

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



**EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y
CONDORAY – LUNAHUANA CAPTACION - CONDUCCION
ESTUDIOS BÁSICOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOEL BEIZAGA SALVATIERRA

Lima- Perú

2010

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos que siempre me han apoyado.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	5
LISTA DE CUADROS	6
LISTA DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1 Topografía	10
1.1.1 Poligonales	10
1.1.2 Cálculo y Compensación de Poligonales	11
1.1.3 Triangulación	14
1.2 Mecánica de Suelos	16
1.2.1 Toma de Muestra	16
1.2.2 Principales Tipos de Suelos	22
1.2.3 Sistemas de Clasificación de Suelos	26
1.3 Estudio de la Calidad de Agua	35
1.3.1 Clasificación de Uso del Agua	35
1.3.2 Parámetros de Calidad del Agua	36
CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES	
2.1 Información General	44
2.1.1 Ubicación del Área de Estudio	44
2.1.2 Área y Altitud	44
2.1.3 Accesibilidad	46
2.1.4 Aspecto Climatológico	47
2.2 Población	48
2.3 Actividades Económicas	49
CAPÍTULO III: TOPOGRAFÍA	
3.1 Generalidades	51
3.1.1 Objetivos	51
3.1.2 Metodología	51

3.1.3	Análisis de información existente	51
3.2	Trabajo de Campo y Toma de datos	53
3.3	Procesamiento y Análisis de Información	54
3.4	Incidencia de la topografía en el trazo de la red de conducción	55

CAPITULO IV: MECÁNICA DE SUELOS

4.1	Generalidades	56
4.1.1	Objetivos	56
4.1.2	Metodología	56
4.2	Geología y Geomorfología Regional	56
4.2.1	Geomorfología Regional	56
4.2.2	Estratigrafía Regional	57
4.2.3	Marco Estructural	57
4.3	Trabajos de Campo	61
4.3.1	Excavación de Calicatas	61
4.3.2	Toma de muestras	61
4.4	Ensayos de laboratorio	65
4.4.1	Análisis Granulométrico	65
4.4.2	Análisis Químico de la Muestra de Suelo	68
4.5	Sismicidad del Área de Estudio	67
4.6	Perfil Estratigráfico	67

CAPITULO V: CALIDAD DEL AGUA

5.1	Generalidades	70
5.1.1	Objetivos	70
5.1.2	Metodología	70
5.2	Fase de campo	71
5.2.1	Toma de Muestra para el Análisis Físico y Químico	71
5.2.2	Toma de Muestra para el Análisis Bacteriológico	71
5.3	Ensayos de Laboratorio	73

CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	77

RESUMEN

En el presente informe se muestran los estudios básicos desarrollados para la elaboración del Expediente Técnico Mejoramiento del Sistema de agua potable de los anexos Uchupampa y Condoray – Lunahuaná Captación- Conducción.

Los estudios básicos se desarrollaron de acuerdo a lo establecido en la Norma OS.010 y OS.020 de Obras de Saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en la norma E-030 y E-050 del mencionado reglamento.

Los Estudios Básicos desarrollados para la elaboración del expediente técnico son los siguientes: levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos y estudio de la calidad del agua.

En el presente informe se muestra la teoría necesaria para la realización de los estudios así como los resultados obtenidos.

Se presenta en los anexos los planos del proyecto y los resultados de los ensayos realizados.

LISTA DE CUADROS	Pág.
Cuadro 1.1: Criterios para la Clasificación de las Triangulaciones	16
Cuadro 1.2: Cantidad de Muestra según tipo de Ensayo	22
Cuadro 1.3: Sistema de Clasificación AASHTO	28
Cuadro 1.4: Sistema de Clasificación SUCS (a)	33
Cuadro 1.5: Sistema de Clasificación SUCS (b)	33
Cuadro 1.6: Sistema de Clasificación SUCS (c)	34
Cuadro 1.7: Sistema de Clasificación SUCS (d)	34
Cuadro 1.8: Parámetros Físicos y Químicos	37
Cuadro 1.9: Parámetros de Presencia de Elementos Inorgánicos	38
Cuadro 1.10: Parámetros de Presencia de Hidrocarburos Volátiles y Semivolátiles	39
Cuadro 1.11: Parámetros Microbiológicos (a)	40
Cuadro 1.12: Parámetros Microbiológicos (b)	41
Cuadro 2.1: Red de Estaciones en la Cuenca del río Cañete	47
Cuadro 2.2: Población Urbana y Rural del distrito de Lunahuaná	48
Cuadro 2.3: Población por Sexo del Distrito de Lunahuaná	48
Cuadro 2.4: Evolución de la Población del Distrito de Lunahuaná	49
Cuadro 4.1: Formaciones Geológicas – Cuenca del río Cañete	58
Cuadro 4.2: Resumen de los Ensayos Estándar de Clasificación de Suelos	65
Cuadro 4.3: Límites Permisibles	66
Cuadro 4.4: Resultado de Análisis en Calicata C-01	66
Cuadro 5.1: Resultados de Análisis Físico Químico	73
Cuadro 5.2: Resultados de Análisis Bacteriológico	73

LISTA DE FIGURAS	Pág.
Figura 1.1: Tipos de Poligonales	11
Figura 1.2: Ley de Propagación de Acimutes	14
Figura 1.3: Tipos de Triangulaciones	16
Figura 1.4: Simbología de Suelos	19
Figura 1.5: Carta de Plasticidad	31
Figura 2.1: Distritos de la Provincia de Cañete	45
Figura 2.2: Ubicación de los anexos en el Distrito de Lunahuaná	45
Figura 2.3: Plano de ruta de acceso al Distrito de Lunahuaná	46
Figura 3.1: Vista General del Distrito	52
Figura 3.2: Vista General del Distrito	52
Figura 3.3: Toma de datos con Estación Total	53
Figura 3.4: Toma de datos con Estación Total en terrenos del Reservorio Proyectado	54
Figura 4.1: Carta Geológica Nacional	60
Figura 4.2: Ubicación de Calicatas	61
Figura 4.3: Excavación de Calicata C-1	63
Figura 4.4: Calicata C- 1	63
Figura 4.5: Excavación de Calicata C-2	64
Figura 4.6: Calicata C- 2	64
Figura 4.7: Perfil Estratigráfico C-1	68
Figura 4.8: Perfil Estratigráfico C-2	69
Figura 5.1: Ubicación de Toma de Muestra del Manante	70
Figura 5.2: Toma de Muestra de agua	72

INTRODUCCIÓN

El sistema de abastecimiento de Agua Potable de los anexos de Uchupampa y Condoray, pertenecientes al distrito de Lunahuaná, está conformado por la captación de las aguas subterráneas proveniente de galerías filtrantes ubicados en los anexos de Jacayita (distrito de Pacarán) y Catapalla (Distrito de Lunahuaná).

El agua captada de las galerías es reunida y clorificada en una caseta para luego ser trasladado mediante la línea de conducción de PVC hacia el reservorio de concreto armado apoyado existente de 60 m³ el cual abastece a las localidades en mención.

En sistema de agua potable tiene deficiencias de diseño, por no haberse considerado el crecimiento de la población, además de un inadecuado sistema de operación y mantenimiento por lo cual el servicio no se presta con la calidad, cantidad y frecuencia requerida. Cabe indicar que en estos últimos diez años la afluencia del turismo se ha ido incrementado, por lo cual se ha originado la inversión en negocios de hotelería, restaurantes y centros campestres.

Los Estudios Básicos presentados en el presente informe permiten el desarrollo del Expediente Técnico Mejoramiento del Sistema de agua potable de los anexos Uchupampa y Condoray - Lunahuaná. Los estudios desarrollados son los siguientes: Topografía, Mecánica de Suelos, Estudio de Calidad del Agua.

El presente proyecto consiste en el mejoramiento de la caseta de captación y de la línea de conducción. Se proyecta el cambio en el recorrido de la línea de conducción en los tramos que muestran deficiencias de diseño en una longitud acumulada de 1,795 m el cual comprende la instalación de 1,711 m. de Tuberías PVC de Ø=160 mm y de 84.0 m. de tubería Hierro Dúctil del mismo diámetro. Además, se contempla la construcción de cuatro (04) válvulas de aire y cuatro (04) válvulas de purga.

Asimismo se está proyectando la construcción de un nuevo reservorio de 300 m³ en una zona con mayor cota que la del reservorio existente y más cercano a la

captación que asegurará el oportuno y adecuado abastecimiento de agua a los anexos arriba mencionados para un periodo de diseño de quince (15) años. El diseño de este reservorio será desarrollado en otro Expediente Técnico que será ejecutado simultáneamente.

Se presenta a continuación el desarrollo de los capítulos del Informe de Suficiencia.

El Capítulo I, presenta el marco teórico utilizado para el desarrollo de los Estudios Básicos del Expediente técnico mencionado.

El Capítulo II, presenta el estado actual de la zona de estudio, datos de la población y actividades económicas desarrolladas, información necesaria para el desarrollo del Expediente Técnico.

El Capítulo III, presenta los criterios utilizados para el desarrollo del levantamiento topográfico desarrollado a lo largo de la línea de conducción.

El Capítulo IV, desarrolla el estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación. Se muestran los resultados de la información obtenida en campo y los ensayos de laboratorio.

El Capítulo V, presenta los resultados obtenidos del estudio de la calidad del agua, para verificar el potencial aprovechamiento del recurso hídrico para el abastecimiento de los anexos de Uchupampa y Condoray.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego del desarrollo de los estudios mencionados.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 TOPOGRAFÍA

1.1.1 Poligonales

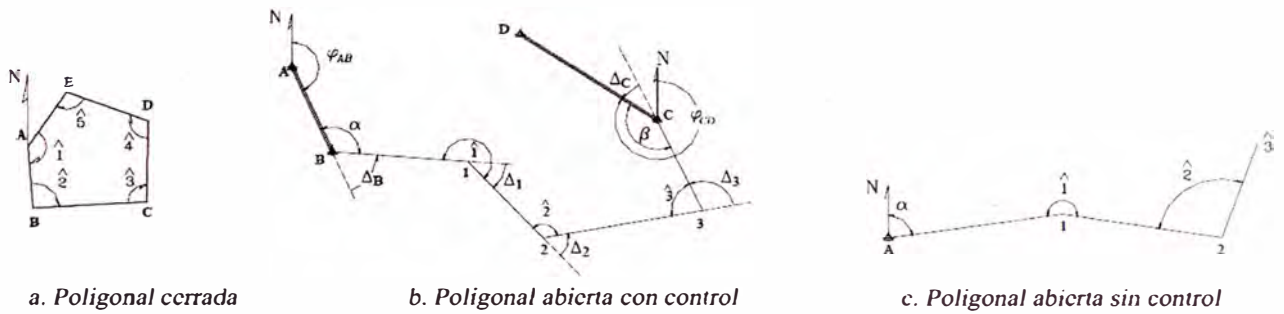
La poligonación es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras.

Una poligonal es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

En forma general, las poligonales pueden ser clasificadas en:

- Poligonales cerradas (figura 1.1.a), en las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionando por lo tanto control de cierre angular y lineal.
- Poligonales abiertas o de enlace con control de cierre (figura 1.1.b), en las que se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final, y la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.
- Poligonales abiertas sin control (figura 1.1.c), en las cuales no es posible establecer los controles de cierre, ya que no se conocen las coordenadas del punto inicial y/o final, o no se conoce la orientación de la alineación inicial y/o final.

Figura 1.1 Tipos de Poligonales



a. Poligonal cerrada

b. Poligonal abierta con control

c. Poligonal abierta sin control

Fuente: Topografía. Ing. Leonardo Casanova M.

1.1.2 Cálculo y Compensación de Poligonales

La solución de una poligonal consiste en el cálculo de las coordenadas rectangulares de cada uno de los vértices o estaciones.

En poligonales cerradas y en poligonales abiertas de enlace con control, se realizan las siguientes operaciones:

- Cálculo y compensación del error de cierre angular.
- Cálculo de azimuts o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de los azimuts).
- Cálculo de las proyecciones de los lados.
- Cálculo del error de cierre lineal.
- Compensación del error lineal.
- Cálculo de las coordenadas de los vértices.

En poligonales abiertas sin control, solamente se realizan los pasos b, c y f ya que no existe control angular ni lineal.

Cálculo y compensación del error de cierre angular

En una poligonal cerrada se debe cumplir que la suma de los ángulos internos debe ser

$$\Sigma \angle \text{int} = (n - 2)180^\circ$$

En donde:

n = número de lados

La medición de los ángulos de una poligonal estará afectada por los inevitables errores instrumentales y operacionales, por lo que el error angular vendrá dado por la diferencia entre el valor medido y el valor teórico.

$$Ea = \sum \angle \text{int} - (n - 2)180$$

Se debe verificar que el error angular sea menor que la tolerancia angular, generalmente especificada por las normas y términos de referencia dependiendo del trabajo a realizar y la apreciación del instrumento a utilizar, recomendándose los siguientes valores.

Poligonales principales $Ta = a \sqrt{n}$

Poligonales secundarias $Ta = a \sqrt{n} + a$

en donde

Ta = tolerancia angular

a = apreciación del instrumento.

Si el error angular es mayor que la tolerancia permitida, se debe proceder a medir de nuevo los ángulos de la poligonal.

Si el error angular es menor que la tolerancia angular, se procede a la corrección de los ángulos, repartiendo por igual el error entre todos los ángulos, asumiendo que el error es independiente de la magnitud del ángulo medido.

$$Ca = - Ea / n$$

En poligonales abiertas con control, el error angular viene dado por la diferencia entre el azimut final, calculado a partir del azimut inicial conocido y de los ángulos medidos en los vértices (ver ley de propagación de los azimuts), y el azimut final conocido.

$$Ea = \phi_{fc} - \phi_f$$

Donde

Ea= Error angular

ϕ_{fc} = azimut final calculado

ϕ_f = azimut final conocido

Al igual que en poligonales cerradas, se compara el error con la tolerancia angular. De verificarse la condición, se procede a la corrección angular, repartiendo el error en partes iguales entre los ángulos medidos.

La corrección también se puede efectuar sobre los azimuts, aplicando una corrección acumulativa, (múltiplo de la corrección angular), a partir del primer ángulo medido. En otras palabras, el primer azimut se corrige con Ca, el segundo con 2Ca y así sucesivamente, hasta el último azimut que se corrige con nCa.

Ley de propagación de los azimuts

Los azimuts de los lados de una poligonal se pueden calcular a partir de un azimut conocido y de los ángulos medidos, aplicando la ley de propagación de los azimuts, la cual se puede deducir de la figura 1.1.b.

Suponiendo que en la figura 1.1.b, se tienen como datos el azimut ϕ_{AB} y los ángulos en los vértices y se desea calcular los azimuts de las alineaciones restantes, para lo cual se procedera de la siguiente manera:

El azimut ϕ_{B1} será

$$\phi_{B1} = \phi_{AB} - \Delta_B \quad \text{siendo} \quad \Delta_B = 180 - \alpha$$

luego

$$\phi_{B1} = \phi_{AB} + \alpha - 180^\circ$$

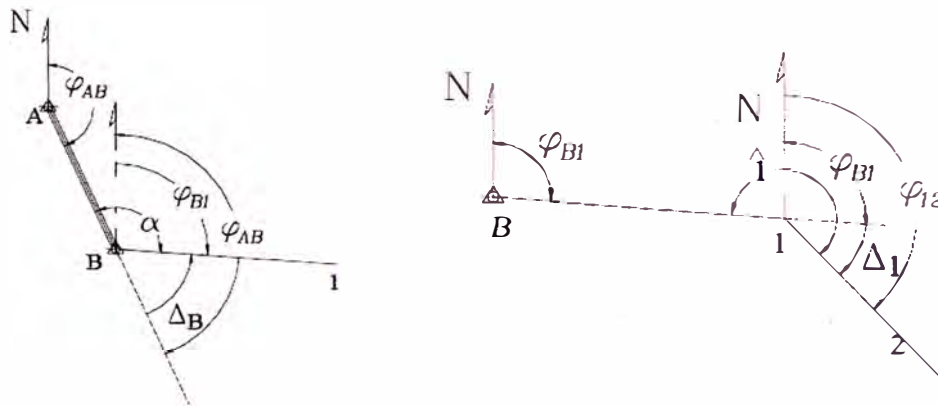
El azimut ϕ_{12} será

$$\phi_{12} = \phi_{B1} + \Delta_1 \quad \text{siendo} \quad \Delta_1 = \angle_1 - 180^\circ$$

luego

$$\phi_{12} = \phi_{B1} + \angle_1 - 180^\circ$$

Figura 1.2 Ley de Propagación de Azimuts



Fuente: Topografía. Ing. Leonardo Casanova M.

Si aplicamos el mismo procedimiento sobre cada uno de los vértices restantes, podremos generalizar el cálculo de los azimuts según la siguiente ecuación:

$$\phi_i = \phi_{i-1} + \angle \text{vértice} \pm 180^\circ$$

en donde:

ϕ_i = azimut del lado

ϕ_{i-1} = azimut anterior

Los criterios para la utilización de la ecuación $\phi_i = \phi_{i-1} + \angle \text{vértice} \pm 180^\circ$ son los siguientes:

Si $(\phi_{i-1} + \angle \text{vértice}) < 180^\circ \Rightarrow$ se suma 180°

Si $(\phi_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 180^\circ \Rightarrow$ se resta 180°

Si $(\phi_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 540^\circ \Rightarrow$ se resta 540° ya que ningún azimut puede ser mayor de 360°

1.1.3 Triangulación

Hasta la introducción de los distanciómetros electrónicos, con lo que se hizo posible la medición de distancias en forma rápida y precisa, la triangulación constituía uno de los métodos más importantes para el control de levantamientos de grandes áreas con vegetación abundante o de topografía muy accidentada;

en el apoyo terrestre para levantamientos fotogramétricos; y en el control para el replanteo de obras tales como puentes, túneles, etc.

El uso de los distanciómetros electrónicos ha incrementado de tal forma la precisión obtenida en poligonales, que actualmente las poligonales están siendo usadas en el establecimiento y densificación de redes de control.

Por ser la triangulación un procedimiento útil en el control de replanteo de obras, ya que proporciona métodos efectivos en el control de la precisión obtenida en los levantamientos topográficos, se presenta los métodos de triangulación más empleados en la ingeniería civil.

La triangulación consiste en formar figuras triangulares en las cuales es necesario medir, con precisión, todos los ángulos de una red de triángulos y dos de sus lados. Luego, a partir de estas mediciones aplicando el teorema del seno, se pueden calcular los demás lados, comprobando la precisión obtenida por comparación del último lado calculado con el valor medido en campo.

Una red de triangulación está formada por una serie de triángulos consecutivos unidos entre sí por un lado común, como se muestra en la figura 1.3.

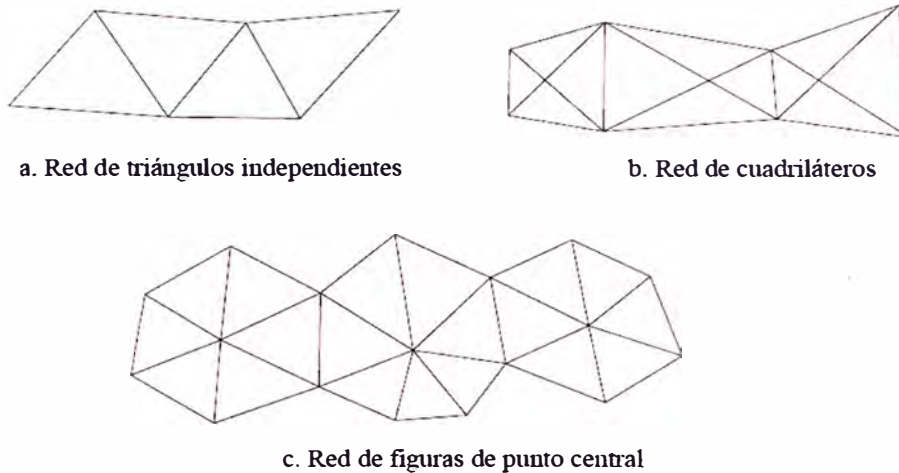
De acuerdo con la forma de las redes, las triangulaciones se puede clasificar en:

- Red de triángulos independientes (figura 1.3.a).
- Red de cuadriláteros (figura 1.3.b).
- Red de figuras de punto central (figura 1.3.c).

De acuerdo a la precisión requerida en los trabajos de triangulación, la U.S. COAST and Geodetic Survey¹ ha clasificado las triangulaciones en triangulaciones de primero, segundo o tercer orden, de acuerdo a los criterios de clasificación de la tabla 1.1.

Para los trabajos normales de ingeniería, se utiliza normalmente la red de triángulos independientes, siendo suficiente cumplir con los criterios para las triangulaciones de 3er orden.

Figura 1.3 Tipos de Triangulaciones



Fuente: Topografía. Ing. Leonardo Casanova M.

Cuadro 1.1: Criterios para la clasificación de las triangulaciones

Tipo de error	Requisitos mínimos a cumplir		
	1er orden	2do orden	3er orden
Error lineal Discrepancia entre la longitud calculada y la medida de una base	1:25000	1:10000	1:5000
Error angular en triángulos Promedio Máximo por figura	1" 3"	3" 5"	5" 10"
Precisión Error probable en la medición de la base	1:1000000	1:500000	1:250000

Fuente: Topografía. Ing. Leonardo Casanova M.

1.2 MECANICA DE SUELOS

1.2.1 Toma de Muestra

Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno. Un muestreo adecuado y representativo es de primordial importancia, pues tiene el mismo valor que el de los ensayo en sí. A menos que la muestra obtenida sea verdaderamente representativa de los materiales que se pretende usar, cualquier análisis de la muestra solo será aplicable a la propia muestra y no al material del cual procede.

Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas. Se dice que una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede, e inalterada en caso contrario.

El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten. No existe un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

Generalmente, en proyectos de obras de saneamiento se ejecutan calicatas distanciadas entre 500 a 1000 metros, aparte de los que deban ejecutarse en puntos singulares. Pueden realizarse calicatas más próximas si lo exige la topografía del área, naturaleza de la depositación o cuando los suelos se presentan en forma errática. Asimismo deben delimitarse las zonas en que se detecten suelos que se consideren inadecuados.

En todo caso, al programar una exploración se deben considerar las siguientes pautas generales:

- Ubicar puntos de prospección a distancias aproximadamente iguales, para luego densificar la exploración si se estima pertinente.
- Inspeccionar aquellas zonas en que se tienen cortes de importancia, ubicando los puntos de cambio de cortes a terraplén para conocer el material en el nivel de cimentación de la línea de conducción.
- Inspeccionar el subsuelo en aquellos puntos en que se ubican obras de arte y estructuras importantes.

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

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones.

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación pero es dada, generalmente, por el nivel freático.

La sección mínima recomendada es de 0,80 m por 1,00 m, a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes. El material excavado deberá depositarse en la superficie en forma ordenada separado de acuerdo a la profundidad y horizonte correspondiente. Debe desecharse todo el material contaminado con suelos de estratos diferentes. Se dejarán plataformas o escalones de 0,30 a 0,40m al cambio de estrato, reduciéndose la excavación. Esto permite una superficie para efectuar la determinación de la densidad del terreno. Se deberá dejar al menos una de las paredes lo menos remoldeada y contaminada posible, de modo que representen fielmente el perfil estratigráfico del pozo. En cada calicata se deberá realizar una descripción visual o registro de estratigrafía comprometida.
















La estratigrafía gráfica debe presentarse mediante la simbología que se muestra en la figura 1.4

El laboratorista deberá registrar claramente el espesor de cada estrato y efectuar una descripción del mismo mediante identificación visual basado en la pauta que se indica.

Los suelos es posible agruparlos en tres grupos primarios, sin embargo, en la naturaleza se encuentran compuestos, pero es posible discernir el componente predominante y asimilar la muestra a ese grupo. La principal distinción se hace sobre la base del tamaño. Las partículas individuales visibles forman la fracción gruesa y las demasiado pequeñas para ser individualizadas componen la fracción fina. Los componentes orgánicos del suelo consisten en materia vegetal descompuesta o en proceso de descomposición, lo que le impone al suelo una

estructura fibrosa. Pueden ser identificados por sus colores oscuros y el olor distintivo.

Figura 1.4 Simbología de Suelos

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Fuente: Norma E-050 Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las propiedades físicas que deben observarse en las muestras in situ son:

Tamaño: Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 75 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 75 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas.

En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.

Color: Se debe indicar el color predominante.

Olor: Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.

Humedad: En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.

Estructura: Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.

Cementación: Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.

Densificación: La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas tomadas de acuerdo con el criterio indicado en el cuadro 1.2. Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrómetro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.

Clasificación: Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.

Nombre local: El uso de nombres típicos tales como caliche, pumicita, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

La descripción de suelos, en especial su clasificación, está basada en examen visual y ensayos manuales, y no debe contener refinamientos que sólo pueden determinarse con equipo de laboratorio, aunque éstos sean contradictorios. Ocasionalmente los suelos son descritos con tal cantidad de detalles que el cuadro presentado es más confuso que esclarecedor; sin embargo, es mejor errar por el lado del exceso de detalles, que pueden seleccionarse, que presentar descripciones incompletas.

En todo caso se estima recomendable utilizar como pauta las definiciones y recomendaciones contenidas en la norma ASTM D 2488, denominada "Descripción de suelos" (procedimiento Visual- Manual).

La cantidad de muestras necesarias para análisis básicos será la indicada en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 Cantidad de muestra según tipo de ensayo

ENSAYO	Peso de Muestra Kg	Observación
- Granulometría Dmáx. Menor que el tamiz 80 mm Dmáx. Menor que tamiz 25 mm Dmáx. Menor que tamiz 10 mm	32 10 4	
- Límites de Consistencia	0.15	Fracción menor que tamiz 0.5 mm
- Densidad de Partículas Sólidas Fracción mayor que tamiz 5 mm Fracción menor que tamiz 5 mm	4 8 20 0.03	Tamaño máximo = 40 mm Tamaño máximo = 50 mm Tamaño máximo = 80 mm
- Próctor Modificado	15 30	Métodos A y C Métodos B y D
- CBR	50	En suelo con tamaño max. < tamiz 20 mm

Fuente: www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio

1.2.2 Tipos de Suelos

De acuerdo con el origen de sus elementos, los suelos se dividen en dos amplios grupos; suelos cuyo origen se debe a la descomposición física o química de las rocas, o sea de los suelos inorgánicos, y los suelos cuyo origen es principalmente orgánico.

Si en los suelos inorgánicos el producto del intemperismo de las rocas permanece en el sitio donde se formó, da origen a un suelo residual; en caso contrario, forma un suelo transportado, cualquiera que haya sido el agente transportador (por gravedad: talud; por agua: aluviales o lacustres; por viento: eólicos; por glaciares: depósitos glaciares)

En cuanto a los suelos orgánicos, ellos se forman casi siempre in situ. Muchas veces la cantidad de materias orgánicas, ya sea en forma de humus o de materia

no descompuesta o en estado de descomposición, es tan alta con relación a la cantidad de suelos inorgánicos que las propiedades que pudiera derivar de la porción mineral quedan eliminadas. Esto es muy común en las zonas pantanosas en las cuales los restos de vegetación acuática llegan a formar verdaderos depósitos de gran espesor, conocidos con el nombre genérico de turbas. Se caracterizan por su color negro o café oscuro por su poco peso cuando están secos y su gran compresibilidad y porosidad. La turba es el primer paso de la conversión de la materia vegetal en carbón.

A continuación se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el profesional, para su identificación.

Gravas

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de 4,75 milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 4,75 mm.

La forma de las partículas de las gravas y su relativa frescura mineralógica dependen de la historia de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos.

Arenas

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 4,75 mm y 0.075 mm de diámetro (retenido por tamiz N 200).

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a

menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

Limos

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar.

Arcillas

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada y sus átomos están dispuestos en forma laminar. De hecho se puede decir que hay dos tipos clásicos de tales láminas: uno de ellos del tipo sílice y el otro del tipo aluminico.

El tipo sílice se encuentra formada por un átomo de sílice rodeado de cuatro átomos de oxígeno. La unión entre partículas se lleva a cabo mediante un mismo átomo de oxígeno. Algunas entidades consideran como arcillas a las partículas menores a 0.002 mm.

El tipo aluminico está formado por un átomo de aluminio rodeado de seis átomos de oxígeno e hidrógeno.

Caliche

El término caliche se aplica a ciertos estratos de suelo cuyos granos se encuentran cementados por carbonatos calcáreos. Parece ser que para la formación de los caliches es necesario un clima semiárido. La marga es una arcilla con carbonato de calcio, más homogéneo que el caliche y generalmente muy compacto y de color verdoso.

Loess

Los loess son sedimentos eólicos uniformes y cohesivos. Esa cohesión que poseen es debida a un cementante del tipo calcáreo y cuyo color es generalmente castaño claro. El diámetro de las partículas de los loess está comprendido entre 0.01 mm y 0.05 mm. Los loess se distinguen porque presentan agujeros verticales que han sido dejados por raíces extinguidas. Los loess modificados son aquellos que han perdido sus características debido a procesos geológicos secundarios, tales como inmersión temporaria, erosión y formación de nuevos depósitos. Los loess son colapsables, aunque disminuye dicha tendencia al incrementársele su peso volumétrico.

Diatomita

Las diatomitas o tierras diatomáceas son depósitos de polvo silícico, generalmente de color blanco, compuesto total o parcialmente por residuos de diatomeas. Las diatomeas son algas unicelulares microscópicas de origen marino o de agua dulce, presentando las paredes de sus células características silícicas.

Suelos cohesivos y no cohesivos

Una característica que hace muy distintivos a diferentes tipos de suelos es la cohesión. Debido a ella los suelos se clasifican en "cohesivos" y "no cohesivos".

Los suelos cohesivos poseen la propiedad de la atracción intermolecular, como las arcillas. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la arena y la grava.

1.2.3 Sistemas de Clasificación de Suelos

Un Sistema de Clasificación de los Suelos es una agrupación de éstos con características semejantes. El propósito es estimar en forma fácil las propiedades de un suelo por comparación con otros del mismo tipo, cuyas características se conocen. Son tantas las propiedades y combinaciones en los suelos y múltiples los intereses ingenieriles, que las clasificaciones están orientadas al campo de ingeniería para el cual se desarrollaron, por consiguiente, sólo se explicarán las clasificaciones empleadas en obras viales y de saneamiento.

Sistema AASHTO

El Departamento de Caminos Públicos de USA (Bureau of Public Roads) introdujo en 1929 uno de los primeros sistemas de clasificación, para evaluar los suelos sobre los cuales se construían las carreteras. En 1945 fue modificado y a partir de entonces se le conoce como Sistema AASHTO y recientemente AASHTO.

Este sistema describe un procedimiento para clasificar suelos en siete grupos, basado en las determinaciones de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación en cada grupo se hace mediante un "índice de grupo", el cual se calcula por la fórmula empírica:

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0.005 (WI - 40)) + 0,01 (F - 15) (IP - 10).$$

En que:

F = Porcentaje que pasa por 0.08 mm (malla N°200), expresado en números enteros basado solamente en el material que pasa por 80 mm.

WI = Límite Líquido.

IP = Índice de Plasticidad.

Se informa en números enteros y si es negativo se informa igual a 0.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de subrasante, subbases y bases. Disponiendo de los resultados de los ensayos requeridos, se procede en el Cuadro 1.3 de izquierda a derecha y el grupo correcto se encontrará por eliminación. El primer grupo desde la izquierda que satisface los datos de ensayo es la clasificación correcta. Todos los valores límites son enteros, si alguno de los datos es decimal, se debe aproximar al entero más cercano.

El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis después del símbolo del grupo, como: A-2-6 (3); A-7-5 (17), etc.

Este método define:

- Grava: material que pasa por 80 mm y es retenido en tamiz de 2mm.
- Arena gruesa: material comprendido entre 2 mm (malla N°10) y 0.5 mm (malla N°40)
- Arena fina: material comprendido entre 0,5mm (malla N°40) y 0,08 mm (malla N°200).
- Limo arcilla: material que pasa por tamiz 0,08 mm (malla N°200).

El término material granular se aplica a aquellos con 35% o menos bajo tamiz 0,08 mm (malla N°200); limoso a los materiales finos que tienen un índice de plasticidad de 10 o menor; y arcilloso se aplica a los materiales finos que tienen índice de plasticidad 11 o mayor. Materiales limo arcilla contienen más del 35% bajo tamiz 0,08 mm (malla N°200).

Cuando se calcula índices de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7, se debe usar solamente el término del índice de plasticidad de la fórmula.

Cuando el suelo es NP o cuando el límite líquido no puede ser determinado, el índice de grupo se debe considerar (0).

Si un suelo es altamente orgánico (turba) puede ser clasificado como A-8 sólo con una inspección visual, sin considerar el porcentaje bajo 0,08 mm (malla N°200), límite líquido e índice de plasticidad. Generalmente es de color oscuro, fibroso y olor putrefacto.

Cuadro 1.3 Sistema de Clasificación AASHTO

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla nº 200)						Limos y Arcillas (35% pasa malla nº 200)				
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
% que pasa tamiz :											
Nº 10	50 máx										
Nº 40	30 máx	50 máx	51 mín								
Nº 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	
Caract. Bajo Nº 40											
LL			40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos arcillosos	
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo			

Fuente: www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio

El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 5 es menor o igual a (LL - 30)

El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 6 es mayor a (LL - 30)

Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm (malla Nº200); se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm (malla Nº4), y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm (malla Nº4).

A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm (malla Nº200), se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

A continuación se describe el procedimiento de clasificación:

Procedimiento de Clasificación de Suelos de granos gruesos (más de 50% retenido en 0,08 mm (malla N°200))

Una vez efectuados los ensayos de clasificación, se determina la distribución acumulativa de los tamaños de las partículas y se clasifica la muestra como grava (G), si el 50%, o más de la fracción gruesa (> 0,08 mm) es retenida en tamiz 5 mm, y se clasifica como arena (S), si más del 50% de la fracción gruesa (> 0,08 mm) pasa por tamiz 5 mm.

Si menos del 5% en peso de la muestra pasa por tamiz 0,08 mm, se debe calcular:

$$Cu = \frac{D60}{D10} \quad (\text{Coeficiente de uniformidad}) \quad y$$

$$Cc = \frac{(D30)^2}{D10 * D60} \quad (\text{Coeficiente de curvatura})$$

Clasificar la muestra como grava bien graduada (GW), o arena bien graduada (SW), si Cu es mayor que 4 para las gravas y mayor que 6 para las arenas, y Cc está comprendido entre 1 y 3.

Clasificar la muestra como grava pobremente graduada (GP), o arena pobremente graduada (SP), si no se satisfacen simultáneamente los criterios de Cu y Cc para bien graduada.

Si más que el 12%, en peso, de la muestra ensayada pasa por 0,08 mm (malla N°200), analizar los valores del límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP) mediante la línea "A" de la carta de plasticidad).

Clasificar la muestra como grava limosa (GM), o arena limosa (SM), si los resultados de los límites de consistencia muestran que los finos son limosos, es decir, si al dibujar LL versus IP, este punto cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4.

Clasificar la muestra como grava arcillosa (GC), o arena arcillosa (SC), si los finos son arcillosos, es decir, si al dibujar el LL versus IP, cae sobre la línea "A" y el IP es mayor que 7.

Si el punto del límite líquido versus índice de plasticidad cae prácticamente en la línea "A" o está sobre esta línea, pero el índice de plasticidad está comprendido entre 4 y 7, el suelo tendrá clasificación doble tal como GM-GC o SM-SC.

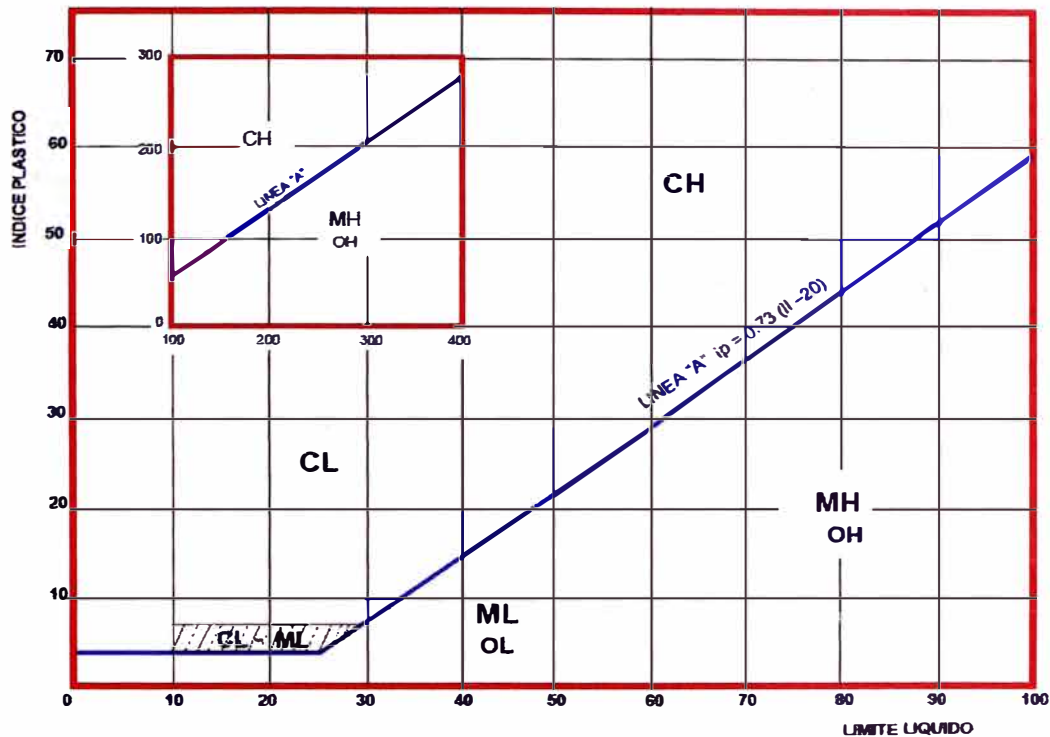
Si pasa por tamiz 0,08 mm (malla N°200) del 5 al 12% de la muestra, el suelo llevará clasificación doble, basada en los criterios de graduación y límites de consistencia, tales como GW-GC o SP-SM. En casos dudosos, la regla es favorecer a la clasificación de menos plasticidad. Por ejemplo una grava con 10% de finos, un Cu de 20, Cc de 2,0 y un índice de plasticidad de 6, será clasificado como GW-GM en vez de GW-CG.

Procedimiento de clasificación de suelos de granos finos (50% o más pasa por 0,08 mm (malla N°200))

Clasificar el suelo como una arcilla inorgánica (C), si al dibujar el punto del límite líquido versus índice de plasticidad, éste cae sobre la línea "A" y el índice de plasticidad es mayor que 7.

Si el límite líquido es menor que 50 y el punto LL versus IP cae sobre la línea "A" y el IP es mayor que 7, se debe clasificar como arcilla inorgánica de baja a media plasticidad (CL), y como arcilla de alta plasticidad (CH) si el Límite Líquido es mayor que 50 y el punto LL versus IP cae sobre la línea A (Carta de plasticidad figura 1.5). En caso que el límite líquido exceda a 100 o el IP exceda a 60, expandir la carta de plasticidad manteniendo las mismas escalas y pendiente de la línea "A".

Figura 1.5 Carta de Plasticidad



Fuente: Curso de Posgrado Facultad de Ing. Civil.

Clasificar el suelo como limo inorgánico (M), si al dibujar el punto LL(limite líquido) versus IP (índice de plasticidad) cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4, a menos que se sospeche que hay materia orgánica presente en cantidades suficientes como para influir en las propiedades del suelo (suelo de color oscuro y olor orgánico cuando está húmedo y tibio), en cuyo caso se debe efectuar un segundo límite líquido con la muestra del ensayo secada al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Se clasifica como limo o arcilla orgánicos (O), si el límite líquido después del secado al horno, es menor que 75% del límite líquido de la muestra original determinado antes del secado.

Clasificar el suelo como limo inorgánico de baja plasticidad (ML), o como limo o limo arcilla orgánicos de baja plasticidad (OL), si el límite líquido es menor que 50 y al dibujar LL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

Clasificar el suelo como limo inorgánico de media a alta plasticidad (MH), o como una arcilla u limo arcilla orgánico de media a alta plasticidad (OH), si el LL es

mayor que 50 y el punto dibujado de LL versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

Con el fin de indicar sus características de borde, algunos suelos de grano fino deben clasificarse mediante simbología doble. Si el punto dibujado del LL versus IP cae prácticamente en la línea "A" o sobre la línea "A" donde el Índice de Plasticidad tiene un rango de 4 a 7, el suelo debe tener clasificación doble tales como CL-ML o CH-OH. Si el punto dibujado de wL versus IP cae prácticamente en la línea del límite líquido igual a 50, el suelo deberá tener clasificación doble tales como CL-CH o ML-MH.

En casos dudosos la regla de clasificación favorece al más plástico. Por ejemplo, un suelo fino con un LL= 50 y un índice de plasticidad de 22 se deberá clasificar como CH-MH en lugar de CL-ML.

Este sistema fue adoptado por el U.S. Army Corps of Engineers en 1942 y en 1947 le introdujo algunos límites para evitar doble clasificación. En 1952, el Cuerpo de Ingenieros en conjunto con el Bureau of Reclamation y asesorados por el Dr. Casagrande efectuaron las últimas modificaciones.

Basados en observaciones de terreno y ensayos de Laboratorio de materiales de base para caminos y aeropuertos, el Cuerpo de Ingenieros subdividió los grupos GM y SM en dos grupos, designados por los sufijos "d" y "u", que han sido escogidos para representar a materiales que son convenientes o no, respectivamente, para ser empleados en bases de caminos y aeropuertos. Símbolos típicos son GM y SM.

Se emplea el sufijo "d" cuando el límite líquido es menor o igual a 25 y el índice de plasticidad menor o igual a 5.

Cuadro 1.4 Sistema de Clasificación SUCS (a)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)				
División Principal.	Símbolo.	Crterios de Clasificación	Descripción	
		Requisitos Suplementarios		
GRANO FINO: Más del 50% en peso menor que el tamiz 200 (0,074mm).	BAJA COMPRESIBILIDAD: L.L. < 50	ML	Bajo la línea A. L.L. < 50	Limos , arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas, Limos micáceos.
		CL	Sobre la línea A. L.L. < 50	Arcillas de baja plasticidad, arcillas Arenosas o Limosas.
		OL	Bajo la línea A. L.L. < 50. Olor o color a sustancia orgánica.	Limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad.

Cuadro 1.5 Sistema de Clasificación SUCS (b)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)				
DIVISIÓN PRINCIPAL.	SÍMBOLO	CRITERIOS DECLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
		REQUISITOS SUPLEMENTARIOS		
GRANO FINO: Más del 50% en peso menor que el tamiz 200 (0,074mm).	ALTA COMPRESIBILIDAD: L.L. > 50	MH	Bajo la línea A. L.L. > 50.	Limos micáceos. Limos de diatomeas. Cenizas volcánicas.
		CH	Sobre la línea A. L.L. > 50.	Arcillas muy plásticas. Arcillas arenosas.
		OH	Bajo la línea A. L.L. > 50. Olor o color a sustancia orgánica.	Limos orgánicos. Arcillas de alta plasticidad.
SUELOS CON MATERIA ORGÁNICA FIBROSA	Pt	Materia orgánica fibrosa; se carboniza, quema o se pone incandescente	Turba. Turbas arenosas. Turbas arcillosas.	

Fuente: www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio

Cuadro 1.6 Sistema de clasificación SUCS (c)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)					
DIVISIÓN PRINCIPAL.	SÍMBOLO	CRITERIOS DECLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN	
		% QUE PASA EL TAMIZ 200:	REQUISITOS SUPLEMENTARIOS		
GRANO GRUESO: Más del 50% en peso mayor que el tamiz 200 (0,074mm).	SUELOS GRAVOSOS: Más del 50% de la fracción gruesa > tamiz No. 4 (4.76 mm)	GW	0 – 5%*	$D_{60}/D_{10} > 4$ $D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1-3$	Grava bien graduada, Grava arenosa.
		GP		Cuando no se cumplen las condiciones para GW.	Gravas mal graduadas o discontinuas, gravas arenosas.
		GM	≥12*	IP < 4 o Bajo la línea A	Gravas limosas o limo arenosas
		GC		IP > 7 y Sobre la línea A	Gravas arcillosas o arcillo – arenosas.

Cuadro 1.7 Sistema de clasificación SUCS (d)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)				
DIVISIÓN PRINCIPAL.	SÍMBOLO	CRITERIOS DECLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
		% QUE PASA EL TAMIZ 200:	REQUISITOS SUPLEMENTARIOS	
Más del 50% en peso mayor que el tamiz 200 (0,074mm). SUELOS ARENOSOS: Más del 50% de la fracción gruesa < tamiz No. 4.	SW	0 – 5*	$D_{60}/D_{10} > 4$ $D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1-3$	Arenas bien graduadas, Arenas gravosas.
	SP		Cuando no se cumplen las condiciones para SW.	Arenas uniformes o con graduación discontinua. Arenas gravosas
	SM*	≥12*	IP < 4 o Bajo la línea A	Arenas limosas, Arenas limosas – gravosas.
	SC		IP > 7 y Sobre la línea A	Arenas arcillosas, Arenas arcillosas – gravosas.

Fuente: www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio

1.3 ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA

1.3.1 Clasificación de Uso de agua

Las aguas superficiales, que van a ser destinadas al abastecimiento de aguas potables, deben mantener parámetros mínimos de calidad los que aseguren su correcto estado y permitan calificar a los recursos hídricos para el uso que se va a dar. Con el objeto de controlar que ningún vertido industrial y/o urbano al cauce pueda alterar la calidad del agua, ésta deberá ser periódicamente analizada.

El establecimiento de una clasificación de las aguas superficiales cuyo destino sea el consumo humano según el grado de potabilización necesario, se definen según la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud como:

Aguas de tipo **A-1**, las que precisen de desinfección. El proceso de desinfección, se refiere a la eliminación por acción del cloro de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en el agua ya que su desarrollo es perjudicial para la salud.

Aguas de tipo **A-2**, las aguas que deberán someterse a un tratamiento convencional. El tratamiento convencional es aquel que requiere el agua cuya fuente de abastecimiento se conserva sin materia orgánica disuelta y sin tóxicos y que consiste de la desinfección, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección final (o a niveles que no representan riesgo para la salud).

Aguas de tipo **A-3**, aquellas que precisen un tratamiento físico y químico avanzado (coagulación, floculación, decantación, filtración, desinfección, carbón activado, ósmosis inversa o similares, electrodiálisis, intercambio iónico). Se entiende por tratamiento avanzado de potabilización de agua aquel que es capaz de remover, al menos, el noventa por ciento (90 %) de los constituyentes peligrosos presentes en la fuente de agua y que no genera constituyentes tóxicos en el mismo tratamiento por encima de las normas de agua de bebida.

El uso recreacional, es la actividad no consuntiva del agua que genera un bienestar social, sociológico, estético, al existir una relación directa o indirecta con ella. El uso recreacional del agua tiene una subclasificación más específica como son:

Contacto Primario **B1**: Se refiere a la inmersión del cuerpo en el agua. Ejm: Natación, ski acuático, buceo.

Contacto Secundario **B2**: Está referido solo al contacto con el agua sin inmersión. Ejm: Canotaje y la pesca.

1.3.2 Parámetros de calidad del agua

A continuación se presentan los cuadros elaborados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSA) en las cuales se indican los parámetros necesarios para determinar la calidad del agua destinada al consumo humano y del agua para usos recreacionales.

USO 1: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A USO POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Cuadro 1.8 Parámetros Físicos y Químicos

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
FÍSICOS Y QUÍMICOS							
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15 (7)	100 (2)	200 (2)	sin cambio normal(2)	sin cambio normal (2)	Comparación visual
Materiales Flotantes	Ausente/Presente	Ausente (5) (8)	**	**	Ausente (2) (7) (8)	Ausente (2)	Examen visual
Olor		Aceptable (10)	**	**	Ausente (5)	**	Test de valor umbral
Cloruros	mg/l	250 (5)	250 (5)	250 (5)	**	**	Volumétrico del nitrato de plata
Conductividad	us/cm (a)	1500 (9)	1600 (7)	**	**	**	Electrométrico
D.B.O.	mg/l	3 (5)	5 (5)	10 (5)	5(5)	10 (5)	Electrodo de membrana. Incubación a 20°C. 5 días
D.Q.O.	mg/l	10 (7)	20 (7)	30 (2)	30 (7)	50 (7)	Colorimétrico. Reflujo cerrado. Digestión con dicromato
Dureza	mg/l	500 (1b)	**	**	**	**	Volumétrico con EDTA
Fluoruros	mg/l	1(10)	**	**	**	**	Electrodo selectivo de Iones
Fósforo Total	mg/l P	0,1 (5)	0,15 (5)	**	**	**	Colorimétrico del ácido ascórbico
Nitratos	mg/l N	10 (5)	10 (5)	10 (5)	10 (5)	**	Espectrofotométrico UV/ Reducción de cadmio
Nitritos	mg/l N	1 (5)	1 (5)	1 (5)	1(5)	**	Método colorimétrico
Nitrógeno amoniacal	mg/l N	1,5 (1b)	2 (5)	3,7 (5)	**	**	SM 4500NH3-F. Colorimétrico
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	Winkler modificado
pH	Unidad de pH	6.5 – 8.5 (2)	5.5 – 9,0 (2)	5.5 – 9,0 (2)	6-9 (2, 5)	**	Electrométrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1000 (10)	1000 (6)	1500 (6)	**	**	Gravimétrico, secado a 103-105 °C
Sulfatos	mg/l	1000 (10)	**	**	**	**	Turbidimétrico
Sulfuros	mg/l	0,05(1b)	**	**	0,05(1b)	**	Espectrofotométrico de azul de metileno
Turbiedad	UNT (b)	5 (1b)	100 (5)	**	100 (5)	**	Nefelométrico

Ver referencias para valores indicados entre paréntesis

DBO.= Demanda biológica de oxígeno.

DQO.= Demanda química de oxígeno.

USO 1: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A USO POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Cuadro 1.9 Parámetros de presencia de elementos inorgánicos

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
INORGÁNICOS							
Aluminio	mg/l	0.2 (1)	0.2 (7)	0.2 (5,7)	0.2	**	Absorción Atómica por aspiración directa acetileno óxido nitroso
Antimonio	mg/l	0,02 (10)	0.02	0,02	0.005 (5)	**	Absorción Atómica - Generación de hidruros
Arsénico	mg/l	0,01 (7)	0,05 (3)	0,05 (3)	0,01 (5)	**	Absorción Atómica - Generación de hidruros
Bario	mg/l	0,7 (1)	0,7 (5)	1 (5)	0,7 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
Berilio	mg/l	0,004 (3)	0,04 (5)	0,04 (5)	0,04 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
Boro	mg/l	0.5 (10)	0,5 (5)	0,75 (5)	0,5 (5)	**	Colorimétrico de la curcumina
Cadmio	mg/l	0,003 (1)	0,003 (1)	0.01 (5,8)	0,001 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Cianuro Libre	mg/l	0,005 (5)	0,022 (5)	0,022 (5)	0,005 (5)	**	Colorimétrico
Cianuro Wad	mg/l	0.08 (4)	0.08 (4)	0.08 (4)	0,01 (5)	**	Colorimétrico
Cobre	mg/l	2 (10)	2	2	0,02 (5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
Cromo Total	mg/l	0,05 (2,5,3)	0,05 (3,5)	0,05 (5)	0,05 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Cromo VI	mg/l	0,05 (3)	0,05 (3)	0,05 (3)	0,05 (5)	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Hierro	mg/l	0.3 (10)	0.3 (10)	1 (8)	0.3	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
Manganeso	mg/l	0.1 (5)	0.4 (10)	0.5 (5)	0.4	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
Mercurio	mg/l	0,001 (2,10)	0,002 (5)	0,002 (5)	0.002	**	Absorción Atómica de Vapor Frio
Níquel	mg/l	0,02 (10)	0,025 (8)	0,025 (8)	0,025(5)	**	Plasma por acoplamiento inductivo (ICP)
Plomo	mg/l	0,01 (10)	0,05 (2)	0,05 (2)	0.01	**	Absorción Atómica - Horno de grafito
Selenio	mg/l	0.01 (8)	0.05 (3)	0.05 (3)	0,01(5)	**	Absorción Atómica - Generación de hidruros
Zinc	mg/l	3 (2)	5 (4)	5 (4)	0,18(5)	**	Absorción Atómica por aspiración directa aire acetileno
ORGÁNICOS							
Aceites y grasas (MEH)	mg/l	1 (11)	1 (11)	1 (11)	Ausencia de película visible	**	Extracción con Soxhlet
Detergentes (SAAM)	mg/l	0.5 (4)	0.5 (4)	na	0,5(4)	Ausencia de espuma persistente	Surfactantes aniónicos al azul de metileno (SAAM)

USO 1: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A USO POBLACIONAL Y RECREACIONAL
Cuadro 1.10 Parámetros de presencia de Hidrocarburos Volátiles y Semivolátiles

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
Hidrocarburos volátiles y semivolátiles							
Trihalometanos	mg/l	0,1 (1)	0,1 (1)	0,1 (1)	**	**	
1,1,1-Tricloroetano	mg/l	2 (1)	2 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
1,1-Dicloroetano	mg/l	0.03 (1)	0.03 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
1,2 Dicloroetano	mg/l	0.03 (1)	0.03 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Tetracloroetano	mg/l	0.04 (1)	0.04 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Tetracloruro de Carbono	mg/l	0.002 (1)	0.002 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Tolueno	mg/l	0.7 (1)	0.7 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Tricloroetano	mg/l	0.07 (1)	0.07 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Xileno	mg/l	0.5 (1)	0.5 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Hidrocarburos Aromáticos							
1,2-Diclorobenceno	mg/l	1 (1)	1 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Benceno	mg/l	0.01(1)	0.01(1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Benzopireno	mg/l	0,0007 (1)	0,0007 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Etilbenceno	mg/l	0.3 (1)	0.3 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006 (1)	0,0006 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Pentaclorofenol	mg/l	0.009 (1)	0.009 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Triclorobencenos (Totales)	mg/l	0.02 (1)	0.02 (1)	**	**	**	Cromatografía de gases
Fenoles	mg/l	0,003 (5)	0.01 (5)	0.1 (2)	**	**	Cromatografía de gases
Plaguicidas (COP's) (*)							
Organofosforado:							
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Malatión	mg/L	0,0001 (5)	0,0001 (5)	**	**	**	Cromatografía de gases
Metamidofos (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Organoclorado:							
Aldrin	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases

USO 1: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A USO POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Cuadro 1.11 Parámetros Microbiológicos (a)

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Dieldrin	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Endosulfan	mg/L	0,000056 (5)	0,000056 (5)	*	**	**	Cromatografía de gases
Endrin	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Heptacloro	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Heptacloro epóxido	mg/L	0.00003 (1)	0.00003 (1)	*	**	**	Cromatografía de gases
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Carbamatos:							Cromatografía de gases
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía líquida de alta precisión
Policloruros Bifenilos Totales							Cromatografía de gases
(PCB's)	mg/L	0,000 0 01(5)	0,000001 (5)	**	**	*	Cromatografía de gases
Otros							
Asbesto	Millones de fibras/L	7 (3)	**	**	**	**	
MICROBIOLÓGICO							
Bacterias							
Coliformes Totales (37 oC) (CE)	NMP/100 ml	50 (2, 8)	3000 (8)	50000 (2)	1000 (8)	4000 (8)	Tubos múltiples de fermentación
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	0 (4)	2000 (2)	20000 (2)	200 (8)	1000(8)	Tubos múltiples de fermentación
Parasitos entericos	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	200(12)	**	Tubos múltiples de fermentación
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia (1)(3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Tubos múltiples de fermentación
Giardia Lambia	Ausencia o presencia/l	Ausencia (3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Salmonella	Ausencia o presencia/l	Ausencia (2)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia

Cuadro 1.12 Parámetros Microbiológicos (b)

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
Vibrio Cholera	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Aeromonas	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia



** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determinara.

El término de "Ausencia" para los parámetros fisicoquímicos debe ser definido

REFERENCIAS

- (*) Se ha considerado que en caso de existir denuncias por contaminación se determinará su análisis para determinar su presencia. No se han considerado valores debido a que estos parámetros se encuentran restringidos o prohibidos por la autoridad nacional.
- (1) Guías de la Organización Mundial de la Salud. 2004
 - (1b) Portaria N°1469 del 29 de diciembre 2000. Brasil. Norma de calidad de agua para consumo humano
 - (2) Comunidad Económica Europea - CEE, Real Decreto 1541/1994 que modifica el Real Decreto 927/1988. Aguas superficiales destinadas a la producción de Agua Potable
 - (3) Estándares Primarios del Reglamento Nacional para Agua Potable: US EPA. Abril del 2000
 - (4) Reglamento de la Ley General de Aguas No 17752 - Perú y Decreto Supremo N° 003-2003-SA
 - (5) Normas Brasileña. Resolución No 357 CONAMA 2005
 - (6) Reglamento de la Ley del Medio Ambiente N° 1333 - D.S. N° 24176 - La Paz Bolivia
 - (7) Norma Técnica para el agua de uso Recreativo y abastecimiento de poblaciones. Honduras
 - (8) Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes : Recurso Agua. Ecuador
 - (9) Valor umbral de olor para H₂S es de 0,0094 mg/l
 - (10) Datos de la DIGESA-Saneamiento Básico
 - (11) Basado en el límite de detección del método
 - (12) Guidelines for safe recreational water environments. Vol 1. Coastal and fresh waters. WHO.2003
 - (a) No considera captación de agua de mar y delta de ríos.
 - (b) Niveles de turbidez removidos por los diferentes tratamientos recomendados.

- (c) Valor considerado en base al análisis de riesgo para la salud efectuado por la OMS (valor referencial OMS 500 mg/l)

UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad

El Uso 1 denominado: "AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A USO POBLACIONAL Y RECREACIONAL", se han considerado las sub clasificaciones según detalle:

A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

A1 : Aguas superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección

A2 : Aguas superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional que consiste de: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

A3 : Aguas superficiales destinadas al uso de abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento físico y químico avanzado: precloración, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, carbón activado, ósmosis inversa, microfiltración , etc.

B: Aguas superficiales destinadas al uso Recreacional para aguas marítimas y continentales

B1 : Aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto primario. Incluye natación, ski acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en tabla a vela o windsurf, moto acuática, pesca submarina.

B2 : Aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto secundario. Incluye deportes náuticos: bote, lancha, la pesca recreativa y deportes náuticos.

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES

2.1 INFORMACION GENERAL

2.1.1 Ubicación del área de estudio.

Límites

Los límites del distrito de Lunahuaná son los siguientes:

Norte	Nuevo Imperial
Sur	Chincha - Chavín
Este	Pacarán
Oeste	San Vicente de Cañete

Los anexos de Uchupampa y Condoray del Distrito de Lunahuaná se encuentran ubicados geográfica y administrativamente dentro de la provincia de Cañete del Departamento y Región de Lima. Ver plano de ubicación en anexos.

Su posición geográfica está comprendida entre las coordenadas 12°57'36" latitud sur y 76°8'4 longitud oeste.

La zona del proyecto se encuentra ubicada entre las cotas 596.81 que corresponde a la cota de la captación y 568.48 m.sn.m a la cota del Reservoirio apoyado proyectado.

2.1.2 Área y altitud

De acuerdo a la clasificación de las ocho regiones naturales de Javier Pulgar Vidal el distrito de Lunahuaná se encuentra en la región Yunga (500 – 3,000 m.s.n.m.). Además cuenta con una extensión de 500.33 km² y una altitud de 455 m.s.n.m.

Figura 2.1: Distritos de la Provincia de Cañete



Fuente: Peruinside.com

Figura 2.2: Ubicación de los anexos en el distrito de Lunahuaná



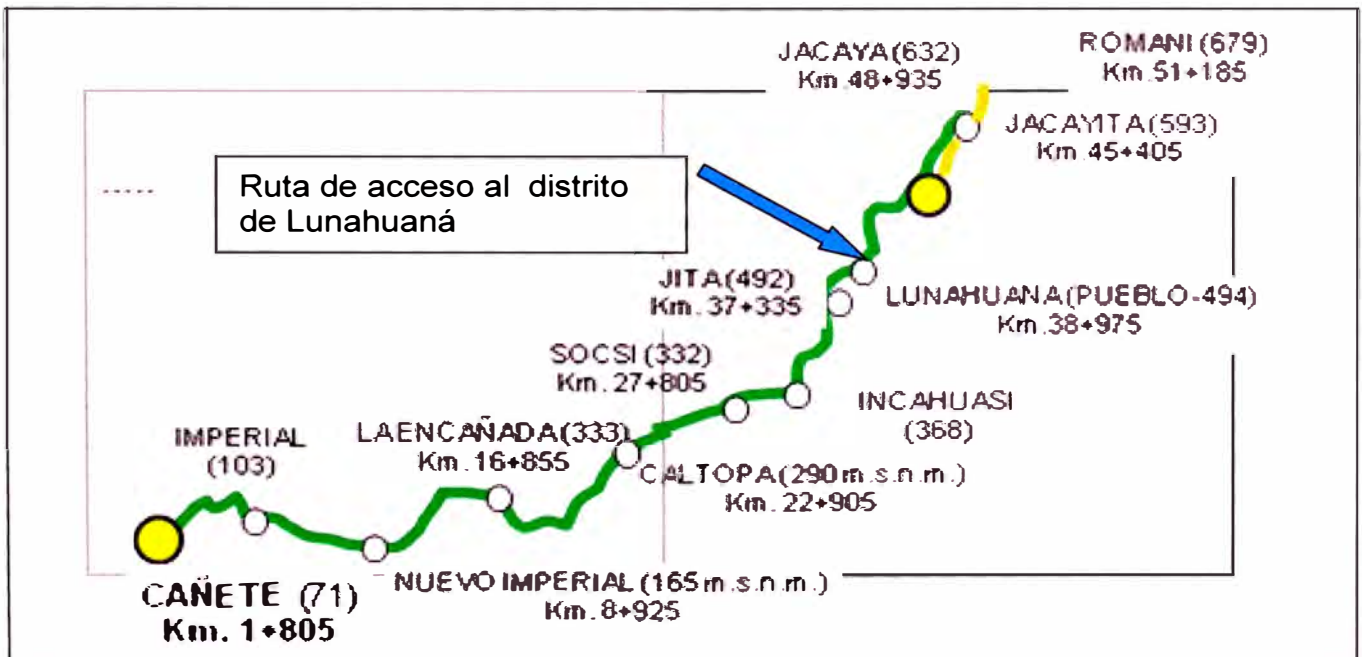
Fuente: Peruinside.com

2.1.3 Accesibilidad

La vía de comunicación de mayor importancia es la Panamericana Sur (Primer Orden), que intercepta al valle de Cañete en las progresivas Km. 125.5 y Km. 160.0; a través de esta vía se efectúa la intercomunicación de la cuenca con las ciudades de Lima (148.5 Km), hacia el norte, e Ica, hacia el Sur. Mediante esta vía se accede a otros distritos costeros como San Luis, Cerro Azul y Mala, entre otros.

La cuenca del río Cañete cuenta con una red de carreteras que enlazan los distintos distritos, anexos, centros poblados y sectores de riego; forma parte de esta red los caminos carrozables y peatonales (caminos de vigilancia) de las estructuras hidráulicas existentes en el valle. La vía interna más importante de la cuenca es la carretera que une a las provincias de Cañete y Yauyos, la que se encuentra asfaltada en el tramo Cañete – Lunahuaná. A partir de esta carretera de segundo orden se inician otras vías de tercer orden (carreteras sin asfaltar y/o trochas carrozables).

Figura 2.3: Plano de ruta de acceso al distrito de Lunahuaná



Fuente: Peruinside.com

2.1.4 Aspecto Climatológico

Los parámetros climatológicos: precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, insolación y viento, son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la cuenca del río Cañete. La recolección de la información climatológica de la cuenca está a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), institución que tiene a cargo la red de estaciones que se ha descrito en el cuadro 2.1

Cuadro 2.1: Red de estaciones en la Cuenca del río Cañete

Nº	Descripción	Tipo	Área (km ²)	Altitud m.s.n.m	Latitud	Longitud	Periodo de observación
1	Imperial	Pluviométrica	-----	250.00	13°02'	76°11'	Ene/1926-Abr/1968
2	Socsi	Hidrométrica	5,800.12	350.00	13°00'	76°10'	Ene/1965-Dic/2000
3	Chavín	Hidrométrica	3,320.90	1,414.00	12°43'	75°56'	Jun/1986-Dic/1997
4	Tinco	Hidrométrica	938.60	3,150.00	12°17'	75°48'	Feb/1986-Dic/1997
5	Aguas Calientes	Hidrométrica	344.70	4,180.00	12°05'	75°67'	Jul/1986-Dic/1997
6	Tanta	Hidrométrica	161.40	4,275.00	12°07'	76°00'	Jul/1986-Dic/1997
7	Tanta	Pluviométrica	-----	4,505.00	12°07'48"	76°01'00"	Ene/1964-Dic/2000
8	Catania	Pluviométrica	-----	3,825.00	12°21'00"	75°52'10"	Ene/1964-Dic/2000
9	Vilca	Pluviométrica	-----	3,816.00	12°07'00"	75°50'00"	Ene/1964-Dic/2000
10	Huangascar	Pluviométrica	-----	2,556.00	12°54'10"	75°50'00"	Ene/1965-Dic/2000
11	Yauyos	Pluviométrica	-----	2,290.00	12°24'30"	75°54'35"	Ene/1964-Dic/2000
12	Huantán	Pluviométrica	-----	3,272.00	12°27'48"	75°49'00"	Ene/1964-Dic/1989
13	Colonia	Pluviométrica	-----	3,379.00	12°38'05"	75°53'40"	Ene/1964-Dic/1987
14	Cañete	Pluviométrica	-----	150.00	13°04'00"	76°21'30"	Abr/1936-Dic/2000
15	Pacarán	Pluviométrica	-----	710.00	12°52'20"	76°03'20"	Ene/1964-Dic/1968
16	Yauricocha	Pluviométrica	-----	4,522.00	12°19'00"	75°43'00"	Ene/1943-Dic/2000
17	Siria	Pluviométrica	-----	3,680.00	12°14'10"	75°44'07"	Ene/1947-1968
18	Sunca	Pluviométrica	-----	3,845.00	12°16'30"	75°42'10"	Ene/1945-1968
19	Catahuasi	pluviométrica	-----	1,369.00	12°48'00"	75°53'30"	Ene/1964-1968

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI),

La estación meteorológica mas cercana es la estación Nº 15 en Pacarán

2.2 LA POBLACIÓN

2.2.1 Aspectos demográficos

La población del Distrito de Lunahuaná está representada por 11 anexos: JITA, LANGLA, SAN JERÓNIMO, PAULLO, SOCCI, LUCUMO, RAMADILLA, CONCON, CONDORAY, UCHUPAMPA Y CATAPALLA, y 04 caceríos.

Población Total

La población total del distrito según el Censo del INEI del 2007 ascendió a 4,567 habitantes con 2,115 viviendas distribuidas en todo el territorio del distrito, representando el 2.28% del total de la población provincial y el 0.05% del total departamental.

La población mayoritariamente se ubica en el ámbito urbano (87.32%) que en el ámbito rural (12.68%), como se detalla en el cuadro 2.2

Cuadro 2.2: Población urbana y rural del distrito de Lunahuaná

Categorías	Casos	%
Urbana	3,988	87.32%
Rural	579	12.68%
Total	4,567	100.00%

Fuente: INEI-XI Censo de Población y VI
de Vivienda 2007

La relación de sexo femenino y masculino en promedio es de 1,028, es decir el 50.69% de la población es masculino y el 49.31% es femenino. Ver cuadro 2.3

Cuadro 2.3: Población por sexo del distrito de Lunahuaná

Categorías	Casos	%
Hombre	2,315	50.69%
Mujer	2,252	49.31%
Total	4,567	100.00%

Fuente: INEI-XI Censo de Población
y VI de Vivienda 2007

La población del distrito ha venido creciendo principalmente en los últimos años, así según el Censo de 1993 se tenía 4,233 habitantes, en el Censo del 2005 se señala que el distrito tenía 4,383 habitantes y en Censo del 2007 como se señaló antes, la población alcanza los 4,567 habitantes.

La población se ha caracterizado por un proceso de migración hacia los distritos de Imperial y San Vicente de Cañete y en algunos casos hacia Lima.

Cuadro 2.4: Evolución de la población del Distrito de Lunahuaná

Categorías	Censo 1993	Censo 2005	Censo 2007
Hombre	2,101	2,192	2,315
Mujer	2,132	2,191	2,252
Total	4,233	4,383	4,567

Fuente: INEI Censo Nacionales 1993, 2005 y 2007

Del Censo del año 2007, la tasa de emigración del distrito fue de 14.0 por cada mil habitantes, el índice de fecundidad es de 1.64 hijos/mujer y el índice de mortalidad es de 0.469.

2.3 ACTIVIDADES ECONOMICAS

Las aguas del río Cañete

Las aguas de este río, es uno de los cinco más caudalosos de la costa peruana. La recolección de camarones en las aguas del río es una actividad importante para los pobladores del distrito.

Potencial minero

En el distrito de Lunahuaná se encontró la explotación de cobre que se encuentra en la exploración de Incahuasi, así como la piedra hormigón o ripio, arena que abastece a la industria de la construcción.

Potencial agrícola

El sector agrícola constituye el pilar de sostenimiento económico para el distrito de Lunahuaná, gracias a la condición privilegiada de poseer suelos fértiles y de

disponibilidad de agua superficial, la producción de cultivos compuesta principalmente por algodón, maíz amarillo, camote, cebada, alfalfa y vid es próspera por el sistema de riego. De la Población Económicamente Activa (PEA) de Lunahuaná, el sector más representativo es el agrícola que es la actividad primaria.

Potencial Agropecuario

Este potencial en el distrito de Lunahuaná se desarrolla en un nivel ínfimo, mucho menor que la actividad agrícola.

Las pocas actividades pecuarias están orientadas mayormente a la crianza de ganado vacuno para producción lechera, de otro lado gran parte de la población rural se dedica a la crianza de animales menores para su propio consumo.

Potencial turístico y recreativo

El distrito de Lunahuaná ubicado en la provincia de Cañete, es una localidad que se ha convertido indudablemente en un centro de la práctica de canotaje en el país. A dos horas de Lima, se puede descender sobre los turbulentos rápidos del río Cañete, uno de los cinco más caudalosos de la Costa Peruana. Aquí se organizan competiciones de deporte de aventura que incluyen, además del canotaje, el ciclismo de montaña, ala delta, parapente, y escalada en roca.

CAPÍTULO III: TOPOGRAFIA

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Objetivos.

Contar con la información topográfica del terreno, con el fin de optimizar la línea de conducción y establecer la ubicación de las válvulas de aire y purga. Asimismo es necesario contar con los planos topográficos para el desarrollo del presupuesto, incidiendo en el cálculo de movimiento de tierras.

3.1.2 Metodología

El método utilizado en el levantamiento es el de poligonal abierta con equipos de estación total, GPS, prismas, wincha.

El trabajo topográfico de campo y gabinete, consta de lo siguiente:

Levantamiento topográfico por el método de poligonal abierta en toda la longitud de la línea de conducción.

- Curvas de nivel cada 0.5m y perfiles longitudinales con escala H: 1/2000 y V: 1/200.

Definición del nuevo trazo de la línea de conducción y la ubicación de las válvulas de aire y de purga.

3.1.3 Análisis de información existente.

Para el desarrollo del trabajo se contó con la siguiente información:

Planos catastrales proporcionados por la Municipalidad de Lunahuaná.

Plano de uso de terrenos.

Información recopilada del programa Google Earth. Esta información referencial permitió desarrollar el trazo inicial de la línea de conducción propuesta en el expediente.

Figura 3.1. Vista general del distrito



Fuente: Programa Google Earth.

Figura 3.2. Vista general del distrito



Fuente: Programa Google Earth.

3.2 TRABAJO DE CAMPO Y TOMA DE DATOS

El proceso de toma de datos se realizó en el campo mediante el uso de una estación total y 2 prismas.

El levantamiento topográfico se realizó con el apoyo de un especialista encargado del manejo del equipo y el apoyo de dos peones encargados del manejo de los prismas.

El levantamiento topográfico se realizó mediante el uso de una poligonal abierta. El inicio de la poligonal se encuentra en la toma de la captación cuya cota inicial es de + 594.427 m.s.n.m. El levantamiento se realizó a lo largo de la línea de captación.

Figura 3.3. Toma de datos con Estación Total



Fuente: elaboración propia

Figura 3.4. Toma de datos con Estación Total en terrenos del reservorio proyectado



Fuente: elaboración propia

3.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de la Información se desarrolló mediante el uso del programa Autocad Land. Para esto se reunió la información obtenida en el campo mediante el uso del equipo de Estación Total. Mediante el uso del programa se desarrollaron las curvas de nivel a lo largo de la línea de conducción y las secciones transversales necesarias para el desarrollo del metrado.

El desarrollo de las curvas de nivel se realizó mediante el método de triangulaciones desarrollado por el mismo programa. Se adjunta entre los anexos el plano con las triangulaciones desarrolladas.

3.4 INCIDENCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN EL TRAZO DE LA RED DE CONDUCCIÓN.

Los anexos de Uchupampa y Condoray cuentan con una topografía de suave pendiente, casi plana y el terreno correspondiente a la línea de conducción es de suave pendiente. La altitud del proyecto está comprendida entre los niveles de 594.427(captación) m.s.n.m. a 568.48 m.s.n.m (reservorio proyectado).

Su topografía corresponde a la de un terreno poco accidentado con pendientes suaves en la zona del proyecto.

A su alrededor también se observa la presencia de quebradas por los que drenan cursos de agua siguiendo varios patrones de drenaje, así como también se observa la presencia del río Cañete.

De acuerdo a los datos obtenidos en los planos topográficos se colocaron las válvulas de purga y válvulas de aire correspondientes a cada curva vertical en la línea de conducción.

CAPÍTULO IV: MECÁNICA DE SUELOS

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Objetivo

El objetivo del Estudio tiene por finalidad realizar una evaluación de mecánica de suelos del terreno dentro del área de interés, donde se va a cambiar la tubería de conducción de agua potable desde la zona de captación hasta el reservorio. Por tal motivo se ha realizado trabajos de investigación, describiendo las características de superficie y subsuelo con el propósito de conocer las propiedades físico - mecánicas del terreno, identificando el tipo de suelo, sus características de granulometría y propiedades físicas.

Los resultados de este estudio servirán de base para la definición del tipo y característica de la excavación para la colocación de tuberías de conducción de la red de agua potable.

4.1.2 Metodología

Con la finalidad de cumplir con el programa de trabajo, se realizaron las siguientes actividades:

- Investigación de campo (calicatas).
- Ensayos de laboratorio
- Elaboración del perfil estratigráfico.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

4.2.1 Geomorfología Regional

El rasgo geomorfológico regional que presenta el área de estudio, pertenece a la Unidad Geomorfológica Flanco Bisectado Andino, de topografía accidentada entre las estribaciones del frente andino y el borde del altiplano, con altitudes que van entre 500 a 4,000 m., en esta unidad destacan cadenas de cerros continuos o aislados que se van incrementando progresivamente en altitud y

relieve, se suceden a lo largo del frente andino y de ambos flancos del valle del río Cañete, cercana al área del proyecto.

4.2.2 Estratigrafía Regional

Regionalmente, las unidades litoestratigráficas identificadas en los alrededores del área de estudio son las siguientes:

- **Jurásico superior Cretáceo inferior – Formación Asia**, está localizado al Norte del área de estudio y consiste de roca metamórfica esquisto de micas cuarzo y chistolita, intercaladas con lutitas de color gris, areniscas de color beige, de granulometría fina y ocasionalmente de horizontes calcáreos y volcánicos. Su edad geológica pertenece al Jurásico superior Cretáceo inferior.

- **Cretáceo inferior – Grupo Morro Solar**, aflora al Sur del área de estudio y está representado por tres miembros:

* **Miembro inferior**, consiste de areniscas cuarzosas, areniscas arcillosas, con predominio de lutitas de color gris.

* **Miembro medio**, consiste de areniscas de color pardo, intercaladas con lutitas de color blanquecina y ocasionalmente de andesitas.

* **Miembro superior**, consiste de areniscas cuarzosas de color blanquecina, intercaladas con lutitas de color pardo. Su edad geológica pertenece al Cretáceo inferior.

- **Cuaternario pleistoceno Aluvial**. Se encuentra ubicado en ambos márgenes del río Cañete, consiste de gravas, arenas, limos y arcillas en poca proporción. El espesor del depósito aluvial varía desde unos pocos metros hasta decenas de metros en las terrazas de los valles y quebradas principales. Su edad geológica pertenece al Cuaternario pleistoceno.

- **Rocas intrusivas**

Superunidad Tiabaya

Está representado por:

Cretáceo - Tonalita Granodiorita Tiabaya.- El afloramiento de la roca tonalita granodiorita, se encuentra ubicada aguas arriba del área de estudio, en la margen derecha del río Cañete en mayor proporción y margen izquierda en menor proporción. Por su textura la roca tonalita, fue asignada a la Super-unidad Tiabaya (Cobbing E.J. Pitcher W.S. et. al., 1984) y por su relación de contacto fue asignada como una intrusión reciente; la roca se encuentra meteorizada, rugosa y moderadamente fracturada, diaclasada, de color gris. Su edad geológica pertenece al Cretáceo.

Cuadro 4.1: Formaciones Geológicas – Cuenca del río Cañete

ERA	SISTEMA	SERIE	FORMACIÓN GEOLOGICA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos Eólicos	Acumulación de arenás eólicas de grano medio a fino
			Depósitos Coluviales	Gravas, cantos y bloques sub-angulosos con matriz areno-limosa
			Depósitos Aluviales	Acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas
		PLEISTOCENO	Formación Cañete	Conglomerado semiconsolidado con una matriz areno-limosa
	TERCIARIO	INFERIOR	Formación Paracas	Areniscas, areniscas calcáreas, algunos horizontes de limotitas y hacia la base un paquete de conglomerados
MEZOZOICO	CRETÁCEO	INFERIOR	Grupo Morro Solar	Areniscas, lutitas y ocasionales horizontes volcánicos

Fuente: Onern 1970

4.2.3 Marco Estructural

En la región, el ciclo geotectónico Andino (Triásico al Terciario) comprendió el ámbito de sedimentación andina en las diferentes etapas de su desarrollo, así mismo las zonas de plegamientos están representados por sinclinales y anticlinales, localizados en forma concordante en los alrededores del área de estudio.

Por otra parte, el sector Norte, Sur y Este, del área de interés, fueron afectados por la tectogenésis, diferenciándose cinco pisos estructurales que forman fajas con rumbo NO-SE paralelas a la dirección andina. En su etapa final, este episodio tectónico está ligado a emersión y fallamiento longitudinal debido a movimientos epirogénicos. Sin embargo, de acuerdo al mapeo geológico realizado en el área de interés y sus alrededores no fueron localizadas fallas geológicas en el área de trabajo.

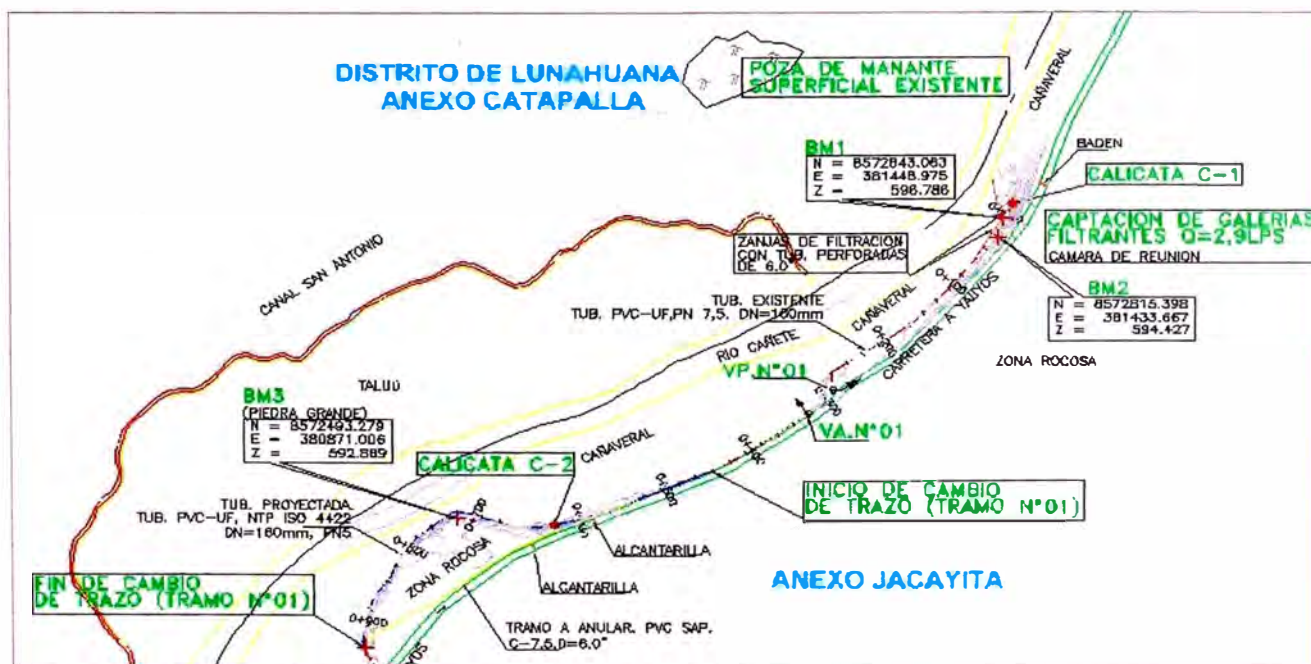
4.3 TRABAJOS DE CAMPO

4.3.1 Excavación de calicatas

Para el desarrollo del Expediente Técnico Mejoramiento del Sistema de agua potable de los anexos Uchupampa y Condoray – Lunahuaná Captación-Conducción, se ha realizado la toma de muestras del suelo ubicando la calicata en el tramo en el cual se va a modificar el trazo de la red de agua. Asimismo se ha considerado una calicata en la zona de captación, para verificar el nivel freático y las características del terreno en esta zona. No fue necesario realizar más calicatas al presentarse un tipo de suelo uniforme.

Asimismo se observa que en la zona adyacente a la carretera se encuentra un tipo de suelo tipo rocoso. De este tipo de suelo no ha sido necesario tomar las muestras pero se ha de considerar para el proceso constructivo y el presupuesto.

Figura 4.2: Ubicación de Calicatas



Fuente: elaboración propia (ver Plano Clave)

4.3.2 Toma de Muestras

La excavación de las calicatas se realizó mediante excavación manual. Para el proceso de excavación se ha trabajado con dos peones, los cuales desarrollaron la excavación de 1,00mx1,00m de ancho aproximadamente hasta los niveles indicados en los perfiles estratigráficos.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del análisis respectivo. La descripción visual de los diferentes estratos deberá contener, como mínimo:

- * Nombre del proyecto
- * Sector/tramo
- * N° de calicata
- * Fecha de la inspección
- * Inspector
- * Descripción del suelo, etc.

Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio se recogieron dos muestras de 3,0 Kg aproximadamente de cada una de las calicatas. Las características y datos de las muestras se encuentran indicadas en los esquemas de los perfiles estratigráficos.

Figura 4.3: Excavación de Calicata C-1



Fuente: elaboración propia

Figura 4.4: Calicata C- 1



Fuente: elaboración propia

Figura 4.5: Excavación de Calicata C-2



Fuente: elaboración propia

Figura 4.6: Calicata C- 2



Fuente: elaboración propia

4.4.2 Análisis Químico de la Muestra de Suelo.

En el siguiente cuadro se presentan según Norma ACI 318-83 y otros valores recopilados de la literatura existente sobre los contenidos en partes por millón (ppm.) de sulfatos, cloruros y sales solubles totales, y el grado de agresividad al concreto.

Tabla 4.3: Límites Permisibles

Presencia en el Suelo de:	p.p.m	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0-1 000 1 000-2 000 2 000-20 000 >20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	>6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Solubles totales	>15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

* Comité ACI 318-83
 ** Experiencia existente

Tabla 4.4: Resultado de Análisis en Calicata C-1

Parametro	Reporte	Norma Técnica
*Sulfatos como Ion SO_4^{2-}	386,37 ppm	ASTM D516
**Cloruros como Ion Cl-	122,60 ppm	ASTM D512

Fuente: elaboración propia

Para los sulfatos solubles en el suelo existen tolerancias permisibles que se encuentran especificadas en la Norma Técnica de Edificaciones E-060 del Reglamento Nacional de Construcciones; de los resultados obtenidos se concluye que no es necesario el uso de ningún tipo especial de cemento; así también de los resultados obtenidos se concluye que los niveles de sales son mínimos.

Los cloruros producen corrosión a las estructuras metálicas y al refuerzo de acero del concreto por lo que se hace necesaria su evaluación. Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio indican que los niveles se encuentran muy por debajo del límite permisible por lo que no se recomienda protección alguna para el refuerzo de acero de la cimentación ni para elementos estructurales de acero. Los niveles de agresividad química del suelo en el área de estudio son leves, por lo que se recomienda utilizar cemento tipo I de uso general.

4.5 SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO

Dentro del territorio peruano se han establecido tres zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según los Mapas de Zonificación Sísmica del Perú, propuesto por la norma Sismo – Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones, la zona de estudio se encuentra comprendida en la Zona 3 correspondiéndole una alta sismicidad.

Los parámetros geotécnicos correspondientes son los siguientes:

Factor de Zona	$Z = 0,4g$
Perfil del suelo tipo	$T = S2$
Período predominante	$T_p = 0,6 s$
Factor de amplificación del suelo	$S = 1,2$

4.6 PERFIL ESTRATIGRAFICO

A continuación se describe el perfil estratigráfico encontrado en las calicatas realizadas.

Calicata1. M- 1



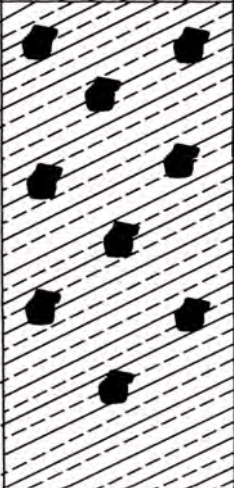
Se presenta el siguiente perfil estratigráfico: Se observa un primer estrato de 200 mm hasta la cota -0,20m, compuesto de arena limosa y material orgánico (OL). El segundo estrato de un espesor de 650 mm, hasta el nivel -0,85m, está compuesto por arena limosa (SM) y con presencia de bolonería de piedra de río de $D_{min}=100mm$ y $D_{max}=500mm$. Se presenta nivel freático en la cota -0,70m. El estrato inferior, presenta un material homogéneo hasta el nivel de la toma de muestra de -2,00m. El tipo de clasificación del terreno es: Suelo.

Calicata2. M-2

Se presenta el siguiente perfil estratigráfico: Se observa un primer estrato de 200 mm hasta la cota -0,20m, compuesto de arena limosa (SM) y material orgánico (OL). El segundo estrato tiene un espesor de 650 mm, hasta la cota -0,85m, está compuesto por arena limosa y grava con $D_{máx}$ de 75mm. El tercer estrato está


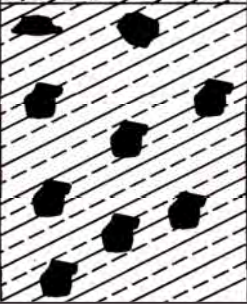

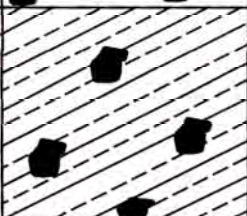
compuesta por un relleno de grava, de espesor 200 mm, hasta la cota -1,05m. Este relleno fue base de la tubería de concreto existente, correspondiente a la antigua línea de conducción actualmente en desuso. La cota de fondo de este estrato es de -1,05m. Se procedió a excavar hasta el nivel -1,50 de material homogéneo. Está compuesto por una grava limosa mal gradada con arena. El tipo de clasificación del terreno es: Suelo.

Figura 4.7: Perfil Estratigráfico C-1

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
Proyecto:		Expediente Técnico Mejoramiento del Sistema de agua potable de los anexos Uchupampa y Condoray – Lunahuaná Captación- Conducción					
Ubicación:		Zona de Captación					
Fecha:		Octubre del 2009					
		Calicata	Prof. (m)	Prof. N.F. (m)	Ubicación		
		C-1	2.00	-0.7	Zona de Captación		
Profundidad (m)	Tipo de excavación	Muestra	Simbología	Descripción	Clasificación SUCS	Clasificación Terreno	
0.20	Excavación a cielo abierto			Material orgánico (vegetación existente)	OH	Terreno normal	
0.40				Arena limosa con presencia de raíces y restos de material orgánico Bolonería de piedra de río Dmin=100mm y Dmax=500mm	SM+Grava	Terreno normal	
0.60							
0.80							
1.00							
1.20							
1.40		M-1		Arena limosa Bolonería de piedra de río Dmax=75mm	SM	Arena Gravosa	
1.60							
1.80							
2.00							

Fuente: elaboración propia

Figura 4.8: Perfil Estratigráfico C-2

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
Proyecto: Expediente Técnico Mejoramiento del Sistema de agua potable de los anexos Uchupampa y Condoray – Lunahuaná Captación- Conducción							
Ubicación: Km. 001+000							
Fecha: Octubre del 2009							
		Calicata	Prof. (m)	Prof. N.F. (m)	Ubicación		
		C-2	1.50	-	Km. 001+000		
Profundidad (m)	Tipo de excavación	Muestra	Simbología	Descripción	Clasificación SUCS	Clasificación Terreno	
0.20	Excavación a cielo abierto			Material orgánico (vegetación existente)	OH	Terreno normal	
0.40				Arena limosa con presencia Grava Dmax=75mm	SM	Terreno normal	
0.60							
0.80							
1.00					Relleno de Grava Dmax 100mm	GP	Terreno Semirocoso
1.20		M-2		Arena limosa con presencia Grava Dmax=75mm	GP-GM		
1.40							

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V: CALIDAD DEL AGUA

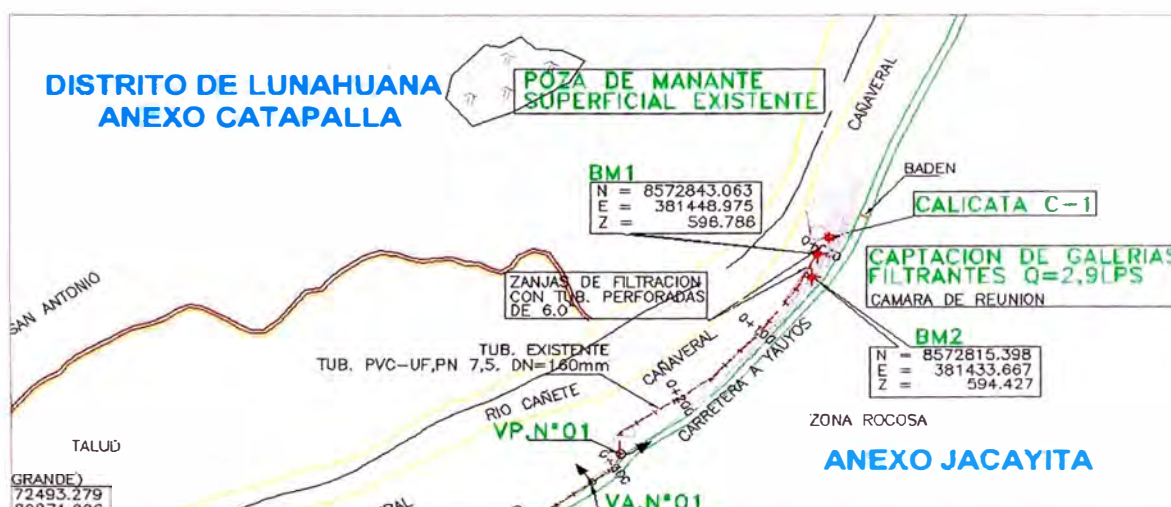
5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Objetivos

Suministrar la información hidroquímica básica del manante en estudio para de esta manera poder aprovechar el recurso hídrico para el abastecimiento de los anexos de Uchupampa y Condoray. El referido manante se encuentra ubicado en el anexo Catapalla, perteneciente al distrito de Lunahuaná y se encuentra adyacente al manante actualmente utilizado.

El conocimiento de la calidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química.

Figura 5.1: Ubicación de Toma de Muestra del Manante



Fuente: elaboración propia

5.1.2 METODOLOGIA

Con la finalidad de cumplir con el programa de trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Fase de campo (toma de muestra).
- Ensayos de laboratorio.
- Conclusiones y recomendaciones.

5.2 FASE DE CAMPO

La elección del punto de muestreo es una decisión muy importante al momento de la toma de las muestras, para esto se ha seguido las normas técnicas respectivas, seleccionando sitios en que el agua presentaba un flujo uniforme.

Para obtener muestras representativas y no alteradas el material a utilizarse debe estar exento de contaminantes por lo que los frascos de polietileno deben estar completamente limpios, lavados con agua destilada y homogenizados con el agua del lugar de recolección.

Los envases en los que se toma las muestras son debidamente rotulados, con identificación de la fuente, fecha y hora de muestreo y otros adicionales referentes al punto de muestreo.

5.2.1 Toma de Muestra para el Análisis Físico y Químico

La toma de la muestra se realizó considerando el proceso siguiente.

Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños, en un radio mayor al afloramiento.

Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.

Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.

Dejar transcurrir un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de la muestra.

- Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.

Enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible, con el tiempo límite de 72 horas.

5.2.2 Toma de Muestra para el Análisis Bacteriológico

La toma de la muestra se realizó considerando el proceso siguiente.

Utilizar frascos de vidrio esterilizados, proporcionados por el laboratorio.

Si el agua contiene cloro utilizar un frasco para este propósito.

Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.

Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) de aire.

Tapar y colocar el capuchón de papel.

Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, nombre del muestreador y la fecha de muestreo.

Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones:

1 a 6 horas sin refrigeración.

6 a 30 horas con refrigeración.

Figura 5.2: Toma de Muestra de agua



Fuente: elaboración propia

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Tabla 5.1. Resultados de Análisis Físico Químico

Parámetro	Unidad	Resultados	Método	Valor Máximo Permissible
Color	U.C	15,6	Colorimétrico	15
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	57,48	Volumétricos	250
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	290	Volumétricos	500
pH	--	7,04	Electrodo	6,5 – 8,5
Sólidos	mg/L	344	Gravimétricos	1000
Sulfatos	mgSO ₄ ⁼ /L	72,5	Turbidimétrico	250
Turbiedad	U.N.T	1,5	Turbidimétrico	5
Hierro	Mg Fe/L	0,10	Espectrofotométricos	0,3
Manganeso	Mg Mn/L	0,03	Espectrofotométricos-UV	0,1

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2 Resultados de Análisis Bacteriológico

Parámetro	Unidad	Resultados	Método	Valor Máximo Permissible
Coliforme fecal	U.F.C/100ml	12	Filtro de membrana	0
Coliforme total	U.F.C/100ml	23	Filtro de membrana	50

Fuente: elaboración propia

Se comparan los resultados con los parámetros correspondientes a las Aguas Tipo A1. Las tablas en las cuales se indican los parámetros permisibles del agua presentados por DIGESA se muestra en el Capítulo I.

EL manante analizado está calificado de tipo A2 y el tratamiento correspondiente se indica en el Capítulo I. Ver resultados en los anexos.

CONCLUSIONES

- La evaluación geotécnica se hizo en base a la ejecución de un total de 2 calicatas en la línea de conducción y una calicata en terrenos del reservorio desarrollada por el grupo N° 9 y presentada en su expediente. De las calicatas se han extraído muestras alteradas, las cuales han sido sometidas a ensayos estándar de clasificación y ensayos químicos. No fue necesario realizar más calicatas al presentarse un suelo uniforme sobre los tramos en los cuales se va a cambiar la línea de conducción.
- En caso de ser necesario, realizar rellenos para alcanzar los niveles de piso deseado, se podrá utilizar como material de relleno el material de corte, previa eliminación de elementos orgánicos y materiales mayores a 3", compactado en capas de 0.20m al 98% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado.
- De los resultados de los ensayos químicos, en las diferentes calicatas del área de estudio no se han encontrado concentraciones perjudiciales de sales solubles totales.
- Durante el proceso de excavación de las calicatas no fue necesario desarrollar ningún tipo de apuntalamiento en las paredes. No es necesario colocar apuntalamiento de paredes para la colocación de la línea de conducción.
- De acuerdo a los resultados del laboratorio para determinar la calidad del agua se observa que la muestra no cumple con los parámetros establecidos por la Norma DIGESA, debido a la presencia de Coliforme fecales. Por esta razón no se hará uso de esta fuente para el mejoramiento de la red de agua, por lo cual se seguirá usando la actual fuente de agua aportante.

RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo del proyecto siempre es necesario una visita de reconocimiento de campo, acompañado de un dispositivo GPS móvil, buscando la óptima ruta o trazo a definir, revisando en el trayecto los planos de curvas de nivel de la zona existente y cartas geográficas correspondientes.
- Se considera además necesario tomar nota y fotografiar las características topográficas de la zona en estudio, información que servirá para replantear los primeros trazos de la línea de conducción óptima y definir los equipos y personal necesarios en la ejecución de los trabajos.
- Por lo tanto se recomienda tomar las siguientes medidas para el desarrollo de trabajos de concreto armado que pudiesen desarrollarse:
 - La concentración de sales sulfatos es leve, por esta razón se recomienda utilizar en las estructuras de concreto cemento TIPO I.
 - La concentración de sulfatos no representa problemas a las estructuras, por esta razón no es necesario ningún tratamiento adicional a las cimentaciones.
- Si posteriormente se requiere el uso de la fuente de agua analizada, será necesario desarrollar un sistema de tratamiento de desinfección convencional del agua del manante en estudio. El tipo de agua del manante está considerado tipo A2 según los parámetros de DIGESA. El tratamiento convencional, consiste de la desinfección, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección final (o a niveles que no representan riesgo para la salud).

BIBLIOGRAFÍA

- Berry, Peter L.; Mecánica de Suelos. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Colombia 1993
- Casanova M. Leonardo, Topografía. Libro Digital.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Estudio de la calidad de agua en sistemas de abastecimiento rural. Lima Perú. Año 1999.
- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones. "Norma Técnica de Edificaciones E-30- Diseño Sismorresistente", Lima - Perú.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones. "Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones", Lima- Perú.
- Mora Quiñones, Samuel.; Topografía practica, M &Co 1990 Lima – Perú
- Organización Mundial de la Salud.; Guías para la Calidad del Agua Potable, Versión electrónica para la web.
- SEDAPAL (2004).; Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao.

ANEXOS

- **RESULTADO DE ANÁLISIS DE MECÁNICA DE SUELOS**

 - Análisis Granulométrico de Calicata C-1

 - Análisis Granulométrico de Calicata C-2

 - Resultados del Análisis Químico

- **RESULTADOS DE LA CALIDAD DE AGUA**

 - Resultados de Análisis Físico Químico

 - Resultados de Análisis Bacteriológico

- **PLANOS**

 - PLANO DE UBICACIÓN

 - PLANO CLAVE

 - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 0+000 A 1+000

 - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 1+000 A 1+800

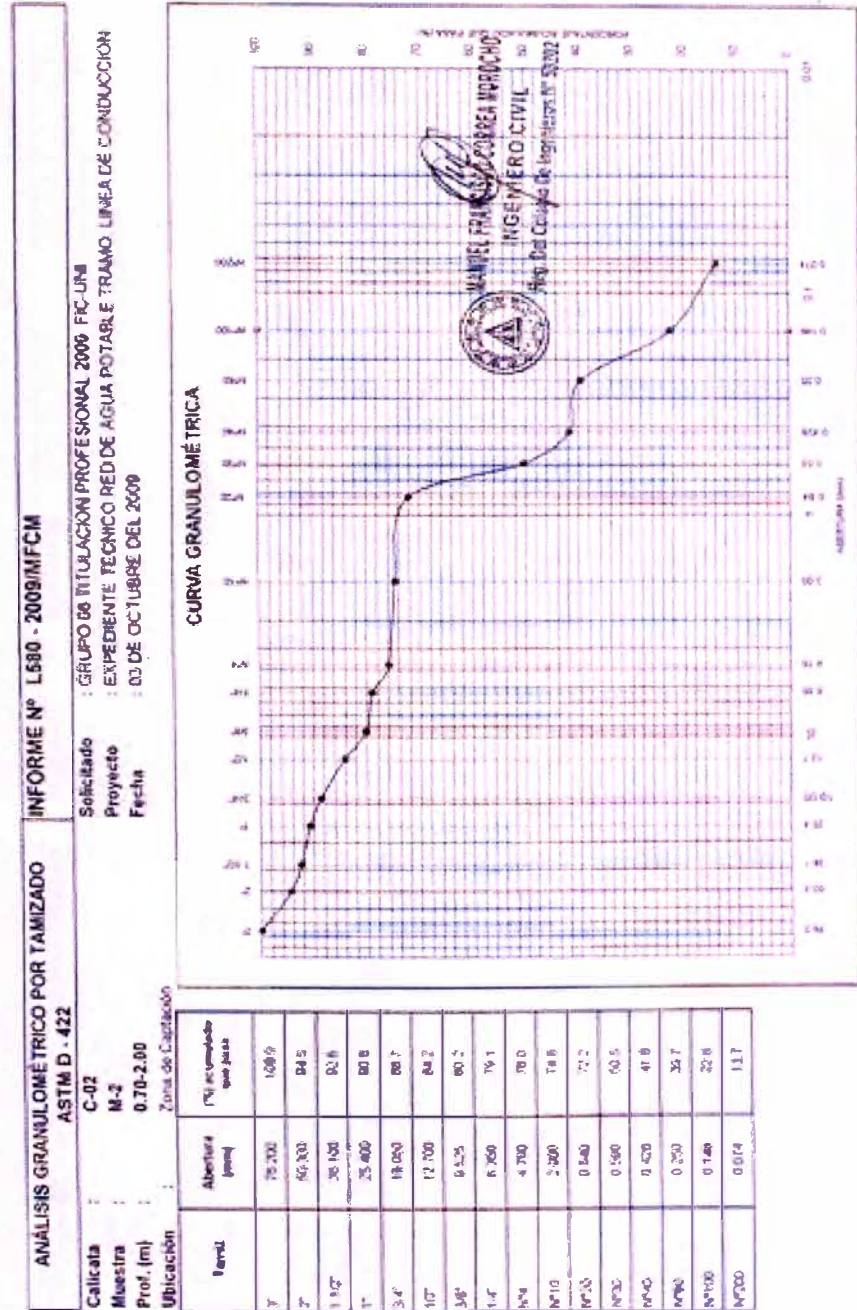
 - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 1+800 A 2+800

 - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 2+800 A 3+620,5

 - PLANO DE TRIANGULACIÓN DE POLIGONAL ABIERTA

Análisis Granulométrico de Calicata C-1

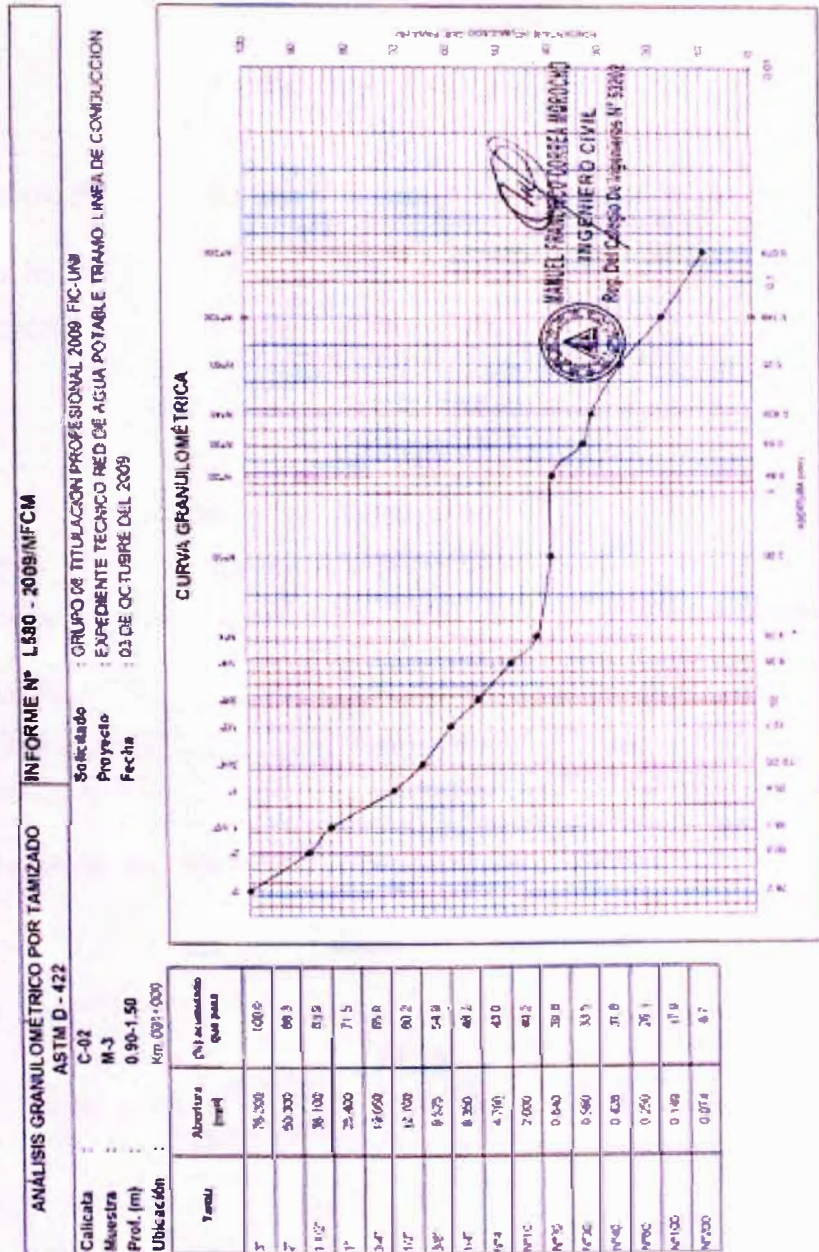
MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



Jr. Ramon Castilla 209 Piso 3 Urb. Ingeniería - SMP - Lima Celular 991215884, Tel. 3818661 Email: mfcmeam@yahoo.es, mcorrea@uni.edu.pe

Análisis Granulométrico de Calicata C-2

MFCM LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



Resultados del Análisis Químico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Química y Textil
Laboratorio N° 15 Química General

INFORME DE ENSAYO N° 010-2LAB.15-09

SOLICITANTE : GRUPO N° 08 - TITULACION PROFESIONAL EN LA MODALIDAD DE CONOCIMIENTOS FIC-UNI 2009
PROYECTO : EXPEDIENTE TECNICO RED DE AGUA POTABLE - TRAMO: LINEA DE CONDUCCION
UBICACIÓN : ANEXOS: UCHUPAMPA Y CONDORAY, DISTRITO DE LUNAGUANA, PROVINCIA CAÑETE, DEPARTAMENTO LIMA
ENSAYO : ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA : 13-10-09

REPORTE DE RESULTADOS

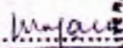
MUESTRA : LINEA DE CONDUCCION
CALICATA : C-01 PROF. (m) : 0.00 - 2.00 m

PARAMETRO	REPORTE	NORMA TECNICA
SULFATOS como Ion SO_4^{2-}	386.37 ppm	ASTM D516
CLORUROS como Ion Cl^-	122.60 ppm	ASTM D512

Nota: La muestra fue identificada y proporcionada por el solicitante

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,


ING. ELMO R. PAJARES BRIONES
Jefe del LAB.15



Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Apartado 1301 - Perú
Telf.: 381-3849 Anexo34 / 381-38667 Telefax: 481-7919 / Central UNI 481-1076
E-mail: jefatura@lab.15@gmail.com / lab.15_fiq@uni.edu.pe

Resultados de Análisis Físico Químico



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°265-09 LAB N° 20

Solicitante : **COVELMAR S.A.C**
 Proyecto : **Mejoramiento de Agua Potable Anexo Uchupampa, Condoray - Distrito de Lunahuaná, Agua de manantial Anexo Jataya - Pacaran - Distrito de Lunahuaná**
 Tipo de muestra : **Agua de manantial**
 Procedencia : **Anexo Jataya - Pacaran - Distrito de Lunahuaná**
 Fecha de procedencia : **19-10-09 Hora 9:45 a.m**
 Fecha de recepción : **19-10-09**

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Color	U.C	15.6	Colorimétrico
Cloruros	mg Cl/L	57.48	Volumétricos
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	290	Volumétricos
pH	-----	7.94	Electrodo
Sólidos totales	mg/L	344	Gravimétricos
Sulfatos	mgSO ₄ ⁻² /L	72.5	Turbidimétrico
Turbiedad	U.N.T	1.5	Turbidimétrico
Hierro	mg Fe/L	0.10	Espectrofotométrico
Manganeso	mg Mn/L	0.03	Espectrofotométrico UV

Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES AFINA AWWA WPCF 16 edición

ANÁLISIS REALIZADO POR QUIM. GABRIEL SALES DAVILA

Lima, 20 de Octubre del 2009

Jorge Tello
ING. JORGE TELLO CEBREROS
 JEFE (e) DEL LABORATORIO N° 20

*Muestra tomada por el solicitante

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima

Teléfono 482-1585 - Teléfono 481-1070 Anexo 365
 Atención 8:00 a 16:00 Hrs.

E-mail: lab20_fia@uni.edu.pe

Resultados de Análisis Bacteriológico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°265-09 LAB N° 20

Solicitante : COVELMAR S.A.C
Proyecto : Mejoramiento de Agua Potable Anexo Uchupampa-
Condoray - Distrito de Lunahuana.
Tipo de muestra : Agua de manantial
Procedencia : Anexo Jacaya - Pacaran - Distrito de Lunahuana
Fecha de procedencia : 19-10-09 Hora: 9:45 a.m.
Fecha de recepción : 19-10-09

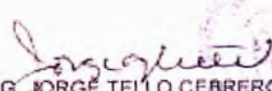
RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Coliforme fecal	U.F.C./100 ml	12	Filtro de membrana
Coliforme total	U.F.C./100ml	23	Filtro de membrana

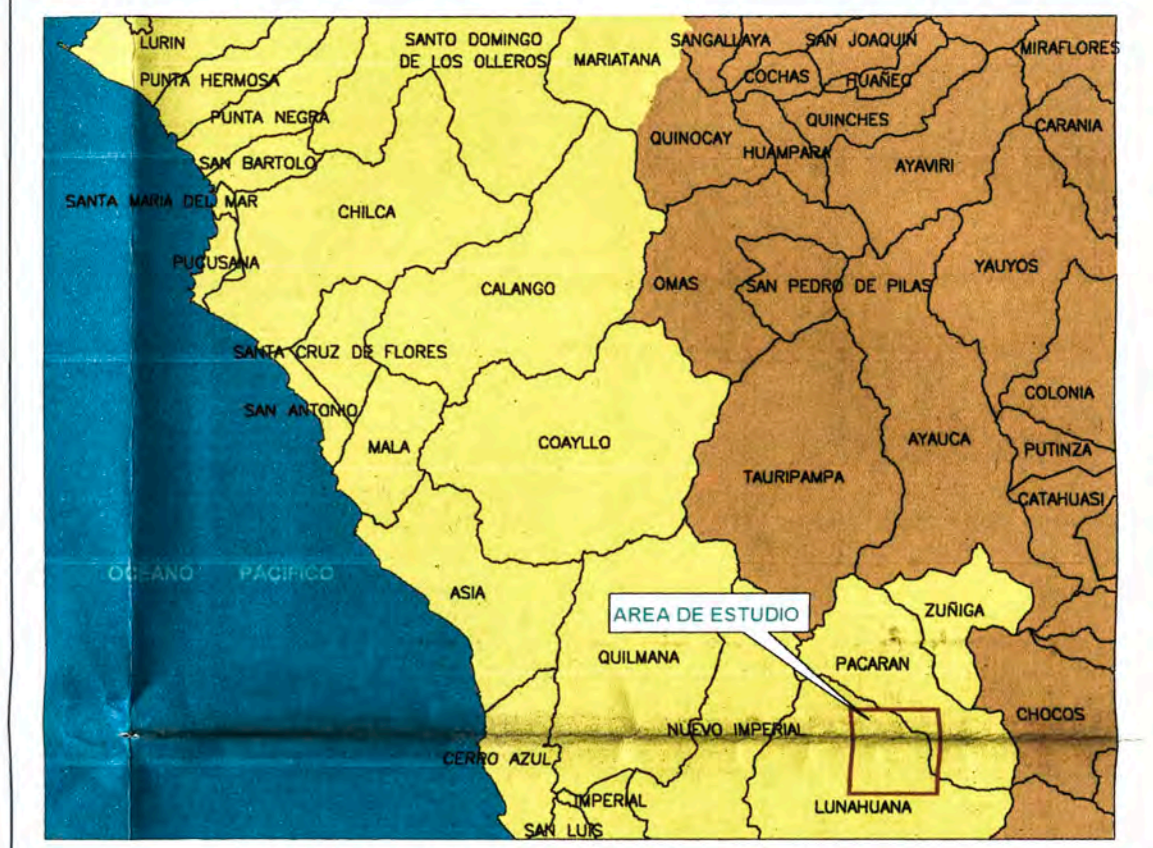
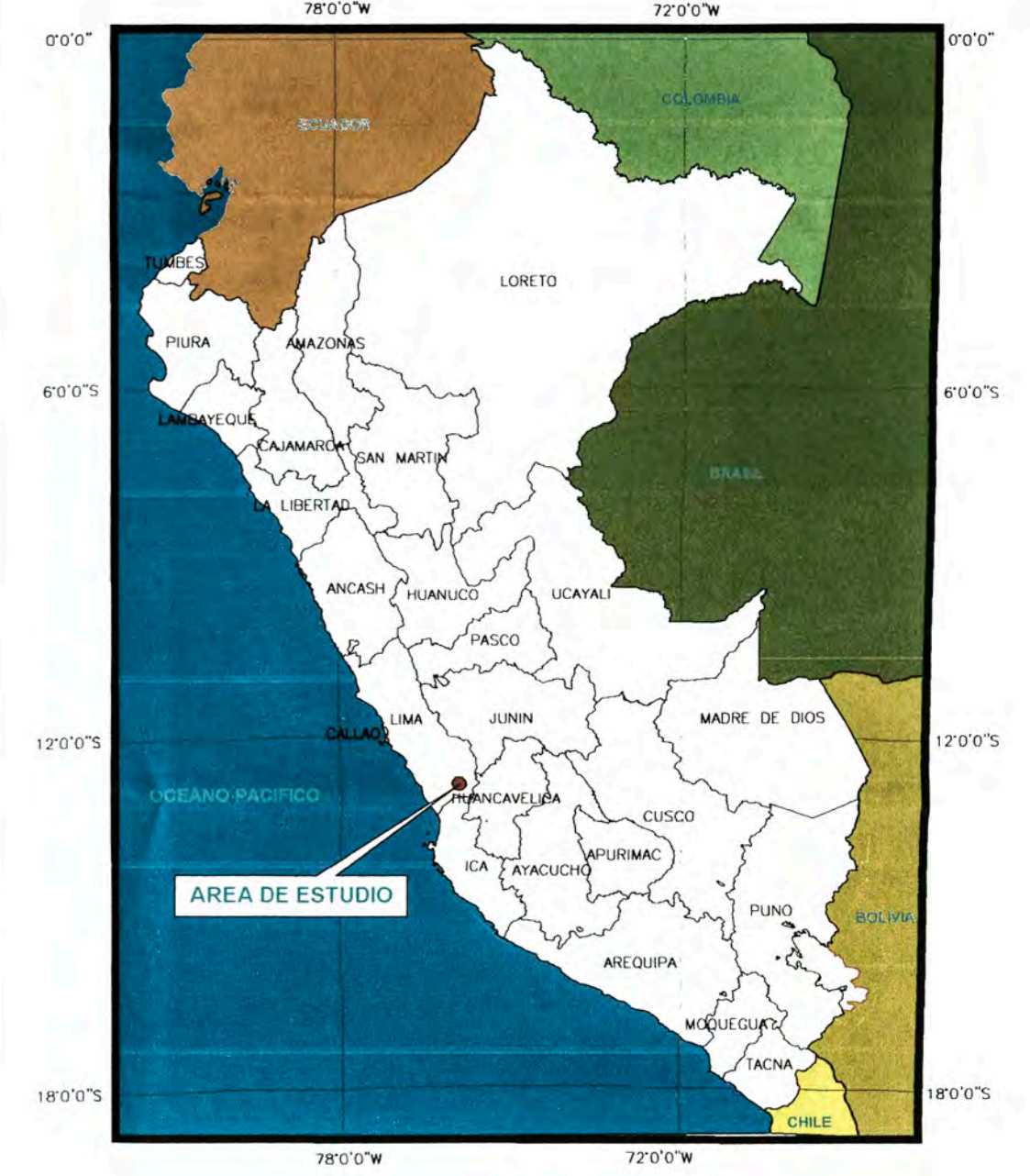
(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES RESIDUALES APHA-AWWWA-WPCF 19 edición.

ANÁLISIS REALIZADO POR BILO MARTIN MARTINEZ VILA

Lima, 20 de Octubre del 2009


ING. JORGE TELLO CEBEROS
JEFE (e) DEL LABORATORIO N° 20

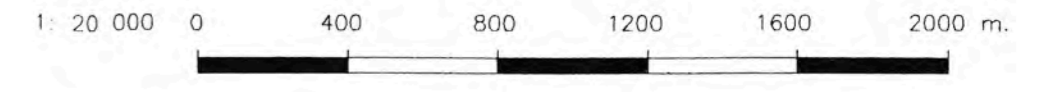
*Muestra tomada por el solicitante



MAPA DE UBICACION REGIONAL

LEYENDA

	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CENTRO POBLADO
	ZONA DE CULTIVOS
	CANTERA
	CARRETERA ASFALTADA
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO DE HERRADURA
	RIO
	QUEBRADA

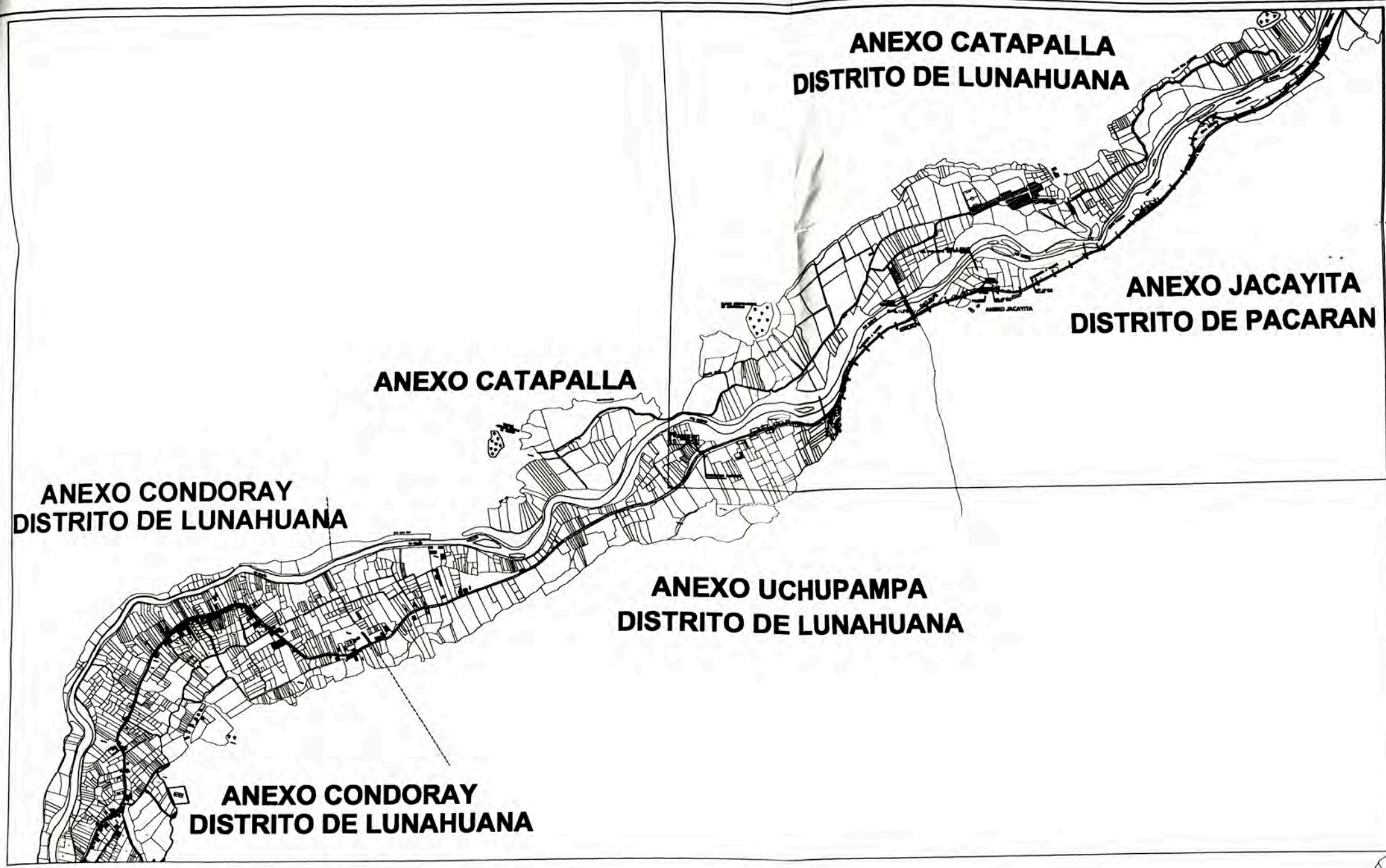


NOTAS :
 1.- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 2.- DIMENSIONES EN METROS.
 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

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

PLANO: PLANO DE UBICACION

UBICACION: ANEXOS DE UCHUPAMPA Y CONDORAY		PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA CAPTACION-CONDUCCION		
DISTRITO: LUNAHUANA	ELABORADO: GRUPO 8	FECHA: NOVIEMBRE 09	ESC. INDICADA:	LAMINA: U-01
PROVINCIA: CASITE	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:	
DEPARTAMENTO: LIMA				

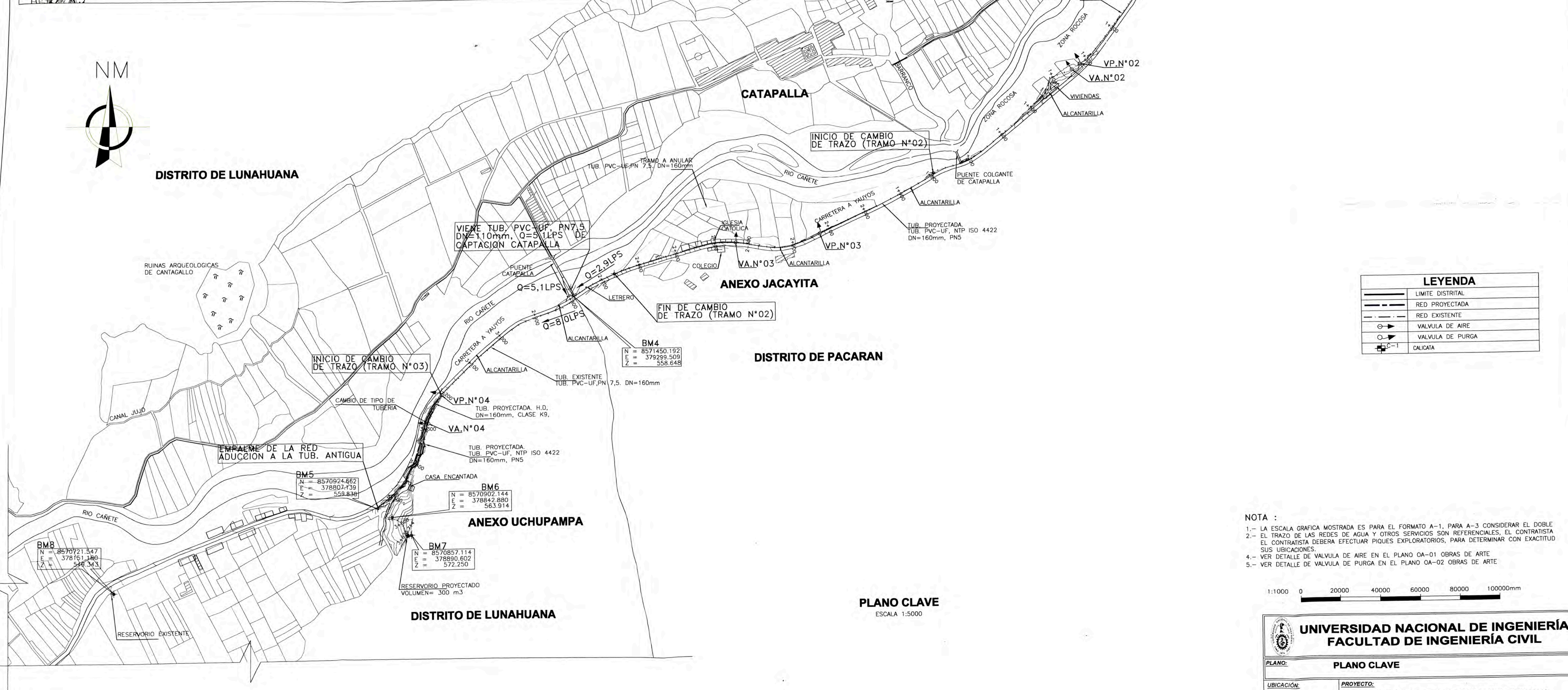


VALVULAS DE PURGA	
N°	UBICACIÓN
1	Km 0+280
2	Km 1+315,45
3	Km 2+120
4	Km 3+200

VALVULAS DE AIRE	
N°	UBICACIÓN
1	Km 0+320
2	Km 1+340
3	Km 2+340
4	Km 3+280



DISTRITO DE LUNAHUANA



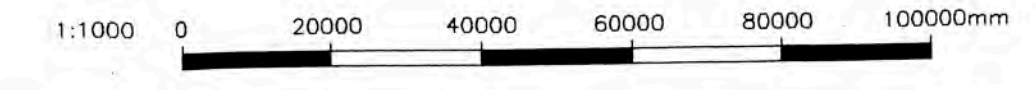
PLANO CLAVE
ESCALA 1:5000

DISTRITO DE LUNAHUANA
ANEXO CATAPALLA

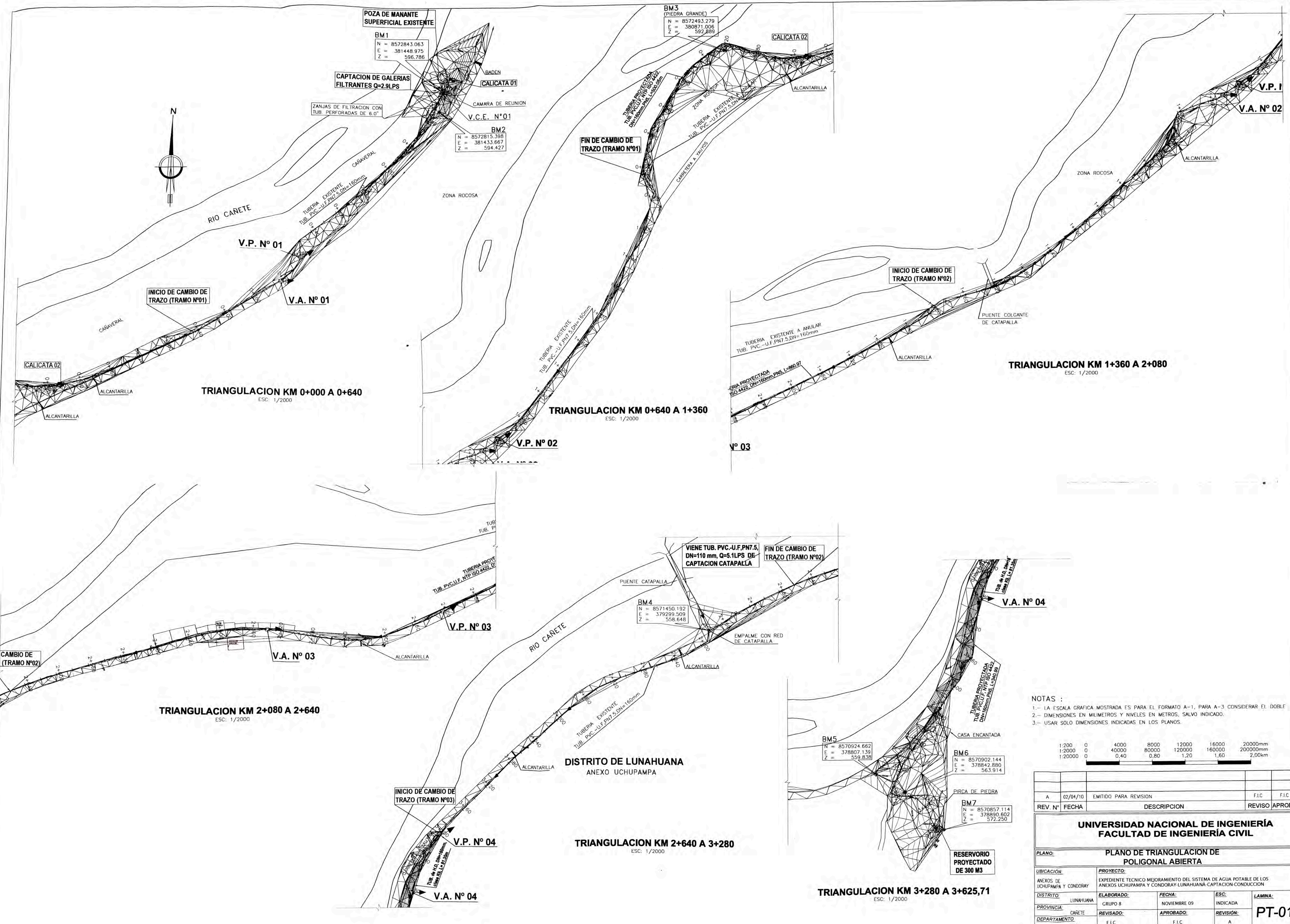
BM1	N = 8572843.065 E = 381448.975 Z = 596.789
BM2	N = 8572815.398 E = 381433.667 Z = 594.427
BM3	(PIEDRA GRANDE) N = 8572493.279 E = 380871.006 Z = 592.889
BM4	N = 8571450.192 E = 379299.509 Z = 558.648
BM5	N = 8570924.662 E = 378807.139 Z = 558.898
BM6	N = 8570902.144 E = 378842.880 Z = 563.914
BM7	N = 8570857.114 E = 378890.602 Z = 572.250
BM8	N = 8570721.547 E = 378751.180 Z = 548.341

LEYENDA	
[Symbol]	LIMITES DISTRITAL
[Symbol]	RED PROYECTADA
[Symbol]	RED EXISTENTE
[Symbol]	VALVULA DE AIRE
[Symbol]	VALVULA DE PURGA
[Symbol]	CALICATA

- NOTA :**
- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1. PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 - EL TRAZO DE LAS REDES DE AGUA Y OTROS SERVICIOS SON REFERENCIALES. EL CONTRATISTA EL CONTRATISTA DEBERA EFECTUAR PIQUES EXPLORATORIOS, PARA DETERMINAR CON EXACTITUD SUS UBICACIONES.
 - VER DETALLE DE VALVULA DE AIRE EN EL PLANO OA-01 OBRAS DE ARTE
 - VER DETALLE DE VALVULA DE PURGA EN EL PLANO OA-02 OBRAS DE ARTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
PLANO CLAVE				
UBICACION:	PROYECTO:			
ANEXOS DE UCHUPAMPA Y CONDORAY	EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA-CAPTACION-CONDUCCION			
DISTRITO:	ELABORADO:	FECHA:	ESC.	LAMINA:
LUNAHUANA	GRUPO 8	NOVIEMBRE 09	INDICADA	PC-01
PROVINCIA:	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:	
CARETE				
DEPARTAMENTO:	LIMA			



TRIANGULACION KM 1+360 A 2+080
ESC: 1/2000

TRIANGULACION KM 2+080 A 2+640
ESC: 1/2000

TRIANGULACION KM 2+640 A 3+280
ESC: 1/2000

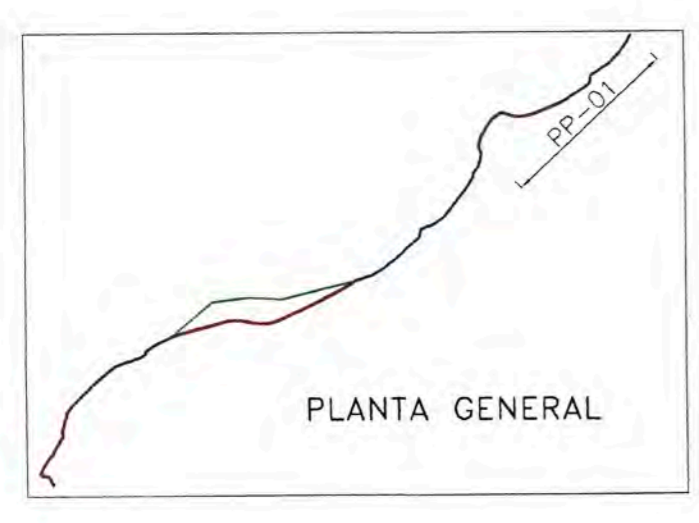
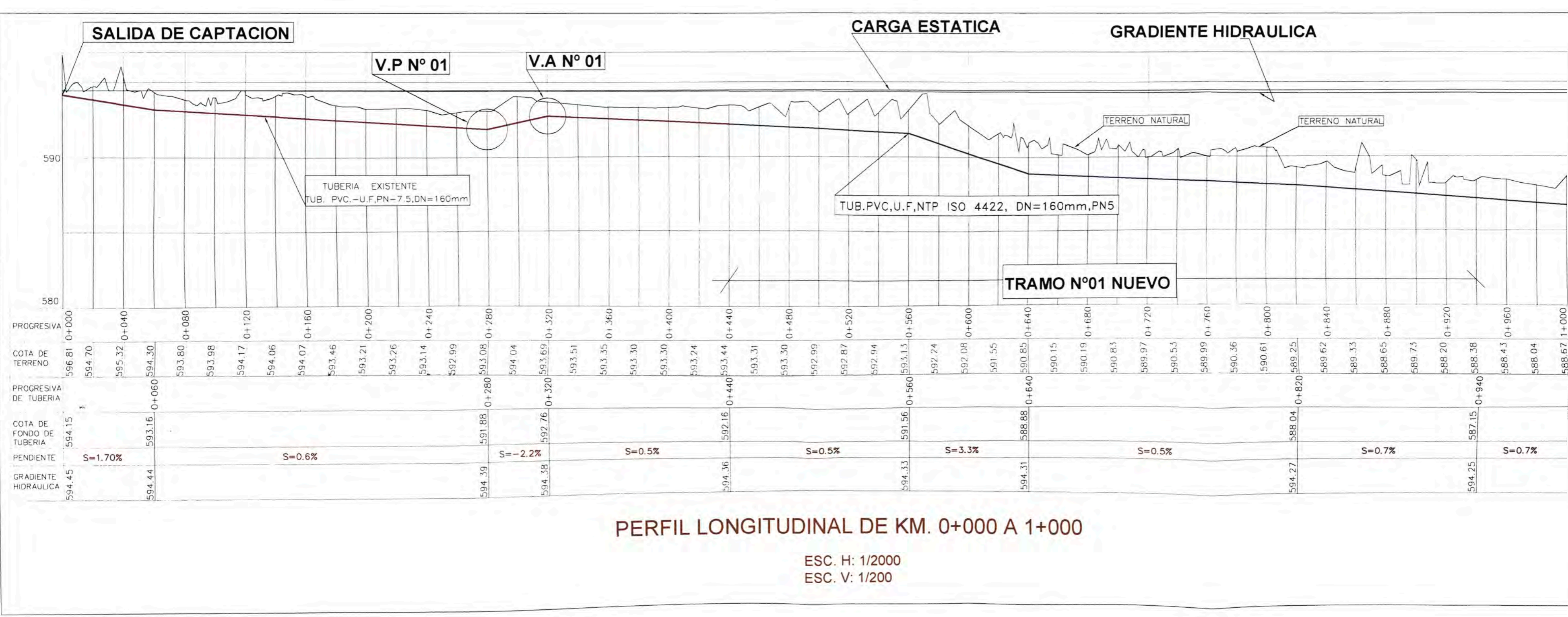
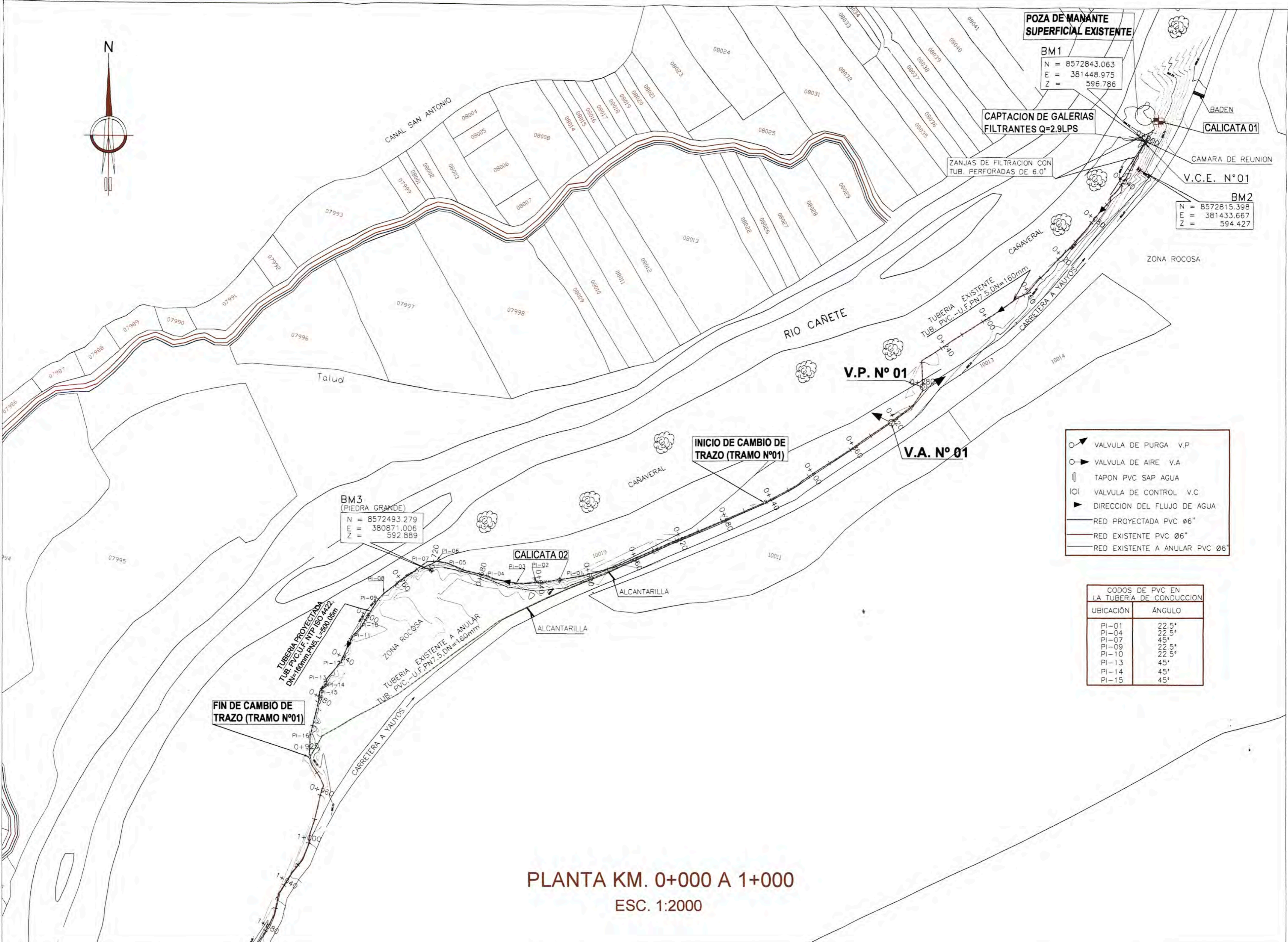
TRIANGULACION KM 3+280 A 3+625,71
ESC: 1/2000

- NOTAS :**
- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 - DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00km

A	02/04/10	EMITIDO PARA REVISION	F.I.C	F.I.C
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL				
PLANO DE TRIANGULACION DE POLIGONAL ABIERTA				
UBICACION:	PROYECTO:			
ANEXOS DE UCHUPAMPA Y CONDORAY	EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA-CAPTACION CONDUCCION			
DISTRITO:	ELABORADO:	FECHA:	ESC:	LAMINA:
LUNAHUANA	GRUPO 8	NOVIEMBRE 09	INDICADA	PT-01
PROVINCIA:	REVISADO:	APROBADO:	REVISION:	
CAÑETE	F.I.C	F.I.C	A	
DEPARTAMENTO:	LIMA			



NOTAS :

- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00km

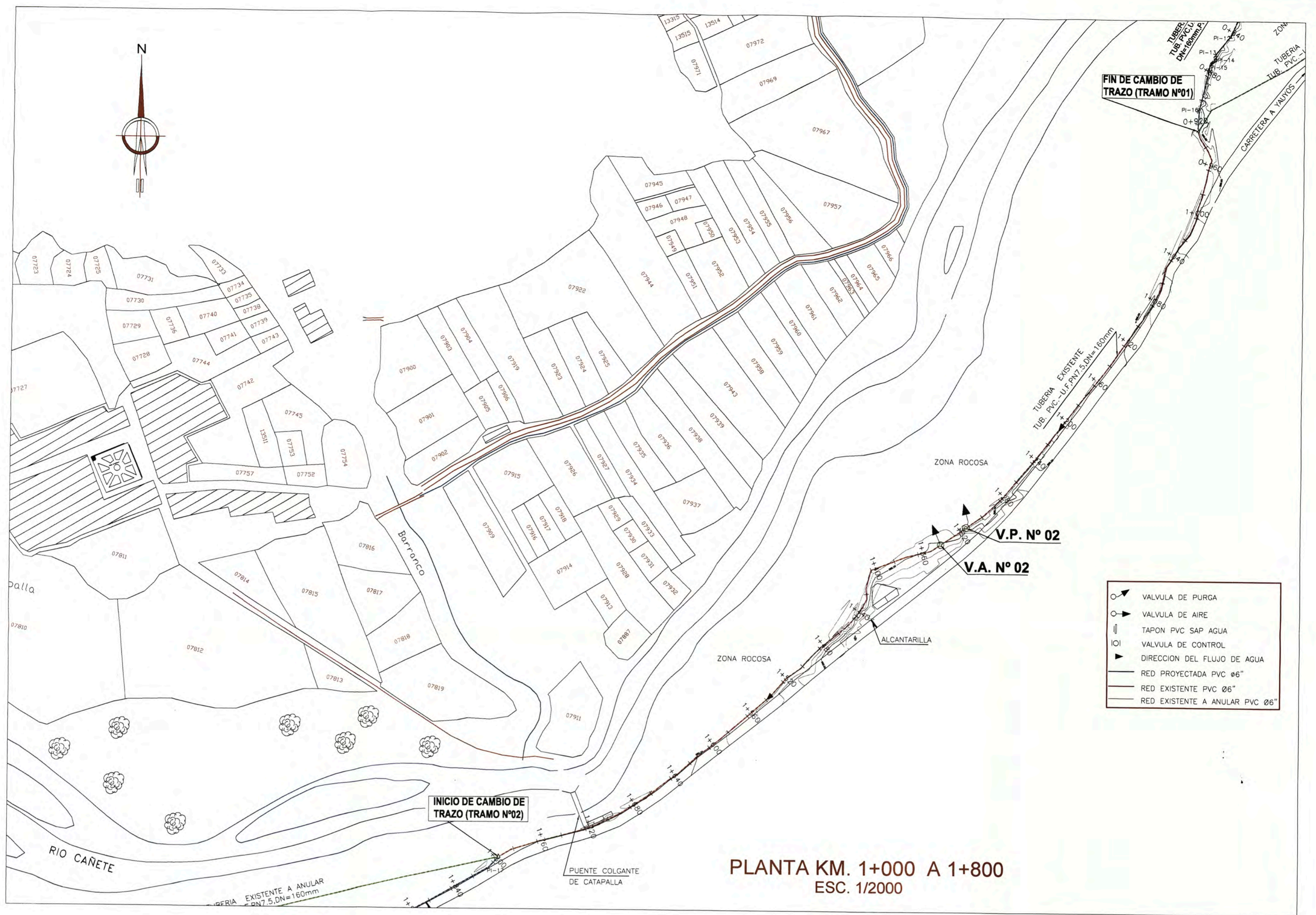
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISOR	APROBADO
A	02/04/10	EMITIDO PARA REVISION	F.I.C	F.I.C

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

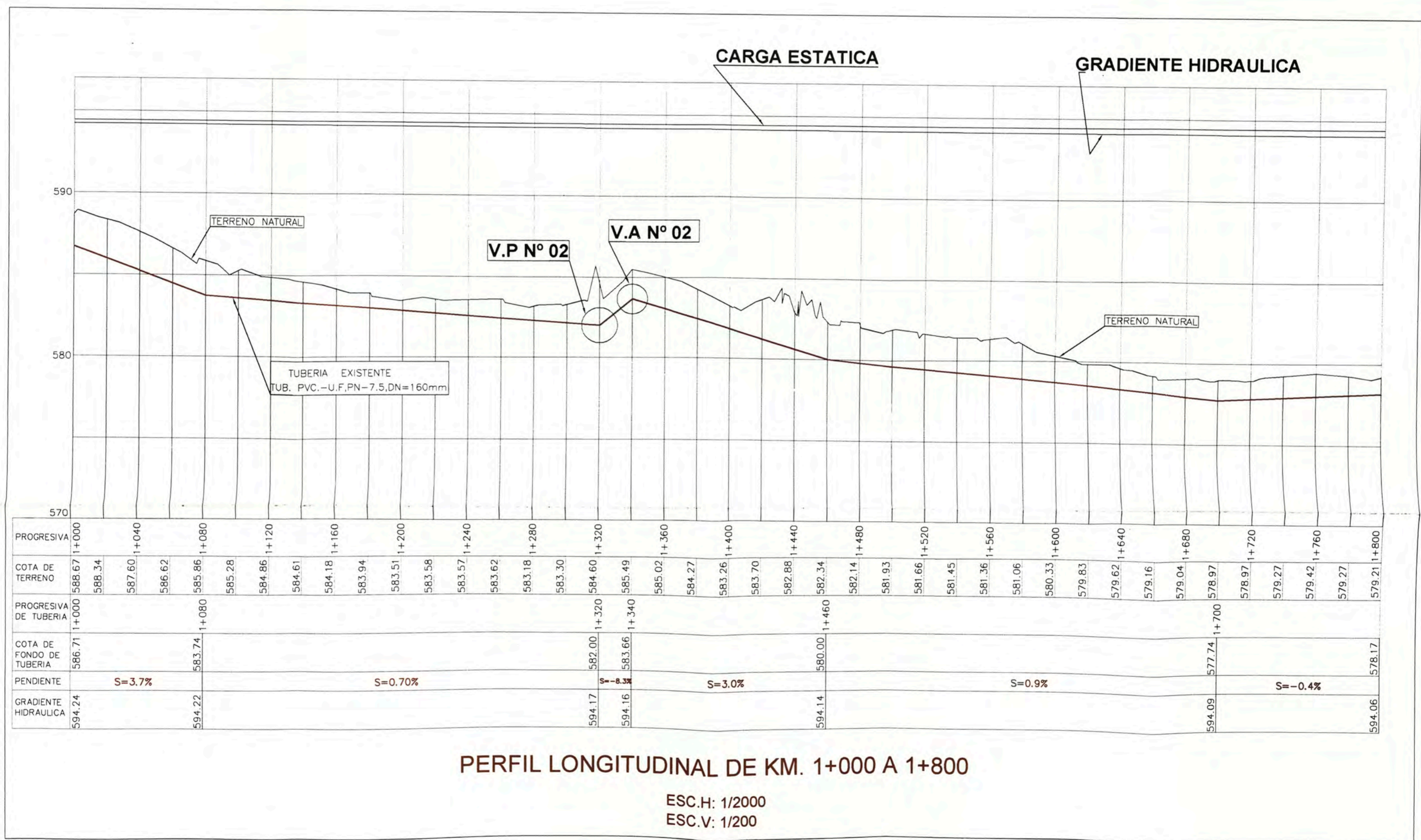
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 0+000 A 1+000

PROYECTO:	EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA-CAPTACION-CONDUCCION
PROVINCIA:	LUNAHUANA
GRUPO:	GRUPO 8
FECHA:	NOVIEMBRE 09
INDICADA:	INDICADA
REVISADO:	F.I.C
APROBADO:	F.I.C
REVISION:	A

LAMINA: PP-01



PLANTA KM. 1+000 A 1+800
ESC. 1/2000



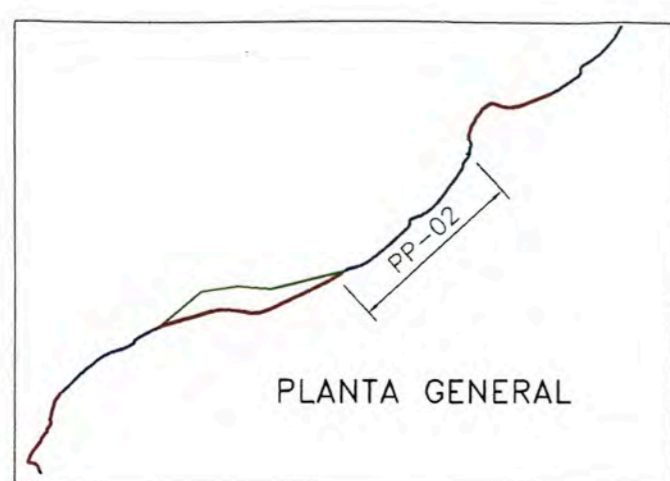
PERFIL LONGITUDINAL DE KM. 1+000 A 1+800

ESC.H: 1/2000
ESC.V: 1/200

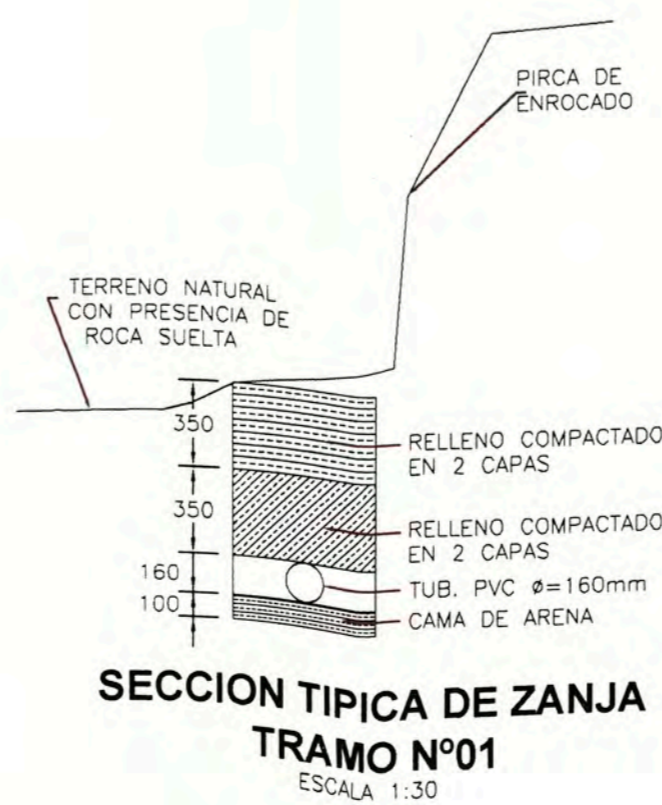
NOTAS :

- 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
- 2.- DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
- 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00km

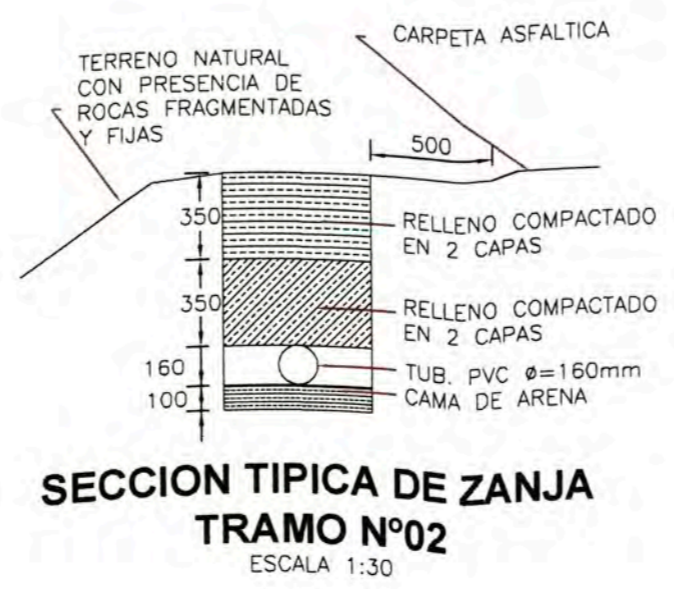
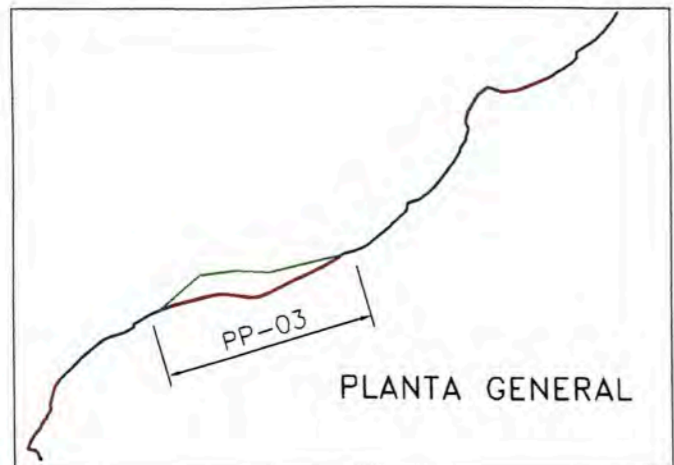
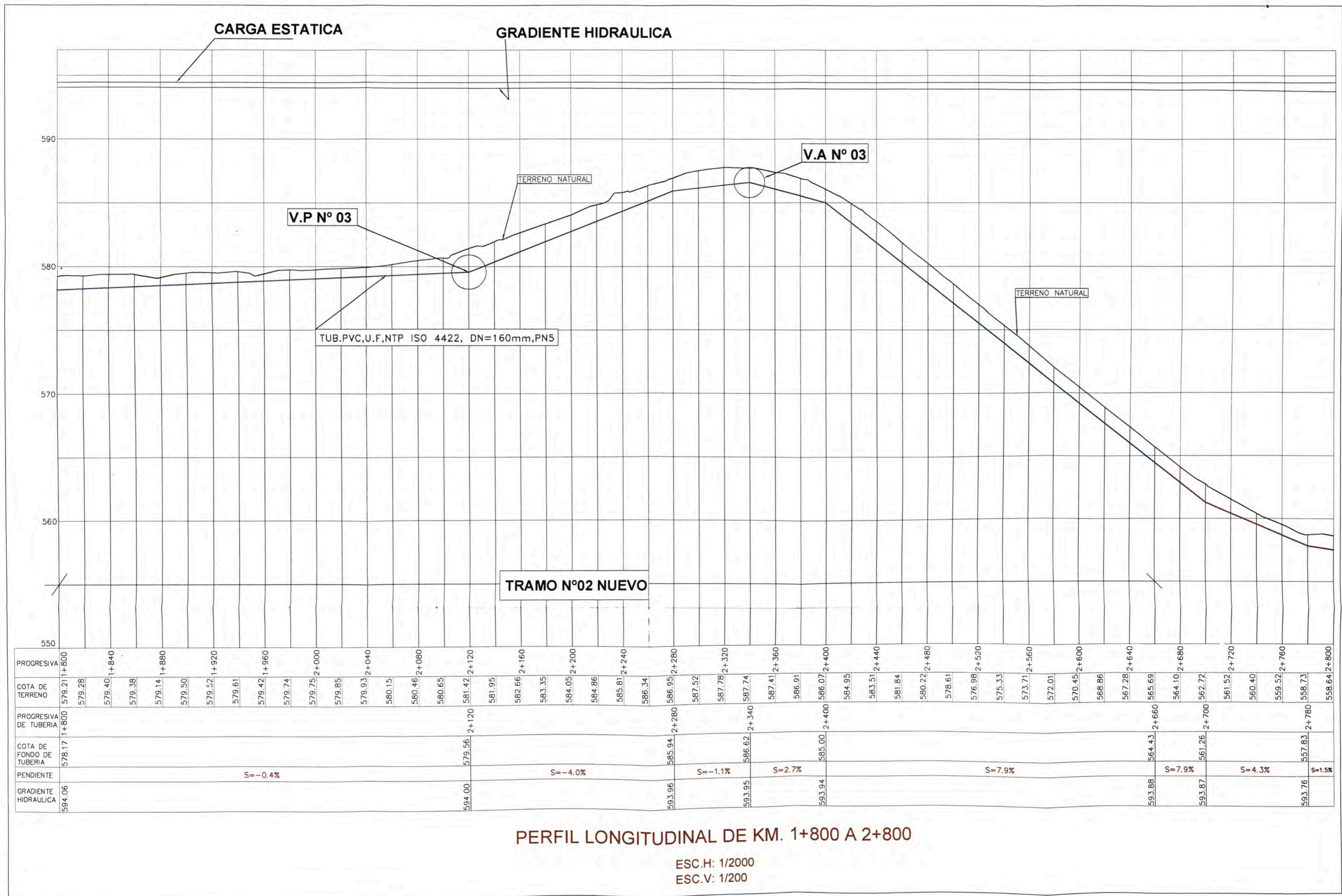
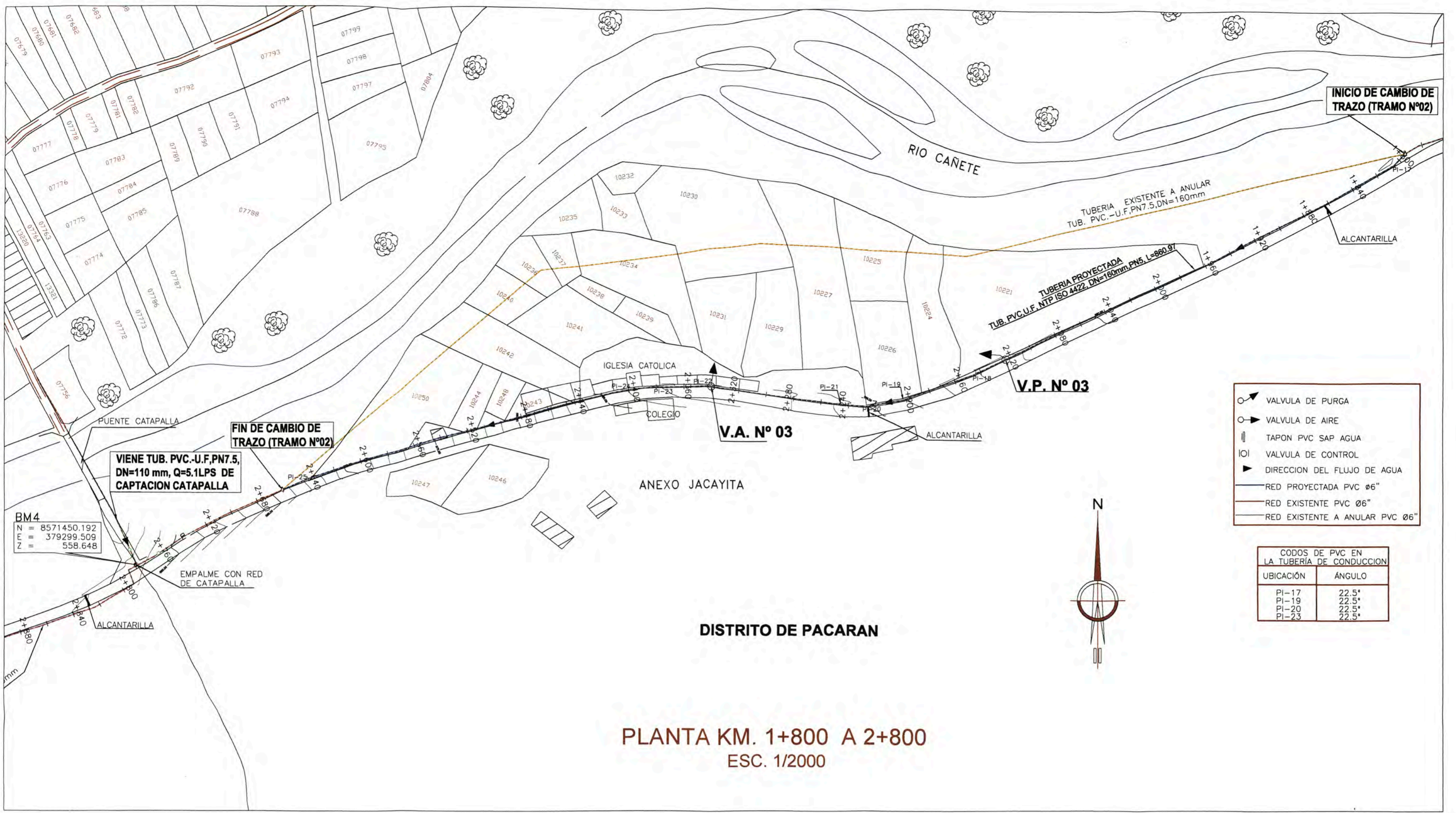


PLANTA GENERAL



SECCION TÍPICA DE ZANJA
TRAMO N°01
ESCALA 1:30

A		02/04/10		EMITIDO PARA REVISIÓN		F.I.C.	F.I.C.
REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN				REVISO	APROBO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 1+000 A 1+800							
UBICACIÓN:	ANEXOS DE UCHUPAMPA Y CONDORAY			PROYECTO:	EXPEDIENTE TÉCNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA-CAPTACION-CONDUCCION		
DISTRITO:	LUNAHUANA	ELABORADO:	GRUPO 8	FECHA:	NOVIEMBRE 09	ESQ:	INDICADA
PROVINCIA:	CANETE	REVISADO:	F.I.C.	APROBADO:	F.I.C.	REVISIÓN:	A
DEPARTAMENTO:	LIMA	PP-02					



NOTAS :

- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1. PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00km

REV. N°	FECHA	EMITIDO PARA REVISION	DESCRIPCION	F.I.C	F.I.C
A	02/04/10				
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL KM 1+800 A 2+800

UBICACION: ANEXOS DE UCHUPAMPA Y CONDORAY

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS ANEXOS UCHUPAMPA Y CONDORAY-LUNAHUANA-CAPTACION-CONDUCCION

DISTRITO: LUNAHUANA

ELABORADO: GRUPO 8

FECHA: NOVIEMBRE 09

ESC: INDICADA

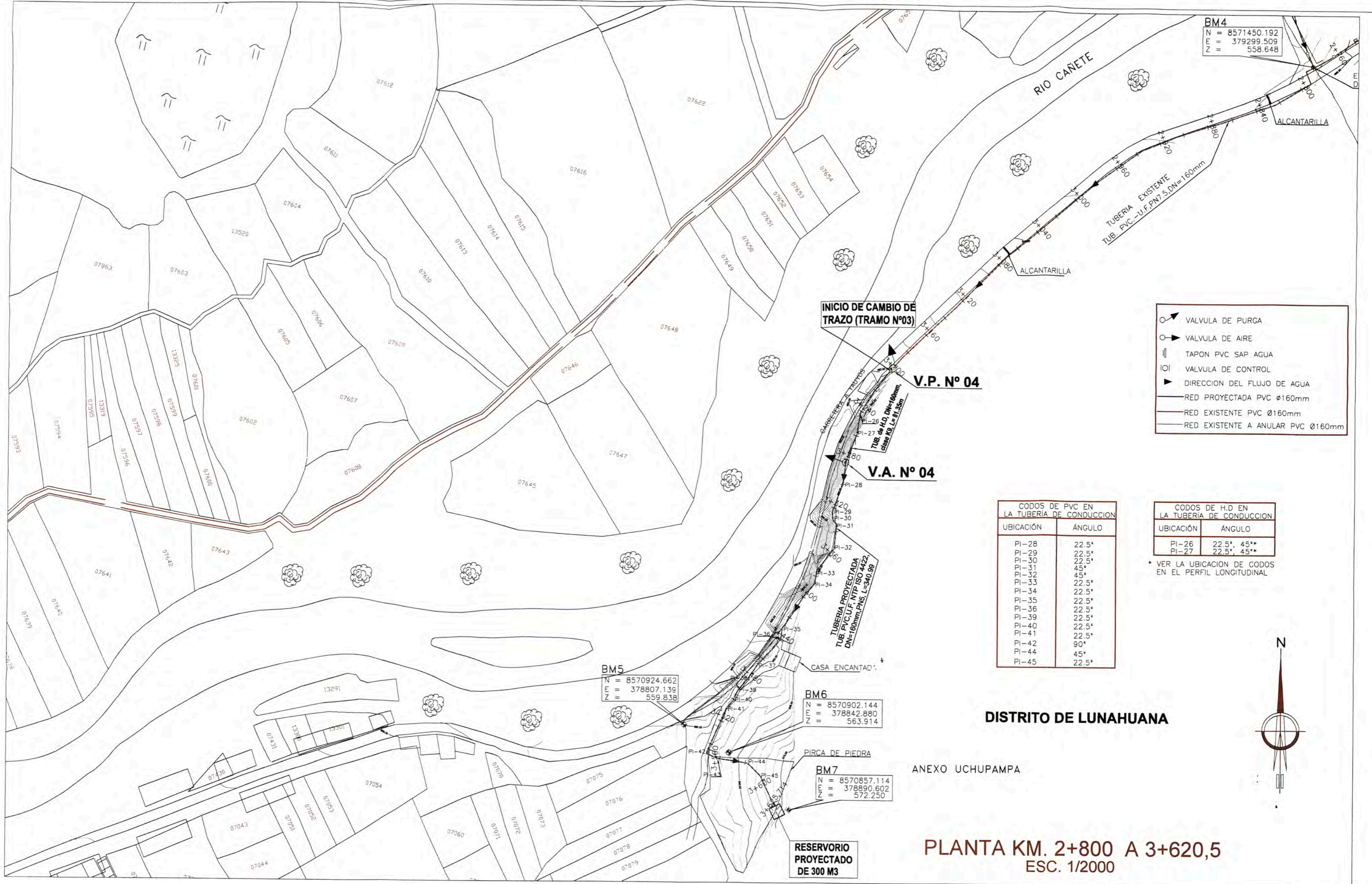
PROVINCIA: CAÑETE

REVISADO: F.I.C

APROBADO: F.I.C

REVISION: A

LAMINA: PP-03



- VALVULA DE PURGA
- VALVULA DE AIRE
- || TAPON PVC SAP AGUA
- VALVULA DE CONTROL
- ▶ DIRECCION DEL FLUJO DE AGUA
- RED PROYECTADA PVC Ø160mm
- RED EXISTENTE PVC Ø160mm
- RED EXISTENTE A ANULAR PVC Ø160mm

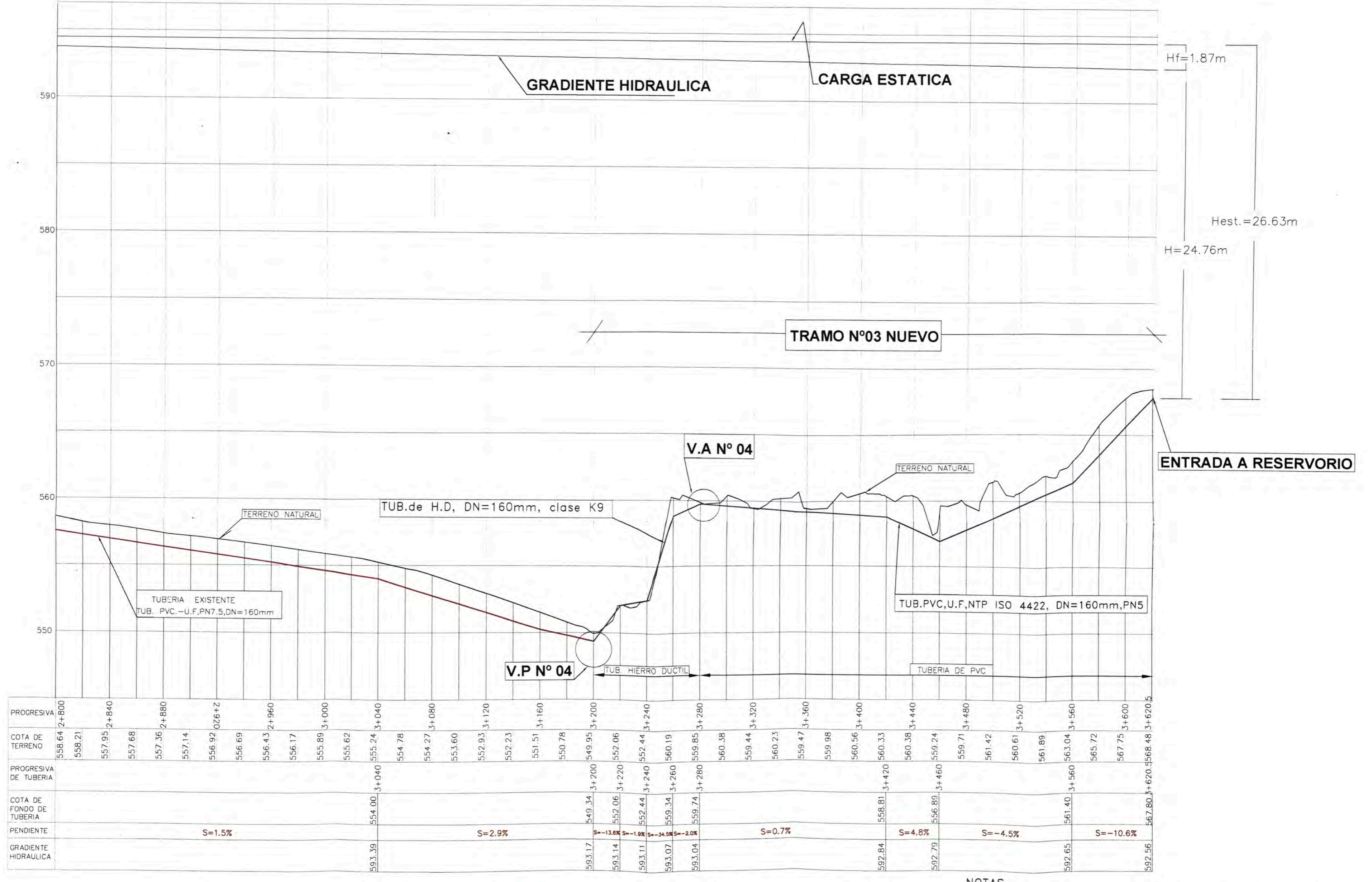
CODOS DE PVC EN LA TUBERIA DE CONDUCCION	
UBICACION	ANGULO
PI-28	22.5°
PI-29	22.5°
PI-30	22.5°
PI-31	45°
PI-32	45°
PI-33	22.5°
PI-34	22.5°
PI-35	22.5°
PI-36	22.5°
PI-39	22.5°
PI-40	22.5°
PI-41	22.5°
PI-42	90°
PI-44	45°
PI-45	22.5°

CODOS DE H.D EN LA TUBERIA DE CONDUCCION	
UBICACION	ANGULO
PI-26	22.5° 45°
PI-27	22.5° 45°

* VER LA UBICACION DE CODOS EN EL PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA KM. 2+800 A 3+620,5
ESC. 1/2000



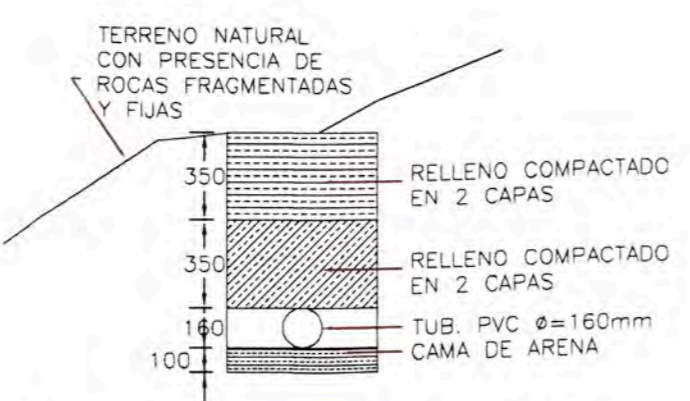
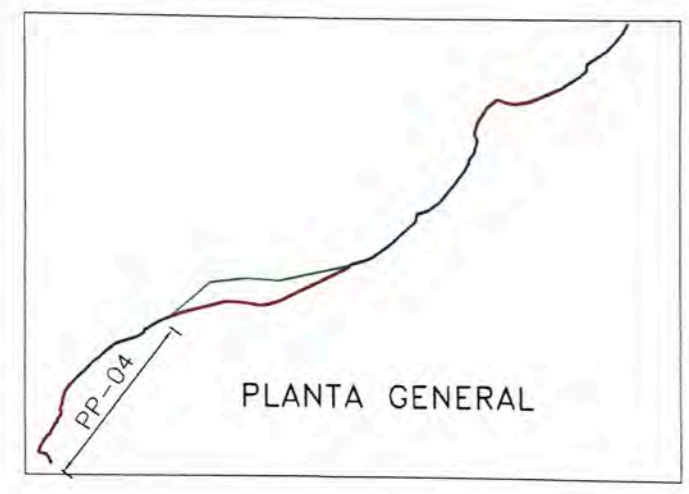
PERFIL LONGITUDINAL DE KM. 2+800 A 3+620,5

ESC.H: 1/2000
ESC.V: 1/200

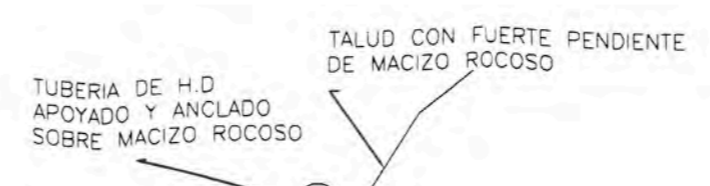
NOTAS :

- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00km



SECCION TIPICA DE ZANJA TRAMO N°03
prog.3+280 a 3+625
ESCALA 1:30



SECCION TIPICA de TRAMO N°03
prog.3+200 a 3+280
ESCALA 1:30

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO
A	02/04/10	EMITIDO PARA REVISION	F.I.C	F.I.C

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 2+800 A 3+620,5

ELABORADO:	FECHA:	ESC:	LAMINA:
LUNAHUANA	NOVIEMBRE 09	INDICADA	PP-04
REVISADO:	APROBADO:	REVISION:	
F.I.C	F.I.C	A	