiva para evitar el atascamiento y para chequear la calibración de las válvulas se debe tener especial cuidado en actualizar los planos de replanteo y ubicación de las válvulas, se debe establecer un programa sostenido de manipulación de válvulas, pues de ellos depende la ordenada y eficiente ejecución de los programas de mantenimiento. El mantenimiento correctivo comprende el cambio o reparación de los desperfectos observados en las inspecciones del sistema. Se deberá tener presente algunas recomendaciones para el mantenimiento de las válvulas:

- Es recomendable que, para cada una de la válvulas existentes en el sistema, tenga una tarjeta u hoja de registro en la que además de indicar su ubicación, se consigne el número de vueltas, sentido de rotación, estado en que se encuentra y fechas de las reparaciones efectuadas.
- Revisar el funcionamiento de las válvulas haciendo girar lentamente; para evitar el golpe de ariete; las válvulas deben abrir o cerrar fácilmente. No olvidar dejar la válvula tal como se encontró abierta o cerrada.
- Abrir y cerrar totalmente cada válvula varias veces, con el fin de eliminar los depósitos acumulados en el asiento de la compuerta.
- En las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga de agua se debe a que se ha aflojado la contratuerca, Si esto está sucediendo ajústela o si se debe al desgaste de la estopa, proceder al cambio respectivo.

Si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el prensa-estopa, verifique el estado de la empaquetadura y si fuera necesario se deberá de reemplazarla.

- Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente ajustados para evitar fugas.
- Poner kerosene o aceite de baja viscosidad entre el vástago y la contratuerca superior, esto facilitará su manejo.
- Revisar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizado debido al oxido. Cambiar la pieza si fuese necesario.

Pinte o retoque con pintura anticorrosiva, las válvulas y accesorios que estén a la vista en la red de distribución.

- Inspeccionar las cajas de las válvulas observando si hay filtraciones, destrucciones externas, empozamiento alrededores de ellas, tierra acumulada sobre las cajas, candados o elementos de cierre en mal estado, etc. Se deberá informar, si es necesario subirlas o remplazarlas según sea la posición o estado en que se encuentren.
- Por lo menos una vez al mes limpiar y revisar las cajas de válvulas e inspeccionar las vías en que se encuentra enterrada la red de distribución, con el fin de detectar fugas u otras anomalías.

#### VALVULA DE PURGA

Para drenar el agua se tienen que seguir los siguientes pasos (dos labores son necesarias):

Revisar si la tubería de salida no está cerrada o si alguien no está cerca (primera labor)

Abrir la válvula compuerta lentamente y de esta manera la presión y la velocidad es suficiente para drenar la turbiedad hasta que el agua en la salida este clara (segunda labor)

Cerrar la válvula compuerta lentamente

#### D. Disposiciones finales

- La desinfección se llevará a cabo una vez terminado de construir el sistema de agua. Sin embargo, cuando las condiciones lo determinan se hará una nueva desinfección.

- Al ampliar o reparar la red se desinfectará el tramo respectivo.
- Descubrir fugas en las tuberías y repararlas.
- Reemplazar o cambiar válvulas y accesorios malogrados.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Procedimientos para la operación y Mantenimiento de la red de distribución. Organización Panamericana de la Salud. Lima, 2005
- Manual de Operación y mantenimiento de “ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO, EXPEDIENTE TÉCNICO Y LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN NUEVAS HABILITACIONES DE LAS PARTES ALTAS DE HUAYCÁN - DISTRITO DE ATE”

## **ANEXO B ESTUDIO HIDROLOGICO**

### **2.1 UBICACIÓN DE LA CUENCA**

#### **2.1.1 Ubicación Geográfica**

Nuestro enfoque de estudio está en la parte media y baja del valle de Huaura, ubicada entre los km 135 y 140 de la Panamericana Norte, a una distancia de 130 – 135 km de la ciudad de Lima. El valle de Huaura está ubicado de la siguiente manera:

Norte	:	cuenca del río Supe y Pativilca.
Sur	:	cuenca del río Chancay e intercuencas.
Este	:	cuenca del río Marañón, Huayaga y Mantaro.
Oeste	:	Océano Pacífico.

#### **2.1.2 Ubicación Política**

Políticamente comprende los distritos de Vegueta, Huaura, Carquin, Huacho, Hualmay, Santa María y Sayán.

### **2.2 Climatología**

La temperatura en el sector Costa de la cuenca no constituye ninguna limitación para el desarrollo agrícola, y, presenta regularidad y estabilidad.

Las precipitaciones que ocurren en las partes más altas de la cuenca durante los meses de Octubre a Mayo, se originan en las masas de aire húmedo, de la cuenca del Amazonas. Aunque descargan mayor cantidad en la vertiente oriental, logra pasar a la otra vertiente, con una humedad suficiente para causar importantes precipitaciones. Junto con el deshielo de los nevados, dan origen al escurrimiento natural, que vendría a ser el río Huaura.

Las precipitaciones disminuyen en dirección Oeste y se hacen casi nulas en la Costa.

## **2.3 Sistema Hidrográfico**

La cuenca hidrográfica del río Huaura está situada en la Vertiente del Pacífico de la Cordillera de los Andes, y cuenta con un área de Drenaje de 4392 km<sup>2</sup>.

El río Huaura posee un desarrollo longitudinal de aproximadamente 156 km., con una pendiente de 3%, esta pendiente se hace más pronunciada en las quebradas que alimentan en curso principal.

El relieve general es el de una hoya alargada de fondo profundo y pronunciada pendiente, muestra también una fisiografía escarpada y gargantas.

La parte superior presenta lagunas de origen glacial, en la parte inferior de la cuenca se ha producido la deposición del material aluviónico formando una pequeña llanura.

### **2.3.1 Periodos del ciclo hidrológico de la cuenca**

La ONERN ha realizado estudios de esta cuenca para los años 1926 – 1968. De los hidrogramas de descargas obtenidos ha diferenciado 3 periodos dentro del ciclo anual: periodo de avenidas (julio – setiembre), periodo de estiaje (enero – mayo) y periodo transicional entre avenidas y estiaje

### **2.3.2 Disponibilidad**

El rendimiento medio anual en la cuenca húmeda es de 303, 490 m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup>, con una tendencia a la disminución de los volúmenes de descargas a largo plazo

### **2.3.3. Uso y demanda en la cuenca del río Huaura**

#### **2.3.3.1 Uso Doméstico**

De acuerdo a lo observado en la tabla 2.1, el valle de Huaura, en el 2007, poseía una población total de 194,559 habitantes, observándose mayor densidad en el sexo masculino (97,959 habitantes) que representan el 40.34% de la población

**TABLA 2.1 Población del Valle de Huaura según sexo**

DESCRIPCION	POBLACIÓN		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<b>Provincia HUAURA</b>	<b>194,559</b>	<b>97,959</b>	<b>96,600</b>
Distrito HUACHO	55,442	27,021	28,421
Distrito CALETA DE CARQUIN	6,091	3,390	2,701
Distrito CHECRAS	1,492	742	750
Distrito HUALMAY	26,808	13,076	13,732
Distrito HUAURA	31,212	15,848	15,364
Distrito LEONCIO PRADO	2,012	1,083	929
Distrito PACCHO	2,055	1,050	1,005
Distrito SANTA LEONOR	1,521	804	717
Distrito SANTA MARIA	27,699	13,993	13,706
Distrito SAYAN	21,962	11,556	10,406
Distrito VEGUETA	18,265	9,396	8,869

FUENTE: INEI – Censo Nacional 2007

### 2.3.3.2 Uso Agrícola

El valle de Huaura, conforme a la campaña agrícola 2004 – 2005 tiene un total de 30,455.42 has. al año, destinadas para la siembra de cultivos, entre los cuales destaca la caña de azúcar (26.67%) seguida del maíz (20.95%).

### 2.3.3.3 Otros Usos

En la cuenca del río Huaura se ubican cinco o más industrias localizadas en la parte baja, en la zona Urbana.

También existen en la parte alta del Valle centros mineros que, a mediados del año 1995, usaban alrededor de 986,000 m<sup>3</sup>/año.

## 2.4 El Acuífero Huaura

### 2.4.1 Explotación Actual de las Aguas subterráneas

De los aforos que se han realizado en la fase del inventario de las fuentes de agua subterránea del Valle de Huayra, se ha determinado que el volumen explotado hacia el año 2005 es de 10'052,063.56 m<sup>3</sup>, lo que equivale a un caudal continuo de 0.48 m<sup>3</sup>/s

En el distrito de Vegueta, el volumen de agua extraído fue de 238,234.86 m<sup>3</sup>

#### **2.4.2 Hidrología del acuífero en Tupac Amaru**

El río Huaura es el principal portante de recarga de los niveles freáticos de la zona, por lo que dicho nivel depende directamente del aumento o disminución de caudal en el Río. Otro factor importante es la Agricultura, debido a que la capa permeable de suelo está compuesta por areniscas gruesas de origen sedimentario y aluvial.

Específicamente, en la zona correspondiente al A.A.H.H. Túpac Amaru, se observa que, por hallarse ubicado tras cerros, es complicado que se abastezca principalmente de las aguas subterráneas provenientes del río Huaura, por lo que se estima que el pozo existente se alimenta principalmente de las aguas usadas en la agricultura, que filtran a través del suelo, realizándose una purificación natural. Por ello, es necesario resaltar que, si en un futuro desaparecen estas áreas de cultivo, también se secará este pozo, de allí la necesidad de ubicar para esta población, un pozo que se encuentre al otro lado de los cerros, próximo al río Huaura.

## **ANEXO C DIAGNOSTICO DE LA POBLACION**

### **1.1 Ubicación**

El Centro Poblado Túpac Amaru se encuentra Ubicado al Norte del departamento de Lima, provincia de Huaura y distrito de Vegueta.

Las Coordenadas UTM del lugar son:

NORTE	ESTE
8782039 S	215690 E

Este Poblado se encuentra a 6.14 km del distrito de Vegueta y a 8.92 km de la ciudad de Huacho, frente al Asentamiento Humano Primavera, a la altura del Km 161 de la Av. Panamericana Norte.

### **1.2 Accesibilidad**

Para llegar a Túpac Amaru, la vía principal es la Panamericana Norte, por la cual transitan buses interprovinciales, y también colectivos que parten de Huacho hacia Vegueta.

A las puertas del A.A.H.H. existe un paradero de moto taxis, en donde hay una flota de 20 motos taxis cuyo destino principal es Túpac Amaru. De la Panamericana hasta la plaza en moto taxi transcurren 5 minutos.

### **1.3 Descripción del lugar**

#### **1.3.1 Limites**

Por el Norte, colinda con el Fundo "El Olivar".

Por el Oeste, se encuentra la carretera Panamericana Norte y el Pueblo Joven "Otoño".

Por el Sur y el Este, se encuentra Rodeado de Lomas, terreno eriazo, que a su vez está rodeado de terrenos de cultivo.



### 1.3.2 Descripción

El C.P. Túpac Amaru se encuentra ubicado sobre un arenal, la avenida Túpac Amaru es su vía principal, que a su margen derecho pasa un canal de regadío.

Tanto el C.P., como el terreno eriazo están rodeados principalmente por grandes terrenos de cultivo.

## 1.4 Población

### 1.4.1 Situación familiar

Se Toma como referencia los datos proporcionados por el INEI, para el departamento de Lima, provincia de Huaura, distrito de Vegueta, zona rural.

En la Tabla 1.1 observamos la situación familiar de la zona Rural de Vegueta, observando la relación entre el estado civil y el número de hijos nacidos.

**Tabla 1.1 Población femenina por número de hijos nacidos vivos, según estado civil**

	<b>Total de mujeres</b>	<b>Total de hijos nacidos vivos</b>
<b>Distrito VEGUETA</b>		
<b>RURAL</b>	<b>1646</b>	<b>4347</b>
Conviviente	494	1278
Separado(a)	75	233
Casado(a)	455	2163
Viudo(a)	82	552
Divorciado(a)	4	25
Soltero(a)	536	96

Fuente: Datos censales 2007 – INEI

De donde podemos deducir que el 49.8% de los hijos nacidos nacen fuera de una familia legalmente constituida.

## 1.4.2 Situación Económica

El nivel económico de la población en general es bajo, el ingreso promedio en la zona se estima en S/. 500.00 nuevos soles mensuales.

**Tabla 1.2 Población de 6 a más años de edad por grandes grupos de edad y condición de actividad económica**

CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	GRANDES GRUPOS DE EDAD			
	TOTAL	6 A 29 AÑOS	30 A 64 AÑOS	65 A MÁS AÑOS
<b>Distrito VEGUETA</b>	<b>16,176</b>	<b>8,452</b>	<b>6,340</b>	<b>1,384</b>
<b>Área Rural</b>	<b>3,969</b>	<b>2,056</b>	<b>1,557</b>	<b>356</b>
PEA	1,836	679	1,017	140
Ocupada	1,792	657	999	136
Trabajando por algún ingreso	1,641	609	923	109
No trabajo pero tenía trabajo	96	16	61	19
Ayudando a un familiar sin pago	55	32	15	8
Desocupada	44	22	18	4
Buscando trabajo habiendo trabajado	36	16	16	4
Buscando trabajo por primera vez	8	6	2	
No PEA	2,133	1,377	540	216
Cuidado del hogar y no trabajo	923	291	497	135
Estudiante y no trabajo	1,068	1,062	6	
Jubilado/pensionista y no trabajo	68	2	14	52
Rentista y no trabajo	17	4	5	8
Otro	57	18	18	21

Fuente: Datos censales 2007 – INEI

De la tabla 1.2 podemos deducir que para el Área Rural del distrito de Vegueta sólo el 41.34% de la Población se encuentra generando ingresos en el hogar.

### 1.4.2.1 Actividades Económicas

La actividad predominante de los moradores de Túpac Amaru es la agricultura, la ganadería, el comercio, la artesanía, la construcción civil, entre otras actividades menores que suelen ser periódicas y no fijas.

Tabla 1.3 Población económicamente activa por actividad económica

<b>ACTIVIDAD ECONOMICA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Distrito VEGUETA</b>	<b>7,324</b>
<b>RURAL</b>	<b>1,836</b>
Agric., ganadería, caza y silvicultura	1,424
Pesca	8
Explotación de minas y canteras	1
Industrias manufactureras	27
Construcción	17
Comercio	71
Venta, mantenimiento vehículos	8
Comercio al por mayor	4
Comercio al por menor	59
Hoteles y restaurantes	35
Trans., almac. y comunicaciones	67
Intermediación financiera	1
Activid.inmobil., empres. y alquileres	55
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc afil	6
Enseñanza	28
Servicios sociales y de salud	9
Otras activ. serv.comun.soc y personales	9
Hogares privados con servicio doméstico	24
Actividad económica no especificada	10
Desocupado	44

Fuente: Datos censales 2007 – INEI

De la tabla 1.3 podemos deducir que el 77.55% de la Población Rural Se dedica a la Agricultura y/o ganadería.

#### **1.4.3 Grado de Instrucción de la Población**

A continuación se muestra la tabla 1.4:

**Tabla 1.4 Población a partir de 15 años por el nivel de educación**

<b>Nivel de Educación</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Distrito VEGUETA</b>	<b>12,976</b>
<b>RURAL</b>	<b>3,228</b>
Sin nivel	382
Educación inicial	5
Primaria	766
Secundaria	1,320
Superior no univ. incompleto	128
Superior no univ. completo	113
Superior univ. incompleto	213
Superior univ. completo	201

*Fuente: Datos censales 2007 – INEI*

De donde podemos afirmar que el 35.72% de la población mayor de catorce años no ha terminado los estudios secundarios.

#### **1.4.4 Numero de Lotes de Vivienda en Túpac Amaru**

Entre la primera y segunda etapa del Asentamiento, existen 516 lotes. Se considerará un promedio de 5 habitantes por lote.

### **1.5 Situación actual de los sistemas de saneamiento existentes**

#### **1.5.1 Agua**

Hay servicio de Agua para consumo humano, pero no existe continuidad en el servicio. La primera y segunda etapa reciben agua a partir de las 5pm durante 50 minutos (sólo quienes tienen conexión de agua), y la tercera etapa recibe agua todas las mañanas por un tiempo similar. Dicha localidad es abastecida de las aguas subterráneas extraídas de un pozo perforado.

##### **1.5.1.1 Estado del sistema de agua para consumo humano**

El C.P. Túpac Amaru cuenta con un sistema para consumo humano que toma como fuente el acuífero con un rendimiento de 20,9 Lps,

- **LINEA DE IMPULSION:** Consta de tubería de PVC clase 15. en un diámetro de 4", con una antigüedad de 5 años.
- **ALMACENAMIENTO:** El agua se almacena en un reservorio rectangular de concreto armado, cuyo volumen es de 67 m<sup>3</sup>. Ubicado estratégicamente para abastecer de agua al sector de la población ubicada al borde del canal que atraviesa el asentamiento, mas no se tomó en cuenta el crecimiento desordenado del poblado.

El agua llega al reservorio con un caudal de 198 lps.

- **LINEA DE ADUCCION:** Consta de tubería de PVC de un diámetro de 4", con una antigüedad de 5 años.
- **DESINFECCION:** No cuenta con un sistema de desinfección.
- **SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA:** Opera 2 horas diarias, tiene una antigüedad de 5 años, consta de los siguientes componentes:
  - 01 motor eléctrico de 20HP
  - 01 bomba sumergible
  - 01 tablero eléctrico

Cabe resaltar que la tubería filtro de ranura de acero rolado se encuentra oxidada, lo que perjudica la calidad del agua bombeada

- **REDES DE DISTRIBUCION:** Consta de tuberías de PVC, con una antigüedad de 5 años.
- **CONEXIONES DOMICILIARIAS:** Constan de acometidas compuestas por tuberías de PVC de ½". Los trabajos de conexión domiciliaria ha sido realizada en forma particular por los propios moradores del C.P. Túpac Amaru y no han sido construidas guardando concordancia con las especificaciones técnicas vigente. No existe micro medición.  
Las conexiones domiciliarias se siguen realizando hasta el día de hoy, de manera artesanal, sin un criterio técnico, y sin usar los materiales de

manera adecuada. Existiendo la diferencia considerable de presiones de agua entre una y otra manzana del lugar.

De acuerdo con los testimonios de los pobladores, las tuberías son reparadas 6 ó 7 veces por mes, lo que indica el grado de deterioro de la tubería. También en la zona se observa la tubería de aducción ubicada a 1 mt del suelo, lo que indica su construcción artesanal, sin un criterio técnico.

### **1.5.2 Sistema de Aguas residuales**

Existen letrinas acondicionadas por la propia población que soluciona parcialmente el problema de disposición de excretas. Así mismo existe un expediente técnico para la construcción del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

### **1.5.3 Pistas y Veredas**

En el C.P. Túpac Amaru no cuenta con pistas ni veredas. La Av. Túpac Amaru esta a nivel de afirmado.

### **1.5.4 Plazas y Jardines**

Cuenta con 2 plazas, una central, otra ubicada en la 3ra etapa del C.P. En todo el Asentamiento humano existen varios jardines, y muchos presentan la forma triangular.

## **1.6 Servicios que posee el lugar**

En cuanto a Educación, Túpac Amaru solo cuenta con educación inicial. Los niños y jóvenes que cursan primaria y secundaria, la estudian en el colegio ubicado en Primavera.

En cuanto a Salud, no existe en este lugar posta médica, ni farmacia. Para comprar cualquier medicamento, ó para realizar cualquier consulta referente a la salud, los moradores tienen que ir a Primavera

En cuanto a la seguridad, corría por cuenta de la misma población, quienes se organizaban para contratar a personas de la misma población para que vigile. No existe en dentro del asentamiento ningún tipo de seguridad policial o serenazgo.

**ANEXO D    PANEL FOTOGRAFICO**



Foto N° 1:    Entrada al Centro Poblado desde la Panamericana Norte



Foto N° 2:    Vista Panorámica del C.P. Túpac Amaru



Foto N° 3: Vista interior del Poblado



Foto N° 4: Estación de Bombeo existente – Anillo Metálico de filtración





Foto N° 5: Estación de Bombeo existente – Inicio de la Línea de Impulsión



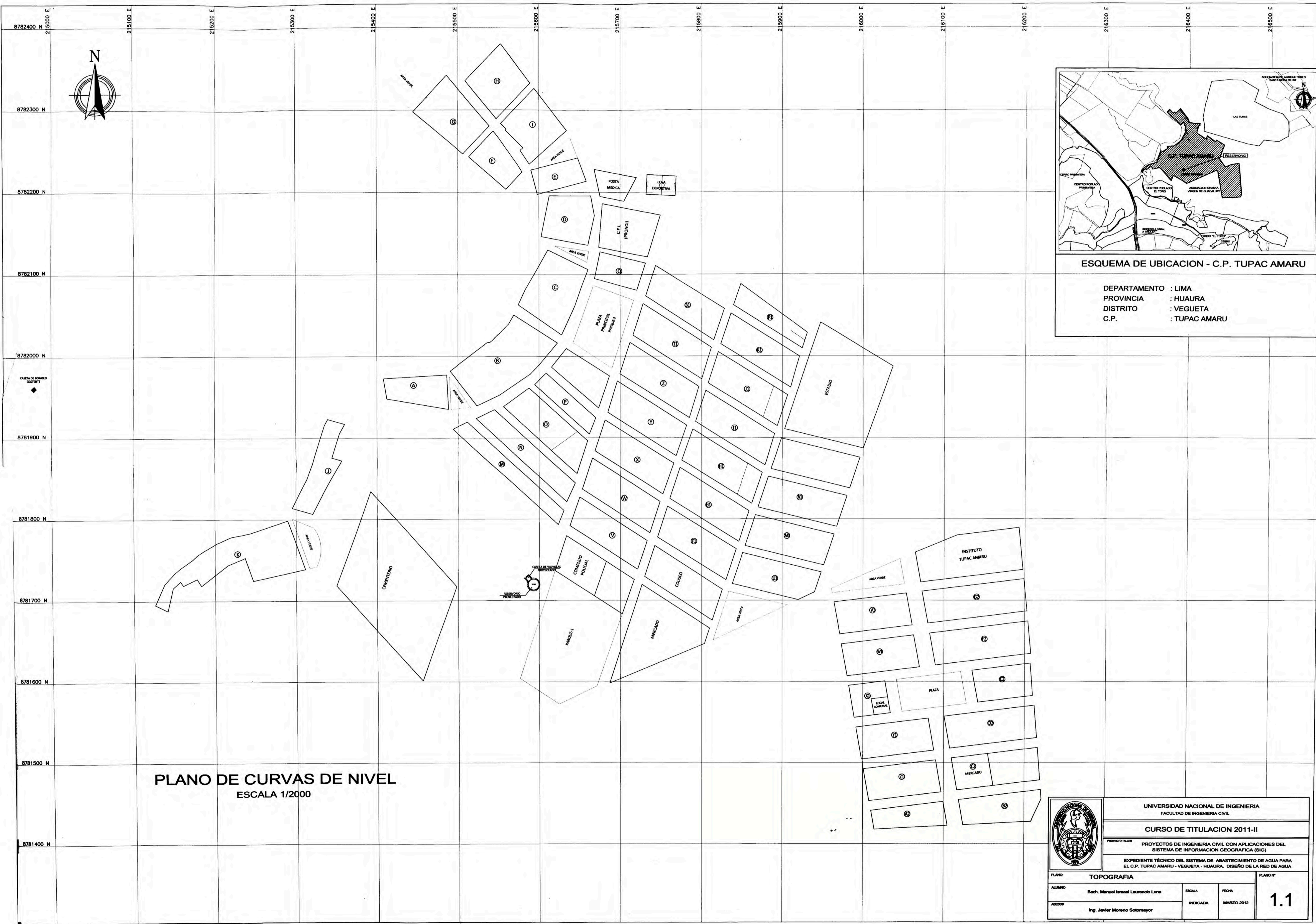
Foto N° 6: Conexiones existentes – Vista 1



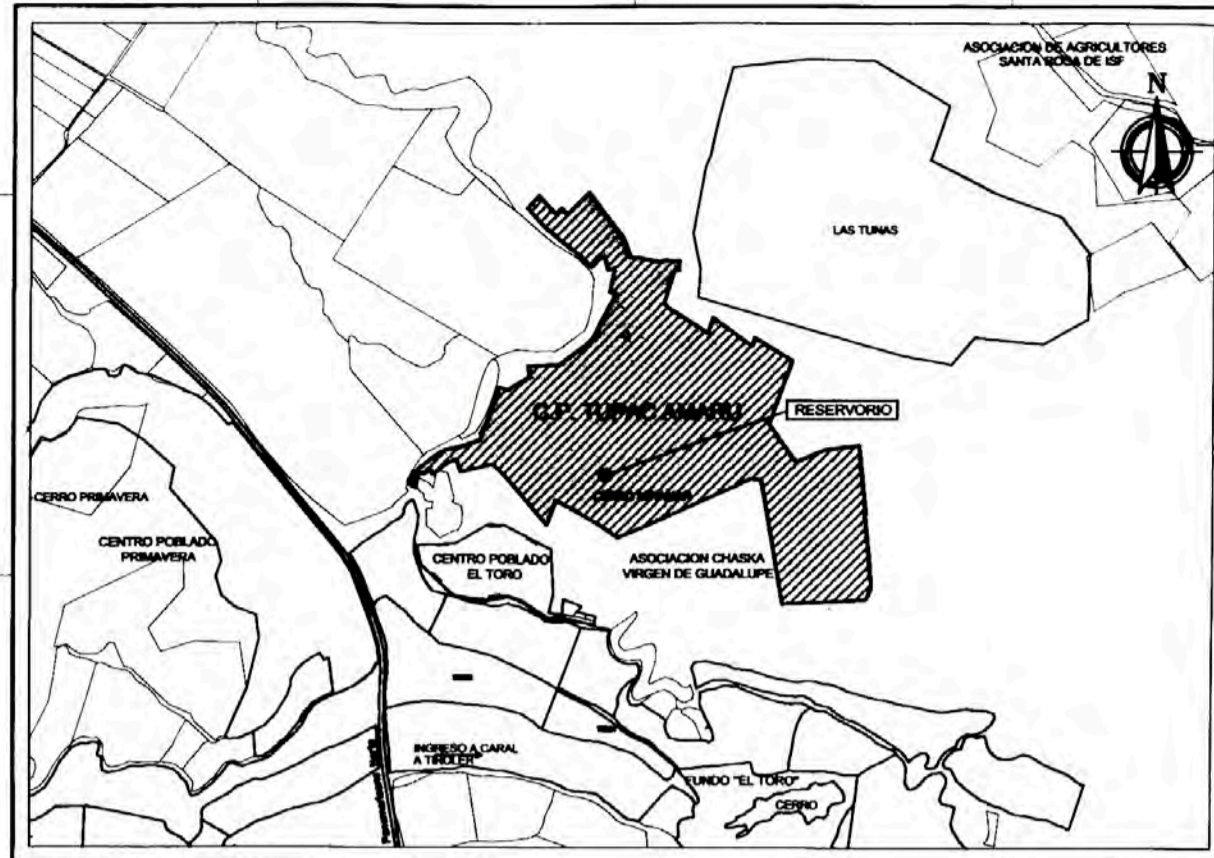
Foto N° 7: Conexiones existentes – Vista 2

**ANEXO E**  
**LISTADO DE FACTORES DE ECONOMÍA A ESCALA PROPUESTOS**  
**(valores guía)**

<b>SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b>	<b>Factor de Economía a escala "a"</b>
Reservorios Enterrados de concreto armado	0.708
Reservorios Apoyados de concreto armado	0.671
Reservorios Elevados de concreto armado	0.339
Lineas de conducción fierro fundido ductil	0.437
Lineas de conducción asbesto cemento	0.589
Lineas de conducción concreto	0.568
Lineas de conducción acero	0.383
Redes de distribución PVC A-7.5 (4" - 12")	0.504
Redes de distribución asbesto cemento A-7.5 (4"-12")	0.402
Redes de distribución asbesto cemento A-10 (4"-12")	0.446
Redes de distribución fierro fundido ductil (4"-12")	0.354
Perforación de pozos	0.765
Equipo de bombeo para pozo profundo - Tipo turbina eléctrica	0.778
Equipo de bombeo para pozo profundo - Tipo turbina diesel	0.870
Equipo de bombeo de pozo profundo tipo sumergible	0.855
Captación tipo barraje	0.420
Captación tipo manantiales	0.506
Captación galerías filtrantes	0.417
Planta de tratamiento de agua	0.367
Desarenador	0.368
Floculador hidráulico	0.544
Sedimentador convencional	0.288
Filtro Rápido	0.409
Clorador	0.086
Bombas centrífugas horizontales	0.461
Grupos electrógenos	0.710
<b>SISTEMAS DE ALCANTARILLADO</b>	
Tubería alcantarillado CSN (profundidad 2 m.)	0.282
Tubería alcantarillado PVC (profundidad 2 m.)	0.270
Tubería alcantarillado Asbesto cemento (profundidad 2 m.)	0.426
Tubería alcantarillado concreto reforzado	0.570
Lagunas de estabilización	0.936
Bomba sumergida - desagües	0.462
Bomba no sumergida - desagües	0.563



**PLANO DE CURVAS DE NIVEL**  
ESCALA 1/2000

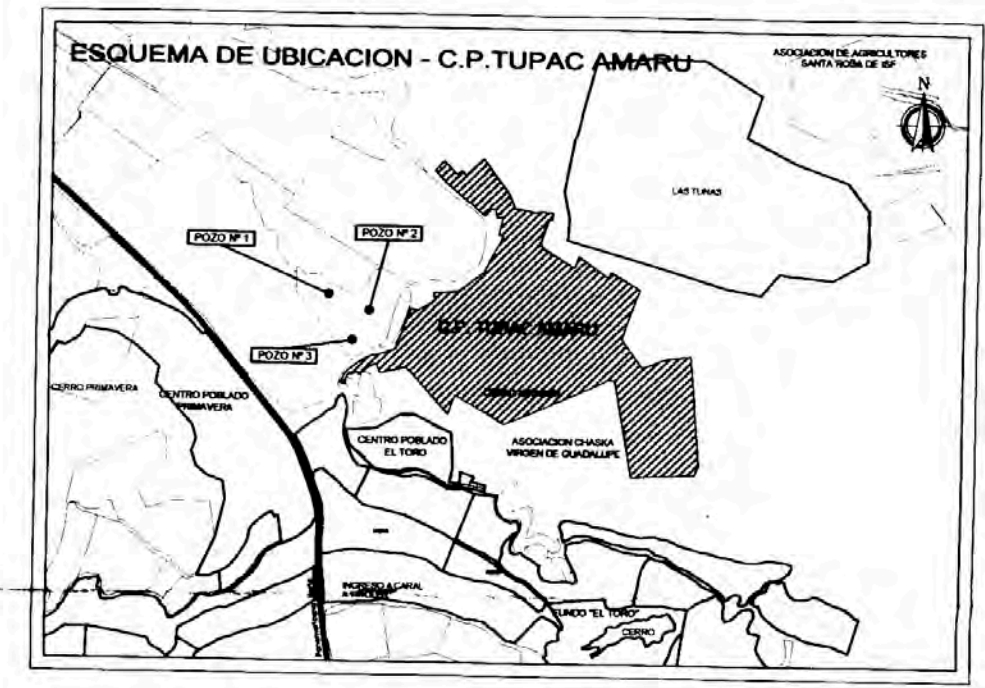
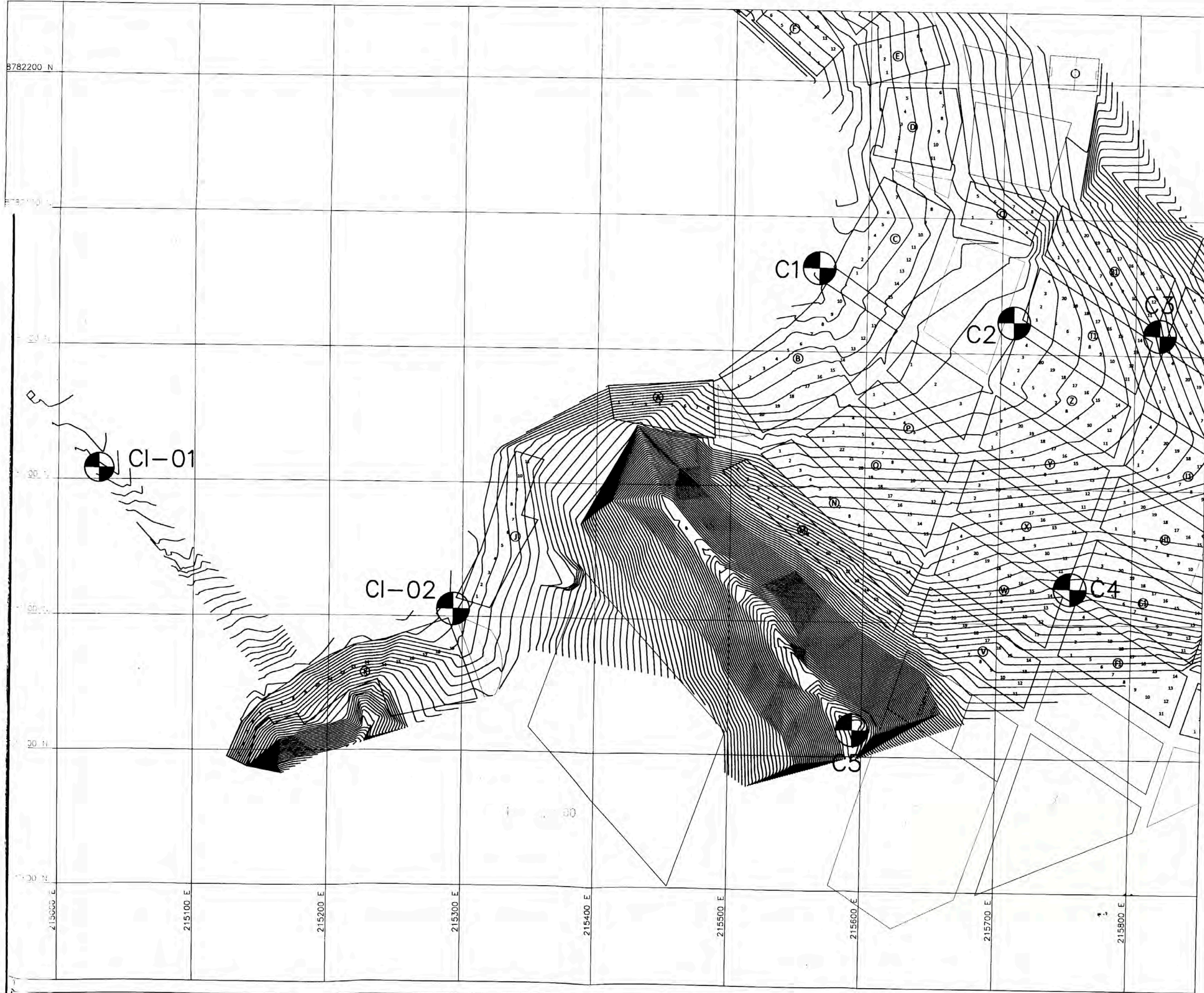


**ESQUEMA DE UBICACION - C.P. TUPAC AMARU**

DEPARTAMENTO : LIMA  
 PROVINCIA : HUAURA  
 DISTRITO : VEGUETA  
 C.P. : TUPAC AMARU

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	CURSO DE TITULACION 2011-II		
PROYECTO TALLER	PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)		
EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL C.P. TUPAC AMARU - VEGUETA - HUAURA. DISEÑO DE LA RED DE AGUA			
PLANO: TOPOGRAFIA	ESCALA: INDICADA		FECHA: MARZO-2012
ALIBRO: Bach. Manuel Ismael Laurencio Luna	INGENIERO: Ing. Javier Moreno Solomayor		<b>1.1</b>





**LOCALIZACION DE CALICATAS DEL PROYECTO**

DEPARTAMENTO : LIMA  
 PROVINCIA : HUAURA  
 DISTRITO : VEGUETA  
 C.P. : TUPAC AMARU

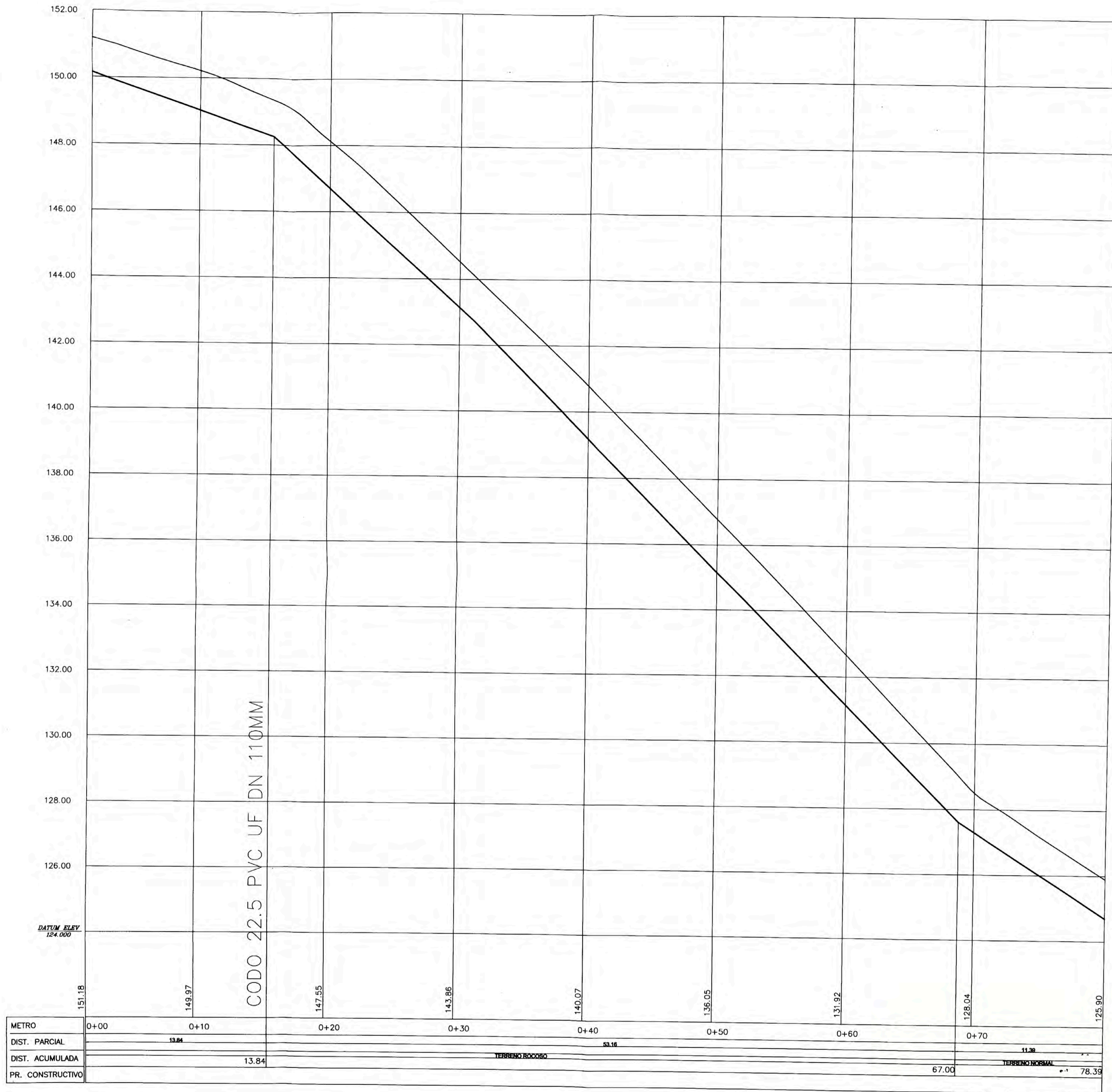
**UBICACION GEORREFERENCIAL DE POZOS**

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ALTITUD: Z
CALICATA C 1	215 563.84	8 782 061.92	108.00
CALICATA C 2	215709.44	8782023.17	111.50
CALICATA C 3	215818.03	8782014.9532	115.75
CALICATA C 4	215754.09	8781826.26	120.00
CALICATA C 5	215592.95	8781719.74	151.50
CALICATA CI1	215029.75	8781908.54	97.75
CALICATA CI 2	215293.01	8781805.72	109.75

Sistema de Proyección UTM Datum WGS84, Zona 18L



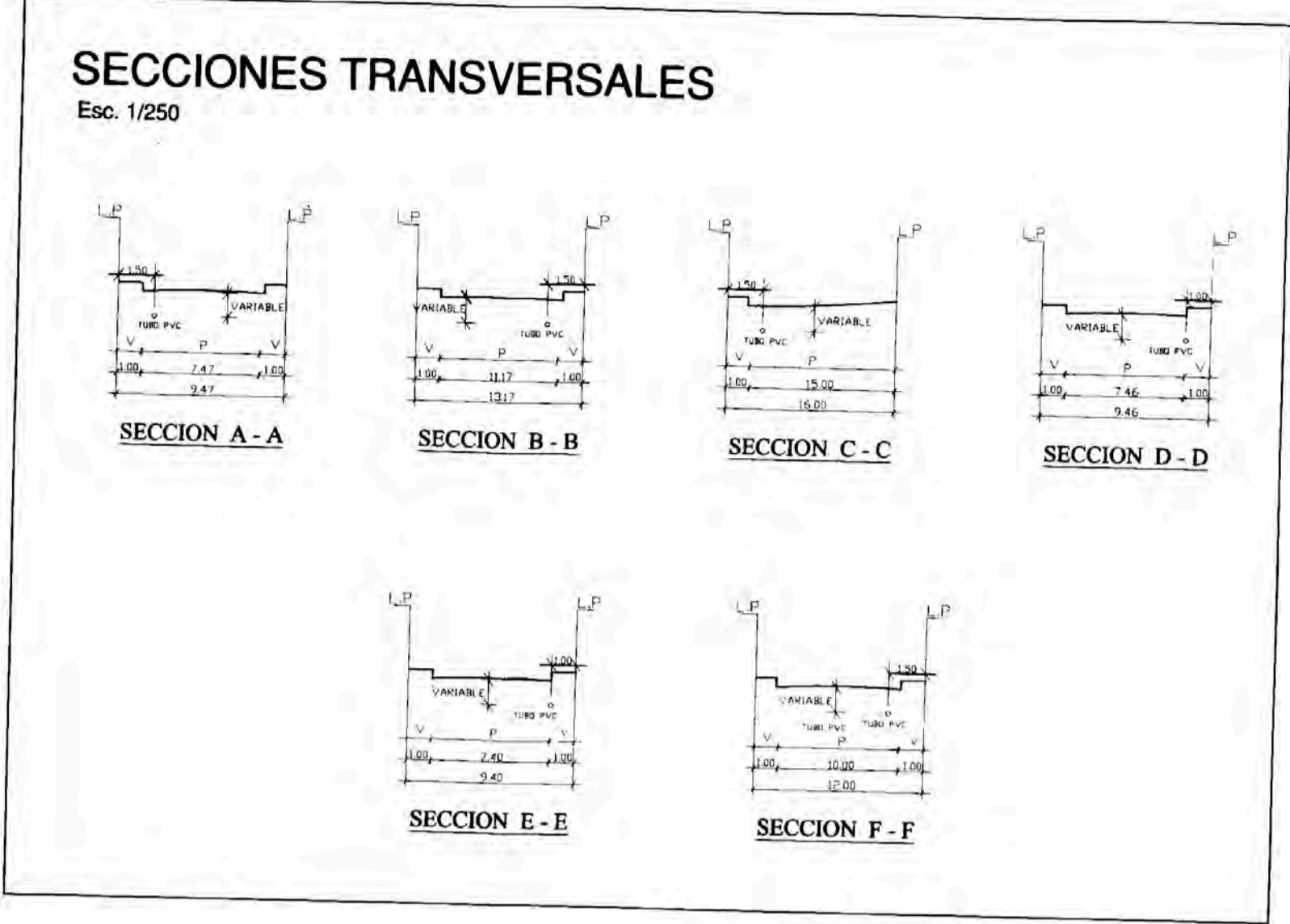
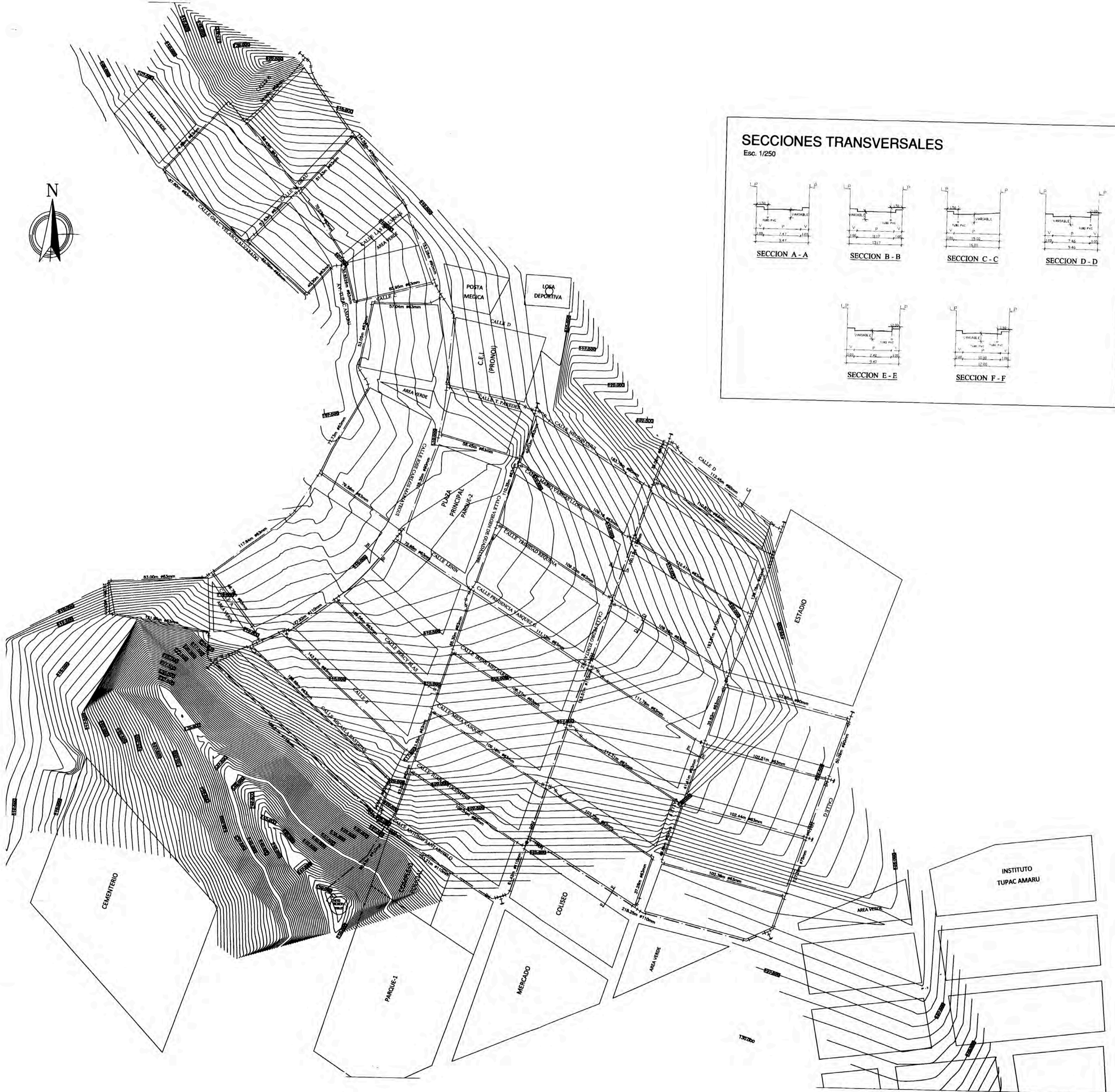
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
CURSO DE TITULACION 2011-II			
PROYECTO TALLER PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)			
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL C.P. TUPAC AMARU - VEGUETA - HUAURA. DISEÑO DE LA RED DE AGUA			
PLANO:	<b>CALICATAS - UBICACIÓN</b>		
ALUMNO:	Bech. Manuel Ismael Laurencio Luna	ESCALA:	FECHA:
ASESOR:	Ing. Javier Moreno Sotomayor	INDICADA:	MARZO-2012
			<b>1.3</b>



## PERFIL LONGITUDINAL LINEA DE ADUCCION

ESCALA: H = 1/250  
V = 1/100

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
	CURSO DE TITULACION 2011-II	
	PROYECTO TALLER PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)	
	ESTUDIOS BASICOS CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL AA.HH. TUPAC AMARU - VEGUETA-HUAURA	
PLANO:	RED DE AGUA GENERAL : LINEA DE ADUCCION	
GRUPO DE TRABAJO:	ASESOR	LAMINA <b>4.1</b>
- ITA VERA, Roger Abillo	Ing. Javier Moreno Sotomayor	
- LAURENCIO LUNA, Manuel	GRUPO N° 7 - SECCION A	
- MANYARI VERA, Hector Eduardo	ESCALA	
- TORO SANTILLAN, Jhon	INDICADA	MARZO-2012



CUADRO DE METRADOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT
01	TUBERIA PVC-UF DN 63mm NTP ISO 4422 C - 10	4003.80
02	TUBERIA PVC-UF DN 75mm NTP ISO 4422 C - 10	134.56
03	TUBERIA PVC-UF DN 90mm NTP ISO 4422 C - 10	1228.70
04	TUBERIA PVC-UF DN 110mm NTP ISO 4422 C - 10	805.28
05	VALVULA CIERRE HDF DN 63mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	10.00
06	VALVULA CIERRE HDF DN 75mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	6.00
07	VALVULA CIERRE HDF DN 110mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	5.00
08	TEE PVC UF DN 63mm x 63mm	13.00
09	TEE PVC UF DN 75mm x 63mm	2.00
10	TEE PVC UF DN 90mm x 63mm	11.00
11	TEE PVC UF DN 90mm x 75mm	1.00
12	TEE PVC UF DN 90mm x 90mm	1.00
13	TEE PVC UF DN 110mm x 63mm	10.00
14	TEE PVC UF DN 110mm x 90mm	1.00
15	CRUZ PVC UF DN 63mm x 63mm	4.00
16	CRUZ PVC UF DN 90mm x 63mm	2.00
17	CRUZ PVC UF DN 110mm x 63mm	2.00
18	CRUZ PVC UF DN 110mm x 110mm	2.00
19	CODO PVC UF DN 63mm x 22.5°	39.00
20	CODO PVC UF DN 63mm x 45°	14.00
21	CODO PVC UF DN 63mm x 90°	9.00
22	CODO PVC UF DN 75mm x 22.5°	1.00
23	CODO PVC UF DN 90mm x 45°	5.00
24	CODO PVC UF DN 90mm x 22.5°	10.00
25	CODO PVC UF DN 110mm x 22.5°	5.00
26	CODO PVC UF DN 110mm x 45°	4.00
27	REDUCCION PVC UF DN 90mm a 63mm	1.00
28	REDUCCION PVC UF DN 90mm a 75mm	1.00
29	REDUCCION PVC UF DN 110mm a 63mm	2.00
30	REDUCCION PVC UF DN 110mm a 90mm	2.00
31	TAPON PVC UF DN 63mm	3.00
32	TAPON PVC UF DN 75mm	1.00
33	TAPON PVC UF DN 90mm	4.00
34	TAPON PVC UF DN 110mm	2.00
35	VALVULA DE PURGA DN 75mm P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	1.00

### LEYENDA

RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO 110mm	---
RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO 90mm	---
RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO 75mm	---
RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO 63mm	---
CRUZ PVC UF	+
TAPON PVC UF (hembra)	⊖
TEE PVC-UF	⊥
REDUCCION PVC UF	△
VALVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA HDF	⊗
CODO PVC-UF 22.5°	⋈
CODO PVC-UF 45°	⋈
CODO PVC-UF 90°	⋈
RESERVORIO APOYADO PROYECTADO	○

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**CURSO DE TITULACION 2011-II**

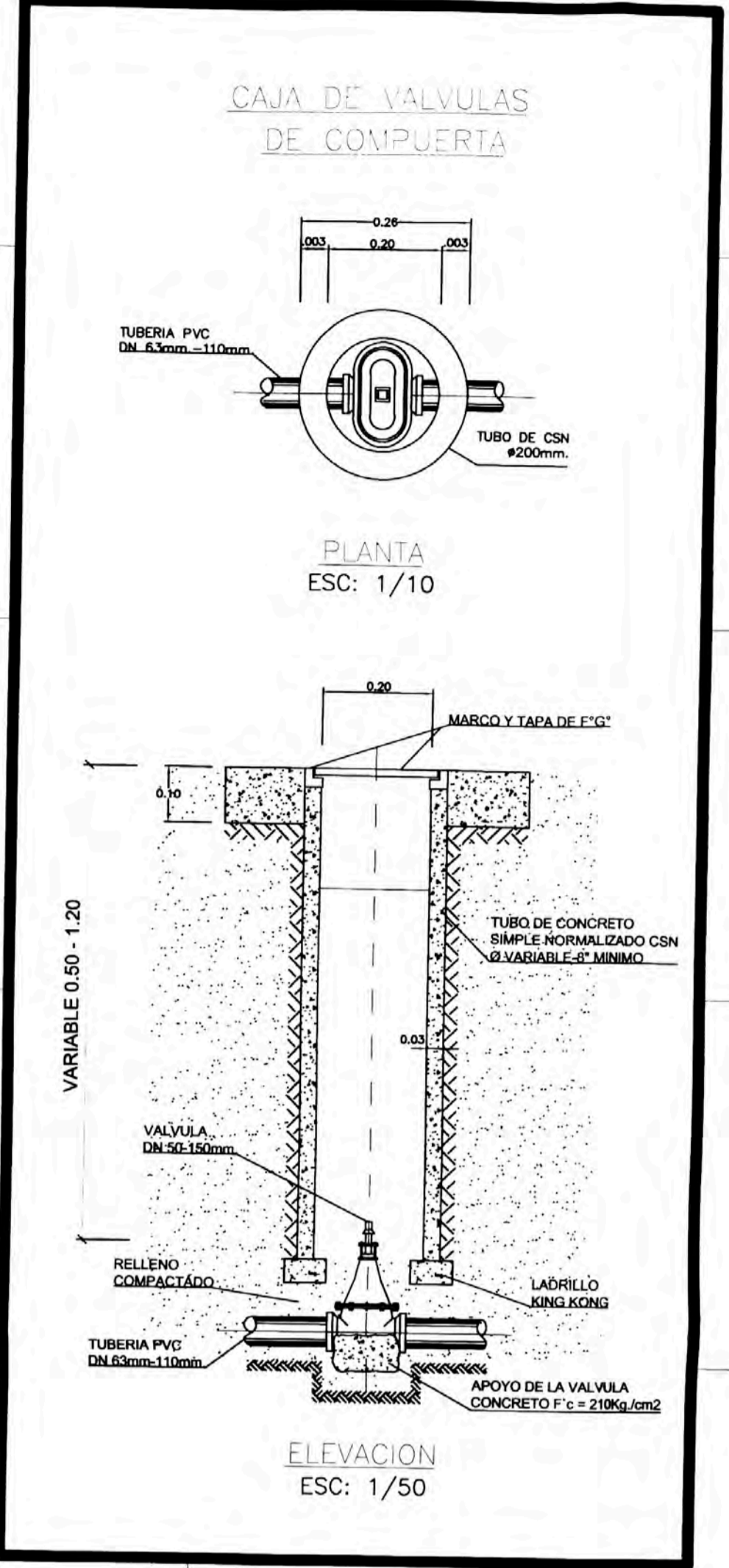
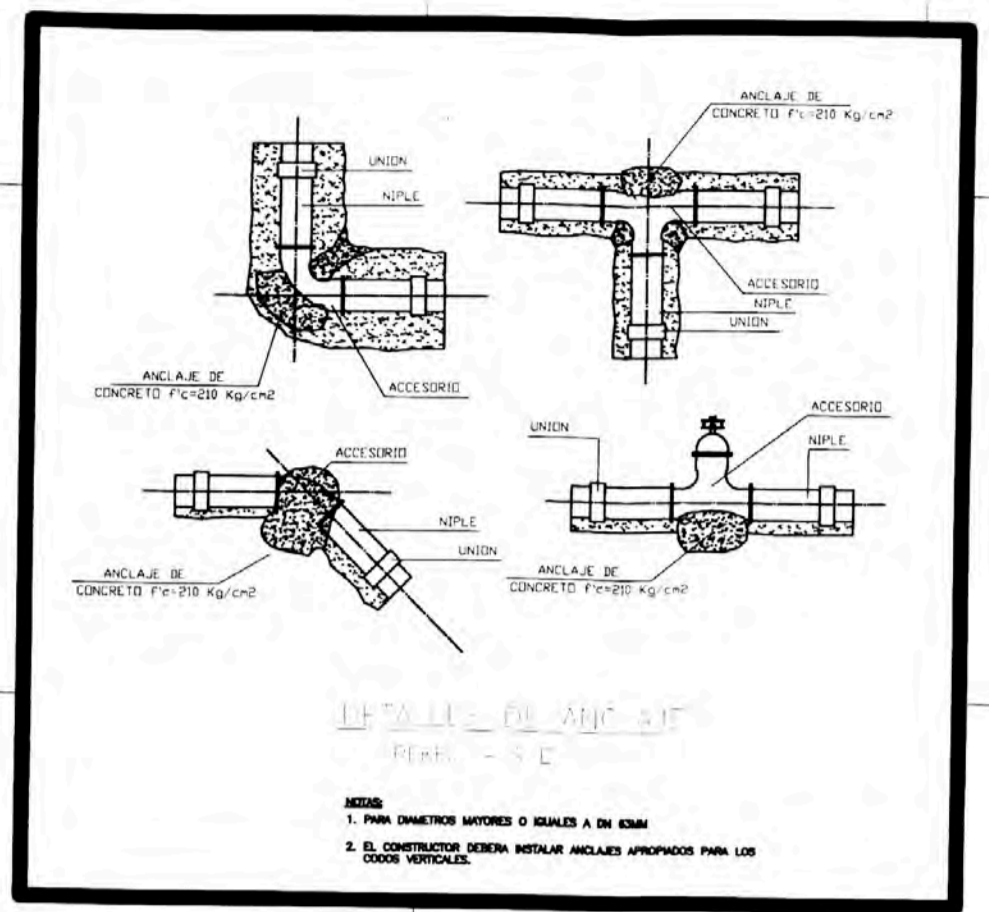
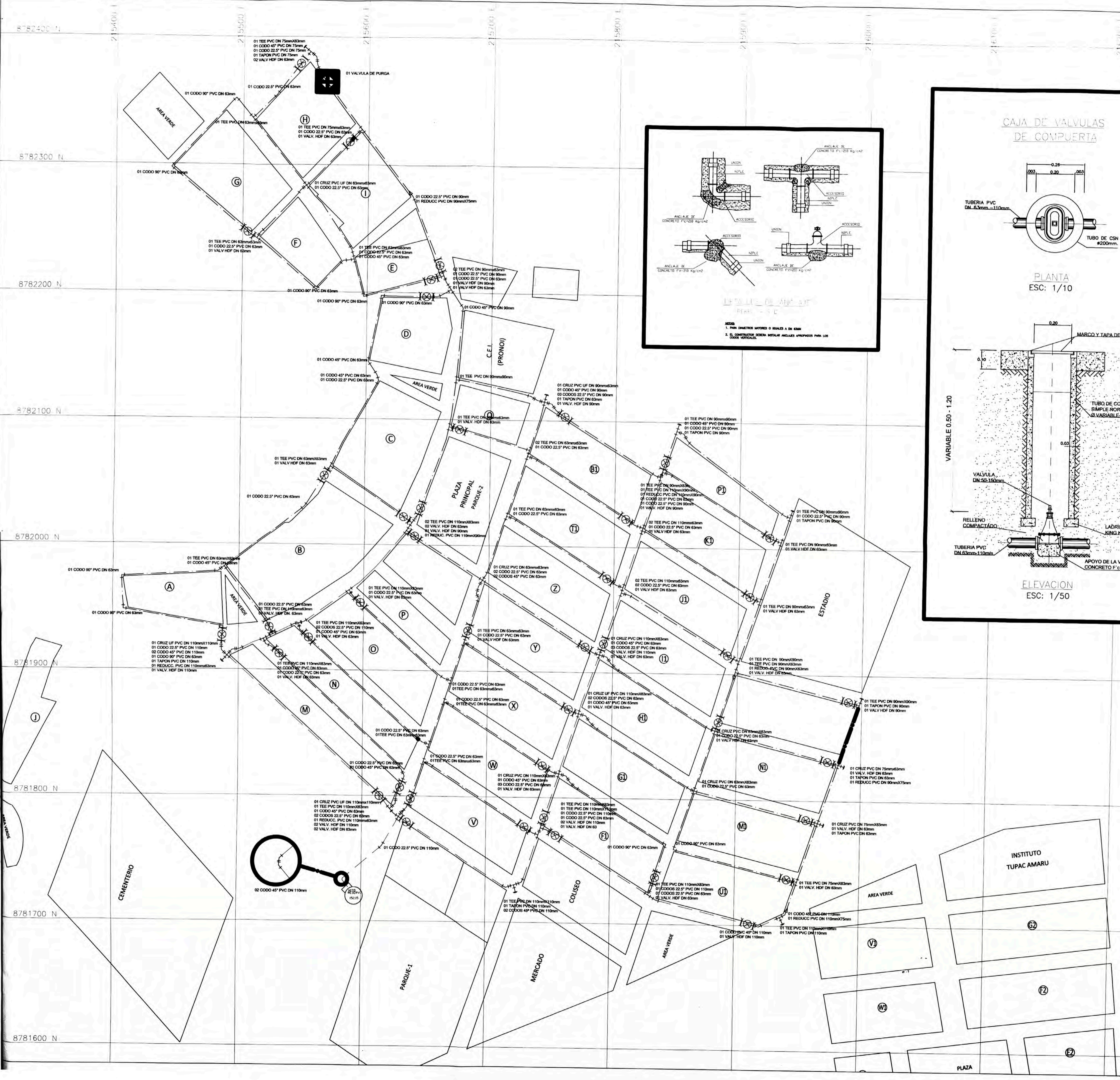
PROYECTO TITULAR: PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

ESTUDIOS BASICOS CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL AA.HH. TUPAC AMARU - VEGUETA-HUALA

PLANO: RED DE AGUA: RED GENERAL	PLANO Nº
ALUMNO: Doct. Manuel Inesal Laurencio Luna	ESCALA:
ASESOR: Ing. Javier Moreno Sotomayor	FECHA: MARZO-2012

4.2





CUADRO DE METRADOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT
01	TUBERIA PVC-UF DN 63mm NTP ISO 4422 C - 10	4092.72
02	TUBERIA PVC-UF DN 75mm NTP ISO 4422 C - 10	261.85
03	TUBERIA PVC-UF DN 90mm NTP ISO 4422 C - 10	900.98
04	TUBERIA PVC-UF DN 110mm NTP ISO 4422 C - 10	1123.66
05	VALVULA CIERRE HDF DN 63mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	10.00
06	VALVULA CIERRE HDF DN 75mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	6.00
07	VALVULA CIERRE HDF DN 110mm ISO 7259 P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	5.00
08	TEE PVC UF DN 63mm	12.00
09	TEE PVC UF DN 75mm x 63mm	3.00
10	TEE PVC UF DN 90mm x 63mm	6.00
11	TEE PVC UF DN 90mm x 90mm	4.00
12	TEE PVC UF DN 110mm x 63mm	13.00
13	TEE PVC UF DN 110mm x 110mm	3.00
14	CRUZ PVC UF DN 63mm x 63mm	4.00
15	CRUZ PVC UF DN 90mm x 63mm	1.00
16	CRUZ PVC UF DN 110mm x 63mm	3.00
17	CRUZ PVC UF DN 110mm x 110mm	2.00
18	CODO PVC UF DN 63mm x 22.5°	32.00
19	CODO PVC UF DN 63mm x 45°	11.00
20	CODO PVC UF DN 63mm x 90°	10.00
21	CODO PVC UF DN 75mm x 22.5°	1.00
22	CODO PVC UF DN 75mm x 45°	1.00
23	CODO PVC UF DN 90mm x 45°	3.00
24	CODO PVC UF DN 90mm x 22.5°	7.00
25	CODO PVC UF DN 110mm x 22.5°	6.00
26	CODO PVC UF DN 110mm x 45°	8.00
27	REDUCCION PVC UF DN 90mm a 63mm	1.00
28	REDUCCION PVC UF DN 90mm a 75mm	2.00
29	REDUCCION PVC UF DN 110mm a 63mm	2.00
30	REDUCCION PVC UF DN 110mm a 75mm	1.00
31	REDUCCION PVC UF DN 110mm a 90mm	2.00
32	TAPON PVC UF DN 63mm	2.00
33	TAPON PVC UF DN 75mm	1.00
34	TAPON PVC UF DN 90mm	3.00
35	TAPON PVC UF DN 110mm	3.00
36	VALVULA DE PURGA DN 75mm P/TUB PVC UF NTP ISO 4422	1.00

LEYENDA	
RED DE AGUA POTABLE PROYECTADO	
CRUZ PVC UF	
TAPON PVC UF (hembra)	
TEE PVC-UF	
REDUCCION PVC UF	
VALVULA DE CIERRE TIPO COMPUERTA HDF	
CODO PVC-UF 22.5°	
CODO PVC-UF 45°	
CODO PVC-UF 90°	
VALVULA DE PURGA	

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

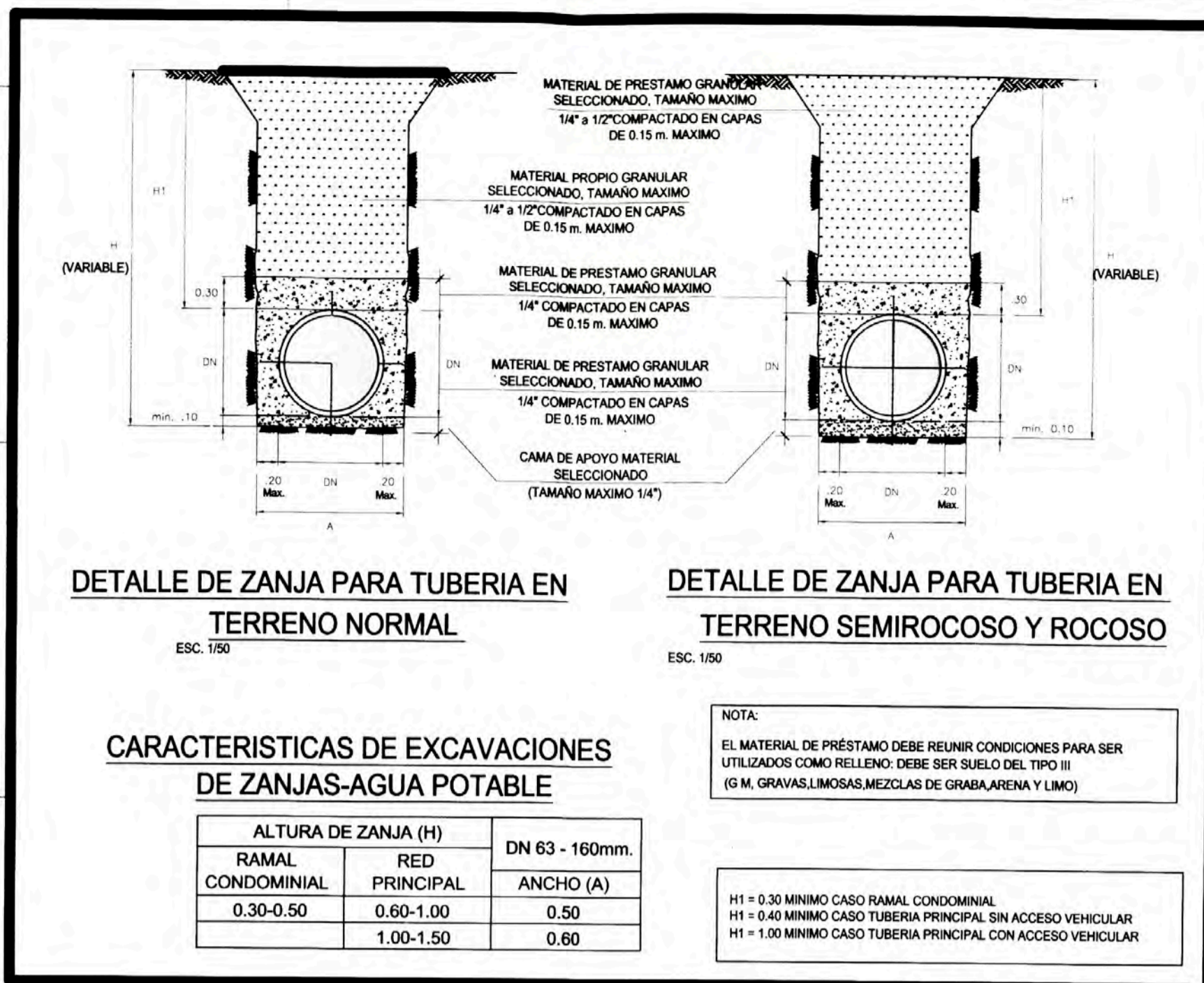
**CURSO DE TITULACION 2011-II**

PROYECTO TALLER: **PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)**

ESTUDIOS BASICOS CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL AA.HH. TUPAC AMARU - VEGUETA-HUALAURA

PLANO:	<b>RED DE AGUA GENERAL: ACCESORIOS</b>		PLANO N°
ALUMNO:	Bach. Manuel Ismael Laurendo Luna	ESCALA:	INDICADA
ASESOR:	Ing. Javier Moreno Sotomayor	FECHA:	MARZO-2012

4.3



**DETALLE DE ZANJA PARA TUBERIA EN TERRENO NORMAL**  
ESC. 1/50

**DETALLE DE ZANJA PARA TUBERIA EN TERRENO SEMIROCOSO Y ROCOSO**  
ESC. 1/50

**CARACTERISTICAS DE EXCAVACIONES DE ZANJAS-AGUA POTABLE**

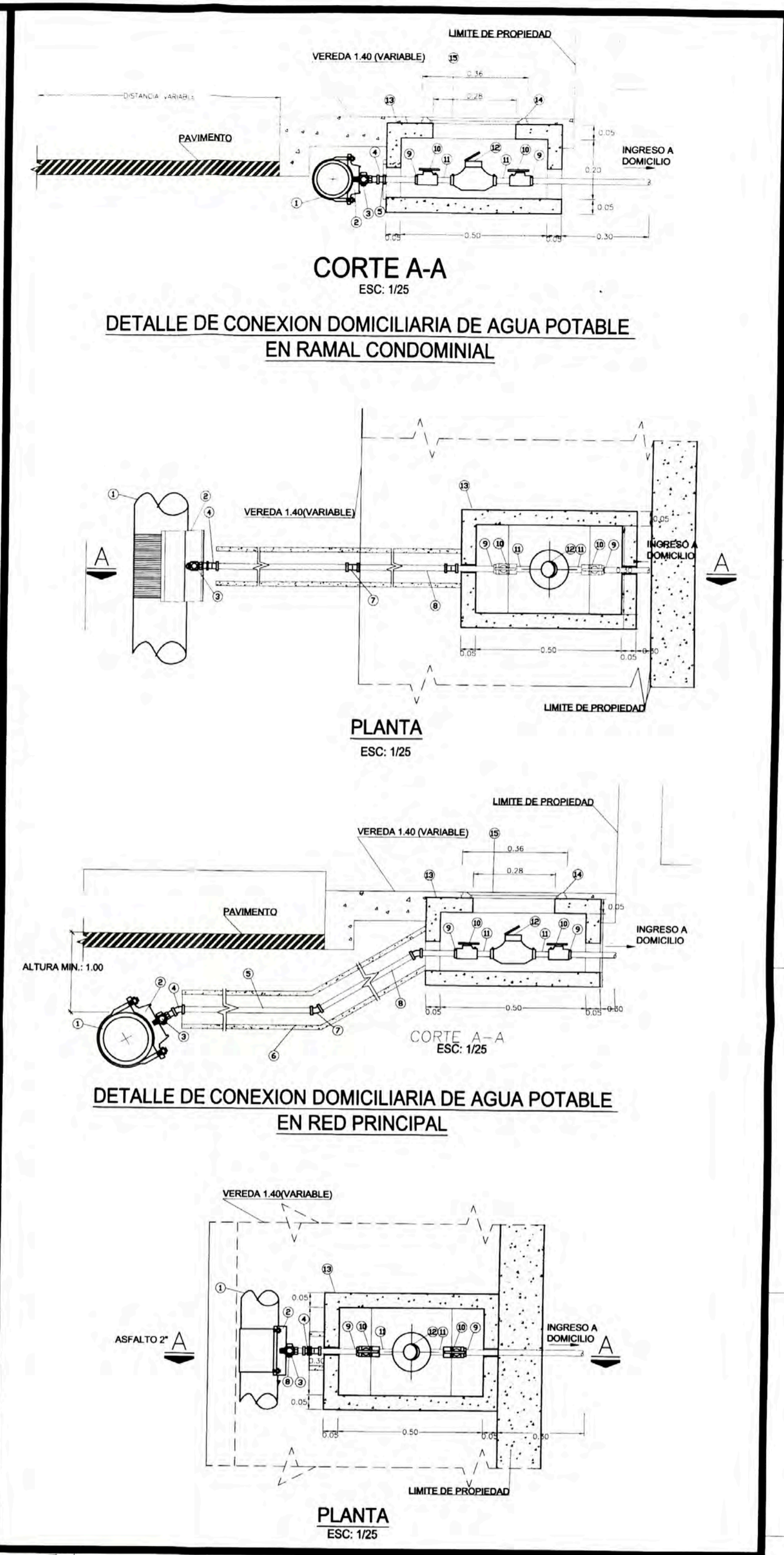
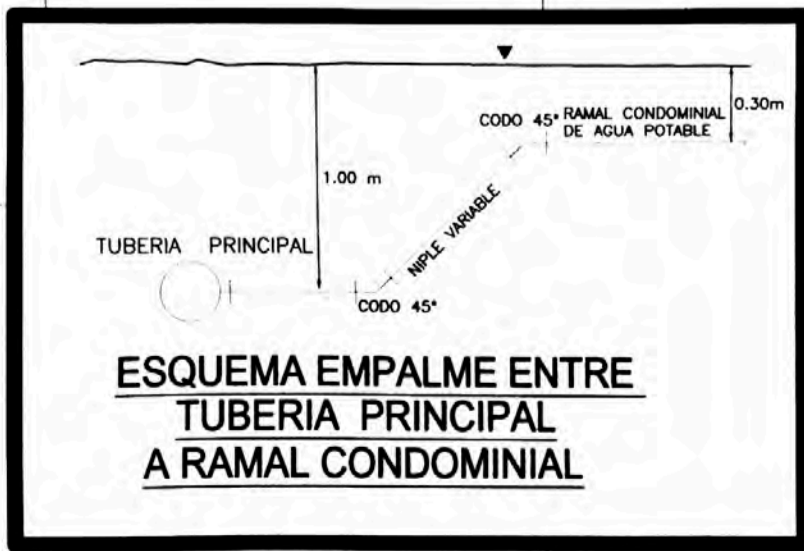
ALTIMETRIA DE ZANJA (H)	RED PRINCIPAL	DN 63 - 160mm.
RAMAL CONDOMINIAL	0.60-1.00	ANCHO (A)
0.30-0.50	1.00-1.50	0.50
		0.60

NOTA:  
EL MATERIAL DE PRESTAMO DEBE REUNIR CONDICIONES PARA SER UTILIZADOS COMO RELENO. DEBE SER SUELO DEL TIPO III (G.M. GRAVAS, LIMOSAS, MEZCLAS DE GRABA ARENA Y LIMO)

H1 = 0.30 MINIMO CASO RAMAL CONDOMINIAL  
H1 = 0.40 MINIMO CASO TUBERIA PRINCIPAL SIN ACCESO VEHICULAR  
H1 = 1.00 MINIMO CASO TUBERIA PRINCIPAL CON ACCESO VEHICULAR

**LEYENDA**  
**DETALLES DE CONEXIONES**

1	TUBERIA DE DISTRIBUCION (PVC)
2	ABRAZADERA DE PVC Ø 1/2" o 3/4" C-10
3	LLAVE CORPORATION CON TUERCA Y NIPLE CON PESTANA PVC
4	UNION O CURVA DE DOBLE UNION PRESION
5	TUBERIA DE PVC
6	TUBERIA DE FORRO PVC SAL DN 63mm
7	CODOS DE PVC
8	NIPLAS DE PVC (LONGITUD MINIMA 0.30 m.)
9	UNION PRESION ROSCA PVC
10	LLAVE DE PASO PVC C-10 150 Lbs.
11	NIPLA DE PVC CON TUERCA
12	MEDIDOR DE AGUA
13	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.60x0.40x0.25 m.
14	MARCO DE FIERRO GALVANIZADO 0.31x0.36
15	TAPA DE FIERRO GALVANIZADO 0.23x0.28 m.



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

**CURSO DE TITULACION 2011-II**

PROYECTO TALLER: PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

ESTUDIOS BASICOS CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL A.A.H.H. TUPAC AMARU - VEGUETA-HUAYRA

PLANO: RED DE AGUA: CONEXIONES DOMICILIARIAS

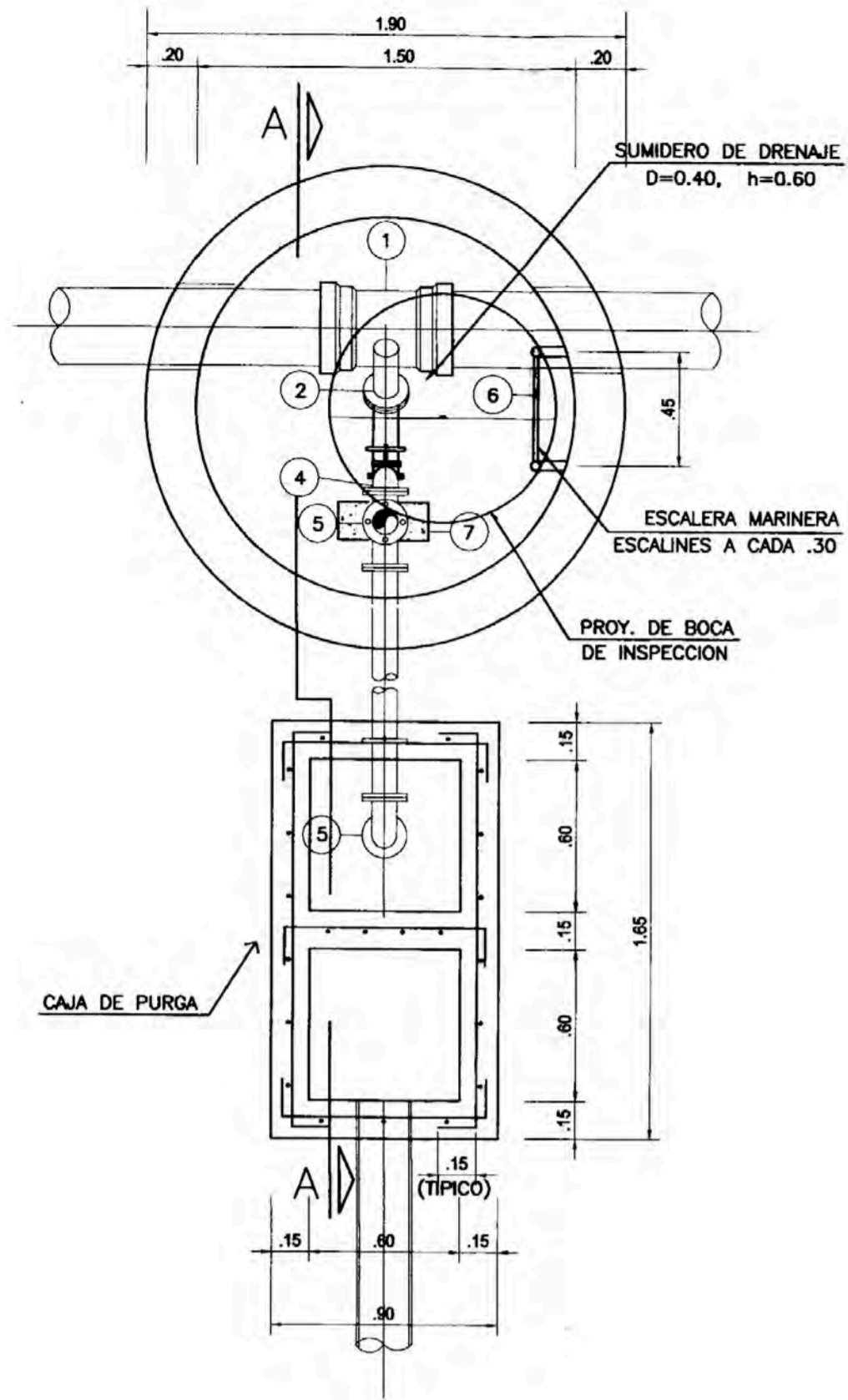
ALUMNO: Bach. Manuel Ismael Laurencio Luna

ABSOR: Ing. Javier Moreno Sotomayor

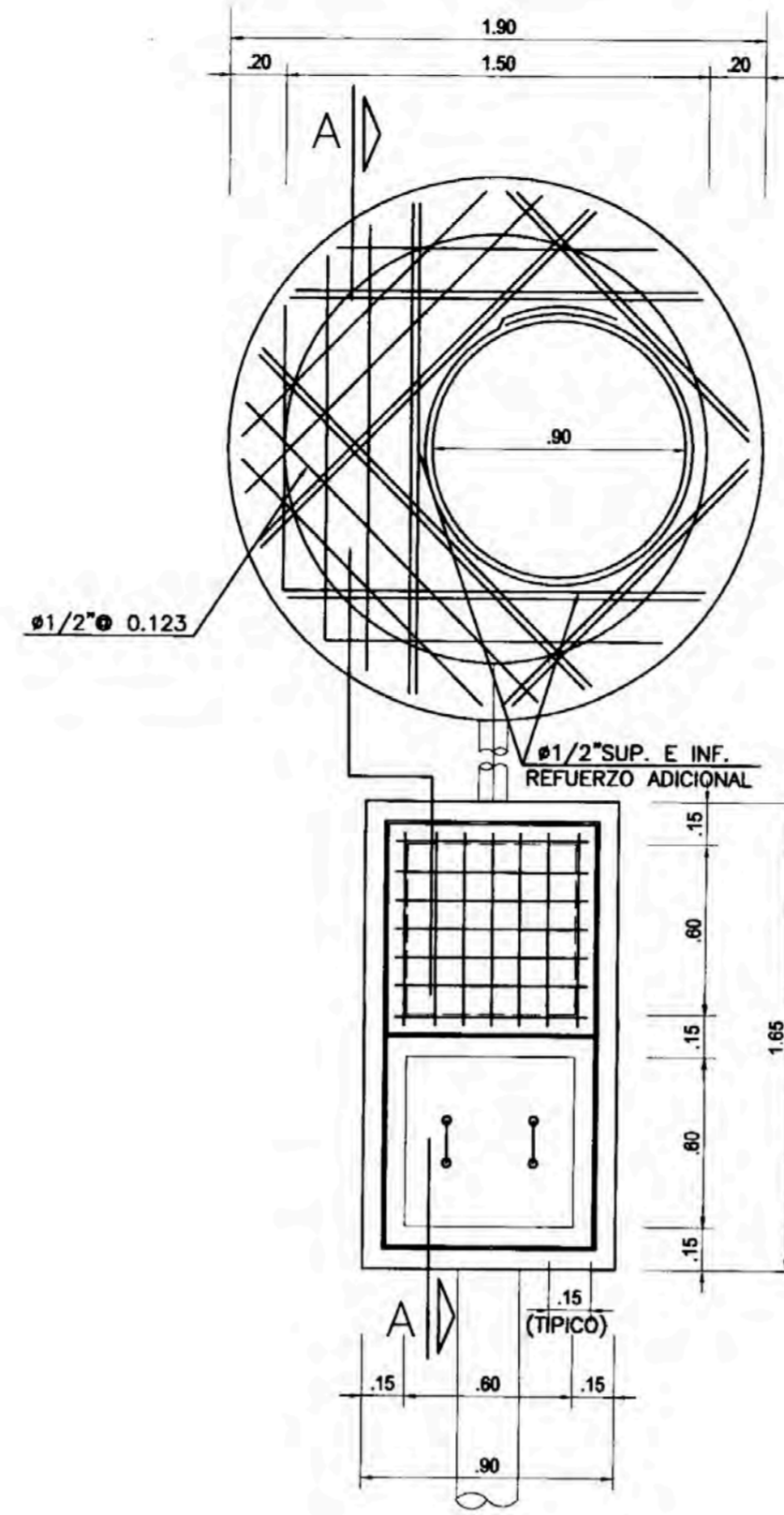
ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO-2012

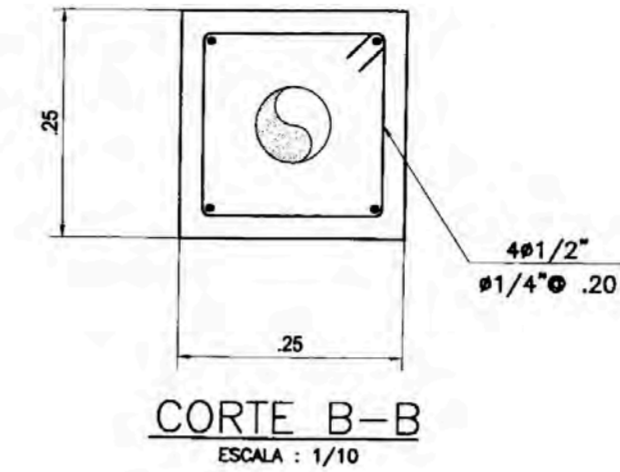
PLANO Nº: **4.4**



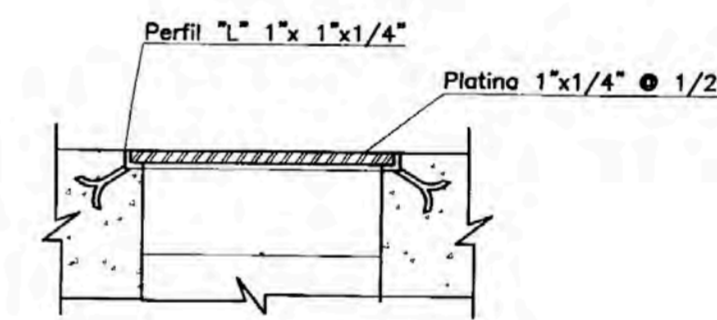
CAMARA (CIRCULAR) DE VALVULA DE PURGA EN LINEA 110mm-250mm  
ESCALA : 1/25



PLANTA TECHO CAMARA VALVULA DE PURGA  
ESCALA : 1/25



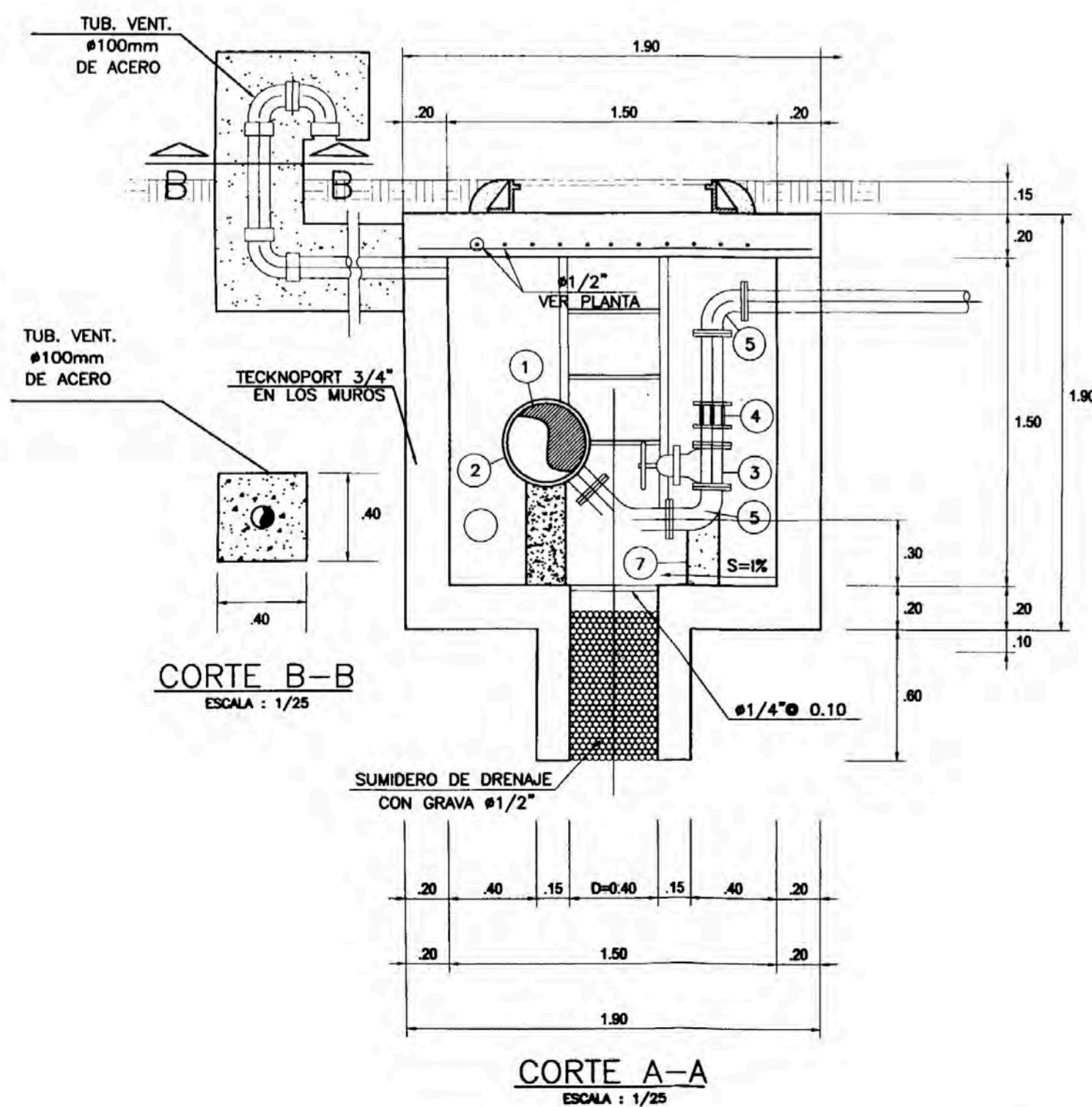
CORTE B-B  
ESCALA : 1/10



DETALLE DE REJILLA SUMIDERO  
CORTE A-A  
ESCALA : 1/12.5

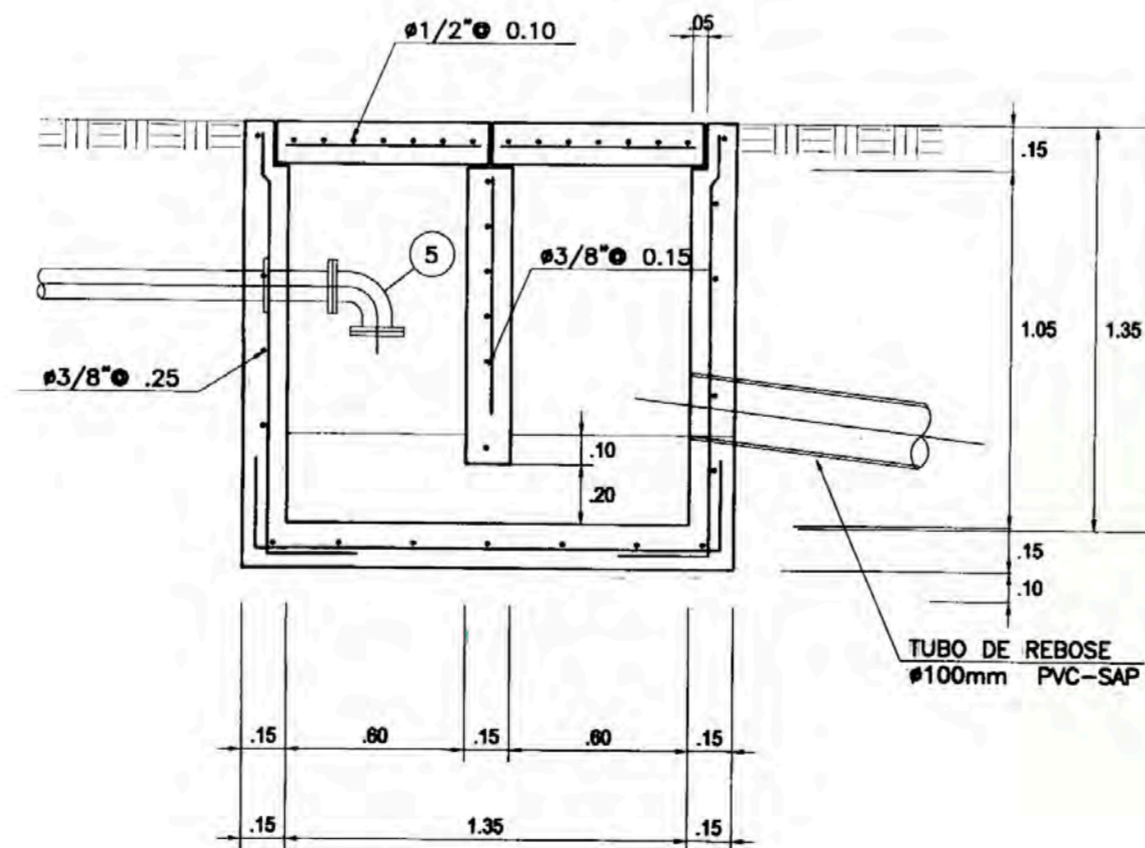
**ESPECIFICACIONES TECNICAS.-**

- CONCRETO.-**  
- EN GENERAL  $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$   
**ACERO DE REFUERZO.-**  
- BARRAS LISAS Y CORRUGADAS ASTM A615  $f'_y=4,200\text{Kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS.-**  
- MUROS 5.0 cm.  
- LOSA DE FONDO 4.0 cm.
- REVOQUES Y ENLUCIDOS.-**  
- LOS MUROS ACABARAN CON SUPERFICIE PLANA SIN TARRAJEAR  
- LAS LOSAS DE FONDO LLEVARAN ENLUCIDO CON MORTERO C:A= 1:2
- TAPAS DE SEGURIDAD.-**  
- DEBEN TENER CIERRE DE SEGURIDAD Y SISTEMA ANTIRROBO, SIN RIESGO DE BALANCEO, ASI COMO REVESTIMIENTO DE PINTURA HIDROSOLUBLE NEGRA, NO TOXICA Y NO INFLAMABLE. EL MARCO PUEDE SER OCTOGONAL O CUADRADO DE 850mm CON UNA ALTURA DE 100mm CON APERTURA LIBRE DE 600mm CON EL LOGO DE SEDAPAL.



CORTE B-B  
ESCALA : 1/25

CORTE A-A  
ESCALA : 1/25



CAJA DE PURGA  
ESCALA : 1/25

**DIMENSIONES TAPA DE BUZON**

MODELO	DIMENSIONES			
	MODELO	#C	#D	H
MARCO CIRCULAR Bred. B	#850	650	600	100
MARCO CIRCULAR Bred. C	□100	650	600	100

**LEYENDA:**

- ① TEE DE HFD CON DOS ENCHUFES Y DERIVACION DE BRIDA #110mm x 50 mm
- ② CODO #50mmx45' DE HFD C/DOS BRIDAS PN 16
- ③ VALVULA DE COMPUERTA #50mm DE ASIENTO ELASTOF
- ④ UNION FLEXIBLE TIPO DRESSER #50mm
- ⑤ CODO #50mmx90' F. GALV. BRIDADO
- ⑥ ESCALERA MARINERA F'G #1" Y PASOS DE 3/4" CADA 0.30m.
- ⑦ APOYO DE CONCRETO  $f'_c= 140\text{kg/cm}^2$

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	CURSO DE TITULACION 2011-II		
	PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL CON APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) ESTUDIOS BASICOS CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL AA.11: TUPAC AMARU - VEGUETA-HUAYRA		
PLANO:	RED DE AGUA GENERAL: VALVULA DE PURGA		
ALUMNO:	Bach. Manuel Ismael Laurencio Luna	ESCALA:	FECHA:
ASESOR:	Ing. Javier Moreno Sotomeyor	INDICADA:	MARZO-2012
			4.5