



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

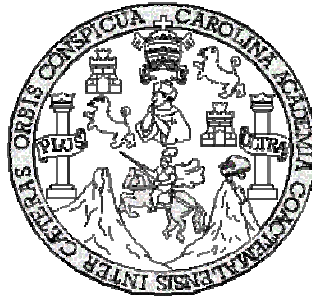
**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

**Dorian René Gómez González**

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**DORIAN RENÉ GÓMEZ GONZÁLEZ**

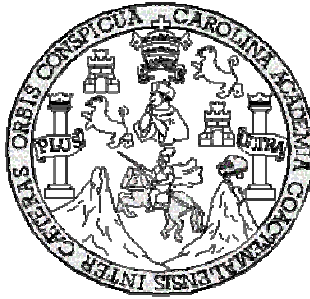
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Ing. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 8 de noviembre de 2006.



---

Dorian René Gómez González



Guatemala, 10 de octubre de 2007  
Ref. EPS. C. 641.10.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **DORIAN RENÉ GÓMEZ GONZÁLEZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY; Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN; DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.


Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Santa Catarina Pinula**.

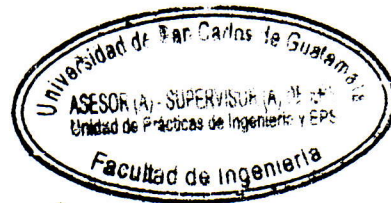
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“D y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Oscar Argueta Hernández  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



OAH /jm



Guatemala,  
18 de octubre de 2007

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ingeniero  
Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY; Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN; DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Dorian René Gómez González, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.





FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de octubre de 2007  
Ref. EPS. C. 641.10.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

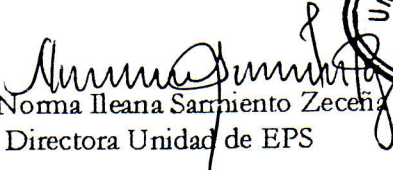
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY; Y DRENAJE SEPARATIVO, SANITARIO Y PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN; DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **DORIAN RENÉ GÓMEZ GONZÁLEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena  
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

## **ACTO QUE DEDICO A :**

- DIOS** Por brindarme el entendimiento, la sabiduría e inteligencia necesaria en todo momento.
- MIS PADRES** Victor René Gómez Rivas  
Teresita del Carmen González M. de Gómez,  
este logro no hubiese sido posible sin el esfuerzo y confianza que me manifiestan día a día.
- MIS HERMANOS** Pablo Roberto y Carmen Anahi, porque han sido mis dos mejores amigos desde siempre.
- MIS ABUELITOS** Maria Rivas (D.E.P.)  
Celso Gómez (D.E.P.)  
Rogelio González (D.E.P.)  
Rosita Maldonado, por todo su cariño.
- MIS TÍOS** Marco Tulio, Maria Elisa y Roge (D.E.P.),  
Anita, Auro, Nely, Roni, Carol, Ariel, Rogelio Estuardo, Gloria, Ede, Lesly, Edgar, Ofe.
- MIS PRIMOS** Por su cariño, apoyo y comprensión



## **AGRADECIMIENTOS A :**

### **DIOS**

Por su bondad y misericordia brindada hasta este momento y por permitirme culminar uno de mis sueños.

### **MIS PADRES**

Porque en ellos he encontrado apoyo en todo tiempo, me han enseñado a valorar todo en la vida, supieron animarme y aconsejarme en el transcurso de mi carrera, los quiero mucho.

### **MIS HERMANOS**

Por su comprensión, apoyo y cariño brindado en todo tiempo.

### **MIS ABUELITOS**

Por su amor y cariño.

### **MIS TÍOS**

Por estar siempre pendientes de mí y brindarme su apoyo cuando lo necesite, en especial a Roni Amilcar y Walter Ariel.

### **MIS PRIMOS**

Por su cariño y apoyo.

### **MIS AMIGOS**

De la Universidad con quienes compartimos momentos especiales, los del trabajo que me han apoyado en todo momento. Gracias a todos por sus consejos y por impulsarme a seguir adelante.

**ING. OSCAR ARGUETA H.**

Por su amistad y apoyo para culminar este trabajo de graduación.

**A LA MUNICIPALIDAD DE  
SANTA CATARINA PINULA**

En especial a mis amigos de la Dirección de Obras.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1. FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	1
1.1. Aspectos monográficos de la aldea Piedra Parada Cristo Rey	1
1.1.1. Características socioeconómicas	1
1.1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.1.2. Límites y localización	1
1.1.1.3. Vías de acceso	1
1.1.1.4. Condiciones climáticas	2
1.1.1.5. Aspectos topográficos	2
1.1.1.6. Tipo de vivienda	2
1.1.1.7. Actividades económicas	3
1.1.2. Calidad de vida y aspectos socioculturales	3
1.1.2.1. Servicios públicos existentes	3
1.1.2.2. Condiciones sanitarias	4
1.1.2.3. Población	4
1.1.2.4. Idioma	5
1.1.2.5. Organización social	5
1.2. Aspectos monográficos de la aldea El Canchón	5
1.2.1. Características socioeconómicas	5
1.2.1.1. Localización geográfica	5
1.2.1.2. Límites y localización	5

1.2.1.3. Vías de acceso	6
1.2.1.4. Condiciones climáticas	6
1.2.1.5. Aspectos topográficos	6
1.2.1.6. Tipo de vivienda	6
1.2.1.7. Actividades económicas	7
1.2.2. Calidad de vida y aspectos socioculturales	7
1.2.2.1. Servicios públicos existentes	7
1.2.2.2. Condiciones sanitarias	7
1.2.2.3. Población	8
1.2.2.4. Idioma	8
1.2.2.5. Organización social	8
<b>2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	<b>9</b>
2.1. Diseño del drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey	9
2.1.1. Alternativa adoptada	9
2.1.2. Descripción del proyecto	9
2.1.3. Tiempo de ejecución	10
2.1.4. Costo total del proyecto	10
2.1.5. Beneficiarios del proyecto	10
2.1.6. Metas y resultados	10
2.1.7. Parámetros de diseño	11
2.1.8. Diseño hidráulico	15
2.1.9. Desfogue	21
2.1.10. Presupuesto	22
2.1.11. Resumen de materiales	23
2.2. Diseño del drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón	23
2.2.1. Diseño del drenaje sanitario aldea El Canchón	23
2.2.1.1. Alternativa adoptada	23

2.2.1.2.	Descripción del proyecto	24
2.2.1.3.	Tiempo de ejecución	25
2.2.1.4.	Costo total del proyecto	25
2.2.1.5.	Beneficiarios del proyecto	25
2.2.1.6.	Metas y resultados	25
2.2.1.7.	Parámetros de diseño	26
2.2.1.8.	Diseño hidráulico	28
2.2.1.9.	Desfogue	33
2.2.1.10.	Presupuesto	34
2.2.1.11.	Resumen de materiales	35
2.2.2.	Diseño del drenaje pluvial aldea El Canchón	35
2.2.2.1.	Alternativa adoptada	35
2.2.2.2.	Descripción del proyecto	36
2.2.2.3.	Tiempo de ejecución	36
2.2.2.4.	Costo total del proyecto	36
2.2.2.5.	Beneficiarios del proyecto	37
2.2.2.6.	Metas y resultados	37
2.2.2.7.	Parámetros de diseño	37
2.2.2.7.1.	Periodo de retorno	37
2.2.2.7.2.	Tiempo de concentración	38
2.2.2.7.3.	Intensidad de lluvia	38
2.2.2.7.4.	Coeficiente de escorrentía	39
2.2.2.7.5.	Caudal pluvial	40
2.2.2.8.	Diseño hidráulico	41
2.2.2.9.	Presupuesto	44
2.2.2.10.	Resumen de materiales	45
2.3.	Especificaciones técnicas de construcción	46
2.3.1.	Conexiones domiciliarias	46
2.3.2.	Tragantes	46

2.3.3. Tubería	48
2.3.4. Pozos de visita	49
2.3.5. Desfogue o disposición final	51
2.4. Evaluación de impacto ambiental de los proyectos	51
2.5. Riesgos y amenazas	54
2.6. Medidas de mitigación	54
2.7. Evaluación socio-económica	56
2.7.1. Valor presente neto	56
2.7.2. Tasa interna de retorno	59
2.6. Planos finales	62
<b>CONCLUSIONES</b>	63
<b>RECOMENDACIONES</b>	65
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	67
<b>APÉNDICE</b>	69
<b>ANEXO</b>	101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURA

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Mapa geográfico de ubicación de proyectos | 102 |
|----|---|-----|

### TABLAS

- |      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | Presupuesto del drenaje sanitario para la colonia Santo Domingo             | 22 |
| II.  | Resumen de materiales para el drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo | 23 |
| III. | Presupuesto del drenaje sanitario para la aldea El Canchón                  | 34 |
| IV.  | Resumen de materiales para el drenaje sanitario de la aldea El Canchón      | 35 |
| V.   | Presupuesto del drenaje pluvial para la aldea El Canchón                    | 44 |
| VI.  | Resumen de materiales para el drenaje pluvial de la aldea El Canchón        | 45 |



## GLOSARIO

- Aguas residuales** Son las aguas retiradas de una vivienda, comercio o industria después de haber sido utilizadas. Tienen una relación directa con el caudal que ingresa, ya que sólo una parte es consumida en diversos usos. Otros términos utilizados como sinónimos, son: aguas servidas, aguas negras o cloacales.
- Alcantarillado** Sistema formado por obras accesorias, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales o pluviales. Drenajes.
- Candela domiciliar** Receptor de aguas residuales provenientes del interior de las viviendas y que las conduce al sistema de drenaje.
- Caudal** Es un volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
- Caudal comercial** Es el agua desechada por los comercios, como: comedores, restaurantes, hoteles, etc. Por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3,000 litros/comercio/día; el cálculo de este caudal es similar al del caudal domiciliar, solo varía el valor de la dotación.

- Caudal de conexiones ilícitas** Es la cantidad de agua de lluvia que se introduce al sistema de alcantarillado. Proviene principalmente, de algunos usuarios que conectan sus bajadas de aguas pluviales y de reposaderas en patios, al sistema de alcantarillado de aguas negras sin ninguna autorización.
- Caudal domiciliar** Es el caudal producido por el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos en una vivienda, y que es desechada y conducida a la red de alcantarillado; está relacionada directamente con la dotación de agua potable y el factor de retorno.
- Caudal industrial** Es el caudal desechado por las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, refrescos, alimentos, etc. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede estimar dependiendo del tipo de industria, entre 1,000 y 18,000 litros/industria/día; su cálculo es semejante al del caudal domiciliar y comercial.
- Caudal de diseño** Se determina multiplicando el número de habitantes por el factor de *Harmond* y por el factor de caudal medio, con él, se determina el diámetro de la tubería a utilizar, así como la pendiente con la que debe instalarse en cada tramo.
- Caudal de infiltración** Este es producido por el agua que se filtra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería, el tipo de juntas, la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica.

<b>Compactación</b>	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
<b>Densidad poblacional</b>	Relación entre el número de habitantes y el número de viviendas.
<b>Descarga</b>	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.
<b>Desfogar</b>	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Es la cantidad de agua designada a la unidad consumidora.
<b>Excavaciones</b>	Se refieren a desmontes, zanjas, hoyos, pozos o galerías subterráneas, construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales deben verticales.
<b>Factor de caudal medio</b>	Factor que se obtiene como resultado de distribuir el caudal medio del área a drenar, entre el número de habitantes a servir, el cual varía de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en caso contrario, si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano según sea el caso.

<b>Factor de <i>Harmond</i></b>	El factor de <i>Harmond</i> o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra a la población a servir en un tramo determinado, actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje.
<b>Factor de retorno</b>	Porcentaje de agua que después de ser utilizada, retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Monografía</b>	Breve descripción de las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo, o tratamiento específico de un tema.
<b>Período de diseño</b>	Es el tiempo en que la capacidad del sistema pueda satisfacer la máxima demanda que se produce por el crecimiento de la población.
<b>Población actual</b>	Número de habitantes que actualmente residen en el lugar estudiado, este dato es necesario para diseñar y determinar el diámetro de tubería que debe utilizarse.
<b>Población futura</b>	Número de habitantes que estará tributando caudal al final del periodo de diseño de la red de drenaje; puede calcularse mediante diferentes métodos como lo son: incremento aritmético, incremento geométrico, incremento de incremento, método grafico, entre otros.



<b>Tasa de crecimiento</b>	Factor que indica, en porcentaje, el aumento de población anualmente en una comunidad; esta es afectada por los nacimientos, anexiones, muertes, migraciones.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de la tubería.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima e la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene en forma detallada el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo de los proyectos de: diseño del drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey y drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón del municipio de Santa Catarina Pinula, del departamento de Guatemala, como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacia el municipio citado.

El primer capítulo contiene la fase de investigación, donde se describen los aspectos monográficos de las aldeas en estudio, su localización geográfica, vías de acceso, condiciones climáticas, aspectos topográficos, tipos de vivienda, servicios públicos existentes, condiciones sanitarias, entre otros.

El segundo capítulo está destinado a la fase de servicio técnico profesional, donde se indica: la alternativa adoptada, tiempo de ejecución, costo total del proyecto, beneficiarios del proyecto, parámetros de diseño, diseño hidráulico, desfogue, así como la integración del presupuesto de cada proyecto.



## OBJETIVOS

### ➤ **General**

Planificar dos proyectos de ingeniería que contribuyan al progreso del municipio de Santa Catarina Pinula, con el aporte técnico profesional por parte de la universidad de San Carlos de Guatemala, mediante el programa del ejercicio profesional supervisado.

### ➤ **Específicos**

1. Planificar los proyectos de diseño del drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey y drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón del municipio de Santa Catarina Pinula, del departamento de Guatemala.
2. Brindar a la municipalidad de Santa Catarina Pinula los diseños respectivos, acompañados de sus presupuestos con la finalidad de que se programe la inversión necesaria para su ejecución.
3. Proporcionar una solución técnica que sea económicamente factible para el problema de desfogue de aguas residuales en las comunidades estudiadas.





## INTRODUCCIÓN

El municipio de Santa Catarina Pinula ha sido objeto del crecimiento demográfico excesivo en los últimos años, debido a ésto se ha hecho necesario crear conciencia acerca del uso de los recursos del planeta y, además el calentamiento global acelerado, debido a la contaminación del medio ambiente.

Debido a ésto la utilización de métodos y sistemas adecuados para la evacuación de desechos provenientes de las viviendas, comercios e industrias, así como aguas pluviales, juegan un papel muy importante.

Estos problemas hacen necesaria la ejecución de los proyectos del sistema de drenaje sanitario para la colonia Santo Domingo de la aldea Piedra Parada Cristo Rey, así como el sistema de drenaje separativo, sanitario y pluvial, para la aldea El Canchón; ambos con jurisdicción en el municipio de Santa Catarina Pinula, en el departamento de Guatemala. Además de conservar el medio ambiente, estos proyectos benefician directamente a las comunidades reduciendo el índice de enfermedades gastrointestinales e infecciosas.

En el primer capítulo se describen los aspectos monográficos de cada una de las comunidades en estudio y en el segundo, que comprende la fase de servicio técnico profesional, específicamente en el apartado 2.1.7. se detallan los parámetros utilizados para el diseño del sistema de drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo, de la aldea Piedra Parada Cristo Rey. En el apartado 2.2.1.7. se detallan los parámetros utilizados para el diseño del sistema de drenaje sanitario de la aldea El Canchón y en el apartado 2.2.2.7. se detallan los parámetros utilizados para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la aldea El Canchón, respectivamente.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Aspectos monográficos de la aldea Piedra Parada Cristo Rey**

### **1.1.1. Características socioeconómicas**

#### **1.1.1.1. Localización geográfica**

La aldea de Piedra Parada Cristo Rey se encuentra ubicada al este de la cabecera de Santa Catarina Pinula; su localización geográfica, tomando como banco de marca la Iglesia Católica, es: latitud 14º 34' 20", longitud -90º 36' 39" (ver mapa en anexo).

#### **1.1.1.2. Límites y localización**

La aldea Piedra Parada Cristo Rey se encuentra limitada: al norte por las aldeas Piedra Parada El Rosario y San José El Manzano; al sur por la aldea Laguna Bermeja; al este por el Municipio de San José Pinula; y al oeste por la aldea Puerta Parada.

#### **1.1.1.3. Vías de acceso**

La ruta principal para acceder hacia esta aldea es, recorridos 13.5 kilómetros sobre la carretera CA-1, a la altura de la aldea Puerta Parada, se toma una carretera de 4 kilómetros de longitud, rumbo noreste la cual llega hasta el centro de la aldea, siguiendo su trayectoria hacia las aldeas de Piedra Parada El Rosario y San José El Manzano; de la cabecera municipal se puede

conducir 14.60 kilómetros a través de la Ruta Nacional 2, RN-2, ambas son carretera asfaltada. Existen caminos, en su mayoría de asfalto, que se conectan con otras comunidades lo cual hace que el acceso sea viable en toda época del año.

#### **1.1.1.4. Condiciones climáticas**

Su precipitación media anual va desde 1057 mm hasta 1588 mm; su temperatura oscila entre 15 °C. a 23 °C; tiene un 70 % de evapo-transpiración y el porcentaje de días claros al año es del 50 %; información proporcionada por el INSIVUMEH.

#### **1.1.1.5. Aspectos topográficos**

El departamento de Santa Catarina Pinula está dentro de los 900 MSNM. Hasta 2,100 MSNM., la aldea de Piedra Parada Cristo Rey se encuentra a 1850 MSNM, tomando como banco de marca la Iglesia Católica.

La topografía del terreno es quebrada, con pendientes moderadamente pronunciadas que van desde un 6 % a un 16 %.

Dentro de los accidentes geográficos y topográficos que se tienen en la aldea se puede mencionar a los ríos Acatan, Chicoj, Los Ocotes; las quebradas Cuesta Grande y Del Manzano; además los cerros Guachisote y Tabacal.

#### **1.1.1.6. Tipo de vivienda**

Aún pueden observarse casas construidas con adobe y lámina, pero la gran mayoría son construcciones formales de block y techo de losa, en el sector

hay propiedades privadas como de bajos recursos, obedeciendo al estatus de los pobladores.

#### **1.1.1.7. Actividades económicas**

No puede definirse de una manera precisa y exacta la actividad económica principal, sin embargo dentro de las actividades económicas que se realizan, están: agricultura (granos básicos) aunque en pequeña escala debido a la gran cantidad de construcciones que han venido reduciendo las áreas para la misma; ganadería, se tienen crianzas avícolas, de bovinos y equinos, y en su mayoría porcinos, de esta última se abastece algunos mercados de la capital con sus productos; además, se ha incrementado el comercio a través de tiendas, librerías, cafeterías, etc.

Se tiene conocimiento de que alrededor de un tercio de la población se traslada a su trabajo fuera de la aldea, hacia la ciudad capital o a la cabecera municipal, mientras que el resto se incorpora a las actividades económicas del lugar.

#### **1.1.2. Calidad de vida y aspectos socioculturales**

##### **1.1.2.1. Servicios públicos existentes**

###### **Salud**

En esta materia se cuenta con un centro de salud en el lugar.

###### **Seguridad**

Se cuenta con policía municipal.

## **Comunicación**

Existen teléfonos públicos y también privados.

## **Educación**

Escuela oficial, colegio privado y academia de mecanografía.

## **Transporte publico**

Se logra a través del transporte extra-urbano y de la línea preferencial número 78. El servicio urbano lo presta el transporte de la ciudad de Guatemala por medio de un acuerdo bilateral entre las dos municipalidades.

Además de ésto, la municipalidad de Santa Catarina Pinula presta los servicios de agua potable, energía eléctrica y alumbrado público, recolección de basura, asfalto, drenajes.

### **1.1.2.2. Condiciones sanitarias**

Como se mencionó anteriormente, en la aldea de Piedra Parada Cristo Rey se cuenta con el servicio de agua potable, recolección de basura y drenajes de aguas negras, aunque este ultimo se está introduciendo en algunos sectores, como lo es el caso de la colonia Santo Domingo. Por ello la razón de este trabajo que tiene como fin primordial, brindar la opción más eficaz para lograr que dicha colonia cuente con tan importante servicio.

### **1.1.2.3. Población**

Según la historia, Santa Catarina Pinula fue fundada pos indígenas; en la actualidad y en lo que respecta específicamente a Piedra Parada Cristo Rey, la población esta catalogada como no indígena.

#### **1.1.2.4. Idioma**

El idioma que habla el 100 % de la población actualmente en la aldea es el español.

#### **1.1.2.5. Organización social**

La población de la colonia Santo Domingo esta organizada en un comité específico para el desarrollo, el comité está conformado por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero, un vocal primero y un vocal segundo.

Además la aldea Piedra Parada Cristo Rey, cuenta con un alcalde auxiliar y con regidores.

### **1.2. Aspectos monográficos de la aldea El Canchón**

#### **1.2.1. Características socioeconómicas**

##### **1.2.1.1. Localización geográfica**

Esta se encuentra ubicada al sureste de la cabecera de Santa Catarina Pinula; su localización geográfica, es: latitud 14<sup>º</sup> 30' 05", longitud -90<sup>º</sup> 34' 05" (ver mapa en anexo).

##### **1.2.1.2. Límites y localización**

El Canchón se encuentra limitada: al norte por la aldea Don Justo; al sur por el municipio de San José Pinula y el municipio de Fraijanes; al este por el

municipio de San José Pinula y el municipio de Fraijanes; y al oeste por la aldea La Salvadora II.

#### **1.2.1.3. Vías de acceso**

La ruta para acceder hacia esta aldea se encuentra a la altura del kilómetro 18.5 de la carretera CA-1, por ser una carretera de primer orden hace que el acceso sea viable en toda época del año.

#### **1.2.1.4. Condiciones climáticas**

Su precipitación media anual va desde 1057 mm hasta 1588 mm; su temperatura oscila entre 15 °C. a 23 °C; tiene un 70 % de evapo-transpiración y el porcentaje de días claros al año es del 50 %; información proporcionada por el INSIVUMEH.

#### **1.2.1.5. Aspectos topográficos**

Se encuentra a ubicado a 1825 MSNM, la topografía del terreno es quebrada, con pendientes moderadamente pronunciadas que van desde un 6 % a un 14 %.

#### **1.2.1.6. Tipo de vivienda**

Este es un sector que en su mayoría esta constituido por áreas residenciales, debido a ello se observan construcciones formales de block y techo de losa.

### **1.2.1.7. Actividades económicas**

Como se indicó anteriormente es un área en su mayoría residencial y su población se traslada a su trabajo fuera de la aldea, hacia la ciudad capital o a la cabecera municipal.

## **1.2.2. Calidad de vida y aspectos socioculturales**

### **1.2.2.1. Servicios públicos existentes**

#### **Comunicación**

Existen teléfonos públicos y privados.

#### **Transporte publico**

Se logra a través del transporte extra-urbano que se conduce por la CA-1 oriente.

Entre otras, la municipalidad de Santa Catarina Pinula presta los servicios de agua potable, energía eléctrica y alumbrado publico, recolección de basura, asfalto.

### **1.2.2.2. Condiciones sanitarias**

Como se mencionó anteriormente, en la aldea de El Canchón cuenta con el servicio de agua potable, y recolección de basura, no se cuenta con red de drenajes debido a que los residenciales deben realizar el tratamiento de las aguas sanitarias y el desfogue de las mismas hacia un zanjon, sin embargo las viviendas que no se encuentran dentro de las residenciales tienen fosas sépticas o pozos ciegos dentro de sus propiedades. Por ello la razón de este



proyecto, es satisfacer las necesidades de la población, canalizando las aguas pluviales que corren por el lugar.

#### **1.2.2.3. Población**

Todos los habitantes de este lugar se encuentran catalogados como no indígena.

#### **1.2.2.4. Idioma**

Actualmente, el idioma que habla el 100 % de la población en la aldea es el español.

#### **1.2.2.5. Organización social**

Como todas las aldeas del municipio, cuenta con un alcalde auxiliar y con regidores.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey.**

#### **2.1.1. Alternativa adoptada**

Dadas las condiciones topográficas del terreno, se optó por drenar el caudal recolectado de aguas residuales hacia el punto más bajo mediante una línea central y distintos ramales; el punto predestinado para la descarga en este caso es un pozo de visita, ya que esta es la fase tres de un sistema de alcantarillado y se cuenta con una planta de tratamiento. Es necesario lograr conectar esta red al pozo destinado para tal fin.

#### **2.1.2. Descripción del proyecto**

El proyecto consta de una línea central de drenaje sanitario con pendientes convergentes hacia el sector más bajo, a partir de distintos puntos iniciales. El sector en estudio drena para un punto de descarga predestinado (pozo de visita número 19, ver planos), con la finalidad de conducir las aguas hacia una planta de tratamiento, previo a descargar en el desfogue final.

La longitud total de la línea central del proyecto es de 928.26 metros, se instalarán 862.28 metros de tubería PVC norma ASTM 3034 y 65.98 metros de tubería ADS (Polietileno de Alta Densidad), para los tramos donde la velocidad excede los 4 m/s, la longitud de la tubería a utilizar es de 20 pies, equivalentes a 6 metros.

Se tiene previsto instalar en su totalidad tubería de PVC Ø 6" para la línea central y las 152 conexiones domiciliarias de las viviendas actuales, así como las que se esperan en total al final del periodo de diseño, con tubería de PVC Ø 4" que cumplan con la norma ASTM 3034, para cubrir así, la totalidad del proyecto.

Se construirán 18 pozos de visita con profundidades propias para cada pozo, según lo requiera el diseño.

### **2.1.3. Tiempo de ejecución**

Se tiene prevista la duración de la ejecución del proyecto, de 4 meses a partir de su inicio. Tomando en cuenta que se debe contar con los materiales en el lugar y con todo el personal disponible.

### **2.1.4. Costo total del proyecto**

El proyecto tendrá un costo de Q. 423,888.86 para el año 2007.

### **2.1.5. Beneficiarios del proyecto**

Se pretende beneficiar directamente a 912 habitantes existentes actualmente y a 1,647 habitantes para el año 2,027.

### **2.1.6. Metas y resultados**

Se tiene como metas a corto y largo plazo, beneficiar directamente a la población de la colonia Santo Domingo con la construcción del sistema de

drenaje sanitario, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Se pretende, también, que los resultados sean positivos en cuanto a la reducción del índice de enfermedades infecciosas y gastrointestinales, ocasionadas por las exposiciones de las aguas negras.

Se espera el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas servidas en el sector y con ello el mejoramiento del medio ambiente, del entorno visual y de la salubridad de la colonia.

#### **2.1.7. Parámetros de diseño**

Para el diseño del drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo se consideraron los parámetros siguientes:

##### **Período de diseño**

El sistema de drenaje está diseñado para que cumpla con una vida útil de 20 años.

##### **Tasa de crecimiento**

Para este proyecto se ha considerado un valor de 3.00%.

##### **Población actual**

En este diseño se tiene como resultado un total de 912 habitantes.

##### **Población futura**

Calculada con el método de incremento geométrico, da como resultado un total de 1,647 habitantes en el futuro.

Incremento geométrico

$$Pf = pa \times (1 + \delta)^n$$

$$Pf = (912 \text{ hab})(1+0.03)^{20}$$

$$Pf = 1,647 \text{ habitantes}$$

Donde:

Pf = población futura

pa = población actual (912)

n = período de diseño (20)

$\delta$  = tasa de crecimiento 3 %

### **Densidad poblacional**

Se tiene registro en la dirección de Catastro, que en este sector, es de 6 habitantes/vivienda

### **Viviendas actuales**

152 viviendas.

### **Número de comercios**

0 comercios, parte de la política de la colonia.

### **Dotación de agua potable**

Según información obtenida de la dirección de Agua y Saneamiento, se tiene, para la colonia Santo Domingo, 120 litros/habitante/día.

### **Factor de retorno**

En el diseño de este sistema de alcantarillado se utilizó un valor de 0.8.

### **Caudal de conexiones ilícitas**

Para el cálculo de este caudal se usa el método racional, por ser el más preciso, ya que este método relaciona la escorrentía con la intensidad de lluvia mediante la siguiente fórmula:

$$Qc.i.= (CIA/360) \times (\%viviendas)$$

Donde:

Qc.i. = Caudal de conexiones ilícitas (m<sup>3</sup>/seg.)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia en el área (mm. /hr)

A = Área (Hectárea)

% viviendas= 0.50 % – 2.50 %

El valor de C a utilizar, ya que se cuenta con un valor para patios y otro para techos, se obtiene como resultado de la división entre la sumatoria de las áreas, patios y techos, multiplicadas por el valor de C correspondiente a cada una y la sumatoria de las áreas.

$$C = \Sigma (C \times a) / \Sigma a$$

### **Área promedio de viviendas**

Dato utilizado en el cálculo del caudal de infiltración, el área promedio de cada vivienda según la dirección de catastro de la municipalidad de Santa Catarina Pinula, para la colonia de Santo Domingo es de 0.018 hectáreas, sumando un total de 4.95 hectáreas al final del período de diseño.

### **Área promedio de techos**

Dato utilizado en el cálculo del caudal de infiltración, el área promedio de techos en una vivienda según la dirección de catastro de la municipalidad de Santa Catarina Pinula, para la colonia de Santo Domingo es de 0.008 hectáreas, sumando un total de 2.2 hectáreas al final del período de diseño.

### **Área promedio de patios**

Dato utilizado en el cálculo del caudal de infiltración, el área promedio de patio en una vivienda según la dirección de catastro de la municipalidad de Santa Catarina Pinula, para la colonia de Santo Domingo es de 0.01 hectáreas, sumando un total de 2.75 hectáreas al final del periodo de diseño.

### **Porcentaje de conexiones ilícitas**

Este puede variar entre 0.5 y 2.5 por ciento de casas que conectan ilícitamente tuberías de aguas pluviales y de aguas colectadas en patios a la red de drenaje, este es utilizado para el cálculo del caudal por conexiones ilícitas, para este diseño se contemplo un 0.5 % de las viviendas.

### **Longitud de tubería por conexión domiciliar**

Se tiene estimado 4.00 m. de tubería PVC Ø 4", que cumpla con la norma ASTM 3034, por vivienda.

### **Longitud del alcantarillado**

Resultado del levantamiento topográfico se tiene para la línea central una longitud de 928.26 m.

### **Caudal comercial**

Para el presente diseño no se ha considerado este caudal, debido a que en la colonia Santo Domingo no existe ni se permite algún tipo de comercio.

### **Caudal industrial**

En el diseño de este sistema de alcantarillado no se ha considerado este caudal, debido a que en la colonia Santo Domingo no existe ni se permite algún tipo de industria.

### 2.1.8. Diseño hidráulico

Se calculará un tramo para demostrar cómo se realizó el diseño de la red de drenaje. Los demás tramos se harán mediante una hoja electrónica programada en Microsoft Excel, debido a que todo el proceso es iterativo. En el anexo se puede consultar la tabla de diseño hidráulico.

#### Tramo de PV 1 a PV2

Longitud: 31.11 m.

Cota inicial: 97.84 m.

Cota final: 93.99 m.

Población actual: 54 habitantes

Tasa de crecimiento: 3 %

Factor de retorno: 0.80

Periodo de diseño: 20 años.

Dotación: 120 lt/hab./día

#### Cálculo de población futura

Incremento geométrico

$$Pf = pa \times (1 + \delta)^n$$

$$Pf = 54 \times (1+0.03)^{20}$$

$$Pf = 97.53 \text{ habitantes.}$$

$$Pf \approx 98 \text{ habitantes.}$$

Donde:

Pf = población futura

pa = población actual (54)

n = período de diseño (20)

$\delta$  = tasa de crecimiento 3 %

#### Cálculo del caudal domiciliar

$$Q_{dom.} = (Dot. \times Pf \times FR)/86,400$$

Donde:

Qdom = Caudal domiciliar (lt/seg.)



Dot = Dotación (lt/hab./día)

Pf = Población futura

FR = Factor de Retorno

ACTUAL:

$$Q_{dom.} = (120 \times 54 \times 0.80) / 86,400 = 0.06 \text{ lt/seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{dom.} = (120 \times 98 \times 0.80) / 86,400 = 0.1089 \approx 0.11 \text{ lt/seg.}$$

### **Cálculo de caudal por conexiones ilícitas**

$$Q_{c.i.} = (CIA/360) \times (\% \text{ viviendas})$$

Donde:

Qc.i. = Caudal de conexiones ilícitas (m<sup>3</sup>/seg.)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia en el área (mm. /hr)

A = Área (Hectárea)

% viviendas = 0.50 % – 2.50 %

Datos:

# de viviendas actuales = 9

# de viviendas futuras = 17

Área promedio de techos = 0.008 Ha

Área promedio de patios = 0.01 Ha

Coeficiente C para techos = 0.8

Coeficiente C para patios = 0.15

I = 90 mm / hr

% viviendas = 5 %

Como se tienen diferentes valores de C, antes de calcular el caudal por conexiones ilícitas, se define el valor a utilizar de éste con la siguiente fórmula:

$$C = \Sigma (C \times a) / \Sigma a$$

ACTUAL:

$$C = ((0.008 \times 0.8 \times 9) + (0.01 \times 0.15 \times 9)) / ((9 \times 0.008) + (9 \times 0.01)) \approx 0.44$$

$$Q_{c.i.} = ((0.44 \times 90 \times 0.306) / (360)) \times 0.005 = 0.000089 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_{c.i.} = 0.089 \text{ lt/seg}$$

FUTURO:

$$C = ((0.008 \times 0.8 \times 17) + (0.01 \times 0.15 \times 17)) / ((17 \times 0.008) + (17 \times 0.01)) \approx 0.44$$

$$Q_{c.i.} = ((0.44 \times 90 \times 0.306) / (360)) \times 0.005 = 0.0001683 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_{c.i.} = 0.1683 \text{ lt/seg}$$

### **Cálculo de caudal por infiltración**

$$Q_{inf} = (F_{inf.} \times LT) / 86,400 = (16,000 \times 0.03111) / (86,400) = 0.006 \text{ lt/seg.}$$

Donde:

F inf. = Factor de infiltración, en este diseño se utilizó el valor de 16,000

LT = Longitud de tubería en kilómetros

### **Cálculo de caudal comercial**

$$Q_{com.} = (\# \text{ comercios} \times \text{dotación}) / 86,400 = 0$$

Debido a que en la colonia no existe ningún tipo de comercio.

### **Cálculo de caudal industrial**

$$Q_{ind.} = (\# \text{ industrias} \times \text{dotación}) / 86,400 = 0$$

Debido a que en la colonia no existe ningún tipo de industria.

### **Caudal medio**

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{c.i.} + Q_{inf.} + Q_{com.} + Q_{ind.}$$

ACTUAL:

$$Q_{med.} = 0.06 + 0.089 + 0.006 + 0 + 0 = 0.155 \text{ lt/ seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{med.} = 0.11 + 0.1683 + 0.006 + 0 + 0 = 0.2843 \text{ lt/ seg.}$$

### **Factor de caudal medio**

$$F_{qm} = Q_{med.} / \# \text{ hab.} = 0.002 < F_{qm} < 0.005$$

Donde:

$Q_{med.}$  = Caudal medio

$\# \text{ hab.}$  = Número de habitantes

ACTUAL:

$$F_{qm} = (0.155 / 54) = 0.0029.$$

FUTURO:

$$F_{qm} = (0.2843 / 98) = 0.002901.$$

### **Factor de *Harmond***

$$FH = (18 + (P/1000)^{1/2}) / (4 + (P/1000)^{1/2})$$

Donde:

FH = Factor de *Harmond*

P= Población

ACTUAL:

$$FH = (18 + (54/1000)^{1/2}) / (4 + (54/1000)^{1/2}) = 4.3078$$

FUTURO:

$$FH = (18 + (98/1000)^{1/2}) / (4 + (98/1000)^{1/2}) = 4.246$$

### **Caudal de diseño**

$$Q_{dis.} = \# \text{ hab.} \times FH \times F_{qm}$$

Donde:

$\# \text{ hab.}$  = Número de habitantes

FH = Factor de *Harmond*

$F_{qm}$  = Factor de caudal medio

ACTUAL:

$$Q_{dis.} = 54 \times 4.308 \times 0.0029 = 0.6746 \text{ lt/seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{dis.} = 98 \times 4.246 \times 0.002901 = 1.207 \text{ lt/seg.}$$

### **Cálculo de pendiente**

$S = ((97.84 - 93.99) / 31.11) \times 100 \%$  = 12.38 %, pero para fines prácticos en el diseño, y para minimizar costos de excavación se tomara la más semejante a la pendiente del terreno, siendo esta de 12.35 %.

### **Velocidad a sección llena utilizando la fórmula de Manning**

$$V = (1/n) \times 0.03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de la tubería = 0.01 para PVC

D = diámetro del tubo en pulgadas

S = pendiente hidráulica, porcentaje

$$V = (1/0.01) \times 0.03429 \times 6^{2/3} \times 0.1235^{1/2} = 3.98 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### **Caudal a sección llena**

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3.98(\text{m}^3/\text{seg}) \times (\pi/4 \times (6'' \times 0.0254\text{m})^2) = 0.07258(\text{m}^3/\text{seg}) = 72.58 \text{ lt/seg.}$$

Calculado el caudal de diseño y el caudal a sección llena, se establece una relación entre estos.

La relación de caudales da como resultado:

$$\text{ACTUAL: } q/Q = 0.6746 \text{ (lt/seg.)}/72.58 \text{ (lt/seg.)} = 0.009294;$$

$$\text{FUTURO: } q/Q = 1.21 \text{ (lt/seg.)}/72.58 \text{ (lt/seg.)} = 0.01662$$

Se buscan estos resultados en las tablas de relaciones hidráulicas (ver anexo) para determinar la velocidad y el tirante en este tramo.

Como resultado se tiene que la relación hidráulica para la velocidad es:

ACTUAL:

$v/V=0.313504$ ; Con este dato se encuentra la velocidad con la que circula el caudal en este tramo:

$$v/(3.98 \text{ m}^3/\text{seg.})=0.313504; v= 0.313504 \times 3.98 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$v= 1.247 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

FUTURO:

$v/V=0.372532$ ; Con este dato se encuentra la velocidad con la que circula el caudal en este tramo:

$$v/ (3.98 \text{ m}^3/\text{seg.})=0.372532; v= 0.372532 \times 3.98 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$v= 1.482 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La relación hidráulica para el tirante es:

ACTUAL:

$d/D= 0.0680$ ; el cual indica que el tirante con el que circula este caudal es del 6.8 %.

FUTURO:

$d/D= 0.089$ ; el cual indica que el tirante con el que circula este caudal es del 8.9 %.

### **Cotas invert**

Altura de pozo inicial: 1.40 m.

CIS = Cota Invert de Salida =  $97.84-1.40 = 96.44$  m.

CIE = Cota Invert de Entrada =  $96.44 - (0.1235 \times 31.11) = 92.598$  m, donde el producto  $0.1235 \times 31.11$  es la distancia que disminuye debido a la pendiente.

### **Altura de pozos de visita**

PV-1 = 1.40 m.

PV-2 = Cota de terreno final – cota invert final

PV-2 = 93.99-92.598 = 1.392 m.

### **Excavación**

$$\text{EXCAV} = ((h_{\text{salida}} + h_{\text{entrada}}) / 2) \times \text{DH} \times \text{ancho de zanja}$$

Donde:

h = profundidad de pozo

DH = distancia horizontal

$$\text{EXCAV} = ((1.40 \text{ m} + 1.392 \text{ m}) / 2) \times 31.11 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 26.06 \text{ m}^3.$$

### **2.1.9. Desfogue**

El sistema de drenaje se conectara a un pozo de visita previsto en la parte final de esta fase, el cual conecta directamente a la planta de tratamiento.

Las dimensiones del pozo son:

- 1.55 m. de profundidad
- Dos cotas invert de entrada, la de esta fase que es 53.616 m y la de las fases anteriores que es 53.55 m.
- La cota invert de salida es 53.48 m.
- El diámetro del pozo es 1.20 m.
- El diámetro de la tubería de salida es de Ø 8".

Este pozo ha sido diseñado para soportar y funcionar en óptimas condiciones, aún cuando se haya culminado la construcción total del sistema de drenaje, para toda la colonia Santo Domingo.

### 2.1.10. Presupuesto

Tabla I. Presupuesto del drenaje sanitario para la colonia Santo Domingo.

PRESUPUESTO GENERAL PARA EL PROYECTO: DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.

TRABAJOS PREELIMINARES	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIALES					MANO DE OBRA					REGLON		
			DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)	
	BODEGA	1												1,000.00	1,000.00
	m	928.26												5.00	4,641.30
CONEXIÓN DOMICILIAR	UNIDAD	152.00	Tubo de concreto de Ø 12 plg.	228.00	tubo	40.00	9,120.00								
			Tubo PVC de Ø 4" norma 3034	102.00	tubo	170.00	17,340.00	Excavación	475.00	m3	25.00	11,875.00		711.91	108,210.00
			Silleta tipo Yee de 6" a 4"	152.00	unidad	140.00	21,280.00	Construcción e Instalación de conexión domiciliar	152.00	unidad	75.00	11,400.00			
			Cemento	120.00	saco	46.00	5,520.00								
			Arena	9.00	m3	90.00	810.00	Relleno con selecto, espesor de 0.40m compactado, resto material excavado	204.00	m3	15.00	3,060.00			
			Piedrín	9.00	m3	145.00	1,305.00								
			Selecto	204.00	m3	60.00	12,240.00								
			Hierro No. 3	140.00	varilla	23.00	3,220.00	Retiro de material sobrante de excavación	271.00	m3	40.00	10,840.00			
			Alambre de amarre	50.00	lb.	4.00	200.00								
		UNIDAD	18.00	Ladrillo tayuyo de 0.06x0.09x0.23m	38,550.00	unidad	2.40	92,520.00	Excavación	117.00	m3	75.00	8,775.00		8,677.50
POZO DE VISITA			Cemento	190.00	saco	46.00	8,740.00								
			Arena	15.00	m3	90.00	1,350.00	Construcción de pozo de visita	41.00	m	600.00	24,600.00			
			Piedrín	15.00	m3	145.00	2,175.00								
			Selecto	50.00	m3	60.00	3,000.00								
			Hierro No. 4	189.00	varilla	40.00	7,560.00	Relleno con selecto, compactado	45.00	m3	15.00	675.00			
			Hierro No. 6	40.00	varilla	78.00	3,120.00								
			Alambre de amarre	200.00	lb.	4.00	800.00	Retiro de material sobrante de excavación	72.00	m3	40.00	2,880.00			
LÍNEA CENTRAL	m	928.26	Tubo PVC de Ø 6", norma 3034	151.00	tubo	320.00	48,320.00	Excavación	1,204.00	m3	25.00	30,100.00		165.73	153,842.56
			Tubo ADS de Ø 6"	13.00	tubo	511.00	6,643.00								
			Selecto	400.00	m3	60.00	24,000.00	Colocación de Tubería	928.26	m	6.00	5,569.56			
			Pegamento Tangit	2.00	galón	400.00	800.00								
								Relleno con selecto, espesor de 0.50m compactado, resto material excavado	390.00	m3	15.00	5,850.00			
								Retiro de material sobrante de excavación	814.00	m3	40.00	32,560.00			
<b>TOTAL</b>															423,888.86

**OBSERVACIONES:**

Se construirán un total de 18 pozos de visita, que por su profundidad variable equivalen a 41.00 metros.

Fuente: Propia.

### 2.1.11. Resumen de materiales

Tabla II. Resumen de materiales para el drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo

<b>RESUMEN GENERAL PARA EL PROYECTO: DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.</b>
---

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento	saco	310.00
Arena	m3	24.00
Piedrin	m3	24.00
Selecto	m3	654.00
Ladrillo tayuyo de 0.06x0.09x0.23m	unidad	38,550.00
Hierro No. 3	varilla	140.00
Hierro No. 4	varilla	189.00
Hierro No. 6	varilla	40.00
Alambre de amarre	lb.	250.00
Tubo PVC de Ø 4" norma 3034	tubo	102.00
Tubo PVC de Ø 6", norma 3034	tubo	151.00
Tubo ADS de Ø 6"	tubo	13.00
Tubo de concreto de Ø 12"	tubo	228.00
Silleta tipo Yee de 6" a 4"	unidad	152.00
Pegamento Tangit	galón	2.00

Fuente: Propia

## 2.2. Diseño del drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón.

### 2.2.1. Diseño del drenaje sanitario aldea El Canchón

#### 2.2.1.1. Alternativa adoptada

Dadas las condiciones topográficas del terreno se optó por drenar el caudal recolectado de aguas residuales hacia dos puntos distintos, éstos en ambos extremos de la línea central y con é ello evitar profundidades mayores en el sistema de drenaje, dando como resultado dos ramales; Se tiene contemplado para la descarga del primer ramal (del pozo 1 al 18) la



construcción de una planta de tratamiento acompañada de una batería de pozos de absorción, ya que en dicho punto no se cuenta con ningún tipo de zanjón, quebrada o arrollo en el que puedan verterse las aguas tratadas; para la descarga del segundo ramal (del pozo 19 al 31) se tiene contemplada la construcción de una planta de tratamiento la cual verterá las aguas tratadas a un zanjón que pasa por dicho sector.

### **2.2.1.2. Descripción del proyecto**

El proyecto consta de una línea central dividida en dos, debido a las pendientes con que cuenta el terreno. El sector en estudio drena para dos puntos distintos por lo cual se han tomado las consideraciones necesarias para las descargas finales de los mismos.

La longitud total de la línea central del proyecto es de 2,046.05 metros, en la misma se instalará tubería PVC norma ASTM 3034, la longitud de la tubería a utilizar es de 20 pies, equivalentes a 6 metros.

Se instalarán para la línea central la cantidad de tubos con los diámetros que exija el diseño del sistema de drenaje, que cumplan con la norma ASTM 3034; Las conexiones domiciliarias de las viviendas actuales, así como las que se esperan en total al final del periodo de diseño, se realizarán con tubería de PVC Ø 4" que cumplan con la norma ASTM 3034, para cubrir así, la totalidad del proyecto.

Se construirán 31 pozos de visita con profundidades propias para cada pozo, según lo requiera el diseño.

### **2.2.1.3. Tiempo de ejecución**

Se tiene prevista la duración de la ejecución del proyecto, de 7 meses a partir de su inicio. Tomando en cuenta que se debe contar con los materiales en el lugar y con todo el personal disponible.

### **2.2.1.4. Costo total del proyecto**

El proyecto tendrá un costo de Q. 685,081.55 para el año 2007.

### **2.2.1.5. Beneficiarios del proyecto**

Se pretende beneficiar directamente a 324 habitantes tributarios existentes actualmente en la aldea El Canchón y a 585 habitantes para el año 2,027.

### **2.2.1.6. Metas y resultados**

Se tiene como metas a corto y largo plazo, beneficiar directamente a la población de la aldea El Canchón con la construcción del sistema de drenaje sanitario, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Se pretende, también, que los resultados sean positivos en cuanto a la reducción del índice de enfermedades infecciosas y gastrointestinales, ocasionadas por las exposiciones de las aguas negras.

Se espera el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas servidas en el sector y con ello la protección del medio ambiente, del entorno visual y de la salubridad de la aldea.

### **2.2.1.7. Parámetros de diseño**

Para el diseño del drenaje sanitario de la aldea El Canchón se consideraron los parámetros siguientes:

#### **Período de diseño**

Se utilizó un valor de 20 años de vida útil para el presente proyecto.

#### **Tasa de crecimiento**

Se ha considerado una tasa de crecimiento del 3.00%.

#### **Población actual**

Para este diseño se tiene un total de 324 habitantes actualmente.

#### **Población futura**

Incremento geométrico

$$Pf = pa \times (1 + \delta)^n$$

$$Pf = (324 \text{ hab})(1+0.03)^{20}$$

$$Pf = 585 \text{ habitantes}$$

Donde:

Pf = población futura

pa = población actual (324)

n = período de diseño (20)

$\delta$  = tasa de crecimiento 3 %

#### **Densidad poblacional**

Según información proporcionada por la dirección de Catastro, en la aldea El Canchón, la densidad poblacional es de 6 habitantes/vivienda.

#### **Viviendas actuales**

54 viviendas.

**Número de comercios**

0 comercios.

**Dotación de agua potable**

Según información obtenida de la dirección de Agua y Saneamiento, se tiene una dotación de 120 litro/habitante/día.

**Factor de retorno**

Para el presente diseño se utilizo un valor de 0.8.

**Caudal de conexiones ilícitas**

Se tomó un valor igual a 0 lt/seg., debido a que en esta aldea se ejecutara conjuntamente el sistema de drenaje pluvial.

**Longitud de tubería por conexión domiciliar**

Se tiene contemplado 4.00 m. de tubería PVC Ø 4", que cumpla la norma ASTM 3034, por vivienda.

**Longitud del alcantarillado**

Resultado del levantamiento topográfico, y se tiene para la línea central una longitud de 2,046.05 m.

**Caudal comercial**

En el presente diseño no se ha considerado este caudal debido a que en la aldea, en el área a beneficiar, no existe ni se permite algún tipo de comercio, ya que es un área residencial.

## **Caudal industrial**

Para el presente diseño no se ha considerado este caudal debido a que en la aldea, en el área a beneficiar, no existe ni se permite algún tipo de industria.

### **2.2.1.8. Diseño hidráulico**

Se calculará un tramo para demostrar cómo se realizó el diseño de la red de drenaje. Los demás tramos se harán mediante una hoja electrónica programada en Microsoft Excel, debido a que todo el proceso es iterativo. En el anexo se puede consultar la tabla de diseño hidráulico.

#### **Tramo de PV 1 a PV 2**

Longitud: 80.00 m

Cota inicial: 88.25 m

Cota final: 86.47 m

Población actual: 30 habitantes

Tasa de crecimiento: 3 %

Factor de retorno: 0.80

Periodo de diseño: 20 años.

Dotación: 120 lt/hab./día

#### **Cálculo de población futura**

Incremento geométrico

$$Pf = pa \times (1 + \delta)^n$$

$$Pf = 30 \times (1+0.03)^{20}$$

$$Pf = 54.18 \text{ habitantes.}$$

$$Pf \approx 54 \text{ habitantes.}$$

Donde:

Pf = población futura

pa = población actual (54)

n = período de diseño (20)

$\delta$  = tasa de crecimiento 3 %

### **Cálculo del caudal domiciliar**

$$Q_{dom.} = (Dot. \times Pf \times FR) / 86,400$$

Donde:

$Q_{dom.}$  = Caudal domiciliar (lt/seg.)

Dot = Dotación (lt/hab./día)

Pf = Población futura

FR = Factor de Retorno

ACTUAL:

$$Q_{dom.} = (120 \times 30 \times 0.80) / 86,400 = 0.03 \text{ lt/seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{dom.} = (120 \times 54 \times 0.80) / 86,400 = 0.06 \approx 0.11 \text{ lt/seg.}$$

### **Cálculo de caudal por infiltración**

$$Q_{inf} = (F_{inf.} \times LT) / 86,400 = (16,000 \times 0.08) / (86,400) = 0.015 \text{ lt/seg.}$$

Donde:

F inf. = Factor de infiltración, en este diseño se utilizo el valor de 16,000

LT = Longitud de tubería en kilómetros

### **Cálculo de caudal comercial**

$$Q_{com.} = (\# \text{ comercios} \times \text{dotación}) / 86,400 = 0$$

Debido a que en el sector a beneficiar de la aldea no existe ningún tipo de comercio.

### **Cálculo de caudal industrial**

$$Q_{ind.} = (\# \text{ industrias} \times \text{dotación}) / 86,400 = 0$$

Debido a que en el sector a beneficiar de la aldea no existe ningún tipo de industria.

### **Caudal medio**

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{c.i.} + Q_{inf.} + Q_{com.} + Q_{ind.}$$

ACTUAL:

$$Q_{med.} = 0.03 + 0.015 + 0 + 0 + 0 = 0.045 \text{ lt/seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{med.} = 0.06 + 0.015 + 0 + 0 + 0 = 0.075 \text{ lt/ seg.}$$

### **Factor de caudal medio**

$$F_{qm} = Q_{med.} / \# \text{ hab.} = 0.002 < F_{qm} < 0.005$$

Donde:

$Q_{med.}$  = Caudal medio

# hab. = Número de habitantes

ACTUAL:

$$F_{qm} = 0.045 / 30 = 0.0015.$$

FUTURO:

$$F_{qm} = 0.075 / 54 = 0.0014.$$

### **Factor de *Harmond***

$$FH = (18 + (P/1000)^{1/2}) / (4 + (P/1000)^{1/2})$$

Donde:

FH = Factor de *Harmond*

P= Población

ACTUAL:

$$FH = (18 + (30/1000)^{1/2}) / (4 + (30/1000)^{1/2}) = 4.355$$

FUTURO:

$$FH = (18 + (54/1000)^{1/2}) / (4 + (54/1000)^{1/2}) = 4.308$$

### **Caudal de diseño**

$$Q_{dis.} = \# \text{ hab.} \times FH \times F_{qm}$$

Donde:

# hab. = Número de habitantes

FH = Factor de *Harmond*

Fqm = Factor de caudal medio

ACTUAL:

$$Q_{dis.} = 30 \times 4.355 \times 0.002 = 0.2613 \text{ lt/seg.}$$

FUTURO:

$$Q_{dis.} = 54 \times 4.308 \times 0.002 = 0.465 \text{ lt/seg.}$$

### **Cálculo de pendiente**

$S = ((88.25 - 86.47) / 80) \times 100 \% = 2.23 \%$ , pero para fines prácticos en el diseño y para minimizar costos de excavación se tomara la mas semejante a la pendiente del terreno, siendo esta de 2.25 %.

### **Velocidad a sección llena utilizando la fórmula de *Manning***

$$V = (1/n) \times 0.03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de la tubería = 0.01 para PVC

D = diámetro del tubo en pulgadas

S = pendiente hidráulica, porcentaje

$$V = (1/0.01) \times 0.03429 \times 4^{2/3} \times 0.0225^{1/2} = 1.30 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### **Caudal a sección llena**

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1.30 \text{ (m}^3/\text{seg)} \times (\pi/4 \times (4'' \times 0.0254\text{m})^2) = 0.0105 \text{ (m}^3/\text{seg)} = 10.50 \text{ lt/seg.}$$

Habiendo calculado el caudal de diseño y el caudal a sección llena, se establece una relación entre estos.



La relación de caudales da como resultado:

$$\text{ACTUAL: } q/Q = 0.2613 \text{ (lt/seg.)}/10.50 \text{ (lt/seg.)}=0.0248653;$$

$$\text{FUTURO: } q/Q = 0.465 \text{ (lt/seg.)}/10.50 \text{ (lt/seg.)}=0.044275$$

Se busca este resultado en las tablas de relaciones hidráulicas (ver anexo) para determinar la velocidad y el tirante en este tramo.

Como resultado se tiene que la relación hidráulica para la velocidad es:

ACTUAL:

$v/V=0.421146$ ; Con este dato se determina la velocidad con la que circula el caudal en este tramo:

$$v/(1.30 \text{ m}^3/\text{seg.})=0.421146; v= 0.421146 \times 1.30 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$v= 0.55 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

FUTURO:

$v/V=0.501799$ ; Con este dato se calcula la velocidad con la que circula el caudal en este tramo:

$$v/ (1.30 \text{ m}^3/\text{seg.})=0.501799; v= 0.501799 \times 1.30 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$v= 0.65 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La relación hidráulica para el tirante es:

ACTUAL:

$d/D= 0.1080$ ; el cual indica que el tirante con el que circula el caudal en este tramo es del 10.80 %.

FUTURO:

$d/D= 0.143$ ; el cual indica que el tirante con el que circula el caudal en este tramo es del 14.30 %.

### **Cotas invert**

Altura de pozo inicial: 1.40 m

$$\text{CIS} = \text{Cota Invert de Salida} = 88.25 - 1.40 = 86.85 \text{ m}$$

CIE = Cota Invert de Entrada =  $86.85 - (0.0225 \times 80.00) = 85.05 \text{ m}$ , donde el producto  $0.0225 \times 80.00$  es la distancia que disminuye debido a la pendiente.

### **Altura de pozos de visita**

$$\text{PV-1} = 1.40 \text{ m.}$$

$$\text{PV-2} = \text{Cota de terreno final} - \text{cota invert final}$$

$$\text{PV-2} = 86.47 - 85.05 = 1.42 \text{ m.}$$

### **Excavación**

$$\text{EXCAV} = ((h_{\text{salida}} + h_{\text{entrada}}) / 2) \times \text{DH} \times \text{ancho de zanja}$$

Donde:

h = profundidad de pozo

DH = distancia horizontal

$$\text{EXCAV} = ((1.40 \text{ m} + 1.42 \text{ m}) / 2) \times 80.00 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 67.68 \text{ m}^3.$$

#### **2.2.1.9. Desfogue**

Al final del sistema de drenaje en ambos tramos se construirá un pozo de visita, previsto para conectarse directamente a la planta de tratamiento. Previo a ello, se introducirá el efluente a una caja separadora de sólidos, componente propio del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Posteriormente al tratamiento total que lleven las aguas residuales, se desfogueará a su destino final, en donde se protegerá la tubería por medio de un cabezal de descarga, que precisamente con la caja separadora de sólidos, son componentes que se construirán conjuntamente con la planta de tratamiento de aguas residuales.



### 2.2.1.11. Resumen de materiales

Tabla IV. Resumen de materiales para el drenaje sanitario de la aldea El Canchón

<b>RESUMEN DE MATERIALES PARA EL PROYECTO: DRENAJE SANITARIO, ALDEA EL CANCHÓN.</b>
---

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento	saco	395.00
Arena	m3	32.00
Piedrin	m3	32.00
Selecto	m3	1,112.00
Ladrillo tayuyo de 0.06x0.09x0.23m	unidad	62,600.00
Hierro No. 3	varilla	99.00
Hierro No. 4	varilla	326.00
Hierro No. 6	varilla	69.00
Alambre de amarre	lb.	386.00
Tubo PVC de 4" norma 3034	tubo	135.00
Tubo PVC de 6", norma 3034	tubo	287.00
Tubo de concreto de 12"	tubo	162.00
Silleta tipo Yee de 6" a 4"	unidad	98.00
Pegamento Tangit	galón	4.00

Fuente: Propia

### 2.2.2. Diseño del drenaje pluvial aldea El Canchón

#### 2.2.2.1. Alternativa adoptada

Al igual que en el drenaje sanitario, se optó por drenar el caudal recolectado hacia dos puntos distintos, estos en ambos extremos de la línea central y con esto evitar profundidades mayores en el sistema de drenaje, dando como resultado dos ramales; se tiene contemplado para la descarga del primer ramal (del pozo 1 al 18) la construcción de una planta de tratamiento acompañada de una batería de pozos de absorción, ya que en dicho punto no se cuenta con ningún tipo de zanjón, quebrada o arrollo en el que puedan verterse las aguas tratadas; para la descarga del segundo ramal (del pozo 19 al

33) se tiene contemplada la construcción de una planta de tratamiento la cual verterá las aguas tratadas a un zanjón que pasa al final de éste.

#### **2.2.2.2. Descripción del proyecto**

El proyecto consta de una línea central dividida en dos, debido a las pendientes con que cuenta el terreno, por lo que, para las descargas finales se han tomado las consideraciones necesarias.

La longitud total de la línea central del proyecto es de 1,731.40 metros, en ésta se instalará tubería NOVALOC, la longitud de los tubos a utilizar es de 20 pies, equivalentes a 6 metros; para la conexión de los tragantes hacia la línea central será tubería ADS con diámetro de 12", y longitud de 20 pies, equivalentes a 6 metros.

Se instalaran para la línea central la cantidad de tubos con los diámetros que exija el diseño del sistema de drenaje, además se construirán 33 pozos de visita con profundidades propias para cada pozo, según lo requiera el diseño.

#### **2.2.2.3. Tiempo de ejecución**

Se tiene prevista la duración de la ejecución del proyecto, de 7 meses a partir de su inicio. Tomando en cuenta que se debe contar con los materiales en el lugar y con todo el personal disponible.

#### **2.2.2.4. Costo total del proyecto**

El proyecto tendrá un costo de Q. 3,455,288.98 para el año 2007.

#### **2.2.2.5. Beneficiarios del proyecto**

Se pretende beneficiar directamente a todos los habitantes del sector central de la aldea El Canchón e indirectamente a todos los que transitan por el mismo.

#### **2.2.2.6. Metas y resultados**

Se tiene como metas a corto y largo plazo, beneficiar directamente a la población de la aldea El Canchón con la construcción del sistema de drenaje pluvial, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Se pretende, también, que los resultados sean positivos en cuanto a la reducción del índice de enfermedades infecciosas y gastrointestinales, ocasionadas por la exposición y acumulación de agua en las calles, así como prevenir accidentes ocasionados por estas al correr libremente por las carreteras.

Se espera el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas en el sector y con ello la protección del medio ambiente, del entorno visual y de la salubridad de la aldea.

#### **2.2.2.7. Parámetros de diseño**

Para el diseño del drenaje pluvial se consideraron los siguientes parámetros:

##### **2.2.2.7.1. Período de retorno**

Es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas,

como por ejemplo: el vertedero de una presa, los diques para control de inundaciones; o el diseño de una red colectora de aguas pluviales en un determinado sector.

El período de retorno, generalmente expresado en años, puede ser entendido como el número de años en que se espera se repita un cierto caudal, o un caudal mayor. Así podemos decir que el período de retorno de un caudal de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , que se acumula en un sector específico, es de 20 años, si, caudales iguales o mayores de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  se producen, en media a cada 20 años.

#### **2.2.2.7.2. Tiempo de concentración**

Tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección en estudio.

Para este diseño, específicamente, no se calcularán los tiempos de concentración entre tramos ya que en el cálculo del caudal pluvial se utilizará el valor de la intensidad promedio del área en estudio.

#### **2.2.2.7.3. Intensidad de lluvia**

Es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo, producida por ésta; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en milímetros por hora.

La determinación de intensidad de lluvia está dada por la fórmula:

$$I = a / (t+b) \text{ mm/hora}$$

En la que  $I$  es la intensidad promedio,  $t$  el tiempo de concentración,  $a$  y  $b$  son constantes cuyos valores pueden ser obtenidos en la oficina meteorológica del lugar o en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

Para este diseño se ha considerado el valor de la intensidad de lluvia de 90 mm/h.

#### 2.2.2.7.4. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía  $C$ , es la variable del método racional menos susceptible a determinación precisa. Su uso en la fórmula implica una relación de arreglo para cualquier área de drenaje dada, considerando que en realidad el coeficiente explica la abstracción o pérdidas entre lluvia y escorrentía, los cuales pueden variar para un área de drenaje dada, siendo influenciada por las diferencias climatológicas y las condiciones estacionales.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
Comercial	
Centro de la ciudad	0.70 – 0.95
Periferia	0.50 – 0.70
Residencial	
Casas individuales	0.30 – 0.50
Colonias	0.40 – 0.60
Condominios	0.60 – 0.75
Residencial (suburbana)	0.25 – 0.40
Apartamentos	0.50 – 0.70
Calles	
Terracería	0.25 – 0.60



De arena	0.15 – 0.30
Parques, jardines, prados, etc.	0.05 – 0.25
Bosques y tierras cultivadas	0.01 – 0.20

Para el presente diseño se ha considerado el valor de  $C = 0.70$ , debido a que el área en estudio está predominada en su mayoría por condominios y sus calles se encuentran asfaltadas.

#### 2.2.2.7.5. Caudal pluvial

Para determinar el caudal pluvial se utilizó el método racional, ya que este método relaciona la esorrentía con la intensidad de lluvia mediante la siguiente fórmula:

$$Q = (CIA/360)$$

Donde:

Q = Caudal pluvial (m<sup>3</sup>/seg.)

C = Coeficiente de esorrentía

i = Intensidad de lluvia promedio (mm/h)

A = Área a drenar (Ha)

El método racional se basa en los siguientes supuestos:

- El máximo porcentaje de esorrentía en cualquier punto es función directa del promedio de la intensidad de lluvia durante el tiempo de concentración para ese punto.
- La frecuencia de la descarga máxima es la misma que el promedio de intensidad de lluvia.

### 2.2.2.8. Diseño hidráulico

Para demostrar como se realizó el diseño de la red de drenaje, se calculará un tramo, por ser un proceso iterativo, los demás tramos se harán mediante una hoja electrónica programada en Microsoft Excel. En el anexo se puede consultar la tabla de diseño hidráulico.

#### Tramo de PV 1 a PV 2

#### Cálculo de caudal de diseño

$$Q = (CIA/360)$$

$$C = 0.70$$

$$i = 90 \text{ mm/h}$$

$$A = 2.79 \text{ Ha}$$

$$Q = (0.70 \times 90 \times 2.79) / 360 = 0.48825 \text{ m}^3/\text{seg.} = 488.25 \text{ lt/seg.}$$

#### Diseño de tramo de PV-1 A PV-2

Longitud: 61.85 m

Cota inicial: 86.47 m

Cota final: 86.10 m

Pendiente de terreno: 0.60 %

Diámetro a utilizar: 21"

Pendiente de diseño: 0.60 %

#### Velocidad a sección llena utilizando la fórmula de *Manning*

$$V = (1/n) \times 0.03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de la tubería = 0.009 para tubería Novaloc

D = diámetro del tubo en pulgadas

S = pendiente hidráulica, porcentaje

$$V = (1/0.009) \times 0.03429 \times 21^{2/3} \times 0.006^{1/2} = 2.2464 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**Caudal a sección llena:**

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.2464 \text{ (m}^3\text{/seg)} \times (\pi/4 \times (21'' \times 0.0254 \text{ m})^2) = 0.501968 \text{ m}^3\text{/seg.}$$

$$Q = 501.968 \text{ lt/seg.}$$

Habiendo calculado el caudal de diseño y el caudal a sección llena, se establece una relación entre estos.

La relación de caudales da como resultado:

$$q/Q = 488.250 \text{ (lt/seg.)}/501.968 \text{ (lt/seg.)}=0.9727;$$

Se busca este resultado en las tablas de relaciones hidráulicas (ver anexo) para determinar la velocidad y el tirante en este tramo.

Como resultado se tiene que la relación hidráulica para la velocidad es:

$v/V = 1.139536$ ; Con este dato obtenemos la velocidad con la que circula el caudal en este tramo:

$$v/(2.2464 \text{ m}^3\text{/seg.}) = 1.139536; v = 2.2464 \times 1.139536 \text{ m}^3\text{/seg.}$$

$$v = 2.56 \text{ m}^3\text{/seg.}$$

La relación hidráulica para el tirante es:

$d/D = 0.7960$ ; el cual indica que el tirante con el que circula este caudal es del 79.60 %.

**Cotas invert**

Altura de pozo inicial: 1.53 m.

$$\text{CIS} = \text{Cota Invert de Salida} = 86.47 - 1.53 = 84.94 \text{ m.}$$

CIE = Cota Invert de Entrada =  $84.94 - (0.006 \times 61.85) = 84.57$  m, donde el producto  $0.006 \times 61.85$  es lo que disminuye debido a la pendiente.

### **Altura de pozos de visita**

$$PV-1 = 1.53 \text{ m.}$$

$$PV-2 = \text{Cota de terreno final} - \text{cota invert final}$$

$$PV-2 = 86.10 - 84.57 = 1.53 \text{ m.}$$

### **Excavación**

$$EXCAV = ((h_{\text{salida}} + h_{\text{entrada}}) / 2) \times DH \times \text{ancho de zanja}$$

Donde:

h = profundidad de pozo

DH = distancia horizontal

$$EXCAV = ((1.53 \text{ m} + 1.53 \text{ m}) / 2) \times 61.85 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 94.66 \text{ m}^3.$$

2.2.2.9. Presupuesto

Tabla V. Presupuesto del drenaje pluvial para la aldea El Canchón

PRESUPUESTO GENERAL PARA EL PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN.

	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIALES					MANO DE OBRA					REGLÓN	
			DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)	C. UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
TRABAJOS PREELIMINARES	BODEGA m	1 1731.4						Trazo y estaqueado	1731.4	m	5.00	8,657.00	1,000.00	1,000.00
TRAGANTE (Incluye conexión a línea central)	UNIDAD	34.00	Tubo ADS de Ø 12"	25.00	tubo	1,300.00	32,500.00	Excavación	235.00	m3	25.00	5,875.00	1,356.21	132,909.00
			Cemento	782.00	saco	46.00	35,972.00							
			Arena	60.00	m3	90.00	5,400.00	Construcción e Instalación de conexión domiciliar	34.00	unidad	150.00	5,100.00		
			Piedrin	60.00	m3	145.00	8,700.00							
			Block de 0.15x0.20x0.40 de 35 Kg.	4,950.00	unidad	4.50	22,275.00	Relleno con selecto, espesor de 0.60m compactado, resto material excavado	60.00	m3	15.00	900.00		
			Hierro No. 3	561.00	varilla	23.00	12,903.00							
			Alambre de amarre	221.00	lb.	4.00	884.00	Retiro de material sobrante de excavación	60.00	m3	40.00	2,400.00		
POZO DE VISITA	UNIDAD	33.00	Ladrillo tayuyo de 0.06x0.09x0.23m	146,700.00	unidad	2.40	352,080.00	Excavación	466.00	m3	75.00	34,950.00	17,479.39	541,861.00
			Cemento	730.00	saco	46.00	33,580.00							
			Arena	59.00	m3	90.00	5,310.00	Construcción de pozo de visita	102.11	m	600.00	61,266.00		
			Piedrin	59.00	m3	145.00	8,555.00							
			Selecto	134.00	m3	60.00	8,040.00							
			Hierro No. 4	350.00	varilla	40.00	14,000.00	Relleno con selecto, compactado	134.00	m3	15.00	2,010.00		
			Hierro No. 6	95.00	varilla	78.00	7,410.00							
			Alambre de amarre	375.00	lb.	4.00	1,500.00	Retiro de material sobrante de excavación	134.00	m3	40.00	5,360.00		
			Tubo ADS de 12" (caídas > 0.70m)	6.00	tubo	1,300.00	7,800.00							
		m	1731.40	Tubo NOVALOC Ø 21"	40.00	tubo	2,216.95	88,678.00	Excavación	7,266.98	m3	11.00	79,936.78	1,354.25
LÍNEA CENTRAL			Tubo NOVALOC Ø 24"	14.00	tubo	2,815.53	39,417.42							
			Tubo NOVALOC Ø 27"	15.00	tubo	3,612.62	54,189.30							
			Tubo NOVALOC Ø 33"	40.00	tubo	4,852.47	194,098.80							
			Tubo NOVALOC Ø 42"	91.00	tubo	8,120.68	738,981.88							
			Tubo NOVALOC Ø 48"	95.00	tubo	9,499.99	902,499.05	Colocación de Tubería	1,731.40	m	6.00	10,388.40		
			Tubo ADS Ø 12"	15.00	tubo	1,300.00	19,500.00							
			Acople Ø 21"	40.00	unidad	486.33	19,453.20							
			Acople Ø 24"	14.00	unidad	525.54	7,357.56	Relleno con selecto compactado, 0.15m abajo de la base del tubo hasta 0.15m sobre la corona del tubo, resto material excavado	2,864.21	m3	15.00	42,963.15		
			Acople Ø 27"	15.00	unidad	699.20	10,488.00							
			Acople Ø 33"	40.00	unidad	1,018.78	40,751.20							
			Acople Ø 42"	91.00	unidad	1,168.14	106,300.74							
			Acople Ø 48"	95.00	unidad	1,362.50	129,437.50	Retiro de material sobrante de excavación	2,864.21	m3	40.00	114,568.40		
			Selecto	2,864.21	m3	60.00	171,852.60							
<b>TOTAL</b>														3,455,288.98

**OBSERVACIONES:**

Se construirán un total de 33 pozos de visita, que por su profundidad variable equivalen a 102.11 metros.

Fuente: Propia

### 2.2.2.10. Resumen de materiales

Tabla VI. Resumen de materiales para el drenaje pluvial de la aldea El Canchón

<b>RESUMEN DE MATERIALES PARA EL PROYECTO: DRENAJE PLUVIAL, ALDEA EL CANCHÓN.</b>		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento	saco	1,512.00
Arena	m3	119.00
Piedrin	m3	119.00
Selecto	m3	2,998.21
Block de 0.15x0.20x0.40 de 35 kg.	unidad	4,950.00
Ladrillo tayuyo de 0.06x0.09x0.23m	unidad	146,700.00
Hierro No. 3	varilla	561.00
Hierro No. 4	varilla	350.00
Hierro No. 6	varilla	95.00
Alambre de amarre	lb.	596.00
Tubo ADS de 12"	tubo	31.00
Tubo NOVALOC Ø 21"	tubo	40.00
Tubo NOVALOC Ø 24"	tubo	14.00
Tubo NOVALOC Ø 27"	tubo	15.00
Tubo NOVALOC Ø 33"	tubo	40.00
Tubo NOVALOC Ø 42"	tubo	91.00
Tubo NOVALOC Ø 48"	tubo	95.00
Tubo ADS Ø 12"	tubo	15.00
Acople Ø 21"	unidad	40.00
Acople Ø 24"	unidad	14.00
Acople Ø 27"	unidad	15.00
Acople Ø 33"	unidad	40.00
Acople Ø 42"	unidad	91.00
Acople Ø 48"	unidad	95.00

Fuente: Propia

## **2.3. Especificaciones Técnicas de construcción**

### **2.3.1. Conexiones domiciliarias**

Para el presente proyecto estará construida de la siguiente manera:

La candela domiciliar estará compuesta por tubos de concreto, colocados en posición vertical, de 12 pulgadas de diámetro. La misma tendrá como base una losa de concreto armado y una tapadera circular fundida de la misma forma, para poder realizar inspecciones, la altura mínima será de 1 metro.

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria de PVC, la cual tendrá un diámetro de 4 pulgadas, norma 3034, esta debe tener una pendiente mínima de 2%.

Para la unión de la tubería secundaria con la tubería central se utilizara una silleta de PVC tipo Yee del diámetro que requiera el diseño.

### **2.3.2. Tragantes**

Las dimensiones internas de los tragantes serán de 0.80 metros, tanto en el sentido longitudinal como transversal, tendrán una profundidad interna de 1 metro en promedio, excepto cuando el diseño determine mayor profundidad.

Cada uno de los tragantes tendrá como base una losa de concreto armado y una tapadera de forma cuadrada de 0.60 metros de luz, fundida de la misma forma.

El brocal y la boca del tragante serán de concreto armado, con las dimensiones especificadas en el plano de detalles típicos.

El levantado de las paredes de los tragantes se hará con block de 0.15 x 0.20 x 0.40 metros, de 35 Kg. de resistencia; las hiladas de block deberán ser construidas horizontalmente entrelazadas y a nivel; las paredes deberán ser repelladas y cernidas internamente.

La conexión del tragante con la tubería central se hará mediante tubería ADS, de 12" de diámetro, y para la unión de la tubería principal con la tubería secundaria se construirán cajas de unión, con levantado de block de 0.15 x 0.20 x 0.40 metros, de 35 Kg. de resistencia, estas repelladas y cernidas en su interior, estas tendrán como base y como tapadera una losa de concreto armado.

Para los sistemas de alcantarillado pluvial, se diseñaran tragantes para localizarlos en los siguientes casos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3.00 metros antes de la esquina
- En puntos intermedios de las cuadras cuando el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0.10 metros
- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento o que hallan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie
- Únicamente cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.



### **2.3.3. Tubería**

La tubería a utilizar para los colectores principales y la tubería secundaria, para las conexiones domiciliarias y tragantes, serán PVC que cumplan con la norma ASTM 3034, ADS y Novaloc, éstas están especificadas para cada tramo en planos de diseño, así como los diámetros y pendientes, se colocaran sobre una cama de material selecto compactado a un mínimo de 90% de Proctor Estándar con un espesor no menor a 0.10 metros.

Se verificarán que las uniones en los anillos de los tubos se encuentren completamente herméticas para garantizar la correcta circulación de las aguas servidas, para ello el contratista deberá de tomar todas las precauciones para la colocación de las uniones.

Las zanjas a excavar están determinadas en función del diámetro de la tubería y de la profundidad a que ésta se encontrará según diseño, éstas se harán de acuerdo a las dimensiones y niveles indicados en planos.

Si el material y las condiciones del terreno lo permiten, se dejarán los taludes sin ningún apuntalamiento o formaleta, pero si fuera necesario, deberán de tomarse en cuenta para evitar cualquier accidente.

Antes de la colocación de la tubería se verificará por el supervisor que las zanjas han sido excavadas de acuerdo con los requisitos descritos anteriormente.

Se deberán de tomar las medidas pertinentes para desalojar y vaciar la zanja de agua, la cual puede ser proveniente de la infiltración o lluvia a través de las respectivas obras de ingeniería como desagües en los puntos bajos, por

bombeo o por tabla estacados según convenga el caso, manteniéndose las zanjas secas, libres de cualquier otro material que pudiera contaminarlas hasta que éstas se encuentren listas para rellenarse.

Las zanjas de instalación de la tubería, deberán de ser rellenadas después de la verificación por el supervisor de que no existan fugas en las uniones de los tubos, debiendo realizarse este, inmediatamente después de haberse aprobado la instalación.

El relleno de las zanjas se hará por capas de 0.07 metros, de material selecto, perfectamente compactadas hasta media altura de la tubería, después se deberá de rellenar hasta una altura de 0.30 metros sobre el tubo, en capas no mayores de 0.15 metros de espesor, con material selecto previamente autorizado por el supervisor, el faltante de relleno se hará con el material excavado del lugar.

#### **2.3.4. Pozos de visita**

Según las normas para la construcción de sistemas de drenaje, se colocaran pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro.
- En cambios de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de tuberías colectoras.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”, y no mayores de 300 metros para diámetros superiores.

Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale, de un pozo de visita, sea mayor de 0.70 metros, se colocará un tubo de bajada de 6" de diámetro para colectores de hasta 24" de diámetro, y de 12" de diámetro para colectores de diámetro mayor a 24", éste servirá para encausar el caudal con un mínimo de turbulencia.

Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida; además las paredes interiores deberán ser repelladas y cernidas.

En el presente proyecto los pozos de visita serán de sección circular, y debido a su profundidad el levantado de los mismos será con ladrillo tipo tayuyo, colocado de punta, cada pozo tendrá diámetro propio según diseño.

El mortero para el levantado de ladrillo debe de estar formado por una parte de cemento pórtland y por tres partes de agregado fino, proporción en peso.

Las especificaciones de materiales a utilizar serán:

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2.$$

Cada uno de los pozos tendrá como base una losa de concreto armado y una tapadera de forma circular, fundida de la misma forma, identificada con la nomenclatura del plano de red general en bajo relieve con profundidad no menor de 0.01 metros.

### **2.3.5. Desfogue o disposición final**

En la selección de los puntos para el desfogue o disposición final se tomara en cuenta, que con dichas obras no debe ocasionarse problemas de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo. Deben protegerse los usos presentes y futuros del cuerpo receptor por lo que todas las descargas deberán contar con algún tipo de tratamiento.

Para el proyecto del drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo, ya se cuenta con una planta de tratamiento, dado que esta es la tercera fase de introducción de drenajes sanitarios.

Para el proyecto de drenaje separativo, sanitario y pluvial, de la aldea El Canchón, el cual tiene dos desfogues debido a la topografía del lugar, se ha contemplado para el ramal que comprende los pozos de visita del 1 al 18 la construcción de una planta de tratamiento conjuntamente con una batería de pozos de absorción ya que no se cuenta en el lugar con zanjón o quebrada alguna; para el ramal que comprende los pozos de visita del 19 al 33 se tiene previsto la construcción de una planta de tratamiento la cual verterá las aguas tratadas hacia un zanjón que pasa por el punto programado para el desfogue.

## **2.4. Evaluación de impacto ambiental de los proyectos**

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos, socio-económicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución de los proyectos de drenajes para la comunidad de la colonia Santo Domingo, en la aldea Piedra

Parada Cristo Rey, y la comunidad de la aldea El Canchón, es positivo en todo sentido, cómo se demuestra en el análisis detallado que se presenta a continuación

Cada impacto se analiza para cada uno de los factores siguientes:

### **Carácter del impacto**

Los proyectos: drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo; y drenaje separativo, sanitario y pluvial para la aldea El Canchón, se catalogan como impactos de carácter positivo, ya que debido a la vulnerabilidad ecológica que se tiene hoy en día, el canalizar las aguas residuales y pluviales y verterlas hacia un punto específico, elimina en buen porcentaje los agentes contaminantes que aceleran el deterioro de nuestro medio ambiente; por aparte, la ejecución de estos proyectos tendrán impactos negativos como lo son la contaminación visual y auditiva, los cuales durarán un período corto de tiempo, generalizando y por el beneficio que se obtiene con estos proyectos puede catalogarse como un impacto de carácter positivo.

### **Magnitud del impacto**

Con la ejecución de los proyectos drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo; y drenaje separativo, sanitario y pluvial para la aldea El Canchón, se beneficiara directamente al final del periodo de vida de estos proyectos a un total de 2232 habitantes.

### **Significado del impacto**

La calidad del impacto respecto de su importancia ecológica para estos proyectos es directo, ya que el resultado es inmediato de la acción de ejecución.

### **Duración del impacto**

La duración de los impactos positivos (proyectos de drenajes para las dos comunidades), se tiene previsto duren 20 años, que es el tiempo del periodo de vida según diseño, y éstos serán notorios a corto plazo; los impactos negativos (contaminación visual y auditiva) durarán el período de ejecución, que para el proyecto de drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, se tiene programado ejecutarlo en 4 meses y para el proyecto drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón, se tiene programado ejecutarlo 7 meses.

### **Reversibilidad**

Existe la posibilidad de que los impactos positivos sean revertidos y retornar a las situaciones similares antes de contar con los sistemas de drenajes, esto solo si los sistemas de drenajes colapsan durante el periodo de vida para el cual fueron diseñados.

### **Área de influencia**

Específicamente para estos proyectos es la colonia Santo Domingo, en la aldea Piedra Parada Cristo Rey, y el sector central de la aldea El Canchón. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca.

Debido al carácter sistémico de la EIA, el análisis debe ser realizado por un equipo interdisciplinario, pudiendo hacer uso de cualquier método, que cumpla con los requisitos anteriormente señalados. Dentro de los métodos más comunes se incluyen listados, matrices, mapas y otros.

## **2.5. Riesgos y amenazas**

Los riesgos y amenazas más importantes que se deben de tomar en cuenta en la ejecución del sistema de drenaje sanitario de la colonia Santo Domingo, y del sistema de drenaje separativo, sanitario y pluvial, de la aldea El Canchón, son los siguientes:

- Taponamiento de colectores por residuos sólidos
- Taponamiento de pozo de visita
- Conexión de agua pluvial a la tubería de drenaje sanitario
- Desbordamiento de cuneta
- Sobre-utilización de los servicios sanitarios provisionales
- Contaminación del aire

## **2.6. Medidas de mitigación**

El propósito de las medidas de mitigación es la reducción de los riesgos y amenazas, es decir, la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes.

Para minimizar los efectos ocasionados en la construcción de los proyectos de sistema de drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, y del sistema de drenaje separativo, sanitario y pluvial, de la aldea El Canchón, deben tomar las precauciones siguientes:

- Ejecutar el proyecto en el menor tiempo posible.
- Trabajar el proyecto en época verano.
- Canalizar los drenajes naturales existentes.
- Reparar el pavimento.

- Tratar de disminuir el ruido y las vibraciones.
- Excavar y reacomodar el suelo en áreas que no afecten el paso de peatones en la aldea.
- En cuanto a la excavación debajo de la superficie, se debe capacitar al personal que labore en el proyecto.
- Reforestar las áreas dañadas en la construcción del proyecto.
- Señalización vial.
- Al finalizar la jornada el área de trabajo debe quedar limpia y libre de desechos.

Además para conservar la salud de los trabajadores durante la etapa de construcción y prevenir accidentes laborales, deben atenderse las recomendaciones siguientes:

- Prohibir que un trabajador labore en estado de ebriedad.
- Todos los trabajadores deben tener y usar un equipo completo para protección personal, el cual deberá proporcionar el patrono y reponerlo cuando se deteriore.
- Todos los empleados deben recibir capacitación en seguridad, higiene y primeros auxilios y disponer de un botiquín médico quirúrgico en las instalaciones.
- El equipo personal de seguridad estándar debe integrarse así: máscaras respiratorias, gafas, casco, guantes, gabachas, bota de hule.
- La planta deberá disponer de dos sanitarios, uno para hombre y otro para mujeres dotados de agua, papel higiénico y permanecer limpios.
- Se deben disponer de duchas para el aseo personal, una por cada diez trabajadores.
- Las instalaciones deben disponer de un lavamanos por cada 25 personas.



Durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto, en la limpieza del área, en la excavación para las instalaciones de los pozos de absorción y plantas de tratamiento, también basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de sus alimentos, los cuales deben ser transportados al basurero municipal de la localidad.

## **2.7. Evaluación socio-económica**

### **2.7.1. Valor presente neto**

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión, este permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las riquezas dentro de una empresa. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual.

Es importante tener en cuenta que el Valor Presente Neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los ingresos que este genere, la tasa de interés si se ha adquirido un préstamo y el número de periodos que dure el proyecto.

Los proyectos de sistema de drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, y del sistema de drenaje separativo, sanitario y pluvial, de la aldea El Canchón, serán financiados por la municipalidad de Santa Catarina Pinula, por fines de demostración se utilizara la tasa promedio de interés, manejada por el Banco de Guatemala (6.5 %), se repite que este valor de interés tomado es solo por motivos de demostración y solo para este caso.

### **VPN para el proyecto drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo**

Inversión inicial = Q 423,888.86

Ingreso inicial = Q 304,000.00 (por 152 conexiones domiciliarias iniciales)

Ingreso anual constante = Q 12,000.00 (crecimiento anual del 3 % de la población, lo cual equivale a 6 viviendas por año).

Ingresos por concepto de mantenimiento igual a Q 5.00 por vivienda anualmente, Q 760.00 inicialmente por 152 conexiones domiciliarias iniciales.

Egresos por mantenimiento igual a Q 1,000.00 anuales

Tasa de interés = 6.5 %

Periodo de vida = 20 años.

$$\text{VPN} = - 423,888.86 + 304,000.00 + 12,000.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} + 760.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} - 1,000.00 \text{ USPWF}_{0.065-20}$$

$$\text{VPN} = - 423,888.86 + 304,000.00 + 12,000.00 (11.032) + 760.00 (126.7987) - 1,000.00 (11.032)$$

$$\text{VPN} = \text{Q } 97,830.15$$

USPWF = Es el factor de serie uniforme, valor presente, el cual se encarga de trasladar el valor del dinero en el tiempo, convirtiendo de los costos anuales de operación y ventas a un valor presente utilizando la tasa de interés y un número de periodos.

### **VPN para el proyecto drenaje sanitario, aldea El Canchón**

Inversión inicial = Q 685,081.55

Ingreso inicial = Q 108,000.00 (por 54 conexiones domiciliarias iniciales)

Ingreso anual constante = Q 4,000.00 (crecimiento anual del 3 % de la población, lo cual equivale a 2 viviendas por año).

Ingresos por concepto de mantenimiento = Q 5.00 por vivienda anualmente, Q 270.00 inicialmente por 54 conexiones domiciliarias iniciales.

Egresos por mantenimiento = Q 1,000.00 anuales

Tasa de interés = 6.5 %

Periodo de vida = 20 años.

$$\text{VPN} = - 685,081.55 + 108,000.00 + 4,000.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} + 270.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} - 1,000.00 \text{ USPWF}_{0.065-20}$$

$$\text{VPN} = - 685,081.55 + 108,000.00 + 4,000.00 (11.032) + 270.00 (126.7987) - 1,000.00 (11.032)$$

$$\text{VPN} = \text{Q} - 509,749.90$$

USPWF = Es el factor de serie uniforme, valor presente, el cual se encarga de trasladar el valor del dinero en el tiempo, convirtiendo de los costos anuales de operación y ventas a un valor presente utilizando la tasa de interés y un número de periodos.

### **VPN para el proyecto drenaje pluvial, aldea El Canchón**

Inversión inicial = Q 3, 455,288.98

Ingreso inicial = Q 0.00

Ingreso anual constante = Q 0.00

Ingresos por concepto de mantenimiento = Q 0.00

Egresos por mantenimiento = Q 1,000.00 anuales

Tasa de interés = 6.5 %

Periodo de vida = 20 años.

$$\text{VPN} = - 3,455,288.98 + 0.00 + 0.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} + 0.00 \text{ USPWF}_{0.065-20} - 1,000.00 \text{ USPWF}_{0.065-20}$$

$$\text{VPN} = - 3,455,288.98 + 0.00 + 0.00 (11.032) + 0.00 (126.7987) - 1,000.00 (11.032)$$

$$\text{VPN} = \text{Q} - 3,466,320.98$$

USPWF = Es el factor de serie uniforme, valor presente, el cual se encarga de trasladar el valor del dinero en el tiempo, convirtiendo de los costos anuales de operación y ventas a un valor presente utilizando la tasa de interés y un número de periodos.

Como puede observarse, el sistema de drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, arroja un valor positivo, resultado de la gran cantidad de conexiones domiciliarias; mientras que el sistema de drenaje sanitario y drenaje pluvial de la aldea El Canchón arroja valores negativos debido a la escasez de viviendas particulares en el sector.

Independientemente de los resultados obtenidos, se hace la aclaración de que estos proyectos no se hacen con fines lucrativos, éstos son aportes municipales cuya finalidad es brindar un servicio al vecino y con ello elevar la calidad de vida del municipio; además, la tasa de interés utilizada es asumida sólo por fines de demostración de los cálculos realizados.

### **2.7.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero.

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, conviene realizar la inversión, si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse, y cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no.

Para una mejor comprensión la TIR se define como:

- La tasa de interés por la cual se recupera la inversión
- La tasa de interés máxima que se puede endeudar (en caso de préstamo) para no tener pérdidas.

### **TIR para el proyecto drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo**

VP = Valor presente (Inversión inicial menos ingreso inicial por conexiones)

VR = Valor de recuperación

i = Tasa de interés

D = Desembolsos

I = Ingresos

n = número de períodos

### **Modelo matemático**

Por prueba y error, calculando la TIR con un interés del 5 %

$$Crf = (i(1+i)^n) / ((1+i)^n - 1) = (0.05(1+0.05)^{20}) / ((1+0.05)^{20} - 1) = 0.08$$

$$TIR = (VP - VR) Crf_{5-20} + VRi + D = I$$

$$TIR = (119,888.86 - 0) (0.08) + 0 + 1,000.00 = 13,067.50$$

$$10,591.10 = 13,067.50$$

$$0 = 2476.39$$

Con un 5 % de interés obtenemos un valor positivo, por lo que se proba con un 10 % para obtener un valor negativo.

$$\begin{aligned} Crf &= (0.10(1+0.10)^{20}) / ((1+0.10)^{20} - 1) = 0.1174 \\ TIR &= (VP - VR) Crf_{10-20} + VRi + D = I \\ TIR &= (119,888.86 - 0) (0.1174) + 0 + 1,000.00 = 13,067.50 \\ &15,074.95 = 13,067.50 \\ &0 = - 2007.45 \end{aligned}$$

Como hemos obtenido un resultado negativo, procedemos a interpolar para obtener la TIR verdadera.

$$TIR = 5 \% + (2476.39 / (2476.39 + 2007.45)) \times 10 \% = 10.52 \%$$

### **TIR para el proyecto drenaje sanitario, aldea El Canchón**

VP = Valor presente (Inversión inicial menos ingreso inicial por conexiones)

VR = Valor de recuperación

i = Tasa de interés

D = Desembolsos

I = Ingresos

n = número de periodos

### **Modelo matemático**

Por prueba y error, calculando la TIR con un interés del 5 %

$$\begin{aligned} Crf &= (i(1+i)^n) / ((1+i)^n - 1) = (0.05(1+0.05)^{20}) / ((1+0.05)^{20} - 1) = 0.08 \\ TIR &= (VP - VR) Crf_{5-20} + VRi + D = I \\ TIR &= (577,081.55 - 0) (0.08) + 0 + 1,000.00 = 4,380.00 \\ &578,081.55 = 4,380.00 \\ &0 = - 573,701.55 \end{aligned}$$

Con un 5 % de interés obtenemos un valor negativo, por lo que se probará con un 0.01 %, para obtener un valor positivo.

$$\begin{aligned}Crf &= (0.0001(1+0.0001)^{20}) / ((1+0.0001)^{20} - 1) = 0.050 \\TIR &= (VP - VR) Crf_{0.01-20} + VRi + D = I \\TIR &= (577,081.55 - 0) (0.050) + 0 + 1,000.00 = 4,380.00 \\29,884.38 &= 4,380.00 \\0 &= - 25,504.38\end{aligned}$$

Como se obtuvo nuevamente un valor negativo y con una tasa de interés bastante baja, podemos concluir que para este proyecto si se estuviera evaluando para fines lucrativos, no es rentable; de igual manera para el proyecto de drenaje pluvial de la aldea El Canchón, ya que este proyecto sólo tiene egresos y no se percibe ningún ingreso.

Para los proyectos objeto de este trabajo no son relevantes los resultados obtenidos anteriormente, ya que no son proyectos a través de los cuales se vaya a obtener una tasa de rentabilidad, o que sean para una organización lucrativa, sino son proyectos en los cuales la municipalidad invierte el dinero ejecutando así obras de beneficio común.

## **2.6. Elaboración de planos finales**

Al seguir el proceso de diseño del proyecto se llega la elaboración de los planos finales, para obtener una visión más clara de lo que se va a ejecutar, los planos de este proyecto pueden consultarse en la sección del apéndice.

## CONCLUSIONES

1. La construcción de los proyectos beneficiará directamente a la comunidad de la colonia Santo Domingo, en la aldea Piedra Parada Cristo Rey, y a la comunidad de la aldea El Canchón, reduciendo los problemas producto del desfogue de las aguas residuales hacia las calles, elevando con ésto el nivel de vida de los vecinos.
2. La construcción del drenaje pluvial evitará el deterioro de las calles de la aldea de El Canchón, así como la inundación de viviendas en el sector.
3. Con el objeto de reducir tiempo y costos, se optó por utilizar tubería PVC, ADS, y Novaloc, estas brindan ventajas como la facilidad de manejo en obra por su peso liviano, un coeficiente de rugosidad bajo, entre otros; en el drenaje pluvial para la excavación de zanjas se utilizará excavadora.





## RECOMENDACIONES

1. Procurar que las plantas de tratamiento de aguas residuales para el proyecto drenaje separativo, sanitario y pluvial, aldea El Canchón, se ejecuten conjuntamente con el proyecto, con la finalidad de reducir la contaminación que generan las aguas servidas al ser vertidas a su destino final.
2. Debe garantizarse supervisión profesional durante la ejecución de los proyectos con el fin de optimizar los recursos y maximizar los beneficios.
3. Durante la ejecución del proyecto se deberá tener mucho control para que se construya de acuerdo a las especificaciones y planos de diseño. Hay que poner especial cuidado a la pendiente de la tubería y las cotas invert, por tal motivo, se sugiere se integre al personal de construcción una cuadrilla de topografía.
4. Para que el sistema de alcantarillado funcione de manera óptima es necesario hacer conciencia a todos los usuarios, para que le den el uso adecuado, que no permitan que ningún vecino deposite basura o cualquier objeto que pueda dañar u obstaculizar los pozos de visita o la tubería del colector y, sobre todo, que no conecten las aguas de lluvia hacia la red de drenaje sanitario.
5. Es necesario que se haga una programación de mantenimiento de los drenajes y tragantes en época de verano para evitar cualquier situación que pueda dañarlos.



## BIBLIOGRAFÍA

Instituto de Fomento Municipal. “**Normas generales para diseño de ALCANTARILLADOS**”. Manual del INFOM. Guatemala, 2001.

Alburez Rivas, Edgar Alberto. “Diseño de drenaje sanitario fase II colonia Santo Domingo sector I & II, aldea Piedra Parada Cristo Rey y pavimentación calle principal de escuela a tanque de distribución, aldea San José el Manzano del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.

Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. “Apuntes de Ingeniería Sanitaria II”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,989.

Díaz Flores, Juan Carlos. “Diseño de: Pavimento y Drenaje Pluvial de un sector de las zonas 1 y 9, y Drenaje Sanitario del Cantón Choquí zona 5, Quetzaltenango”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,998.

Escobar García, Pablo Bernabé. “Pavimentación de calles de la aldea La Ciénega, calles del sector Nueva Jerusalén y calles del caserío la comunidad, y construcción de drenajes aldea La Ciénega del municipio de San Raymundo departamento de Guatemala”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.



## **APÉNDICE**

**Proyecto: Diseño del drenaje sanitario fase III, colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey.**

INGRESO DE DATOS INICIALES			RESULTADOS		
Año del censo:	2,007.00		Población inicio diseño:	912.00 hab.	
Población censo:	912.00	hab.	Población final diseño:	1,647.00 hab.	
Año inicio construcción:	2,007.00		Viviendas inicio diseño:	152.00 viv.	
Período de diseño:	20.00	años	Viviendas final diseño:	275.00 viv.	
Tasa de crecimiento:	3.00	%	Caudal Domiciliar futuro:	1.83 l/s	
Viviendas del censo:	152.00	viv.	Caudal ilícitos futuro:	2.72 l/s	
Dotación agua potable:	120.00 l/hab./día		Caudal medio:	4.722 l/s	
Factor de retorno:	0.80		Factor caudal medio (fqr)	0.0029 l/s (0.002-0.005)	
Caudal industrial:		l/s.	Factor pob./long. (inicio):	0.982483356	
Caudal comercial:		l/s.	Factor pob./long. (final):	1.774287376	
Factor caudal ilícitos:	0.50	%	Long. Total de alcantarilla:	928.26 m..	m..
Caudal infiltración:	0.17	l/s.			
Coef. De rugosidad tube	0.01				

**NOTA:** En los tramos que se exceda la velocidad de 4 m/seg. se utilizara tubería ADS, la cual según certificado extendido por los proveedores soporta una velocidad máxima de 7 m/seg.

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.

DE	A	COTAS DE TERREN		DH	S	LONGITUD	No. HAB. A SERVIR	ACUM	FH		CONDICIONES HIDRAULICAS										TIRANTE		COTAS INVERT		ALT. POZO		ANCHO DE ZANJA (m)	EXCAV (m³)							
		PV	PV						INICIO	FINAL	ACTUAL	FUTURO	Qd (l/s)		DIAM (pulg)	S. (%)	SEC. LLENA	V	Q	INICIO		FINAL		v (m/s)		ACTUAL			FUTURO	ACTUAL	FUTURO	INICIO	FINAL	SALIDA	ENTRA
													Qd	Q						Qd	Q	v	d	Qd	v										
1	2	97.84	93.99	31.11	12.38	31.11	54.00	98.00	4.308	4.246	0.6746	1.207	6	12.35	3.98	72.584	0.0092941	0.313504	0.0680	0.016625	0.372532	0.089	1.247	1.482	6.80%	8.90%	96.440	92.598	1.400	1.392	0.60	26.06			
2	3	93.99	94.67	42.98	-1.58	74.09	108.00	195.00	4.234	4.152	1.3262	2.348	6	0.75	0.98	17.887	0.0741419	0.585154	0.1840	0.131267	0.690970	0.244	0.574	0.678	18.40%	24.40%	92.568	92.246	1.422	2.424	0.60	49.60			
5	4	100.41	93.69	49.03	13.99	48.03	78.00	141.00	4.272	4.206	0.9862	1.717	6	14.00	4.24	77.281	0.0125028	0.342408	0.0780	0.022221	0.408720	0.102	1.451	1.732	7.80%	10.30%	90.010	92.286	1.400	1.403	0.60	40.39			
4	3	93.69	94.67	60.08	-1.53	108.11	150.00	271.00	4.191	4.097	1.8291	3.220	6	0.50	0.80	14.605	0.1248270	0.681122	0.2380	0.220458	0.802488	0.319	0.545	0.643	23.80%	31.90%	92.256	91.955	1.433	2.715	0.60	74.76			
3	6	94.67	94.39	24.00	1.17	206.20	276.00	496.00	4.094	3.975	3.2766	5.741	6	0.50	0.80	14.605	0.2243465	0.805193	0.3210	0.393076	0.939416	0.435	0.645	0.752	32.10%	43.50%	91.925	91.805	2.745	2.585	0.60	38.37			
11	10	95.20	92.81	59.00	4.95	59.00	54.00	98.00	4.308	4.246	0.6746	1.207	6	4.05	2.28	41.868	0.0182298	0.399859	0.0880	0.029031	0.442883	0.117	0.843	1.009	8.80%	11.70%	93.800	91.411	1.400	1.398	0.60	49.52			
10	9	92.81	94.36	59.00	2.63	118.00	144.00	260.00	4.197	4.104	1.7526	3.095	6	0.50	0.80	14.605	0.1199969	0.672800	0.2330	0.211888	0.762920	0.312	0.539	0.636	23.30%	31.20%	91.381	91.086	1.428	3.275	0.60	83.23			
9	8	94.36	93.24	31.97	3.50	149.97	180.00	325.00	4.164	4.063	2.1798	3.830	6	0.50	0.80	14.605	0.1488394	0.716516	0.2600	0.262222	0.841716	0.349	0.574	0.674	26.00%	34.90%	91.056	90.896	3.305	2.344	0.60	54.18			
8	7	93.24	90.92	49.94	4.65	199.91	234.00	423.00	4.122	4.011	2.7975	4.920	6	2.70	1.88	33.938	0.0824285	0.604001	0.1840	0.144861	0.711804	0.267	1.124	1.324	19.40%	25.70%	90.886	89.517	2.374	1.403	0.60	56.59			
7	6	90.92	94.39	79.83	-4.35	279.74	294.00	531.00	4.082	3.961	3.4805	6.099	6	0.50	0.80	14.605	0.2383074	0.819836	0.3320	0.417597	0.954371	0.450	0.656	0.764	33.20%	45.00%	89.487	89.088	1.433	5.302	0.60	161.29			
6	12	94.39	81.03	28.32	47.18	514.26	594.00	1073.00	3.935	3.780	6.7777	11.762	6	47.20	7.78	141.899	0.0477842	0.512541	0.1480	0.082893	0.604001	0.194	3.987	4.688	14.80%	19.40%	89.058	75.691	5.332	5.339	0.60	90.66			
12	13	81.03	75.38	72.23	7.82	586.49	636.00	1149.00	3.918	3.760	7.2297	12.530	6	2.35	1.74	31.662	0.2292455	0.809225	0.3240	0.395733	0.941445	0.437	1.405	1.634	32.40%	43.70%	75.661	73.964	5.369	1.416	0.60	147.03			
13	14	75.38	76.69	40.97	-3.20	627.46	660.00	1192.00	3.909	3.750	7.4821	12.961	6	0.50	0.80	14.605	0.5122979	1.005880	0.5070	0.887460	1.129609	0.733	0.805	0.904	50.70%	73.30%	73.934	73.729	1.446	2.961	0.60	54.17			
16	15	85.91	82.00	56.82	6.86	56.82	48.00	87.00	4.318	4.260	0.6011	1.075	6	6.90	2.97	54.254	0.0110794	0.331034	0.0740	0.019809	0.393487	0.097	0.985	1.170	7.40%	9.70%	84.510	80.589	1.400	1.411	0.60	47.91			
15	14	82.00	76.69	56.82	9.35	113.64	102.00	184.00	4.241	4.161	1.2545	2.220	6	9.30	3.45	62.987	0.0199176	0.393487	0.0970	0.035250	0.468470	0.128	1.359	1.618	9.70%	12.80%	80.559	75.275	1.441	1.415	0.60	48.67			
14	17	76.69	64.75	50.42	23.68	791.52	762.00	1376.00	3.873	3.706	8.5596	14.790	6	20.50	5.13	93.516	0.0915201	0.622332	0.2040	0.158153	0.728912	0.298	3.190	3.737	20.40%	26.80%	73.699	63.983	2.991	1.387	0.60	68.23			
18	17	78.29	64.75	99.08	13.67	99.08	144.00	260.00	4.197	4.104	1.7526	3.095	6	13.65	4.18	76.309	0.0229666	0.411234	0.1040	0.040554	0.488671	0.137	1.720	2.044	10.40%	13.70%	76.890	63.366	1.400	1.384	0.60	82.76			
17	19	64.75	55.03	37.66	25.81	928.26	912.00	1647.00	3.825	3.650	10.1175	17.433	6	25.80	5.78	104.911	0.0964390	0.631312	0.2090	0.166166	0.739560	0.275	3.631	4.253	20.90%	27.50%	63.333	53.616	1.417	1.414	0.60	31.96			





**Cronograma de ejecución del proyecto: Drenaje sanitario fase III,  
colonia Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey.**

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	%INVERSION	%ACUMULAD O	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				AVANCE FINANCIERO			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Preliminares	semanas Q	928.26	m	1.33%	1.33%																			Q5,641.30
2	Pozos de visita	semanas Q	18	unidad	36.85%	38.18%																			Q156,195.00
3	Linea central	semanas Q	928.26	m	36.29%	74.47%																			Q153,842.56
4	Conexiones domiciliars	semanas Q	152	unidad	25.53%	100.00%																			Q108,210.00
	Avance financiero	Q			100.00%		58,857.80				85,607.02				139,712.02				139,712.02						
	Avance financiero acumulado	Q					58,857.80				144,464.82				284,176.84				423,888.86						<b>Q423,888.86</b>

**Proyecto: Diseño del drenaje sanitario, aldea El Canchón.**

INGRESO DE DATOS INICIALES			RESULTADOS		
Año del censo:	2,007.00		Población inicio diseño:	324.00	hab.
Población censo:	324.00	hab.	Población final diseño:	585.00	hab.
Año inicio construcción:	2,007.00		Viviendas inicio diseño:	54.00	viv.
Período de diseño:	20.00	años	Viviendas final diseño:	98.00	viv.
Tasa de crecimiento:	3.00	%	Caudal Domiciliar futuro:	0.65	l/s
Viviendas del censo:	54.00	viv.	Caudal ilícitos futuro:		l/s
Dotación agua potable:	120.00	/hab./día	Caudal medio:	0.66	l/s
Factor de retorno:	0.80		Factor caudal medio (fqm):	0.002	l/s (0.002-0.005)
Caudal industrial:		l/s.	Factor pob./long. (inicio):		
Caudal comercial:		l/s.	Factor pob./long. (final):		
Factor caudal ilícitos:		%	Long. Total de alcantarillado:	2046.05	m.. m..
Caudal infiltración:	0.01	l/s.			
Coef. De rugosidad tubería:	0.01				

PROYECTO: DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA EL CANCHÓN

DE	A	COTAS DE TERREN		DH	S	LONGITUD	No. HAB. A SERVIR ACUM.		FH		COND HIDRAULICAS						v (m/s)		TIRANTE		COTAS INVERT		ALT POZO		ANCHO DE ZANJA (m)	EXCAV (m³)						
		PV	PV				INICIO	FINAL	TERR (%)	ACUMULADA	INICIO	FINAL	ACTUAL	FUTURO	INICIO			FINAL			ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			INICIO	FINAL	SALIDA	ENTRA		
															Qd (L/s)	DIAM (pulg)	S (%)	SEC LLENA V	Qd/O	vV											d/D	Qd/O
1	2	88.25	86.47	80.00	2.23	80.00	30.00	54.00	4.355	4.308	0.2813	0.465	4	2.25	1.30	10.508	0.0248653	0.421146	0.1080	0.044275	0.501799	0.143	0.55	0.65	10.80%	14.30%	86.85	85.05	1.40	1.42	0.60	67.68
2	3	86.47	86.10	61.85	0.60	141.85	54.00	98.00	4.308	4.246	0.4652	0.832	6	0.65	0.91	16.652	0.0273933	0.435721	0.1140	0.049977	0.521011	0.152	0.40	0.48	11.40%	15.20%	85.02	84.62	1.45	1.48	0.60	54.40
3	4	86.10	85.56	60.00	0.90	201.85	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	1.00	1.13	20.654	0.0329533	0.456967	0.1230	0.057340	0.541725	0.162	0.52	0.61	12.30%	16.20%	84.59	83.99	1.51	1.57	0.60	55.51
4	5	85.56	84.82	89.35	0.83	291.20	96.00	173.00	4.248	4.170	0.8157	1.443	6	0.60	0.88	15.999	0.0509938	0.523112	0.1530	0.090189	0.618706	0.202	0.46	0.54	15.30%	20.20%	83.96	83.42	1.60	1.40	0.60	80.42
5	6	84.82	85.94	44.90	-2.49	396.10	96.00	173.00	4.248	4.170	0.8157	1.443	6	0.40	0.73	13.063	0.0624427	0.555851	0.1690	0.110460	0.657546	0.224	0.40	0.47	16.90%	22.40%	83.39	83.21	1.43	2.73	0.60	55.98
6	7	85.94	87.54	60.00	-2.67	396.10	96.00	173.00	4.248	4.170	0.8157	1.443	6	0.40	0.73	13.063	0.0624427	0.555851	0.1690	0.110460	0.657546	0.224	0.40	0.47	16.90%	22.40%	83.18	82.94	2.76	4.60	1.25	275.83
7	8	87.54	86.98	54.80	1.02	450.90	108.00	195.00	4.224	4.152	0.9146	1.619	6	0.40	0.73	13.063	0.0707148	0.575528	0.1790	0.123960	0.679466	0.237	0.41	0.49	17.90%	23.70%	82.91	82.69	4.63	4.29	1.25	305.33
8	9	86.98	85.67	60.00	2.18	510.90	120.00	217.00	4.224	4.135	1.0131	1.795	6	0.40	0.73	13.063	0.0775512	0.592756	0.1880	0.137377	0.700670	0.250	0.42	0.50	18.80%	25.00%	82.66	82.42	4.32	3.25	1.25	283.64
9	10	85.67	86.17	37.15	-1.35	548.05	132.00	238.00	4.209	4.120	1.1111	1.961	6	0.35	0.67	12.219	0.0909290	0.620522	0.2030	0.160479	0.731973	0.270	0.42	0.49	20.30%	27.00%	82.39	82.26	3.28	3.91	1.25	166.80
10	11	86.17	84.32	91.85	2.01	639.90	132.00	238.00	4.209	4.120	1.1111	1.961	6	0.35	0.67	12.219	0.0909290	0.620522	0.2030	0.160479	0.731973	0.270	0.42	0.49	20.30%	27.00%	82.23	81.91	3.94	2.41	1.25	364.26
11	12	84.32	83.85	80.00	0.59	719.90	132.00	238.00	4.209	4.120	1.1111	1.961	6	0.35	0.67	12.219	0.0909290	0.620522	0.2030	0.160479	0.731973	0.270	0.42	0.49	20.30%	27.00%	81.86	81.60	2.44	2.25	1.25	234.34
12	13	83.85	83.61	80.00	0.30	799.90	156.00	282.00	4.185	4.090	1.3059	2.307	6	0.30	0.62	11.313	0.1154304	0.669064	0.2290	0.203894	0.784588	0.306	0.41	0.49	22.90%	30.60%	81.57	81.33	2.28	2.28	1.25	227.84
13	14	83.61	85.60	93.16	-2.14	893.06	186.00	336.00	4.159	4.057	1.5473	2.726	6	0.30	0.62	11.313	0.1397703	0.699064	0.2490	0.240989	0.829457	0.334	0.43	0.51	24.90%	33.40%	81.30	81.02	2.31	4.58	1.25	400.96
16	15	100.00	91.37	100.00	8.63	100.00	30.00	54.00	4.355	4.308	0.2813	0.465	4	8.50	2.53	20.424	0.0127930	0.345215	0.0790	0.022779	0.411234	0.104	0.87	1.04	7.50%	10.40%	98.50	90.00	1.50	1.97	0.60	86.10
15	14	91.37	85.60	81.26	7.10	181.26	60.00	108.00	4.298	4.224	0.5158	0.915	4	8.50	2.53	20.424	0.0252529	0.422599	0.1090	0.044781	0.520961	0.144	1.07	1.27	10.90%	14.40%	89.97	83.06	1.40	2.54	1.00	159.96
14	17	85.60	80.55	100.00	5.05	1174.32	246.00	444.00	4.114	4.000	2.0240	3.552	6	2.00	1.60	29.210	0.0682925	0.572586	0.1780	0.121609	0.676142	0.235	0.92	1.08	17.80%	23.50%	80.99	78.99	4.61	1.56	1.25	385.36
17	18	80.55	75.50	100.00	5.05	1274.32	246.00	444.00	4.114	4.000	2.0240	3.552	6	5.00	2.53	46.184	0.0438254	0.499629	0.1420	0.076914	0.590664	0.187	1.26	1.50	14.20%	18.70%	78.96	73.96	1.59	1.54	0.60	93.77
19	20	88.25	87.92	43.40	0.76	43.40	12.00	22.00	4.407	4.375	0.1058	0.192	4	1.70	1.13	9.134	0.0115788	0.333900	0.0750	0.021074	0.401157	0.100	0.38	0.45	7.50%	10.00%	86.85	86.11	1.40	1.81	0.60	41.77
20	21	87.92	87.16	91.25	0.83	134.65	30.00	54.00	4.355	4.308	0.2813	0.465	4	0.90	0.82	8.646	0.0383145	0.494236	0.1350	0.070004	0.575528	0.179	0.40	0.47	13.50%	17.90%	86.08	85.26	1.84	1.90	0.60	102.30
21	22	87.16	83.79	100.00	3.37	234.65	54.00	98.00	4.308	4.246	0.4652	0.832	6	2.80	1.89	34.561	0.0134616	0.350786	0.0810	0.024079	0.418683	0.107	0.66	0.79	8.10%	10.70%	85.23	82.43	1.93	1.36	0.60	98.64
22	23	83.79	83.70	80.00	0.11	314.65	54.00	98.00	4.308	4.246	0.4652	0.832	6	0.65	0.91	16.652	0.0273933	0.435721	0.1140	0.049977	0.521011	0.152	0.40	0.48	11.40%	15.20%	82.40	81.88	1.39	1.82	0.60	76.99
23	24	83.70	83.98	62.25	-0.45	376.90	66.00	119.00	4.289	4.222	0.5661	1.005	6	0.55	0.84	15.318	0.0369577	0.473274	0.1310	0.065600	0.563791	0.173	0.40	0.47	13.10%	17.30%	81.85	81.51	1.85	2.47	1.00	134.47
24	25	83.98	83.84	80.00	0.18	456.90	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	0.50	0.80	14.605	0.0456259	0.508117	0.1450	0.081088	0.600274	0.192	0.41	0.48	14.50%	19.20%	81.48	81.08	2.50	2.76	1.00	210.51
25	26	83.84	82.15	87.58	1.93	544.48	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	0.50	0.80	14.605	0.0456259	0.508117	0.1450	0.081088	0.600274	0.192	0.41	0.48	14.50%	19.20%	81.05	80.61	2.79	1.54	1.00	169.64
26	27	82.15	77.31	90.84	5.33	635.32	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	5.20	2.58	47.099	0.0141482	0.359302	0.0830	0.025145	0.423599	0.109	0.92	1.09	8.30%	10.90%	80.58	75.86	1.57	1.45	0.60	82.36
27	28	77.31	76.80	14.95	3.41	650.27	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	3.00	1.96	35.774	0.0186271	0.385717	0.0940	0.033105	0.459284	0.124	0.76	0.90	9.40%	12.40%	75.63	75.38	1.48	1.42	0.60	13.03
28	29	76.80	70.62	40.00	15.45	690.27	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	15.30	4.43	80.790	0.0082481	0.301479	0.0640	0.014659	0.359039	0.084	1.94	1.59	6.40%	8.40%	75.35	69.23	1.45	1.39	0.60	34.12
29	30	70.62	63.86	62.16	10.88	752.43	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	11.00	3.78	68.502	0.0097277	0.316466	0.0690	0.017289	0.377942	0.091	1.19	1.42	6.90%	9.10%	69.20	62.36	1.42	1.50	0.60	54.46
30	31	63.86	63.43	19.30	2.23	771.73	78.00	141.00	4.272	4.200	0.6664	1.184	6	2.00	1.60	29.210	0.0228129	0.411234	0.1040	0.040544	0.488671	0.137	0.66	0.78	10.40%	13.70%	62.33	61.94	1.53	1.49	0.60	17.45



**Cronograma de ejecución del proyecto:  
Drenaje sanitario, aldea El Cañón.**

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	%INVERSION	%ACUMULADO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				AVANCE FINANCIERO					
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1	Preliminares	semanas Q	2046.05	m	1.64%	1.64%	11,230.25				0.00				0.00				0.00				0.00				0.00				Q11,230.25								
2	Pozos de visita	semanas Q	31	unidad	36.71%	38.35%	31,439.37				41,919.17				41,919.17				41,919.17				41,919.17				10,479.78				Q251,515.00								
3	Línea central	semanas Q	2046.05	m	51.28%	89.63%	0.00				58,546.72				58,546.72				58,546.72				58,546.72				58,546.72				Q351,280.30								
4	Conexiones domiciliarias	semanas Q	98	unidad	10.37%	100.00%	0.00				6,459.64				12,919.27				12,919.27				12,919.27				12,919.27				Q71,056.00								
Avance financiero						Q	100.00%				42,669.62				106,925.52				113,385.16				113,385.16				113,385.16				81,945.77								
Avance financiero acumul:						Q					42,669.62				149,595.14				262,980.30				376,365.46				489,750.62				603,135.78				685,081.55				<b>Q685,081.55</b>

**Calculo de caudal de diseño para el proyecto: Diseño del drenaje pluvial aldea El Canchón.**

De	A	Cotas de Terreno		Dist	Terreno	Zona	Área	Coef.	Δ	Intensidad	q	q diseño
PV	PV	Inicio	Final	H	S %	Adicional	Ha	C	a*c	mm/h	lt/s	lt/s
1	2	86.47	86.10	61.85	0.60	A	2.7900	0.7	1.953	90	488.25	488.25
2	3	86.10	85.56	60.00	0.90	-	-	0.7	-	90	0	488.25
3	4	85.56	84.82	89.35	0.83	B	2.2008	0.7	1.54056	90	385.14	873.39
4	5	84.82	85.94	44.90	-2.49	C	3.4830	0.7	2.4381	90	609.53	1482.92
5	6	85.94	87.54	60.00	-2.67	-	-	0.7	-	90	0	1482.92
6	7	87.54	86.98	54.80	1.02	-	-	0.7	-	90	0	1482.92
7	8	86.98	85.67	60.00	2.18	-	-	0.7	-	90	0	1482.92
8	9	85.67	86.17	37.15	-1.35	D	3.7362	0.7	2.61534	90	653.84	2136.75
9	10	86.17	84.32	91.85	2.01	-	-	0.7	-	90	0	2136.75
10	11	84.32	83.85	80.00	0.59	E	2.6002	0.7	1.82014	90	455.04	2591.79
11	12	83.85	83.61	80.00	0.30	-	-	0.7	-	90	0	2591.79
12	13	83.61	85.60	93.16	-2.14	F	6.3082	0.7	4.41574	90	1103.9	3695.72
14	13	91.37	85.60	81.26	7.10	H	1.5368	0.7	1.07576	90	268.94	268.94
13	15	85.60	83.08	50.00	5.05	G	1.2445	0.7	0.87115	90	217.79	4182.45
15	16	83.08	80.55	50.00	5.05	-	-	0.7	-	90	0	4182.45
16	17	80.55	78.03	50.00	5.05	-	-	0.7	-	90	0	4182.45
17	18	78.03	75.50	50.00	5.05	-	-	0.7	-	90	0	4182.45
19	20	87.16	83.79	100.00	3.37	I	4.1723	0.7	2.92061	90	730.15	730.15
20	21	83.79	83.70	80.00	0.11	-	-	0.7	-	90	0	730.15
21	22	83.70	83.98	62.25	-0.45	J	7.8277	0.7	5.47939	90	1369.8	2100.00
22	23	83.98	83.84	80.00	0.18	K	4.9002	0.7	3.43014	90	857.54	2957.54
23	24	83.84	82.15	87.58	1.93	L	1.7635	0.7	1.23445	90	308.61	3266.15
24	25	82.15	79.73	45.42	5.33	M	4.6656	0.7	3.26592	90	816.48	4082.63
25	26	79.73	77.31	45.42	5.33	-	-	0.7	-	90	0	4082.63
26	27	77.31	76.80	14.95	3.41	-	-	0.7	-	90	0	4082.63
27	28	76.80	73.71	20.00	15.45	N	2.477	0.7	1.7339	90	433.48	4516.10
28	29	73.71	70.62	20.00	15.45	-	-	0.7	-	90	0	4516.10
29	30	70.62	68.37	20.72	10.86	-	-	0.7	-	90	0	4516.10
30	31	68.37	66.12	20.72	10.86	-	-	0.7	-	90	0	4516.10
31	32	66.12	63.86	20.72	10.91	-	-	0.7	-	90	0	4516.10
32	33	63.86	63.43	19.30	2.23	O	2.6775	0.7	1.87425	90	468.56	4984.67

**Parámetros iniciales  
para diseño**

Factor Rugosidad n:	0.009
H Pozo Inicial:	1.53
Ancho Pozo Visita( m):	1.2

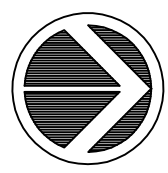
Proyecto: Diseño del drenaje pluvial, aldea El Canchón.

Tramo Inicial	De PV	A PV	Cotas de Terreno		Dist H	Terreno S	qdis	Tubería Asumida			Sección Llena			v	Cotas Invert		Alt Pozo		Ancho Zanja	Volumen Excavación	
			Inicio	Final				S %	Φ "	V	Q	qdis/Q	d/D		v/V	Inicio	Final	Salida			Entra
SI	1	2	86.47	86.10	61.85	0.60	488.250	0.60	21	2.2464	501.968	0.9727	0.79600	1.139536	2.560	84.94	84.57	1.53	1.53	1	94.66
	2	3	86.10	85.56	60	0.90	488.250	0.90	21	2.7512	614.783	0.7942	0.67200	1.109115	3.051	84.54	84.00	1.56	1.56	1	91.79
	3	4	85.56	84.82	89.35	0.83	873.390	0.70	27	2.8689	1059.745	0.8242	0.69100	1.116575	3.203	83.97	83.34	1.59	1.48	1.15	155.49
	4	5	84.82	85.94	44.9	-2.49	1482.915	0.50	33	2.7717	1529.459	0.9696	0.79300	1.139347	3.158	83.24	83.02	1.58	2.92	1.5	147.41
	5	6	85.94	87.54	60	-2.67	1482.915	0.50	33	2.7717	1529.459	0.9696	0.79300	1.139347	3.158	82.99	82.69	2.95	4.85	1.5	344.07
	6	7	87.54	86.98	54.8	1.02	1482.915	0.50	33	2.7717	1529.459	0.9696	0.79300	1.139347	3.158	82.66	82.38	4.88	4.60	1.5	380.94
	7	8	86.98	85.67	60	2.18	1482.915	0.50	33	2.7717	1529.459	0.9696	0.79300	1.139347	3.158	82.35	82.05	4.63	3.62	1.5	363.39
	8	9	85.67	86.17	37.15	-1.35	2136.750	0.40	42	2.9115	2602.418	0.8211	0.68900	1.115835	3.249	82.02	81.88	3.65	4.29	1.55	221.18
	9	10	86.17	84.32	91.85	2.01	2136.750	0.40	42	2.9115	2602.418	0.8211	0.68900	1.115835	3.249	81.85	81.48	4.32	2.84	1.55	503.35
	10	11	84.32	83.85	80	0.59	2591.785	0.40	42	2.9115	2602.418	0.9959	0.81500	1.140021	3.319	81.45	81.13	2.87	2.72	1.55	341.51
	11	12	83.85	83.61	80	0.30	2591.785	0.40	42	2.9115	2602.418	0.9959	0.81500	1.140021	3.319	81.10	80.78	2.75	2.83	1.55	340.90
	12	13	83.61	85.60	93.16	-2.14	3695.720	0.40	48	3.1826	3715.543	0.9947	0.81400	1.140027	3.628	80.75	80.38	2.86	5.22	1.8	669.13
	14	13	91.37	85.60	81.26	7.10	268.940	8.00	12	5.6484	412.139	0.6525	0.58800	1.065041	6.016	89.57	83.06	1.80	2.54	1.5	260.62
	13	15	85.60	83.08	50	5.05	4182.448	0.70	48	4.2102	4915.201	0.8509	0.70800	1.122434	4.726	80.35	80.00	5.25	3.08	1.8	365.96
	15	16	83.08	80.55	50	5.05	4182.448	0.70	48	4.2102	4915.201	0.8509	0.70800	1.122434	4.726	78.97	78.62	4.11	1.93	1.8	265.38
	16	17	80.55	78.03	50	5.05	4182.448	0.70	48	4.2102	4915.201	0.8509	0.70800	1.122434	4.726	76.52	76.17	4.03	1.86	1.8	258.79
	17	18	78.03	75.50	50	5.05	4182.448	0.70	48	4.2102	4915.201	0.8509	0.70800	1.122434	4.726	74.14	73.79	3.89	1.71	1.8	246.06
SI	19	20	87.16	83.79	100	3.37	730.153	2.40	21	4.4927	1003.936	0.7273	0.63200	1.09035	4.899	85.13	82.73	2.03	1.06	1	152.98
	20	21	83.79	83.70	80	0.11	730.153	0.80	24	2.8354	827.543	0.8823	0.72900	1.128579	3.200	82.49	81.85	1.30	1.85	1.1	136.82
	21	22	83.70	83.98	62.25	-0.45	2100.000	0.40	42	2.9115	2602.418	0.8069	0.68000	1.112372	3.239	81.82	81.57	1.88	2.41	1.55	203.25
	22	23	83.98	83.84	80	0.18	2957.535	0.55	42	3.4141	3051.606	0.9692	0.79300	1.139347	3.890	81.54	81.10	2.44	2.74	1.55	316.64
	23	24	83.84	82.15	87.58	1.93	3266.148	0.65	42	3.7115	3317.445	0.9845	0.80500	1.139922	4.231	81.07	80.50	2.77	1.65	1.55	296.17
	24	25	82.15	79.73	45.42	5.33	4082.628	0.80	48	4.5009	5254.571	0.7770	0.66200	1.104809	4.973	78.25	77.88	3.90	1.85	1.8	228.71
	25	26	79.73	77.31	45.42	5.33	4082.628	0.80	48	4.5009	5254.571	0.7770	0.66200	1.104809	4.973	75.83	75.47	3.90	1.84	1.8	228.18
	26	27	77.31	76.80	14.95	3.41	4082.628	0.80	48	4.5009	5254.571	0.7770	0.66200	1.104809	4.973	75.05	74.93	2.26	1.87	1.8	51.06
	27	28	76.80	73.71	20	15.45	4516.103	0.75	48	4.358	5087.716	0.8876	0.73300	1.129609	4.923	72.03	71.88	4.77	1.83	1.8	111.60
	28	29	73.71	70.62	20	15.45	4516.103	0.75	48	4.358	5087.716	0.8876	0.73300	1.129609	4.923	68.88	68.73	4.83	1.89	1.8	113.63
	29	30	70.62	68.37	20.72	10.86	4516.103	0.75	48	4.358	5087.716	0.8876	0.73300	1.129609	4.923	66.68	66.53	3.94	1.84	1.8	101.57
	30	31	68.37	66.12	20.72	10.86	4516.103	0.75	48	4.358	5087.716	0.8876	0.73300	1.129609	4.923	64.40	64.24	3.97	1.88	1.8	102.81
	31	32	66.12	63.86	20.72	10.91	4516.103	0.75	48	4.358	5087.716	0.8876	0.73300	1.129609	4.923	62.14	61.99	3.98	1.87	1.8	102.83
	32	33	63.86	63.43	19.3	2.23	4984.665	0.75	48	4.358	5087.716	0.9797	0.80100	1.139784	4.967	61.67	61.52	2.19	1.91	1.8	66.84



**Cronograma de ejecución del proyecto:  
Drenaje pluvial, aldea El Cancón.**

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	%INVERSION	%ACUMULADO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				AVANCE FINANCIERO					
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1	Preliminares	semanas Q	1731.4	m	0.28%	0.28%	■																								Q9,657.00								
2	Pozos de visita	semanas Q	33	unidad	15.68%	15.96%	■				■				■				■				■				■				■				Q541,861.00				
3	Linea central	semanas Q	1731.4	m	80.19%	96.15%	■				■				■				■				■				■				■				Q2,770,861.98				
4	Tragante (incluye conexión a línea central)	semanas Q	34	unidad	3.85%	100.00%	■				■				■				■				■				■				■				Q132,909.00				
Avance financiero						Q																																	
Avance financiero acumul:						Q																																	<b>Q3,455,288.98</b>



DESCARGA

PV-19

PV-17

PV-18

PV-14

PV-15

PV-16

PV-12

PV-13

PV-6

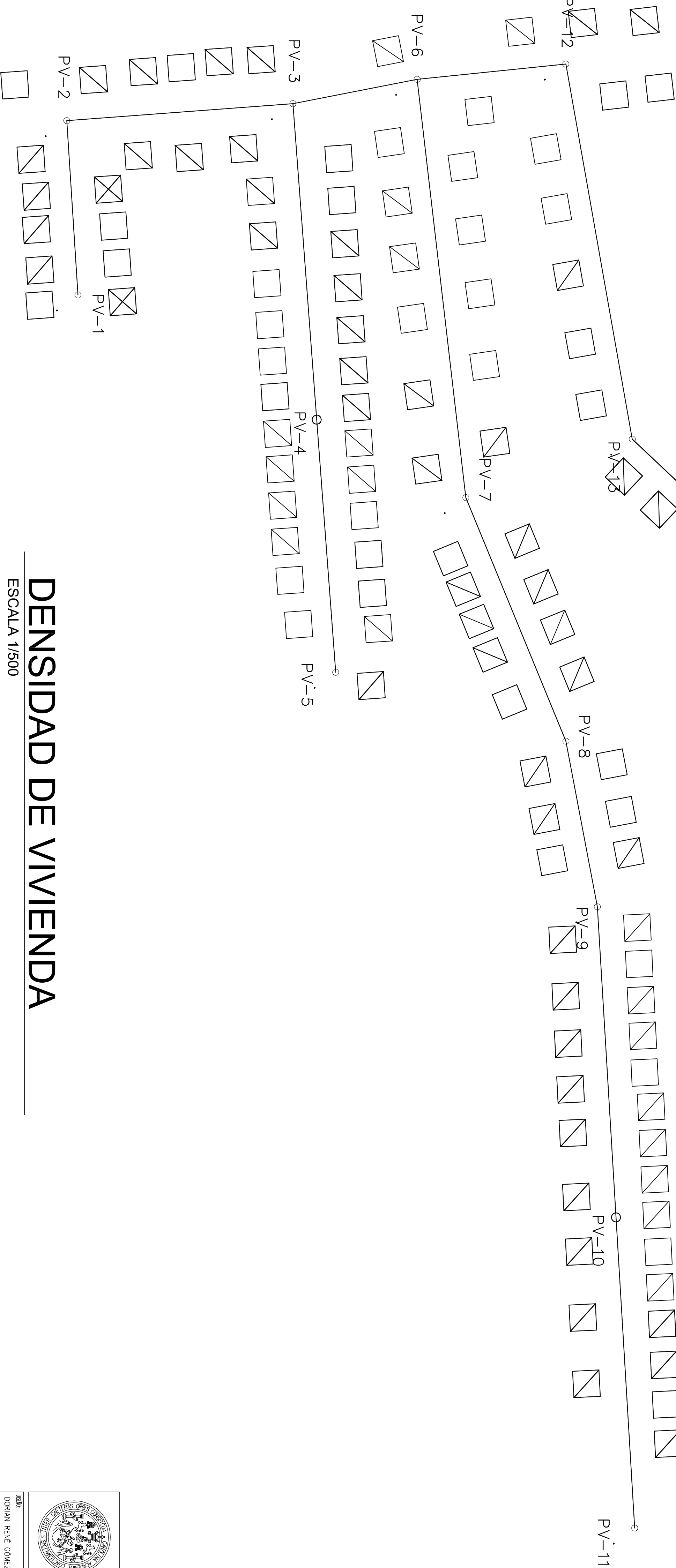
PV-7

PV-3

PV-5

PV-2

PV-1



**SIMBOLOGIA**

- INDICA POZO DE VISITA
- ~ INDICA CURVA DE NIVEL
- ☐ CASA
- ☐ LOTE VAQIO
- ☐ NORTE

# DENSIDAD DE VIVIENDA

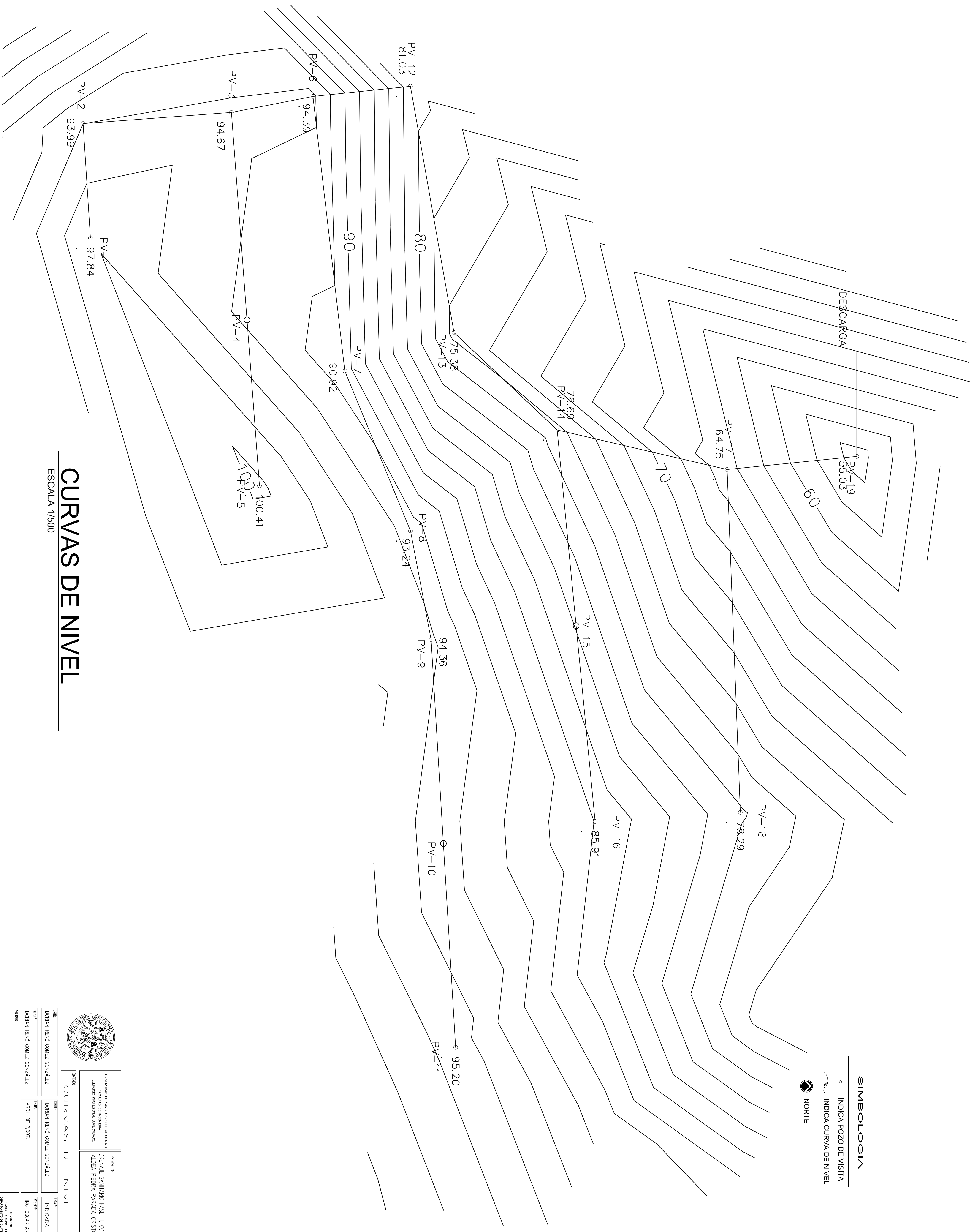
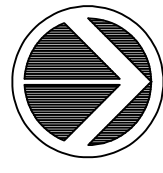
ESCALA 1/500



INSTITUTO NACIONAL DE PLANEACION URBANA Y RURAL  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION URBANA Y RURAL  
 ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY

**TITULO**  
DENSIDAD DE VIVIENDA

<b>IDIA</b>	<b>INDIA</b>	<b>INDIA</b>	<b>INDIA</b>
DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>
ABRIL DE 2007	ABRIL DE 2007	ABRIL DE 2007	ABRIL DE 2007
<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>
ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY	ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY	ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY	ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY
<b>PROYECTISTA</b>	<b>PROYECTISTA</b>	<b>PROYECTISTA</b>	<b>PROYECTISTA</b>
DR. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	DR. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	DR. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	DR. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ
<b>ESCALA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>ESCALA</b>
1/500	1/500	1/500	1/500
<b>HOJA</b>	<b>HOJA</b>	<b>HOJA</b>	<b>HOJA</b>
1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
6	6	6	6

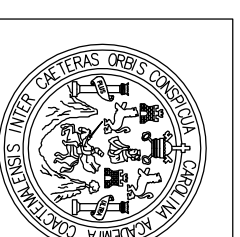


**SIMBOLOGIA**

- INDICA POZO DE VISITA
- INDICA CURVA DE NIVEL
- NORTE

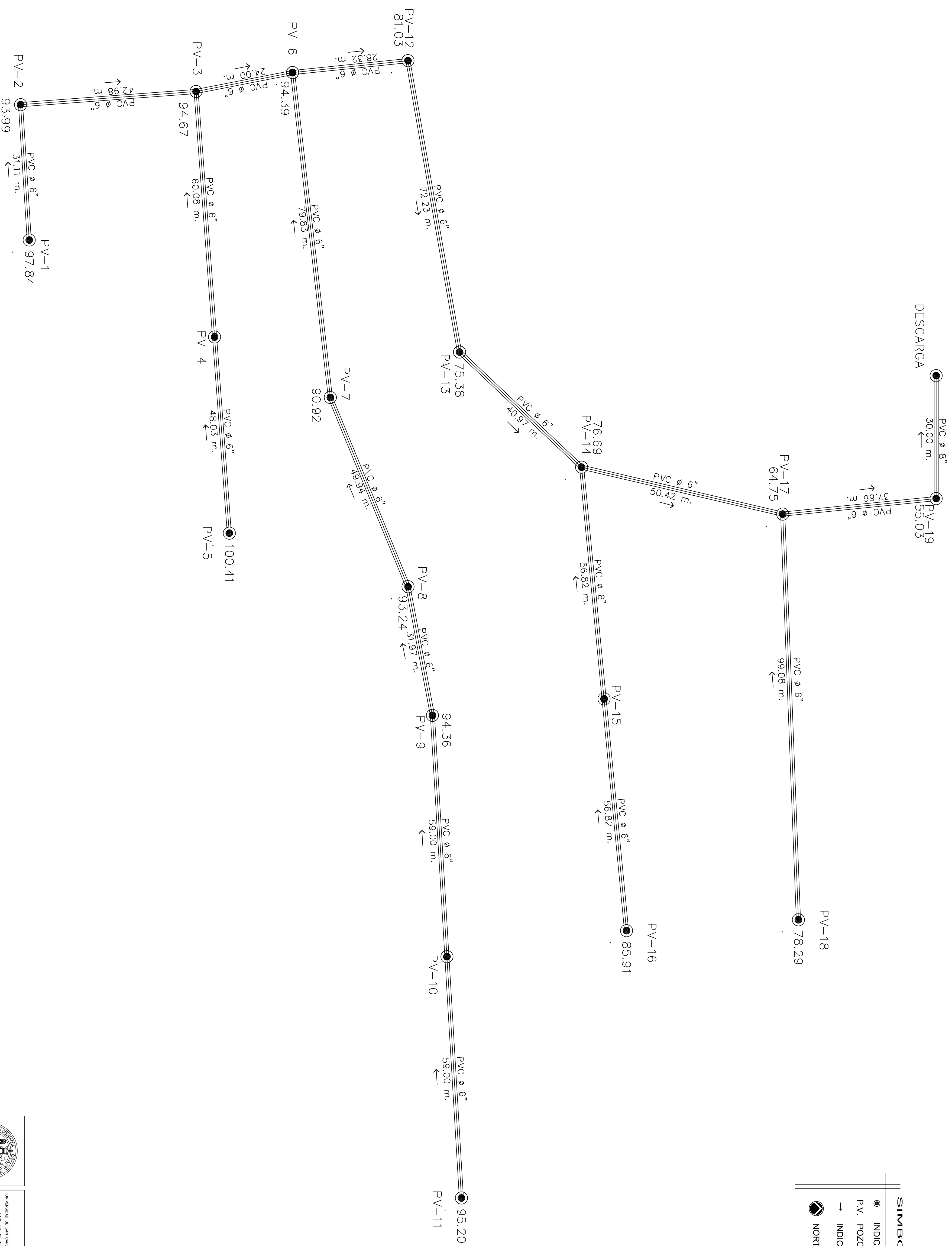
**CURVAS DE NIVEL**

ESCALA 1/500



INSTITUCIÓN DE SU SUJETO DE CONTROL  
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS  
 ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY

TÍTULO		CURVAS DE NIVEL	
FECHA	ELABORADO POR	FECHA	REVISADO POR
ABRIL DE 2007	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ		
PROYECTO	INDICADA	COMANDO EN JEFE	FECHA
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS	INDICADA	ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	2
			6

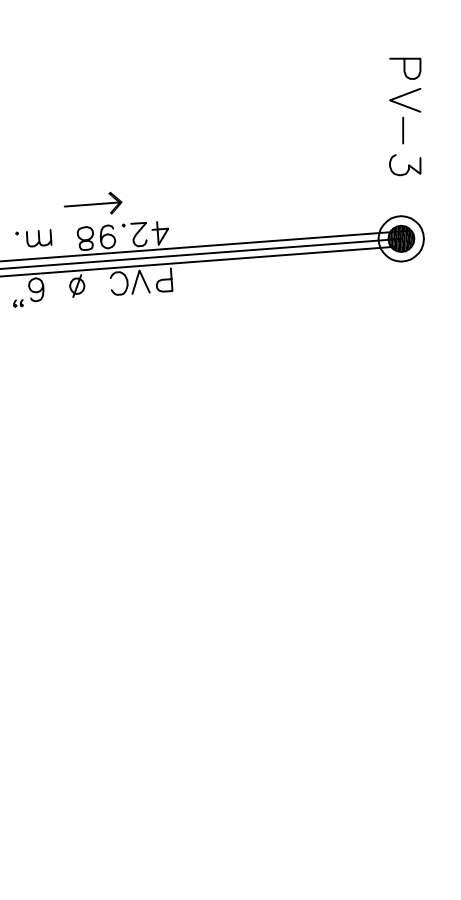


SIMBOLOGIA	
	INDICA POZO DE VISITA
	P.V. POZO DE VISITA
	INDICA DIRECCION DE PENDIENTE
	NORTE

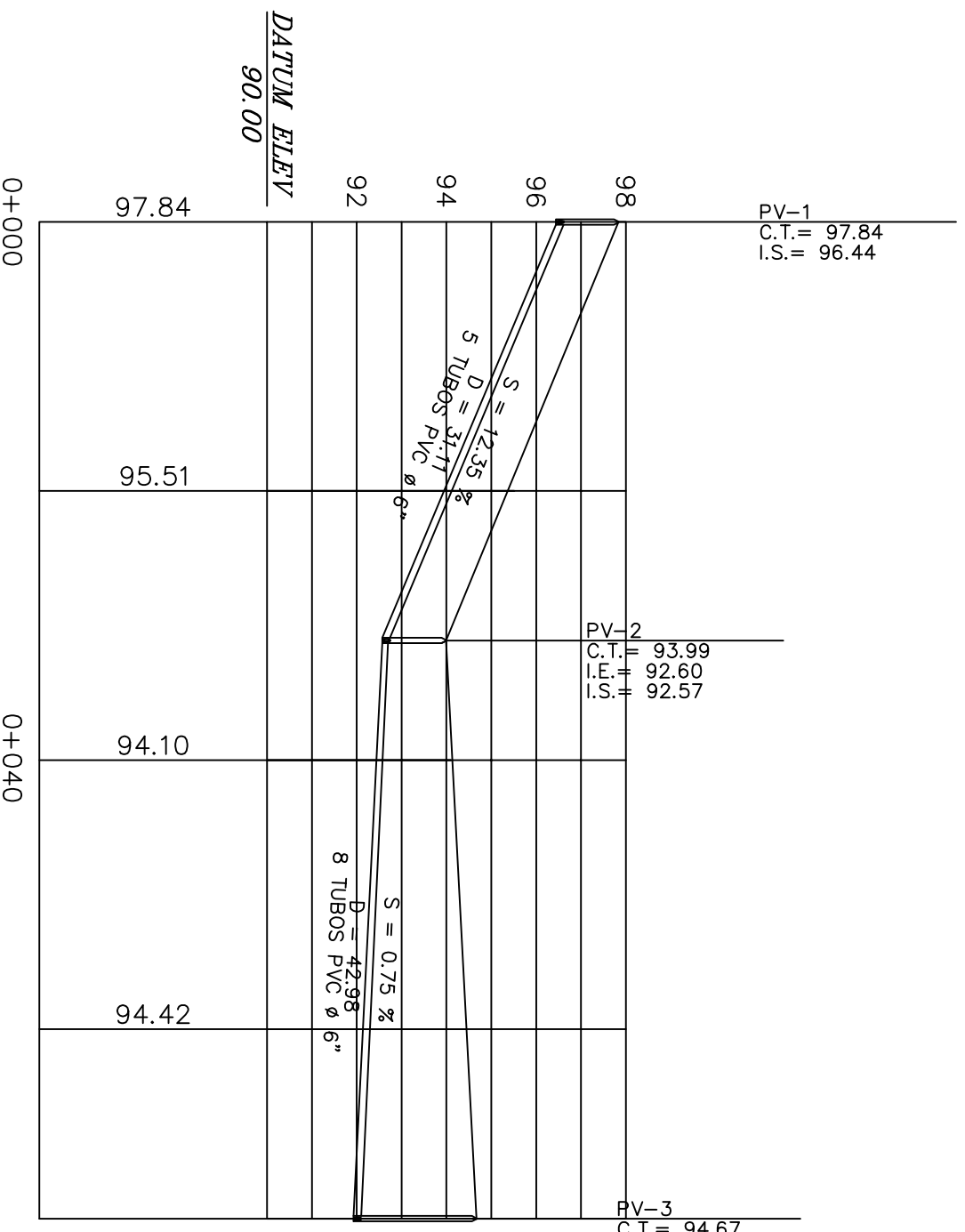
# PLANTA DISEÑO HIDRAULICO

ESCALA 1/500

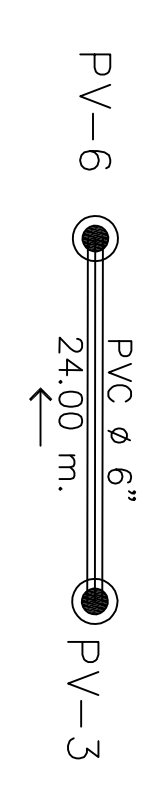
	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCIÓN NACIONAL DE SERVICIOS DE OBRAS PÚBLICAS	PROYECTO: DRENAJE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA, CRISTO REY.
	TÍTULO: PLANTA DISEÑO HIDRAULICO	FECHA: ABRIL DE 2007.
AUTOR: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DISEÑADOR: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	COMANDO EN JEFE: ING. OSCAR ARDRETA HERNANDEZ
REVISOR: ING. OSCAR ARDRETA HERNANDEZ	APROBADO: ING. OSCAR ARDRETA HERNANDEZ	HOJA 3 DE 6



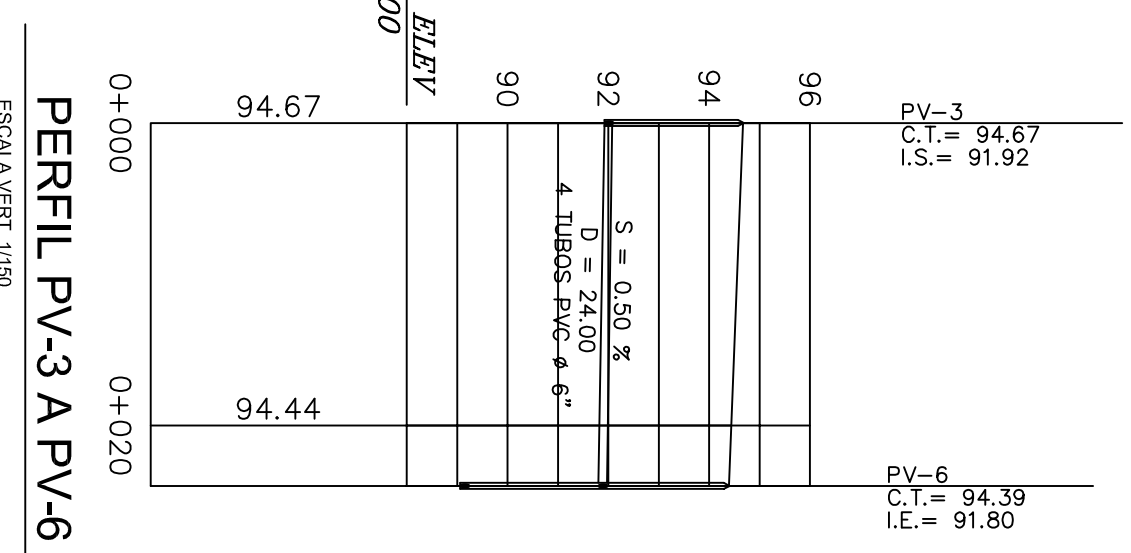
PLANTA PV-1 A PV-3



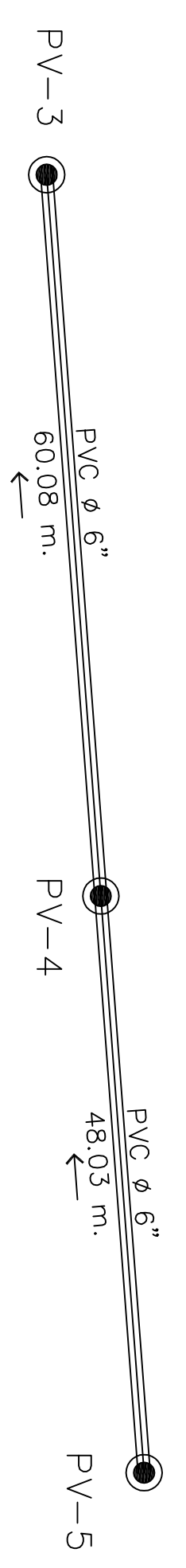
PERFIL PV-1 A PV-3



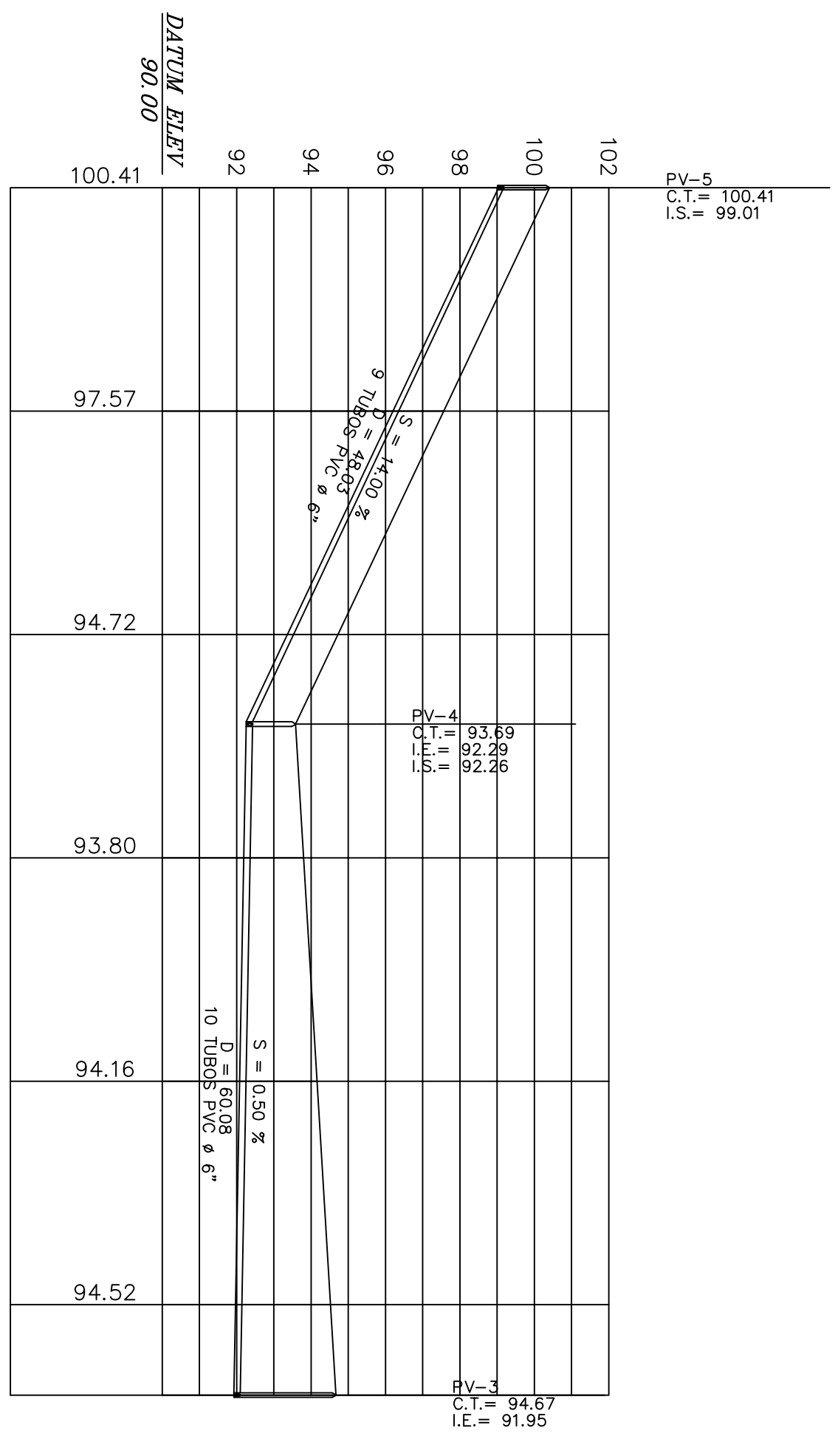
PLANTA PV-3 A PV-6



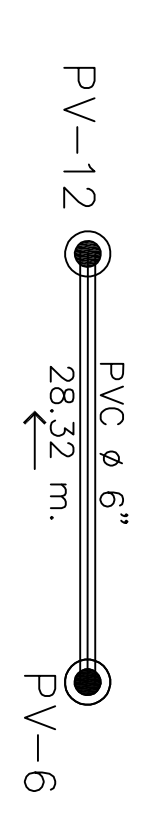
PERFIL PV-3 A PV-6



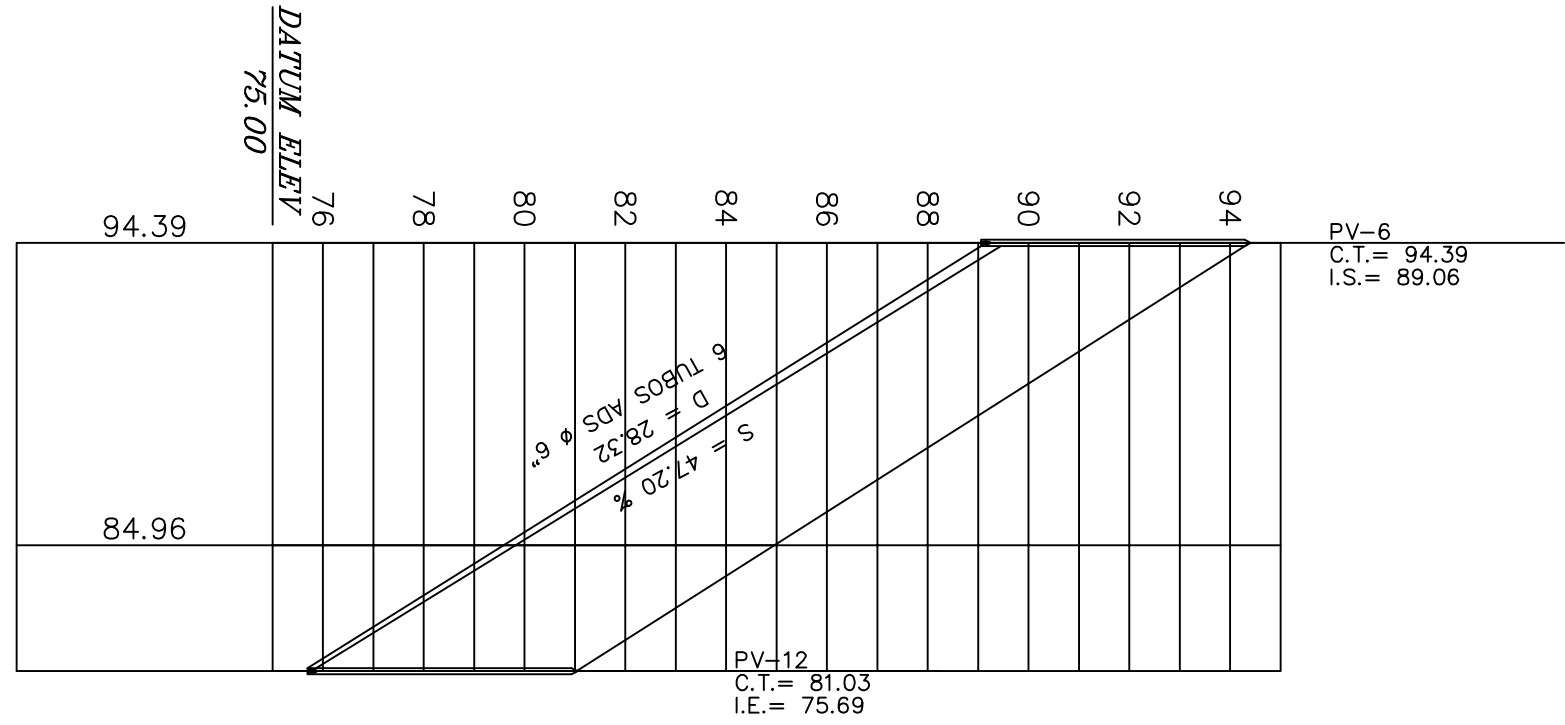
PLANTA PV-5 A PV-3



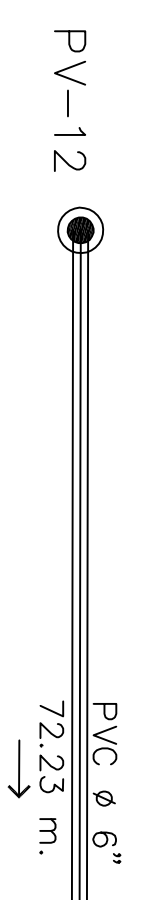
PERFIL PV-5 A PV-3



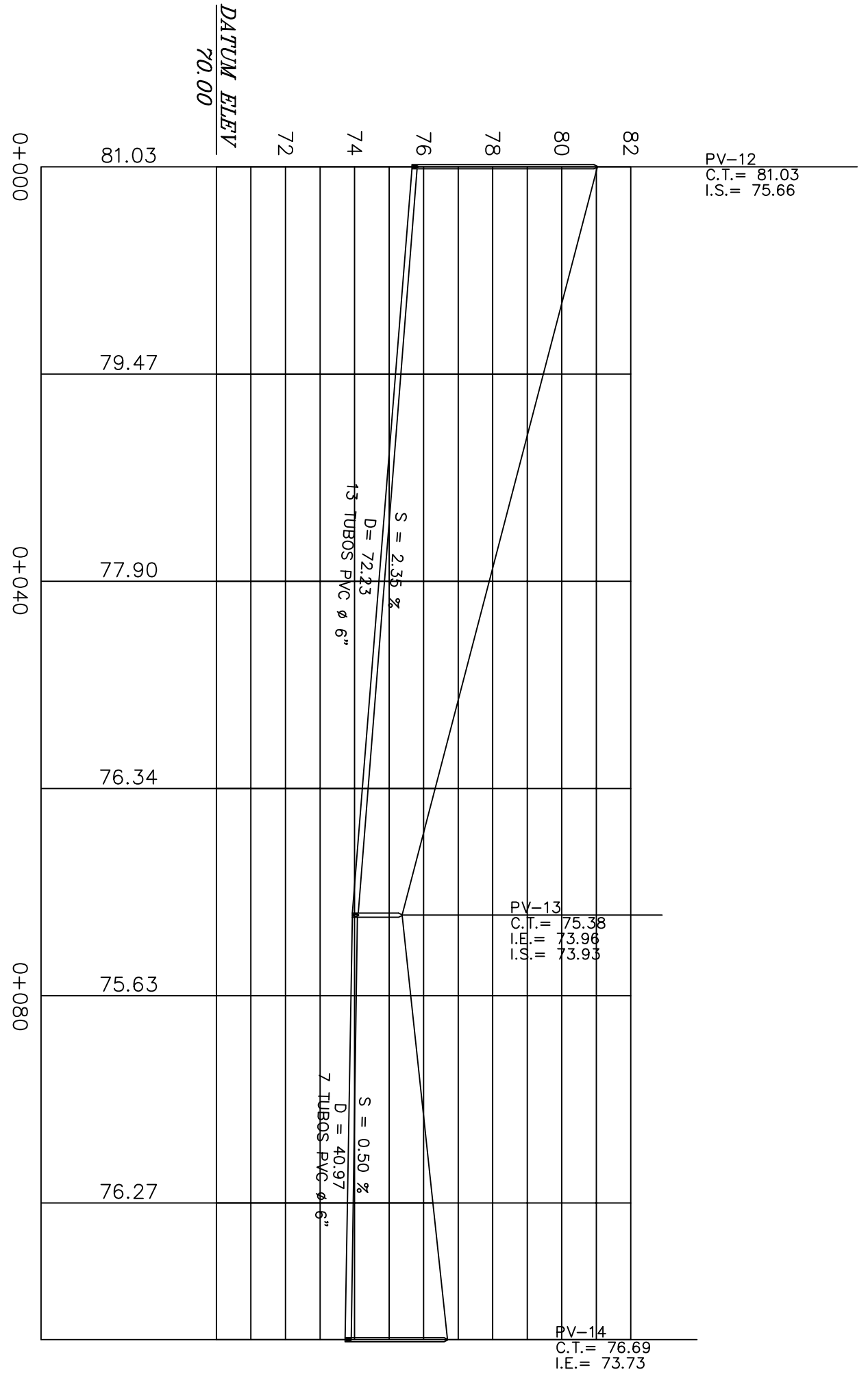
PLANTA PV-6 A PV-12



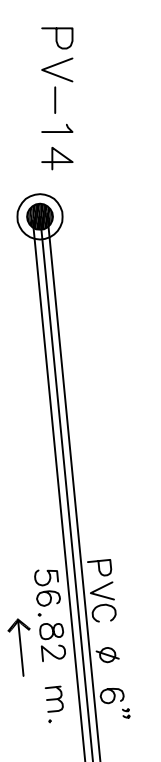
PERFIL PV-6 A PV-12



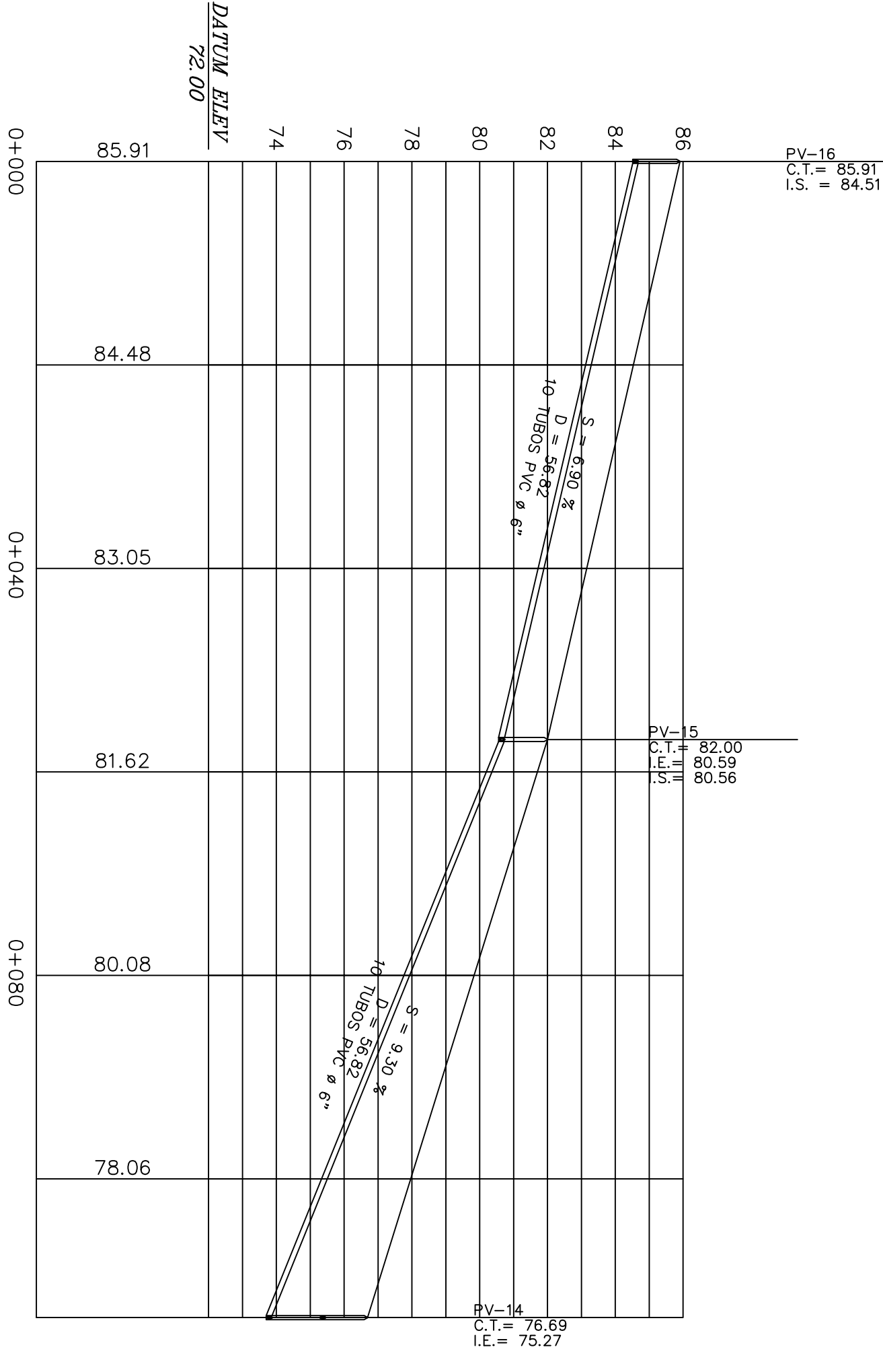
PLANTA PV-12 A PV-14



PERFIL PV-12 A PV-14



PLANTA PV-16 A PV-14



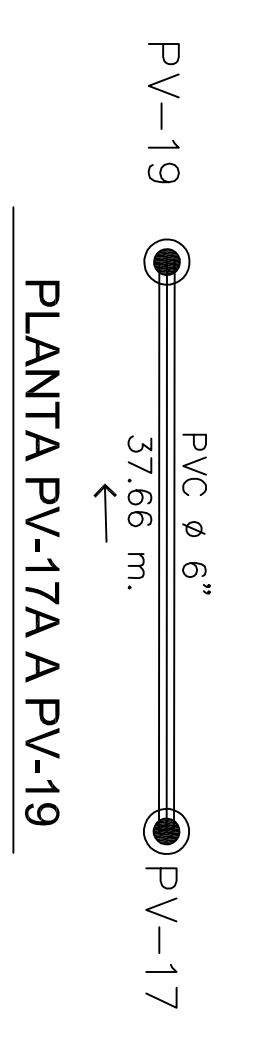
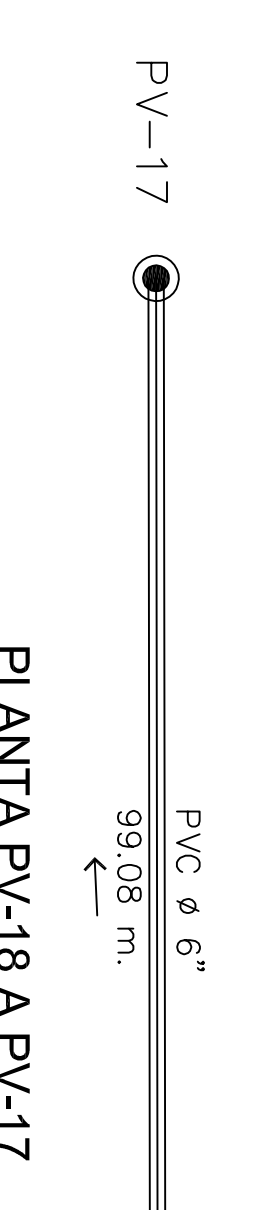
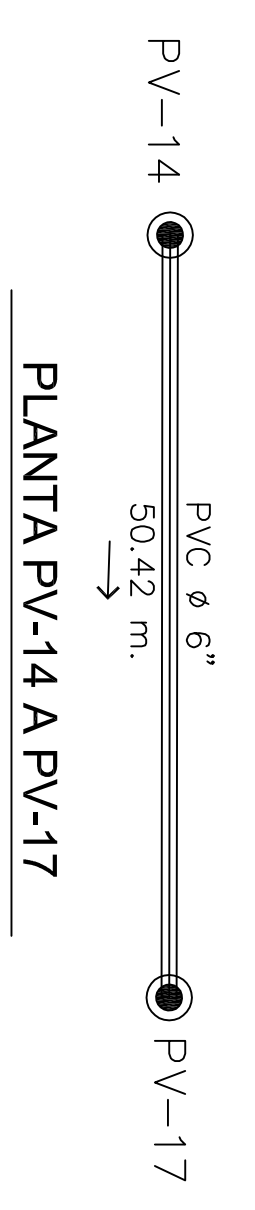
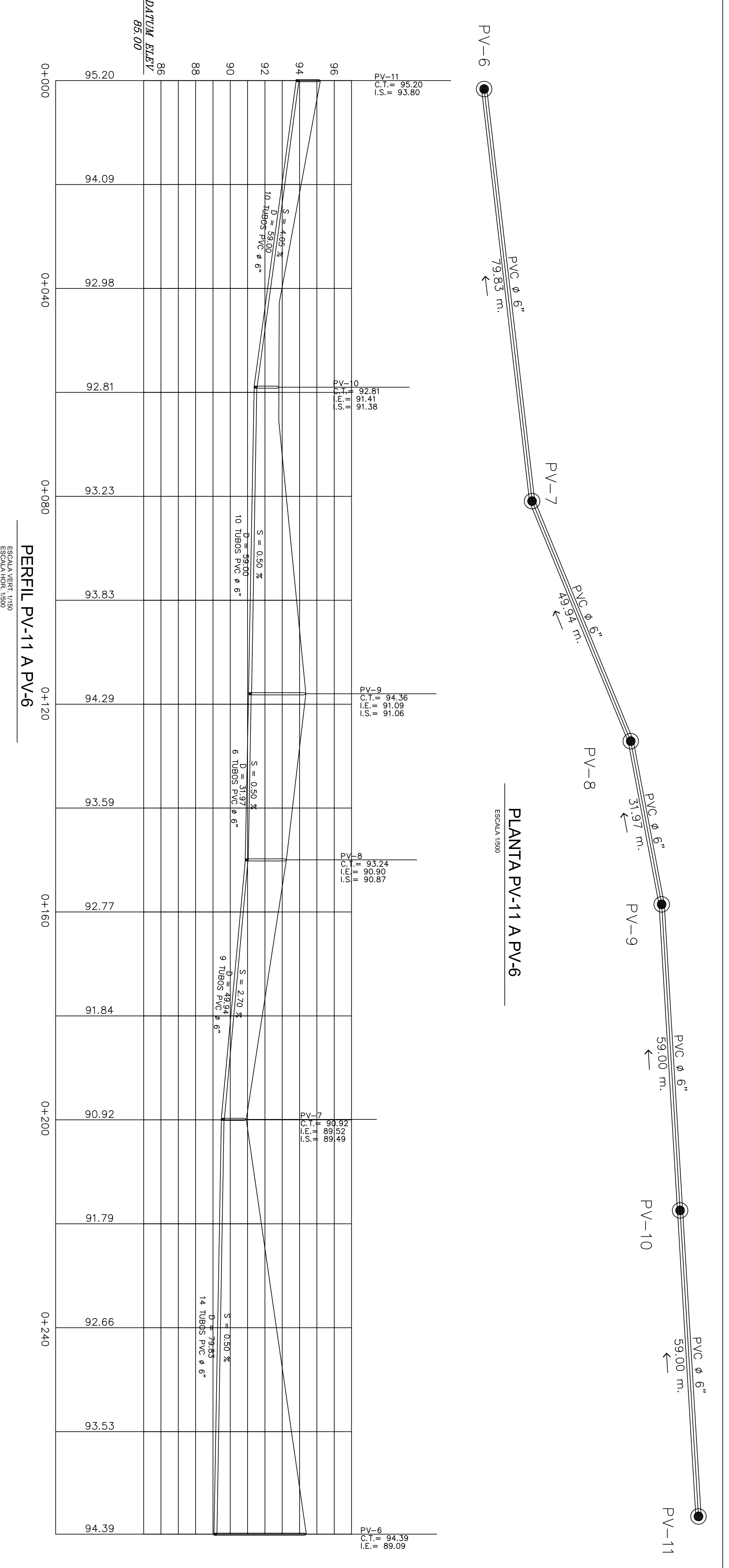
PERFIL PV-16 A PV-14

- SIMBOLOGIA**
- POZO DE VISITA (P.V.)
  - C.T. COTA DE TERRENO
  - I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
  - I.S. COTA INVERT DE SALIDA
  - S = PENDIENTE
  - D = DISTANCIA
  - INDICA DIRECCION DE PENDIENTE
  - NORTE



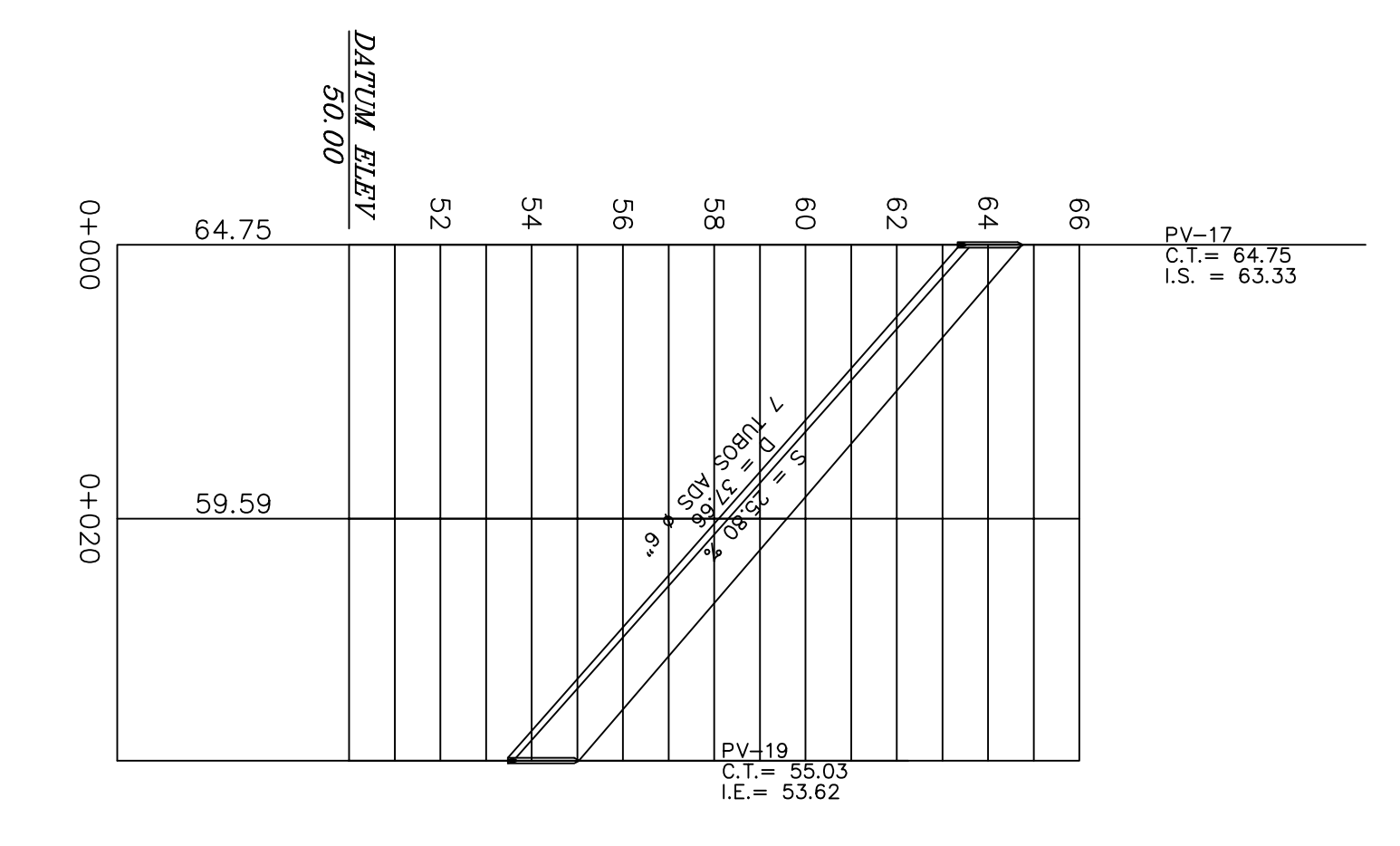
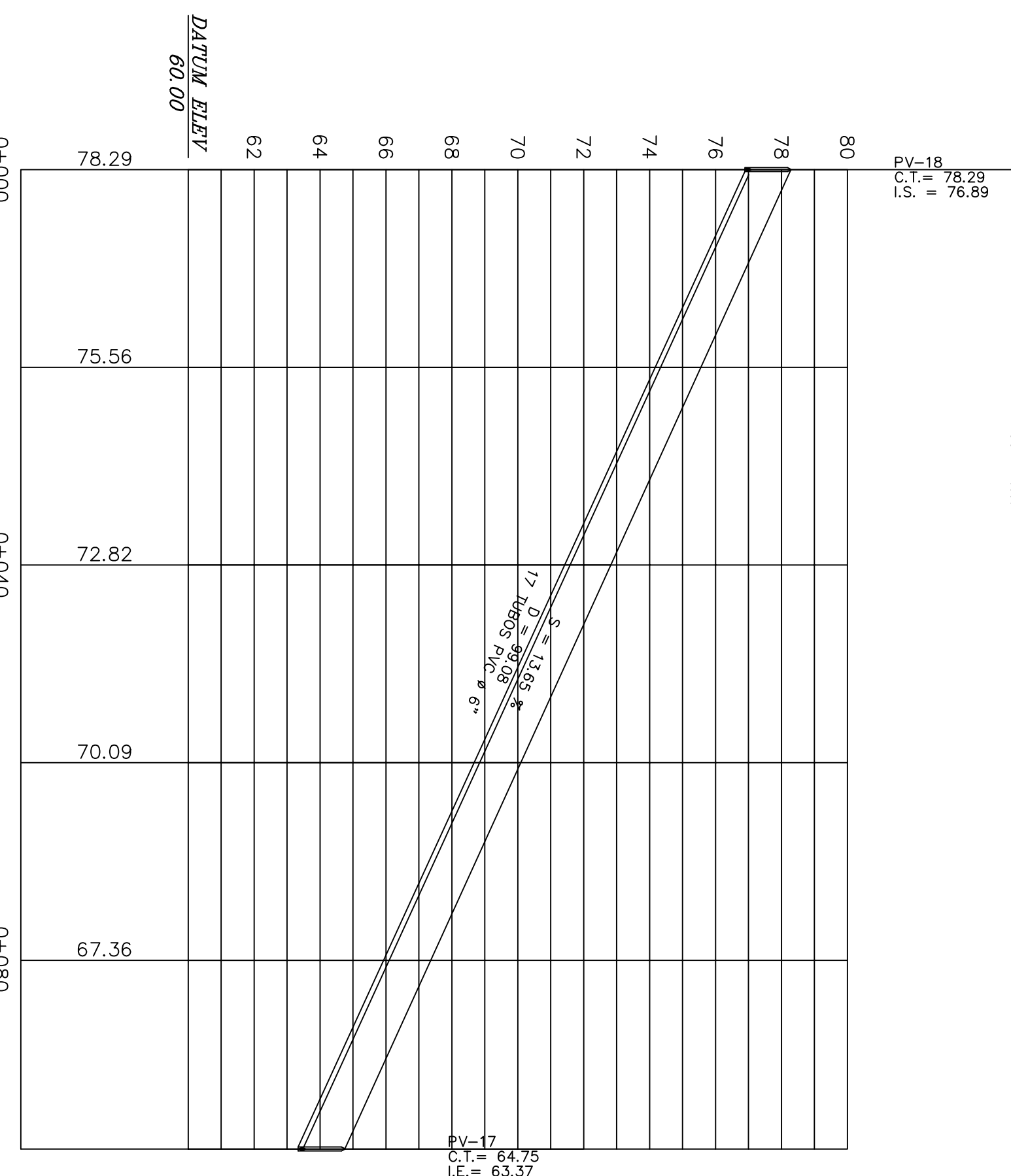
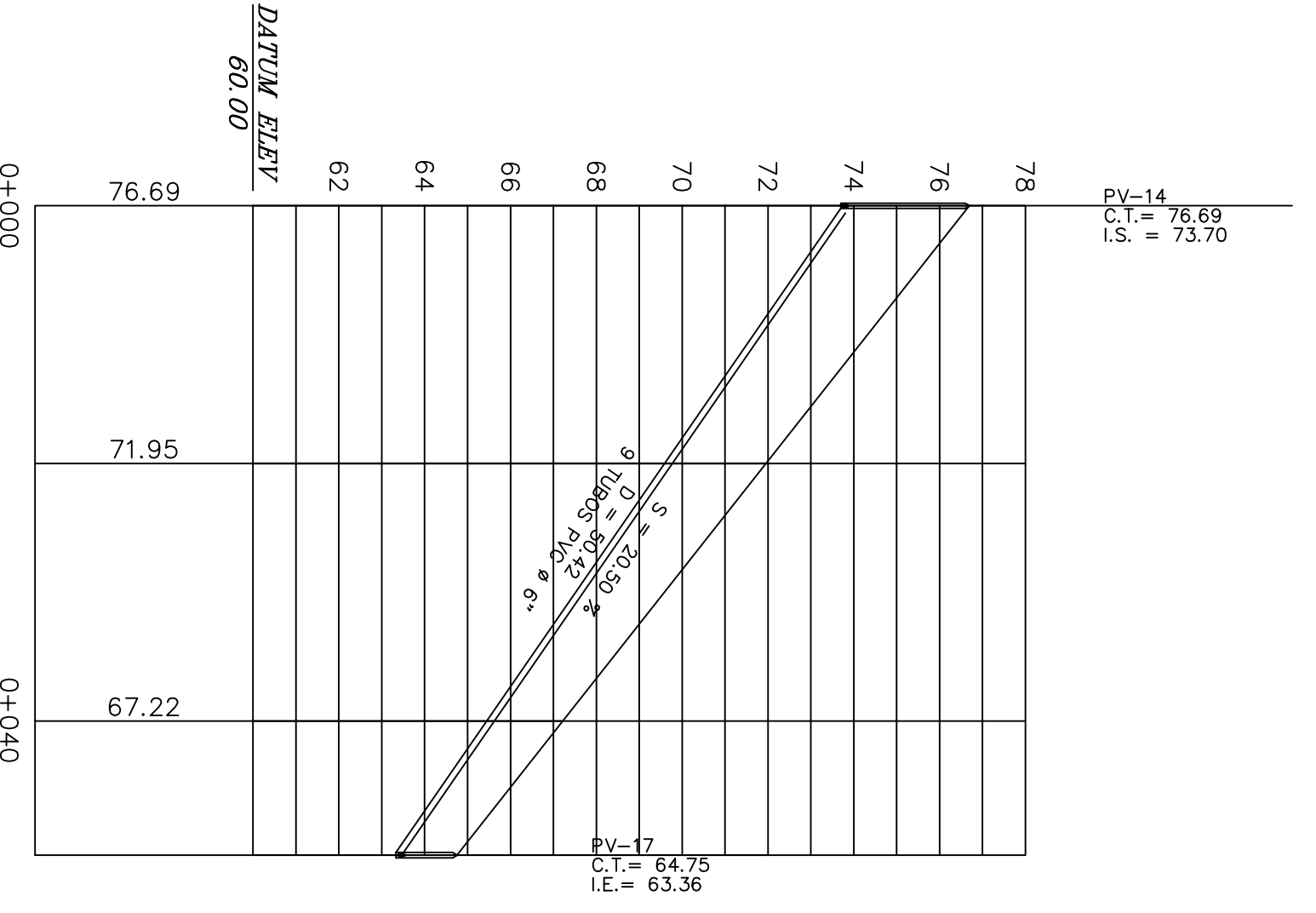
INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO  
 DIRECCION GENERAL DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO  
 ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.

PLANTA - PERFIL	
PROYECTO	INDICADA
INDICADA	INDICADA
FECHA	FECHA
PROYECTADO	REVISADO
COMPROBADO	COMPROBADO
BOJAJI	BOJAJI
4	6



**SIMBOLOGIA**

POZO DE VISITA (PV)	INDICADOR DE PUNTO DE VISITA
C.T.	COTA DE TERRENO
I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
S =	PENDIENTE
D =	DISTANCIA
INDICA DIRECCION DE PENDIENTE	



PERFIL PV-14 A PV-17  
ESCALA VERT. 1:50  
ESCALA HOR. 1:500

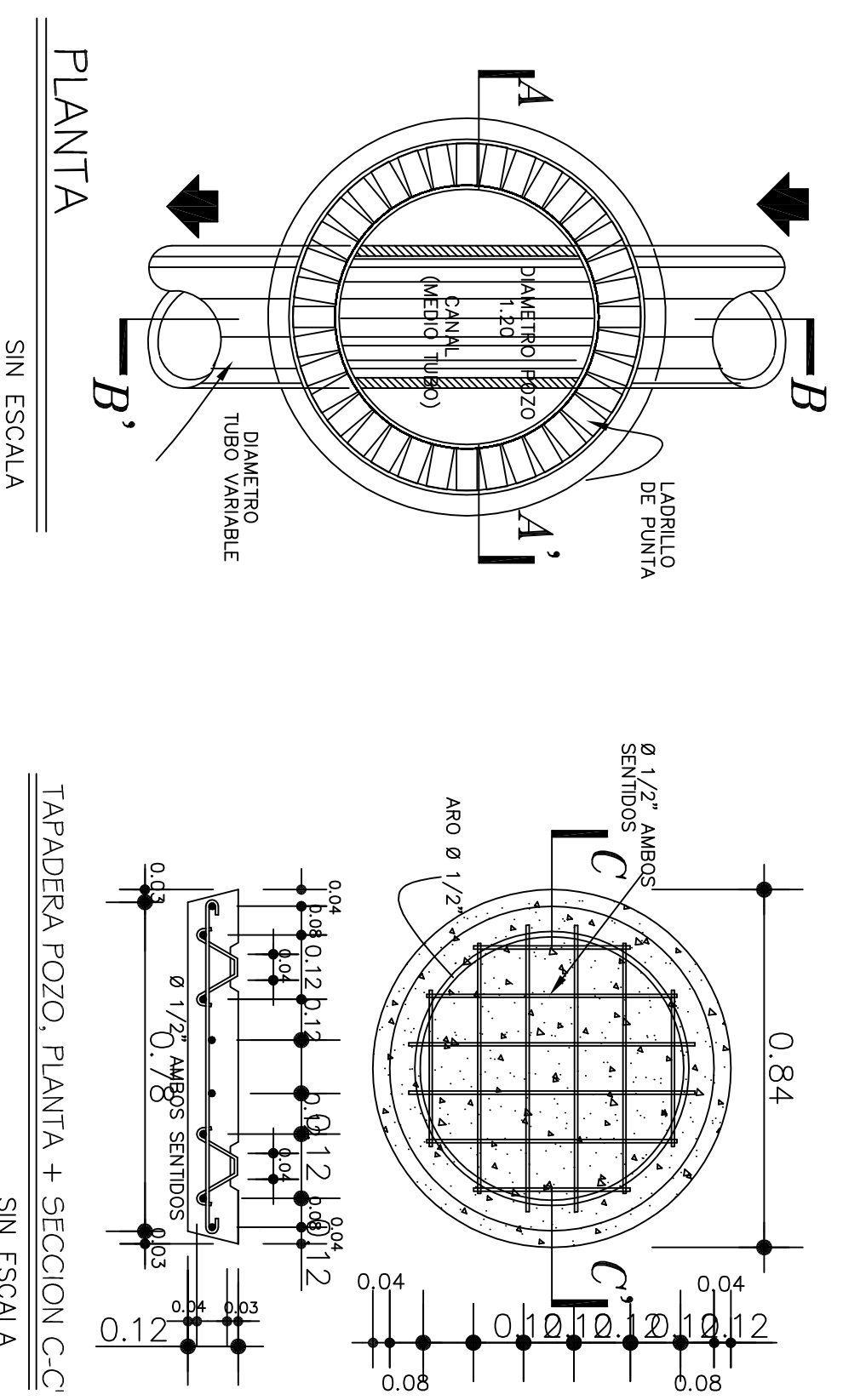
PERFIL PV-18 A PV-17  
ESCALA VERT. 1:50  
ESCALA HOR. 1:500

PERFIL PV-17 A PV-19  
ESCALA VERT. 1:50  
ESCALA HOR. 1:500

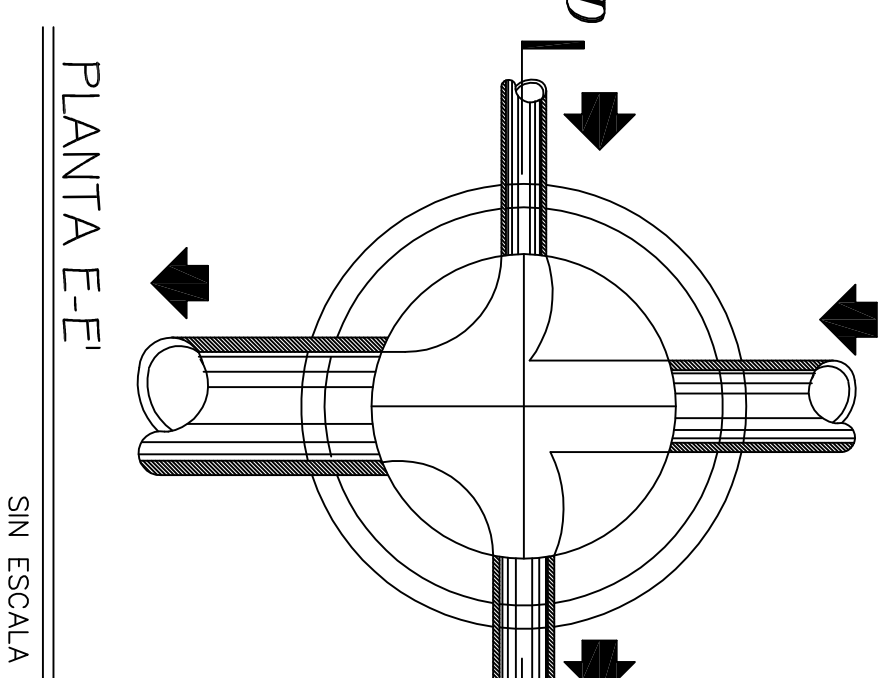
		<b>PLANTA - PERFIL</b>	
		OBJETIVO: DISEÑO DE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.	ESCALA: VERTICAL: 1:50 HORIZONTAL: 1:500
CLIENTE: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DISEÑADOR: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	FECHA: ABRIL DE 2007.	COMPROBADO: INC. OSCAR ARRIETA HERNANDEZ
AUTORIZADO: ING. W. ROY HERNANDEZ	REVISADO: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	HOJA N.º: 5	TOTAL DE HOJAS: 6



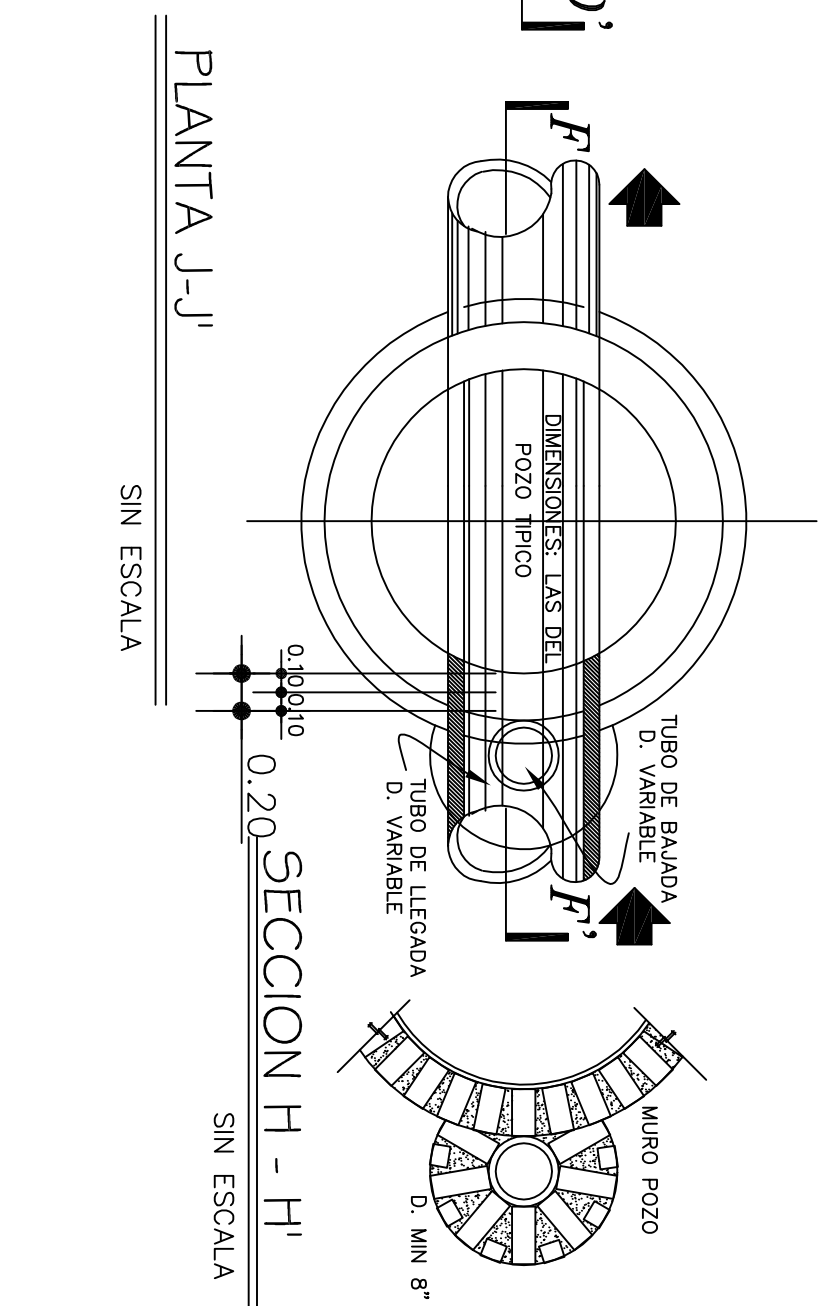
## POZO DE VISITA TÍPICO



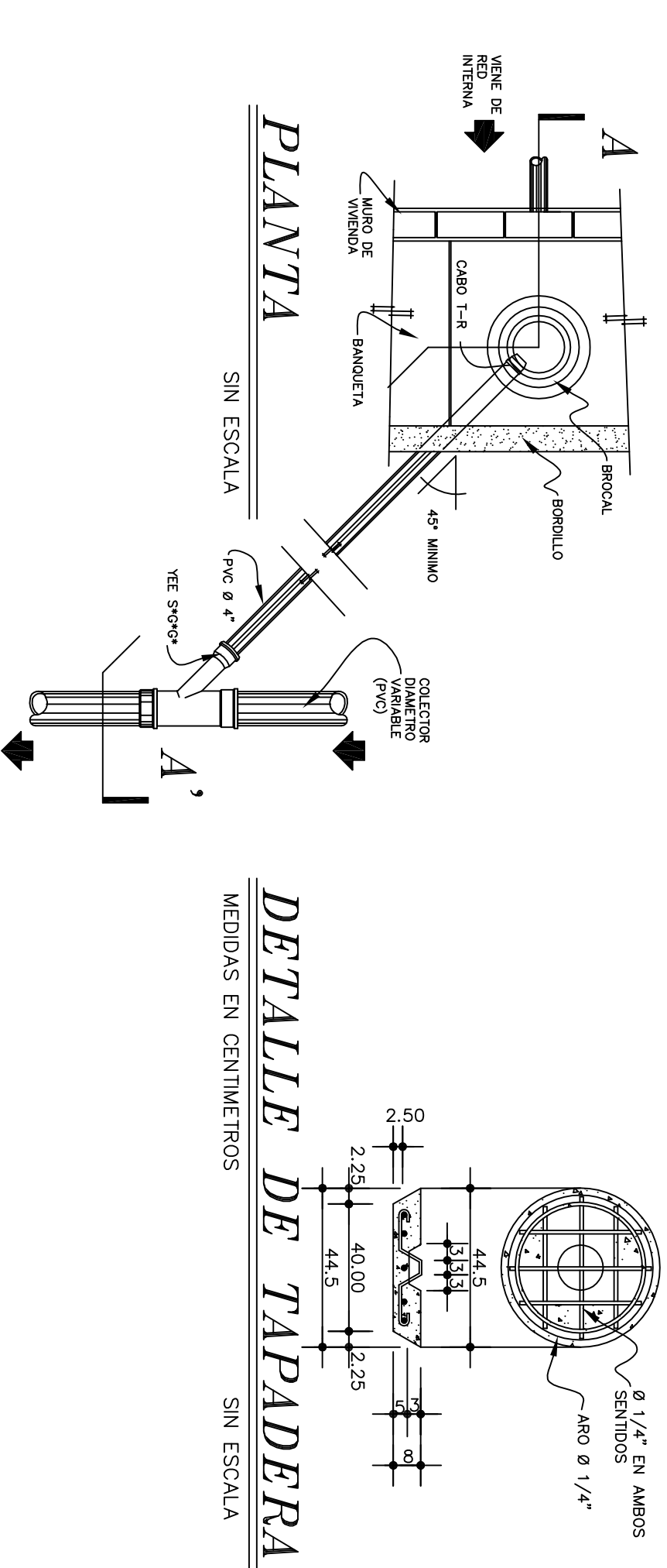
## DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS



## DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.

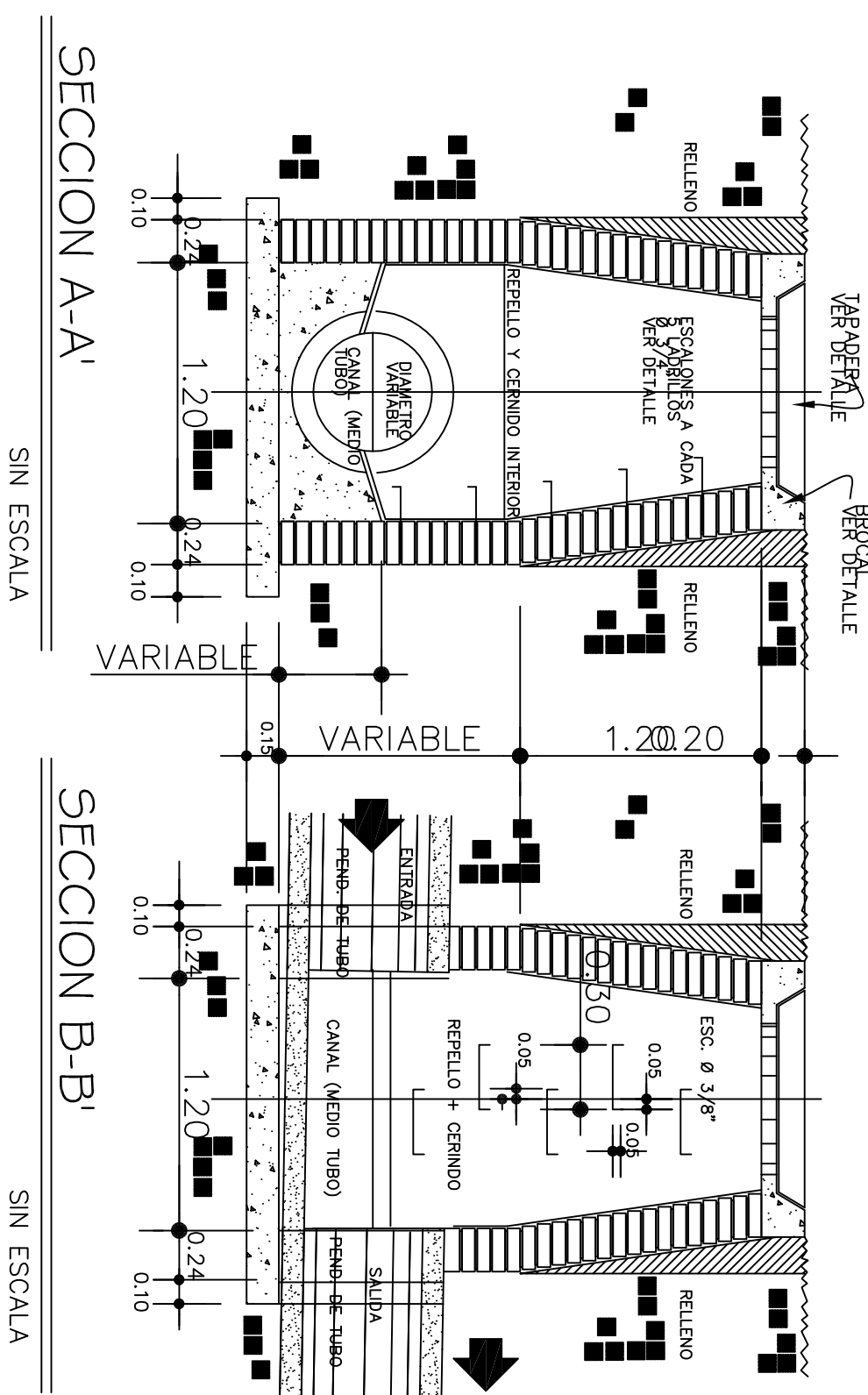


## DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR



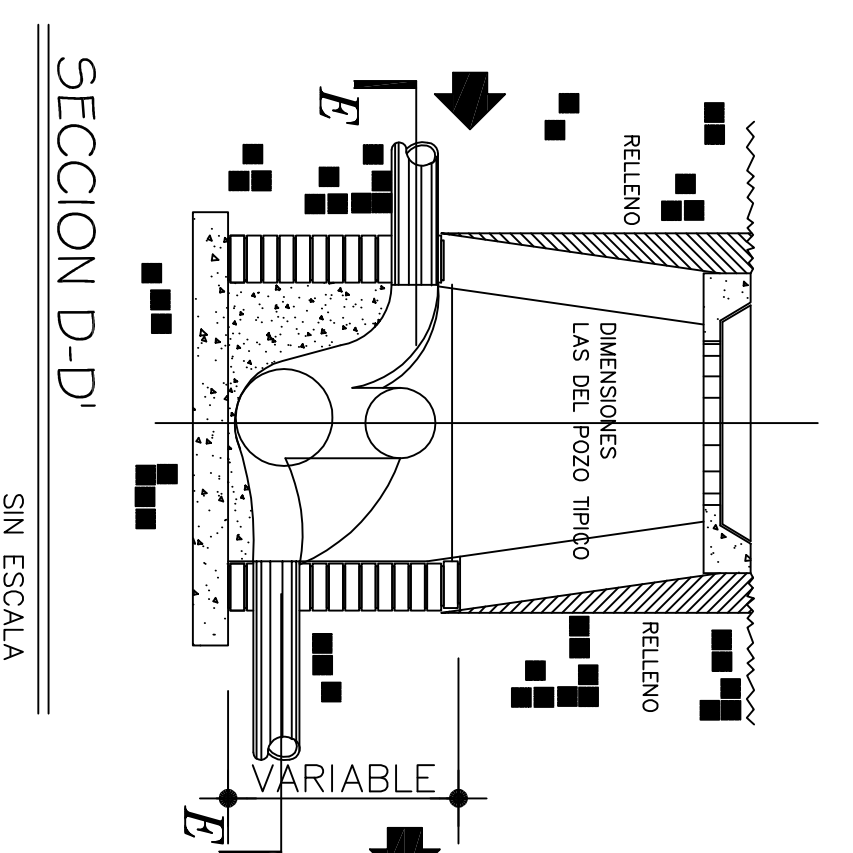
## DETALLE DE TAPADERA

MEDIDAS EN CENTÍMETROS



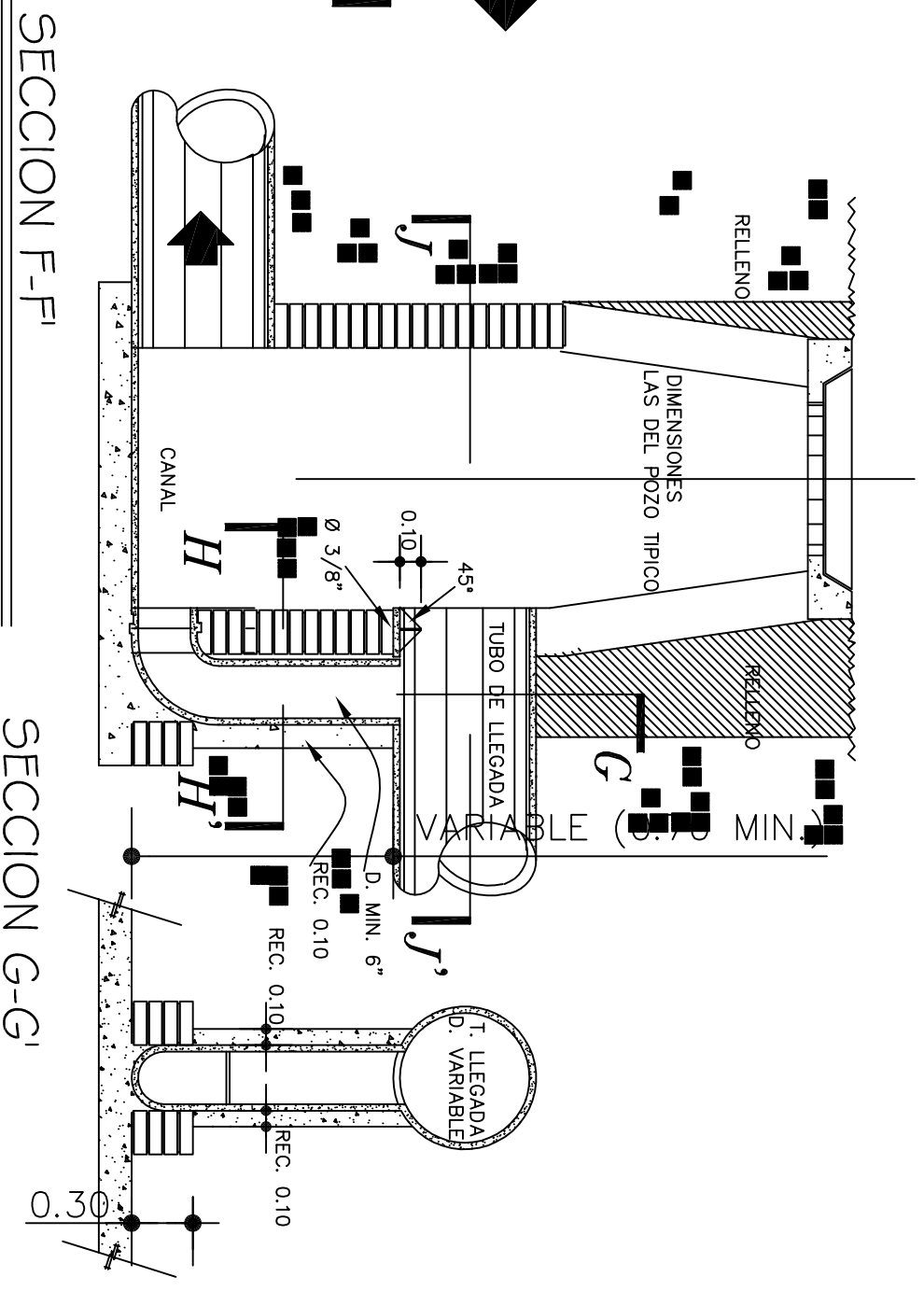
## SECCION B-B'

SIN ESCALA



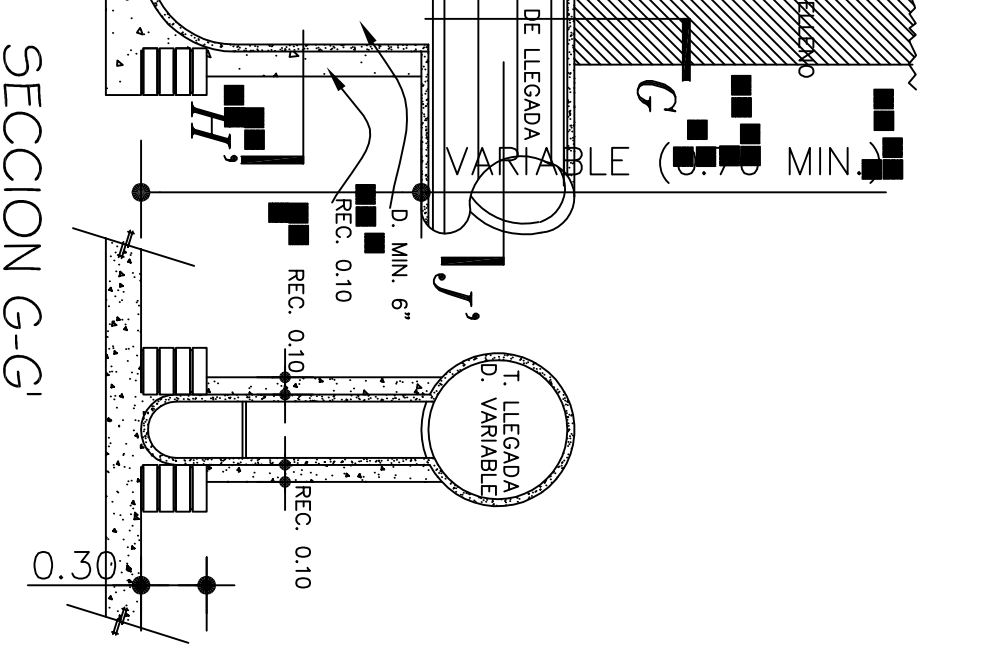
## SECCION D-D'

SIN ESCALA



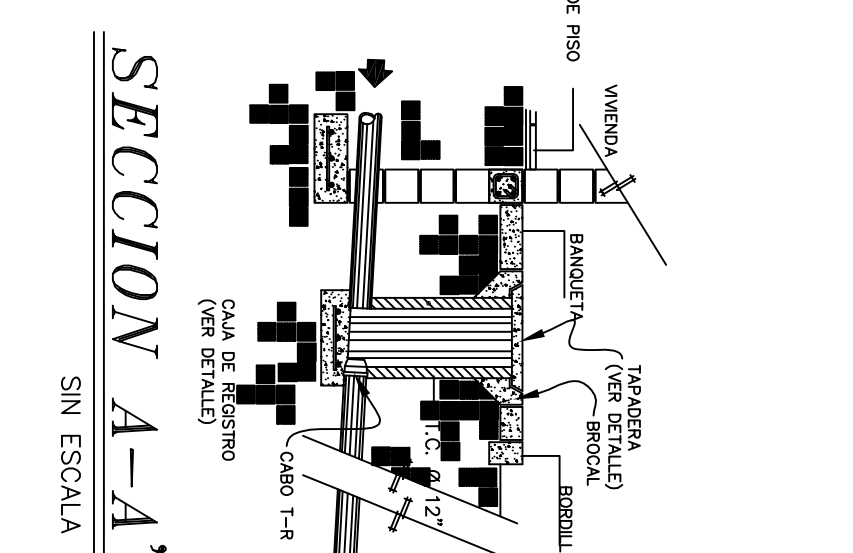
## SECCION F-F'

SIN ESCALA



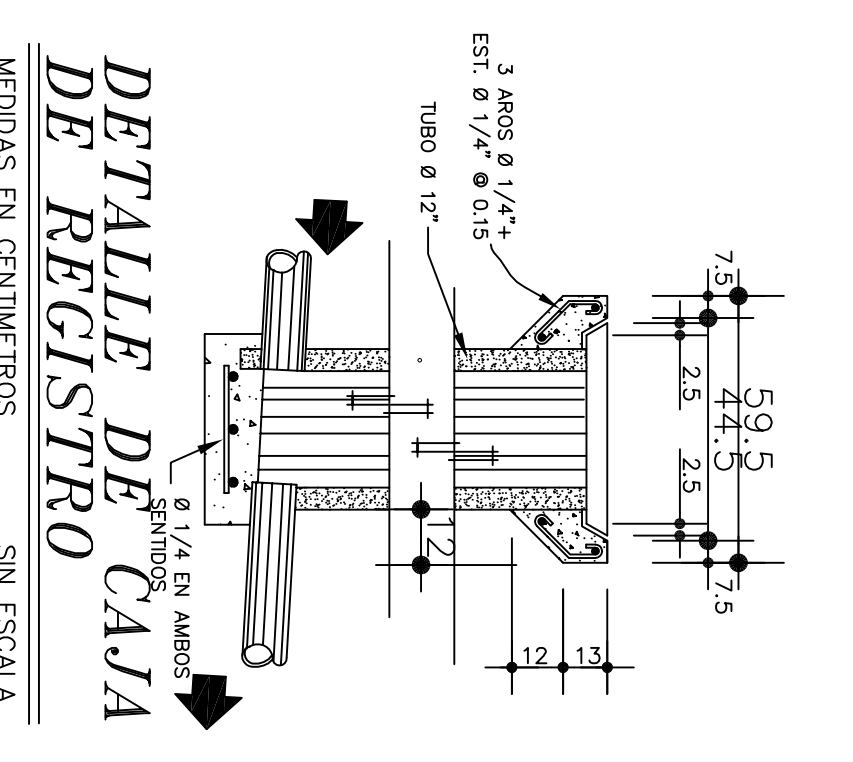
## SECCION H-H'

SIN ESCALA



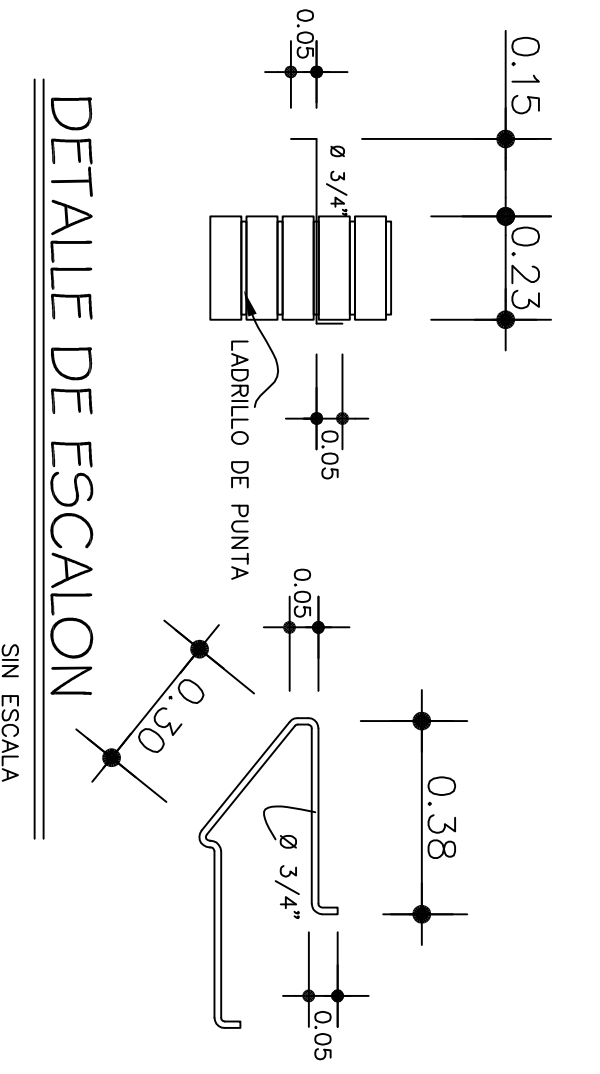
## SECCION A-A'

SIN ESCALA



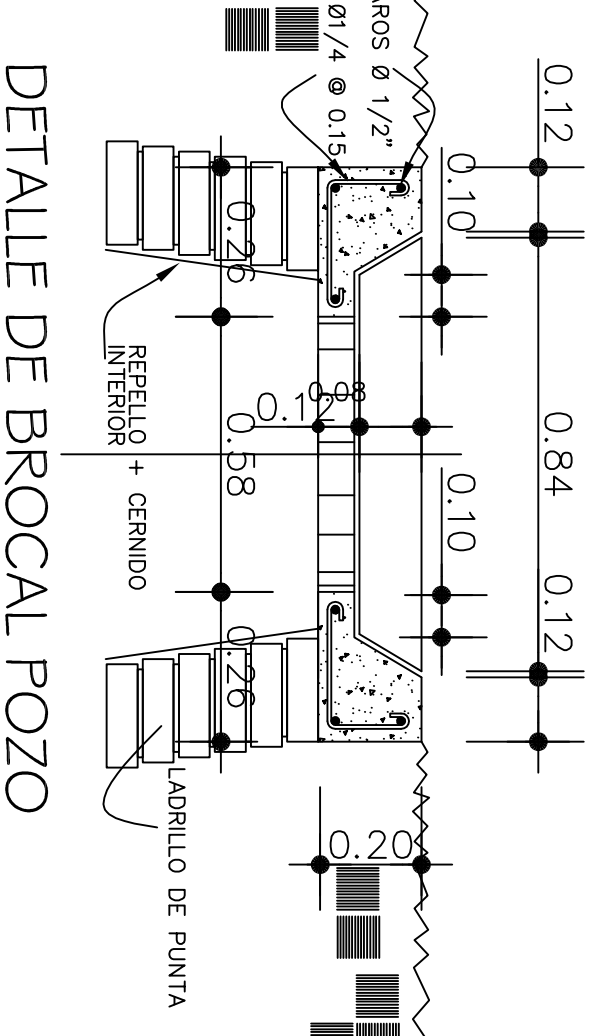
## DETALLE DE TAPADERA

MEDIDAS EN CENTÍMETROS



## DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA



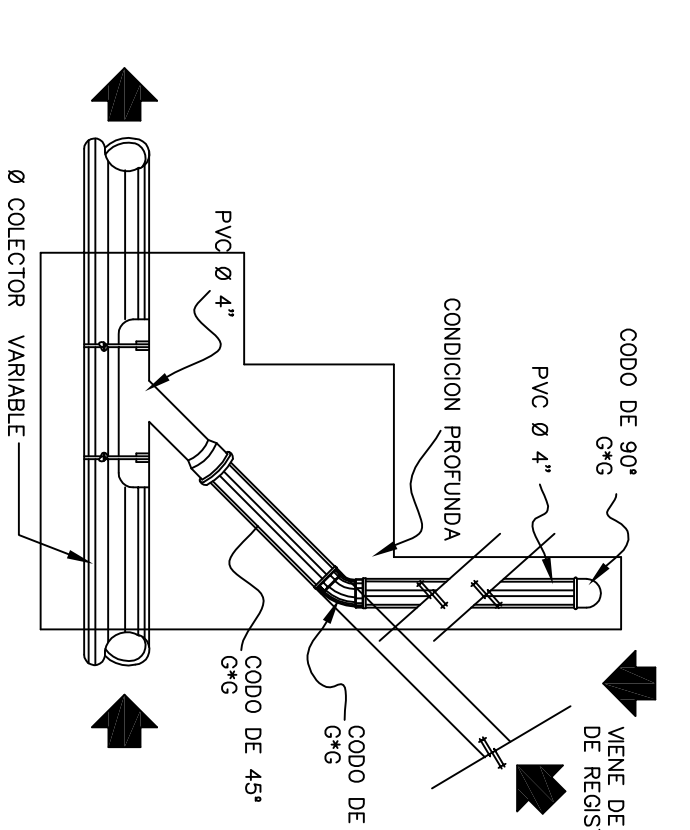
## DETALLE DE BROCAL POZO

SIN ESCALA

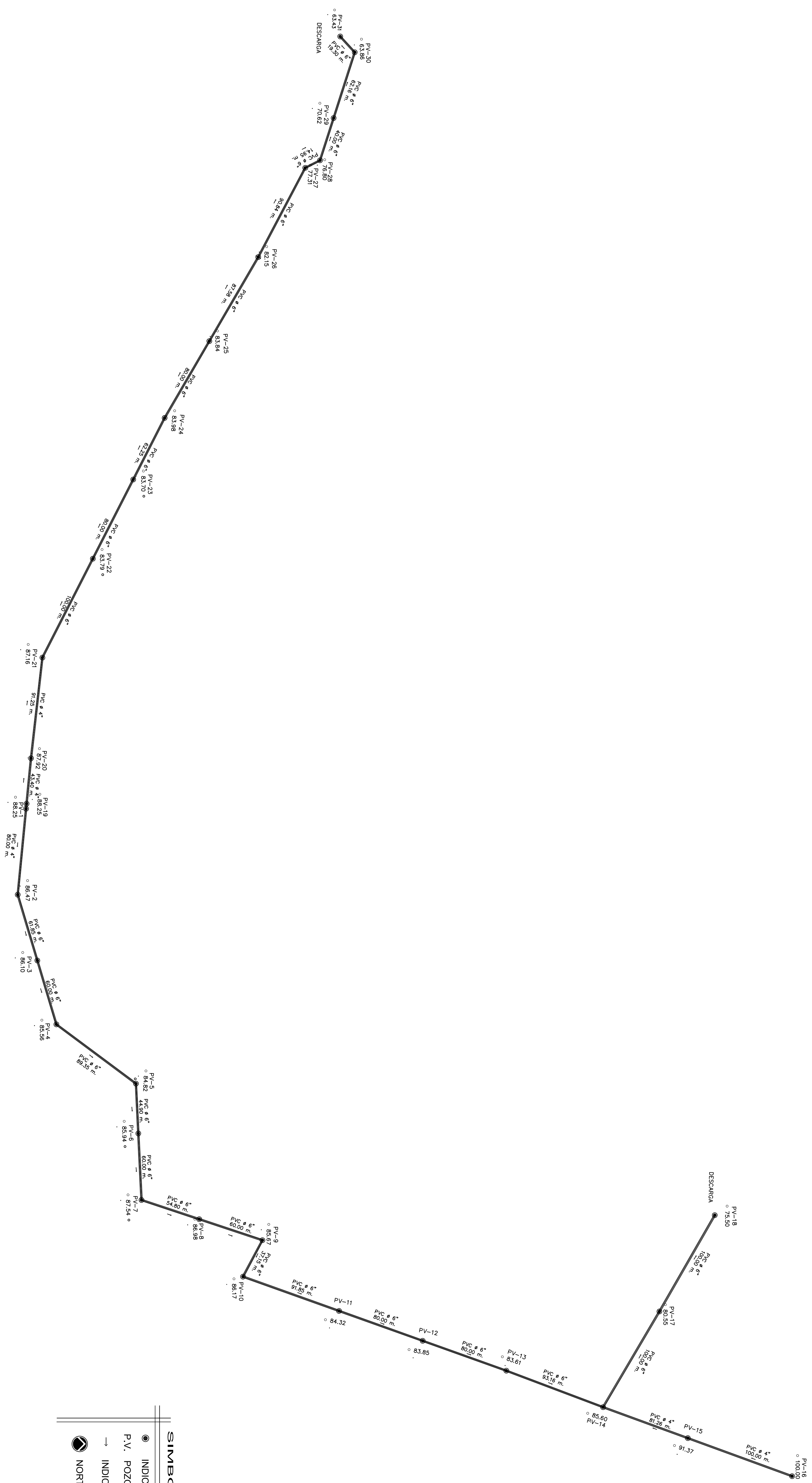
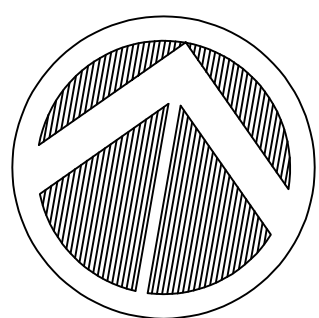
- ESPECIFICACIONES**
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
  2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:3.5.
  3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
  4. EL AGERO A UTILIZAR SERA  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ .
  5. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8" PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12".

## CONEXIONES PROFUNDAS

SIN ESCALA



		INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS	
		DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA Y OBRAS PÚBLICAS ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.	
PROYECTO:		DISEÑO DE SANITARIO FASE III, COLONIA SANTO DOMINGO, ALDEA PIEDRA PARADA CRISTO REY.	
TÍTULO:		PLAN DE TUBERÍAS DE COLECTORES DE SANITARIO	
AUTOR:		INGENIERO CIVIL	
REVISOR:		INGENIERO CIVIL	
APROBADO:		INGENIERO CIVIL	
FECHA:		ABRIL DE 2007.	
CLIENTE:		M.C. OSCAR ARDIELTA HERNÁNDEZ	
ESCALA:		INDICADA	
OBSERVACIONES:		SIN ESCALA	
HOJA:		6 DE 6	



**SIMBOLOGIA**

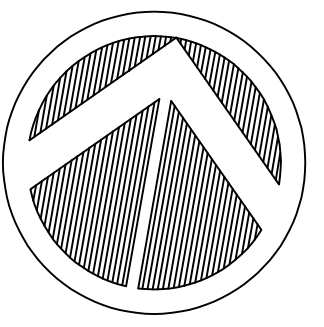
- INDICA POZO DE VISTA
- P.V. POZO DE VISTA
- INDICA DIRECCION DE PENDIENTE
- ☉ NORTE

# PLANTA DISEÑO HIDRAULICO

ESCALA 1/2000

		<b>PROYECTO</b> RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA EL CANCHON	
		<b>TITULO</b> PLANTA DISEÑO HIDRAULICO	
<b>ELABORADO POR</b> DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	<b>REVISADO POR</b> DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	<b>FECHA</b> ABRIL DE 2007	<b>COMANDO EN JEFE</b> OSCAR ARDIENTA HERNANDEZ
<b>ELABORADO POR</b> DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ		<b>REVISADO POR</b> OSCAR ARDIENTA HERNANDEZ	





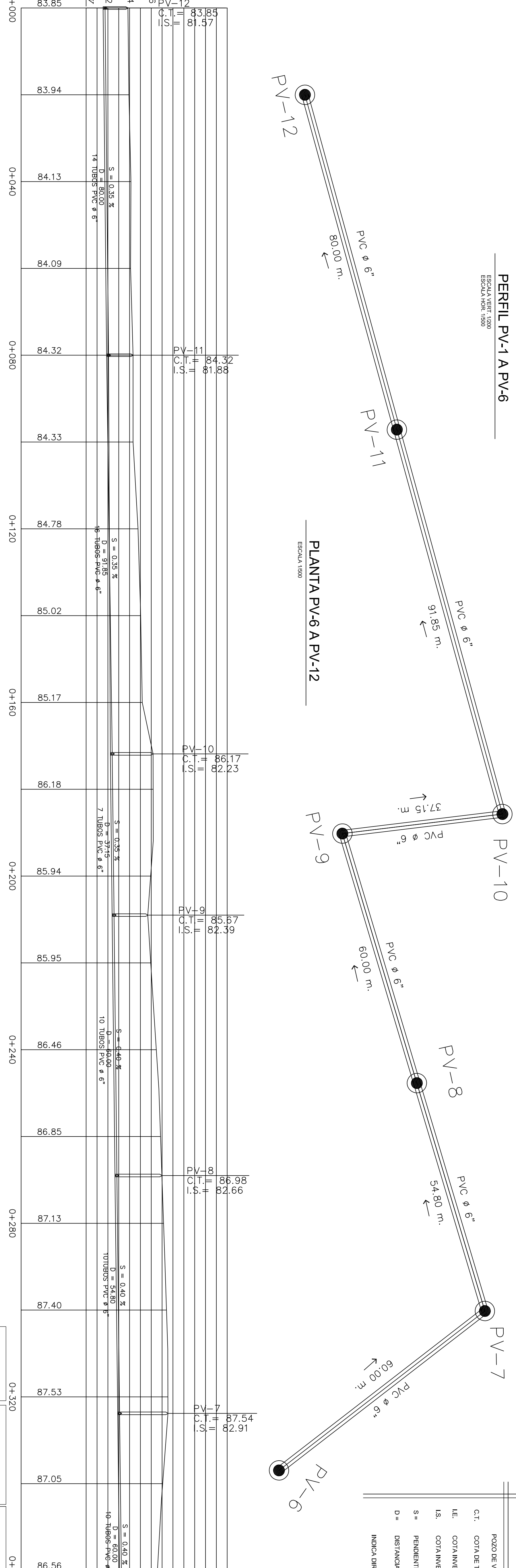
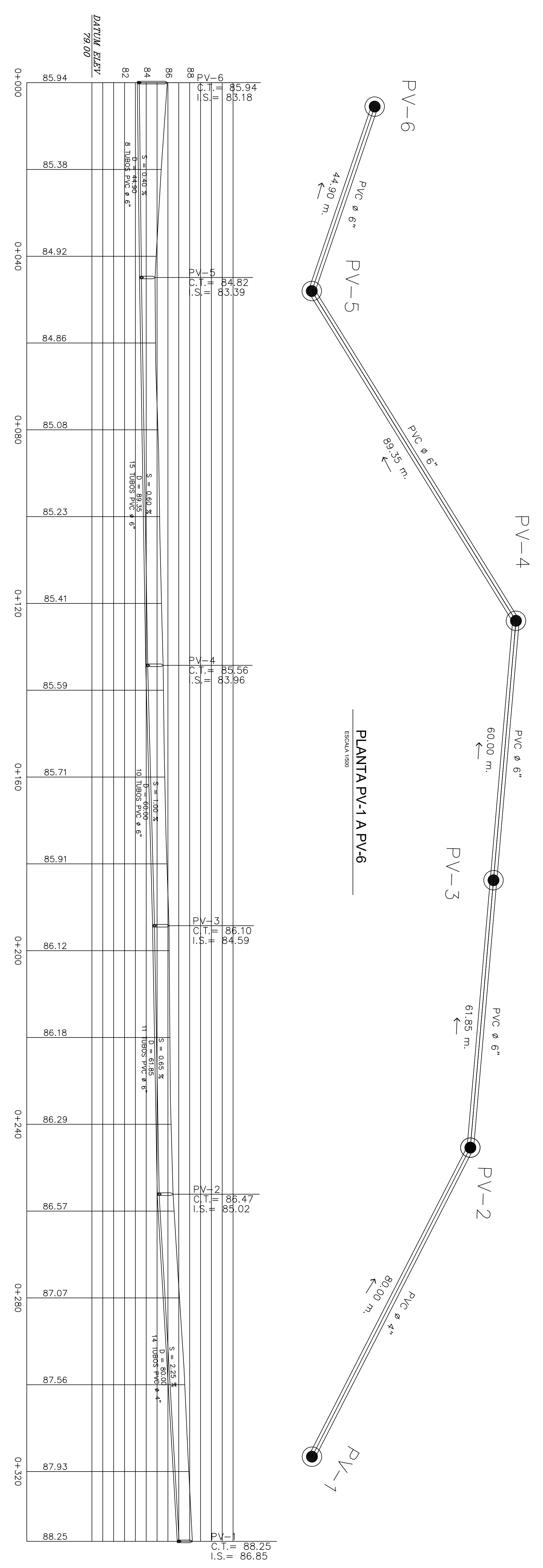
**SIMBOLOGIA**

- INDICA POZO DE VISITA
- P.V. POZO DE VISITA
- INDICA DIRECCION DE PENDIENTE
- ☀ NORTE

# DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1/2000

		<b>PROYECTO</b> RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA EL CANCHON	
<b>TITULO</b> DENSIDAD DE VIVIENDA			
<b>IDEA</b>	<b>INICIA</b>	<b>INDICA</b>	<b>FIN</b>
DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	INDICADA	
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>
DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	ABRIL DE 2007		
<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>PROYECTO</b>
<b>COMANDO EN JEFE</b>	<b>COMANDO EN JEFE</b>	<b>COMANDO EN JEFE</b>	<b>COMANDO EN JEFE</b>
<b>FECHA DE ENTREGA</b>	<b>FECHA DE ENTREGA</b>	<b>FECHA DE ENTREGA</b>	<b>FECHA DE ENTREGA</b>
<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>
<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>
<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>	<b>FECHA DE APROBACION</b>



**SIMBOLOGIA**

POZO DE VISITA (P.V.)

C.T. COTA DE TERRENO

I.E. COTA INVERT DE ENTRADA

I.S. COTA INVERT DE SALIDA

S = PENDIENTE

D = DISTANCIA

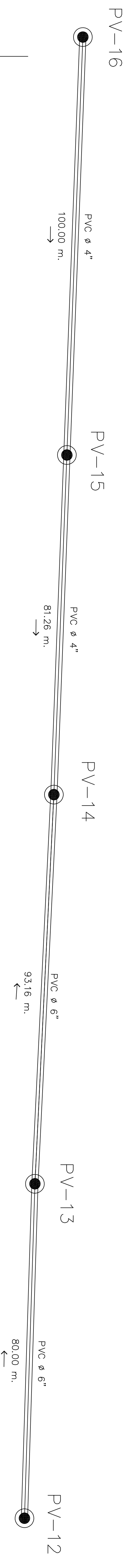
INDICA DIRECCION DE PENDIENTE

**PLANTA - PERFIL**

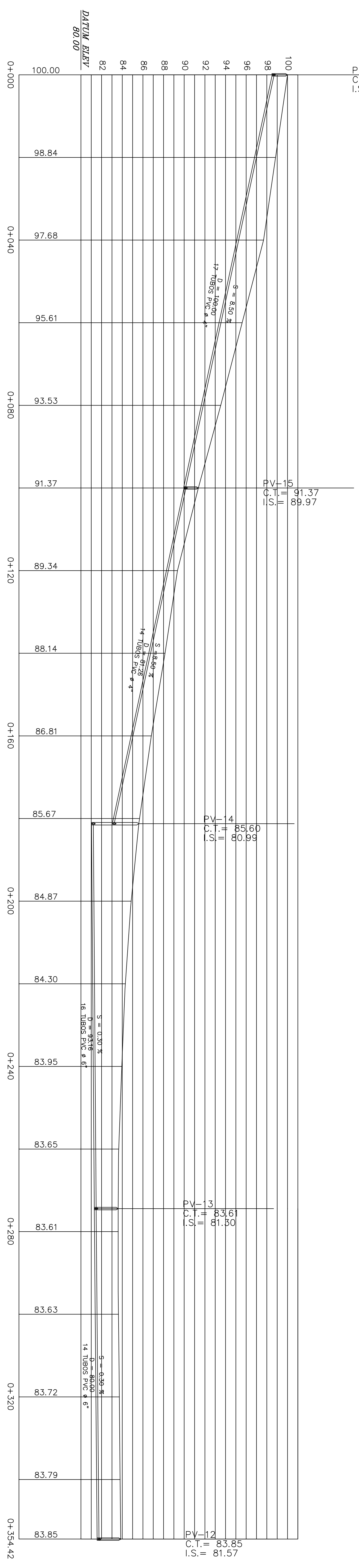
PROYECTO: RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA EL CANCHON

CLIENTE: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	INDICADA	CONSEJO MUNICIPAL
FECHA: ABRIL DE 2007	INDICADA	COMANDO MUNICIPAL
PROYECTISTA: DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	INDICADA	COMANDO MUNICIPAL
REVISOR: INC. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	INDICADA	COMANDO MUNICIPAL

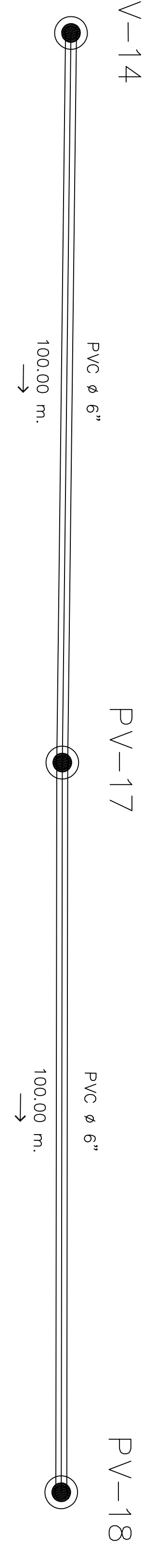
NO. DE HOJA: 3/7



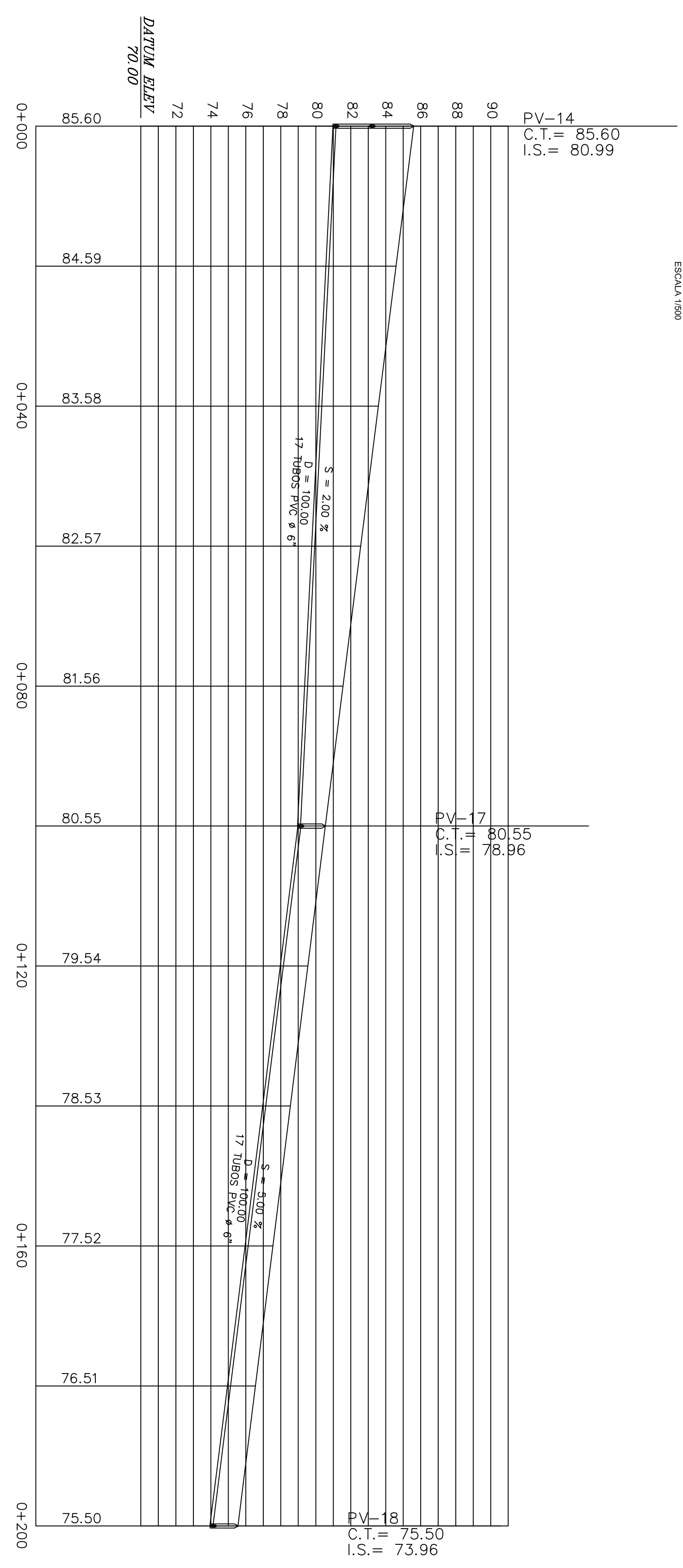
PLANTA PV-12 A PV-16  
ESCALA 1:500



PERFIL PV-12 A PV-16  
ESCALA VERT. 1:200  
ESCALA HOR. 1:500



PLANTA PV-14 A PV-18  
ESCALA 1:500



PERFIL PV-14 A PV-18  
ESCALA VERT. 1:200  
ESCALA HOR. 1:500

**SIMBOLOGIA**

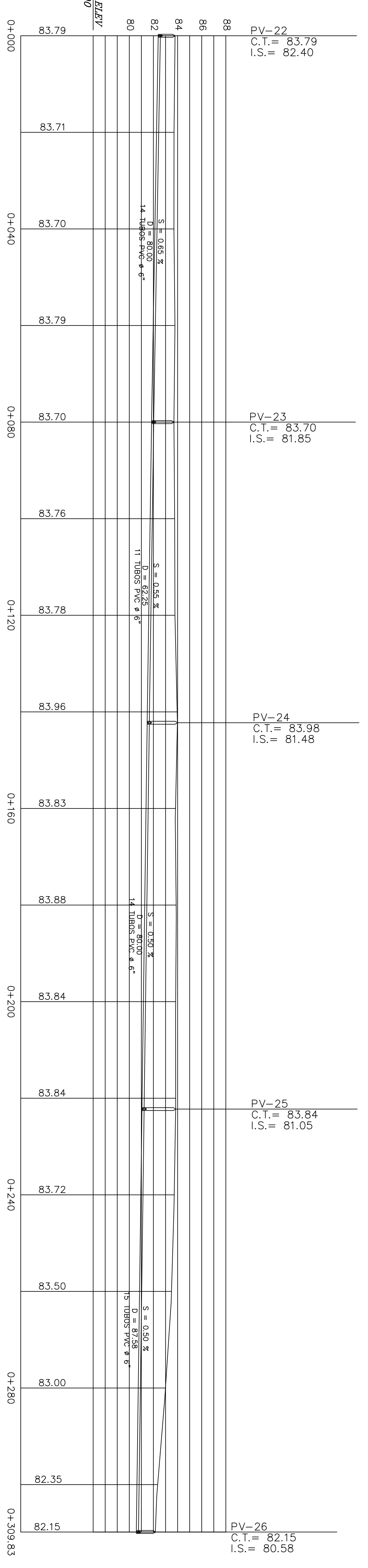
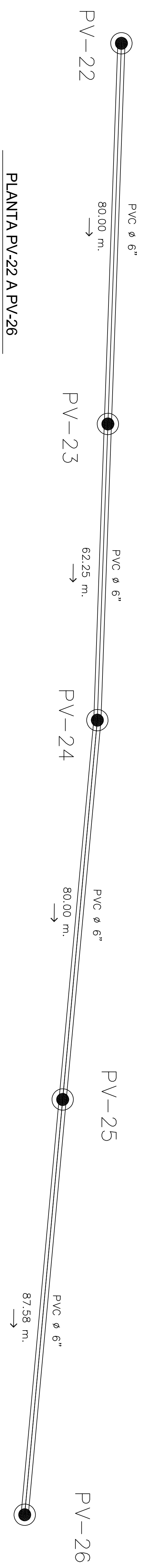
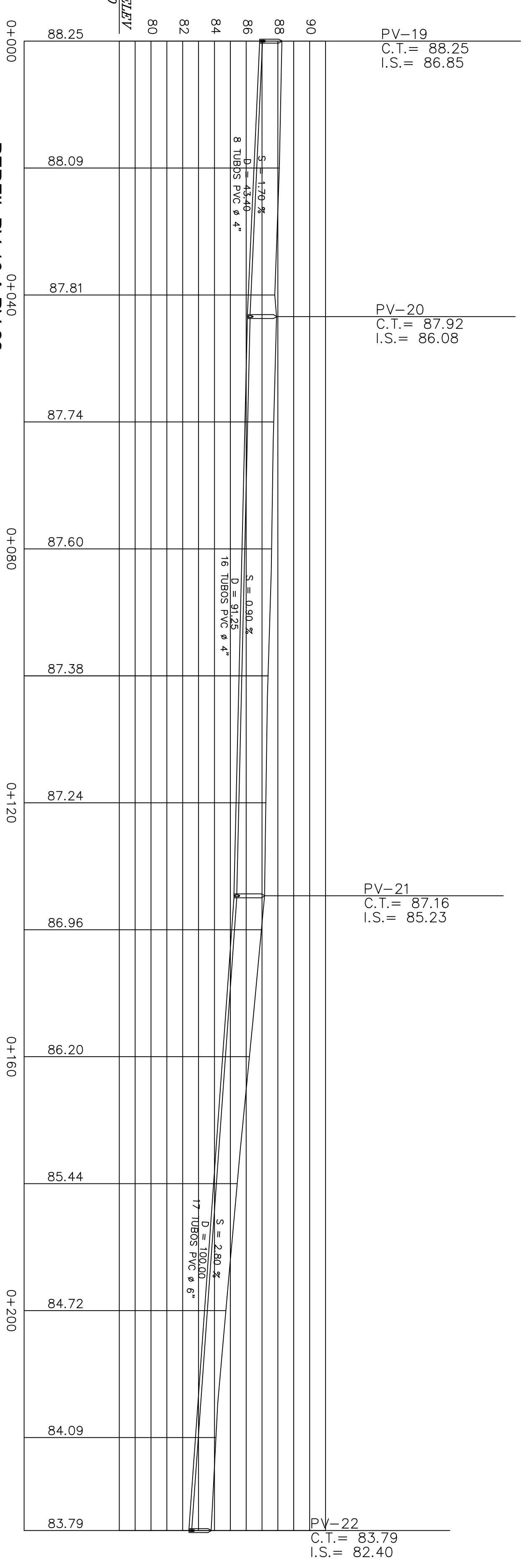
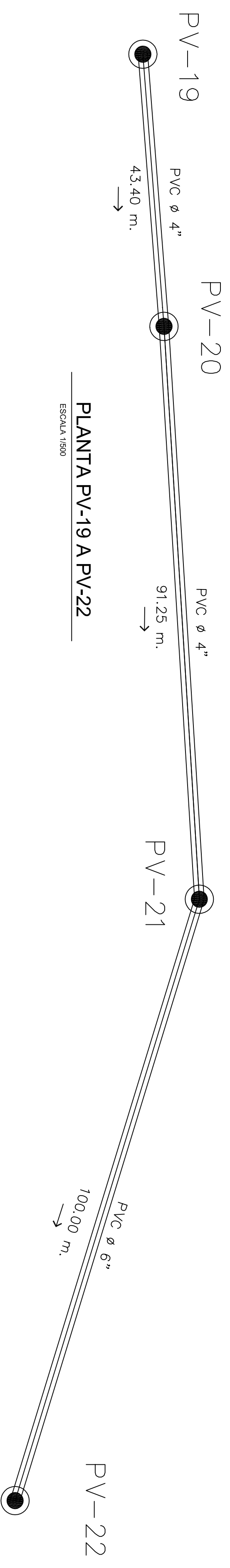
POZO DE VISITA (P.V.)
C.T.
COTIA DE TERRENO
I.E.
COTIA INVERT DE ENTRADA
I.S.
COTIA INVERT DE SALIDA
S = PENDIENTE
D = DISTANCIA

INDICA DIRECCION DE PENDIENTE

**PLANTA - PERFIL**

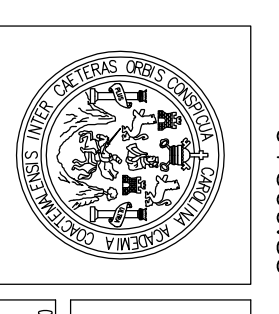
INDICADO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	INDICADA	INDICADA
FECHA	ABRIL DE 2007	PROYECTO	RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA EL CANCHON
PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	COMANDO EN JEFE	ING. OSCAR ARDIENTA HERNANDEZ
PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	COMANDO EN JEFE	ING. OSCAR ARDIENTA HERNANDEZ
PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	COMANDO EN JEFE	ING. OSCAR ARDIENTA HERNANDEZ

BOJAJI: 4/7



**SIMBOLOGIA**

- POZO DE VISITA (PV)
  - C.T. COTA DE TERRENO
  - I.E. COTA INVERTI DE ENTRADA
  - I.S. COTA INVERTI DE SALIDA
  - S = PENDIENTE
  - D = DISTANCIA
- INDICA DIRECCION DE PENDIENTE



INSTITUCIÓN DE LA CIUDAD DE GUATEMALA  
 MUNICIPIO DE ALDEA EL CANCHÓN

**PLANTA - PERFIL**

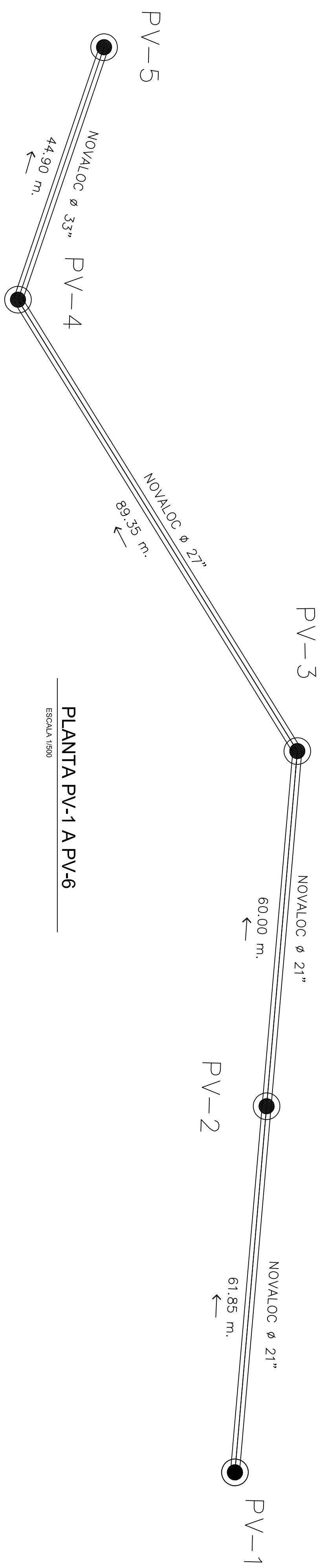
PROYECTO	INDICA	INDICADA	COMANDO EN JEFE	FECHA
RED DE DRENAJE SANITARIO ALDEA EL CANCHÓN	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	ING. OSCAR ARDIETA HERNANDEZ	5/7
FECHA	INDICA	INDICADA	COMANDO EN JEFE	FECHA
ABRIL DE 2007	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	ING. OSCAR ARDIETA HERNANDEZ	5/7



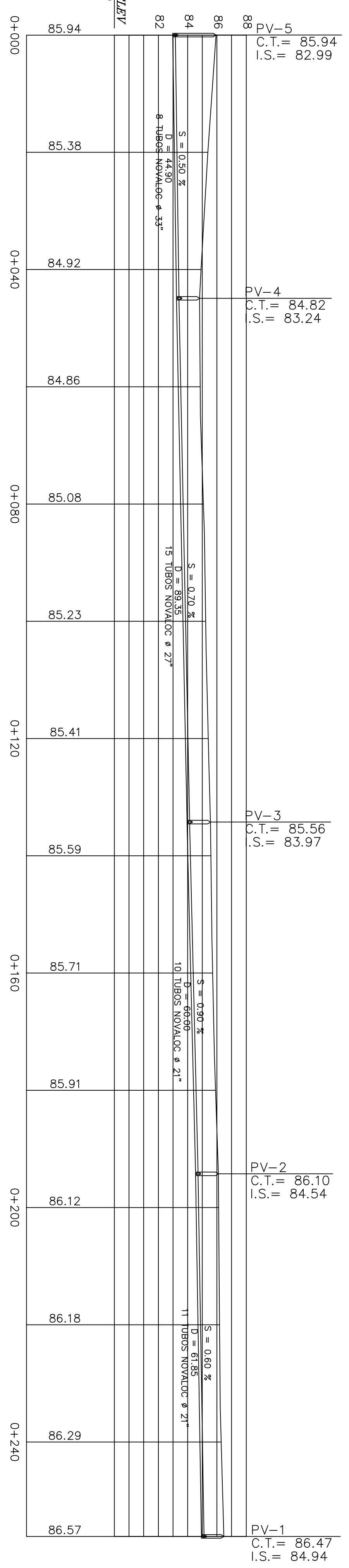




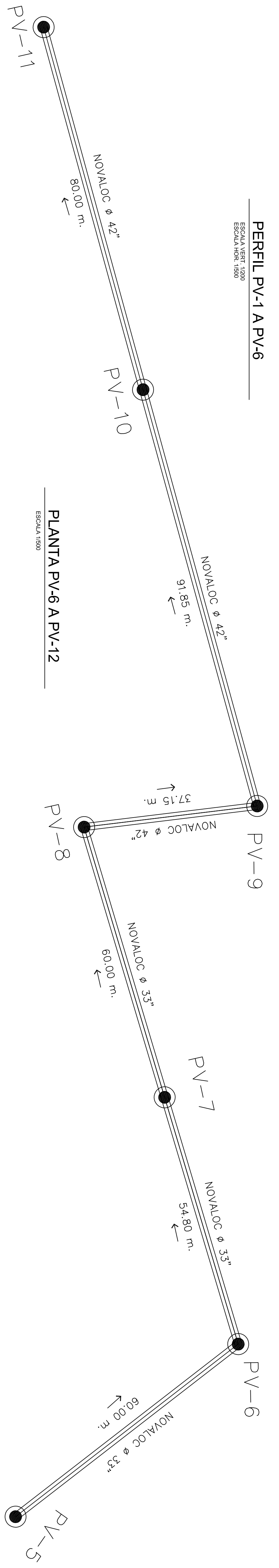




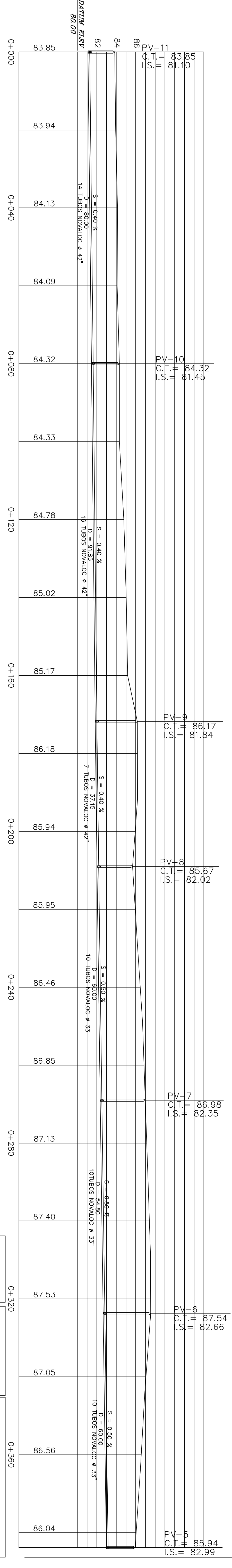
PLANTA PV-1 A PV-6  
ESCALA 1:500



PERFIL PV-1 A PV-6  
ESCALA VERT. 1:200  
ESCALA HOR. 1:500




PLANTA PV-6 A PV-12  
ESCALA 1:500



PERFIL PV-6 A PV-12  
ESCALA VERT. 1:200  
ESCALA HOR. 1:500

**SIMBOLOGIA**

- POZO DE VISITA (P.V.)
- C.T. COTA DE TERRENO
- I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
- I.S. COTA INVERT DE SALIDA
- S = PENDIENTE
- D = DISTANCIA
- INDICA DIRECCION DE PENDIENTE

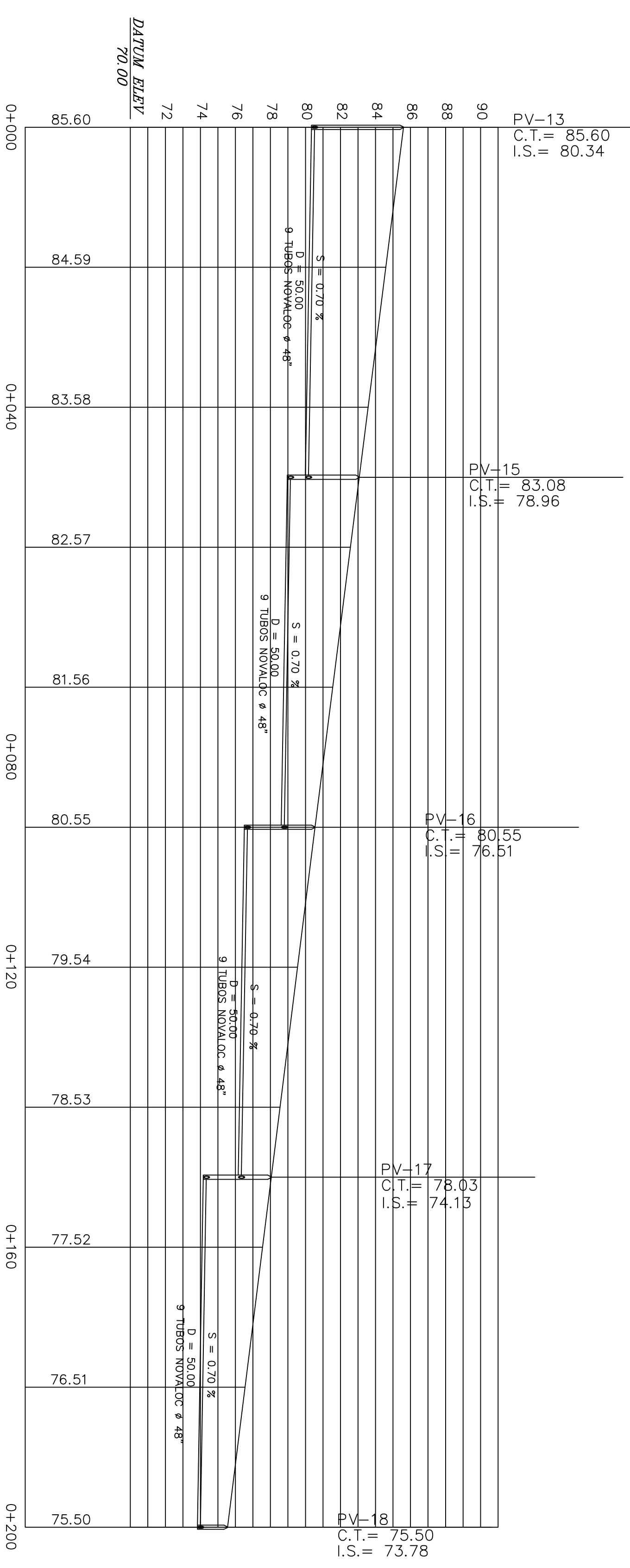
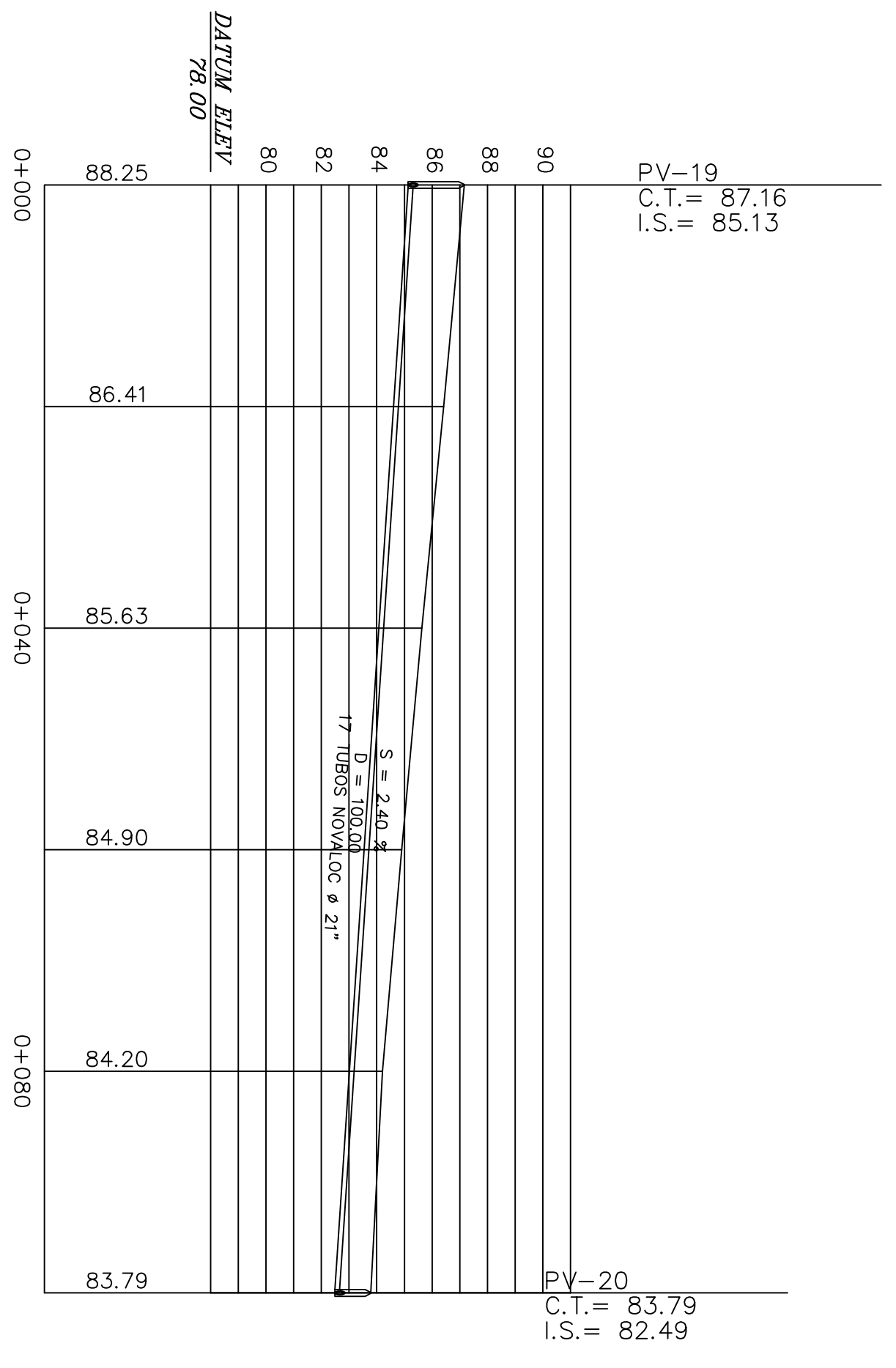
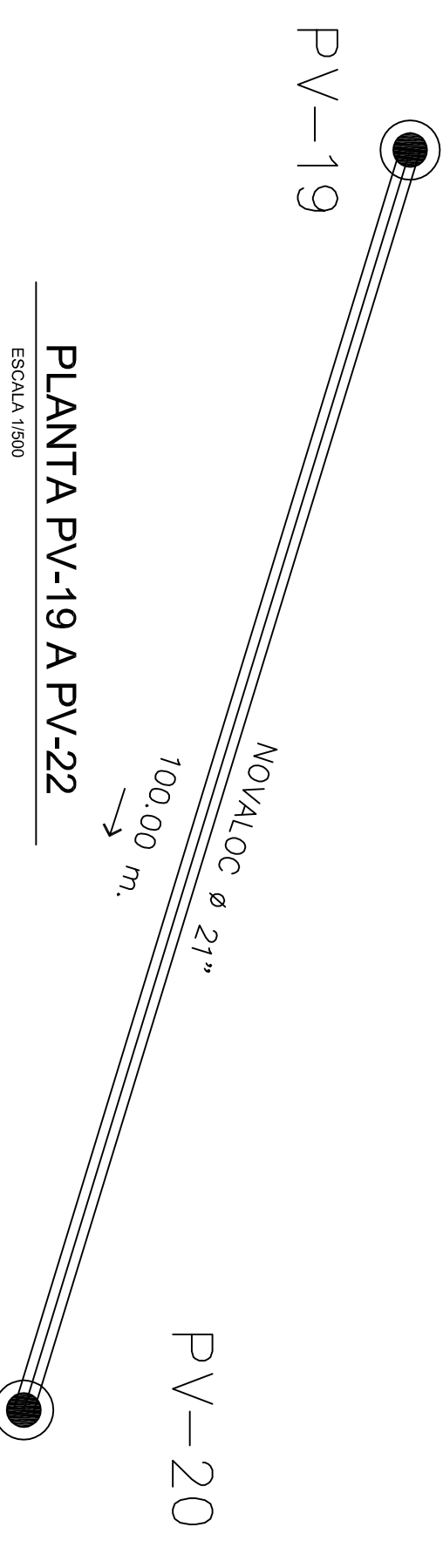
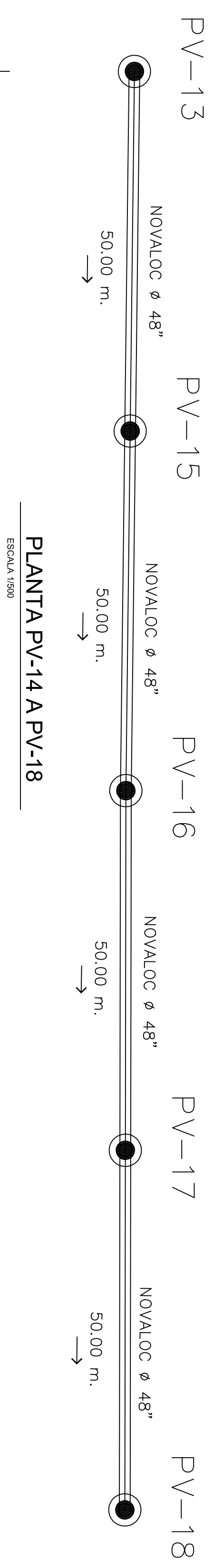
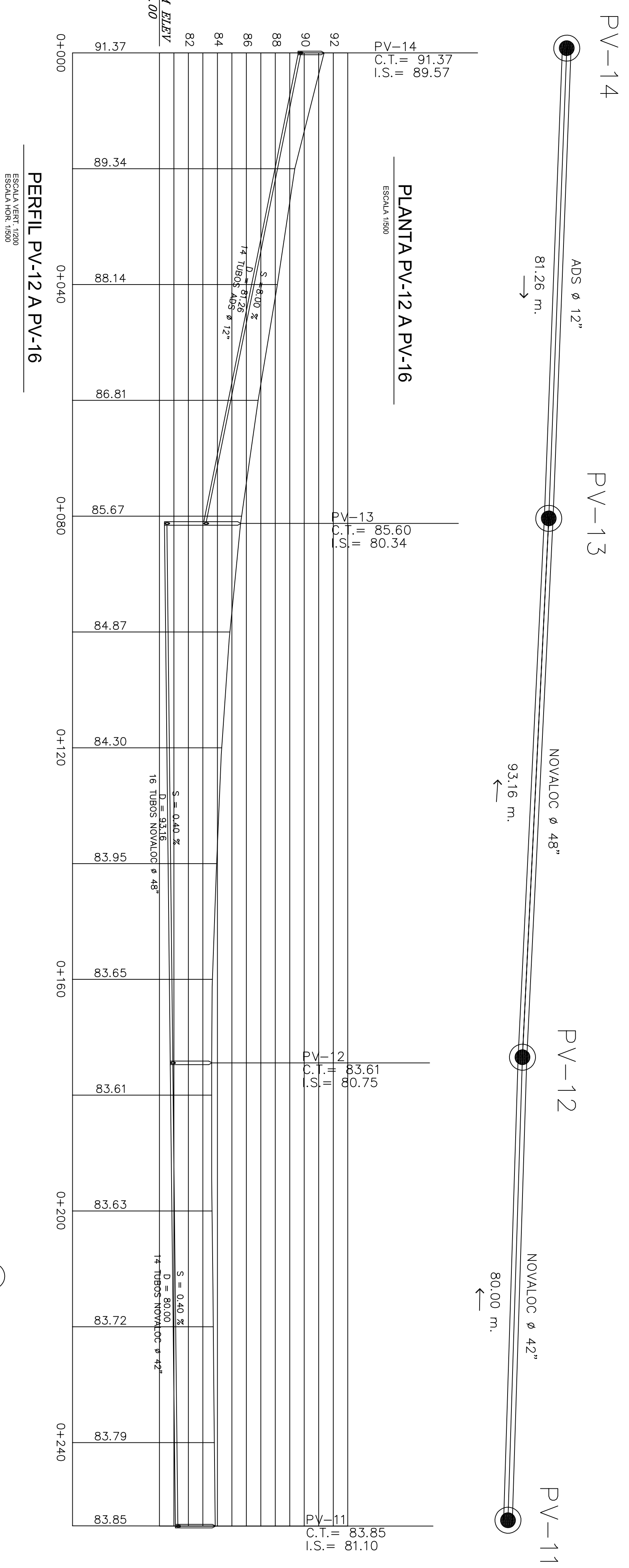
INSTITUCION:  DIRECCION NACIONAL DE AGUAS Y SERVICIOS SANEAMIENTO

PROYECTO: RED DE DRENAJE PLUVIAL ALDEA EL CANCHON

TITULO: PLANTA - PERFIL

FECHA:	INDICADA	COMANDO:	HOJA:
DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	3
DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	INDICADA	INGENIERO EN JEFE:	6
JULIO DE 2007			





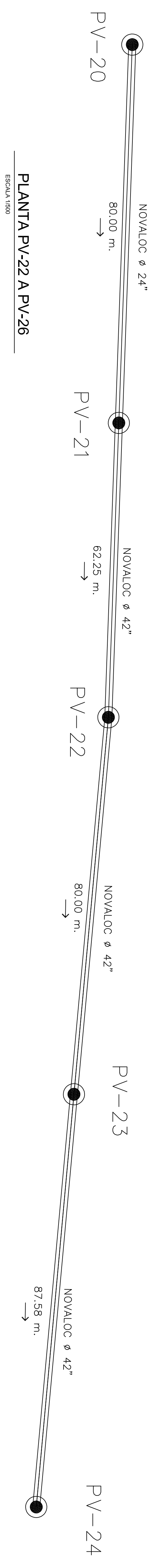
**SIMBOLOGIA**

- POZO DE VISITA (P.V.)
- C.T. COTA DE TERRENO
- I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
- I.S. COTA INVERT DE SALIDA
- S = PENDIENTE
- D = DISTANCIA
- INDICA DIRECCION DE PENDIENTE

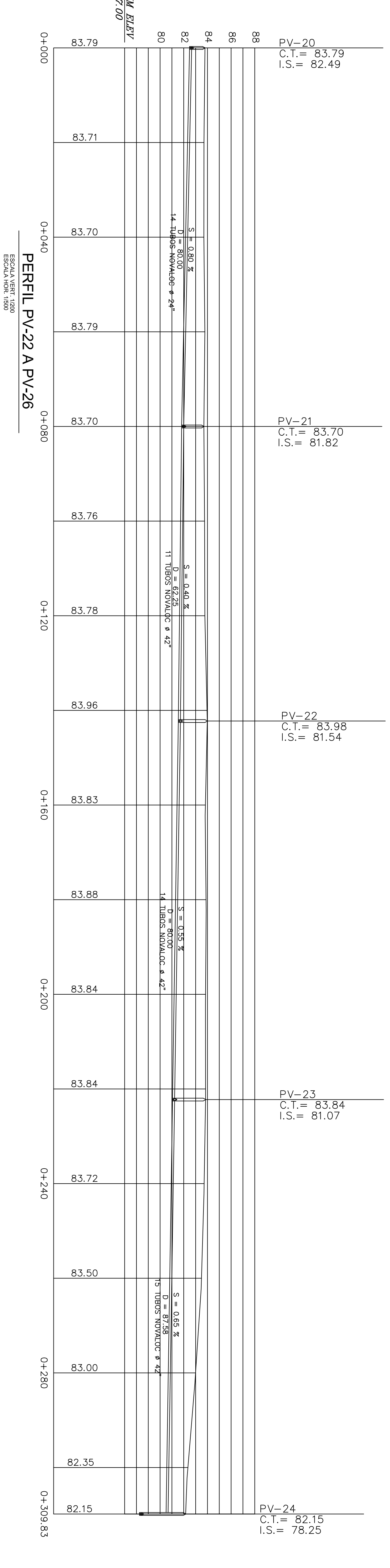


INSTITUTO NACIONAL DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
RED DE DRENAJE PLUVIAL  
ALDEA EL CANCHON

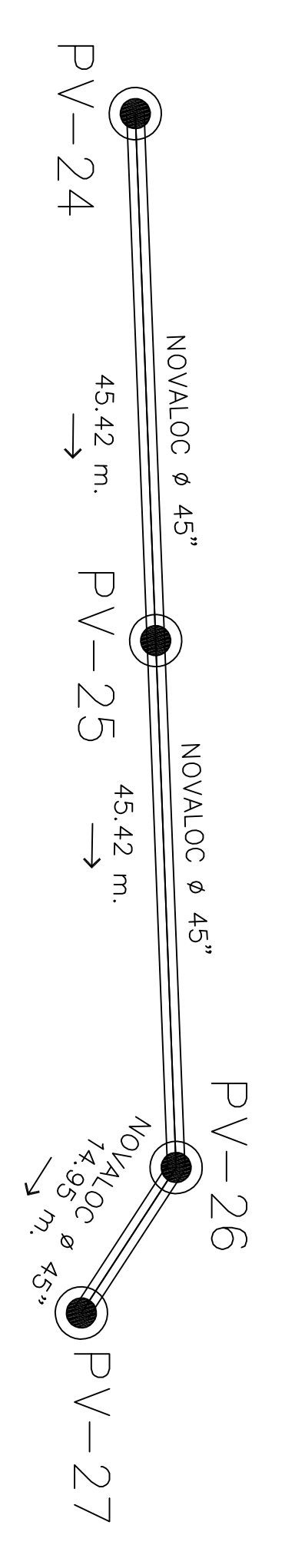
PROYECTO	INDICADA	FECHA	INDICADA
CLIENTE	INDICADA	FECHA	INDICADA
PROYECTO	INDICADA	FECHA	INDICADA
CLIENTE	INDICADA	FECHA	INDICADA
PROYECTO	INDICADA	FECHA	INDICADA
CLIENTE	INDICADA	FECHA	INDICADA
PROYECTO	INDICADA	FECHA	INDICADA
CLIENTE	INDICADA	FECHA	INDICADA



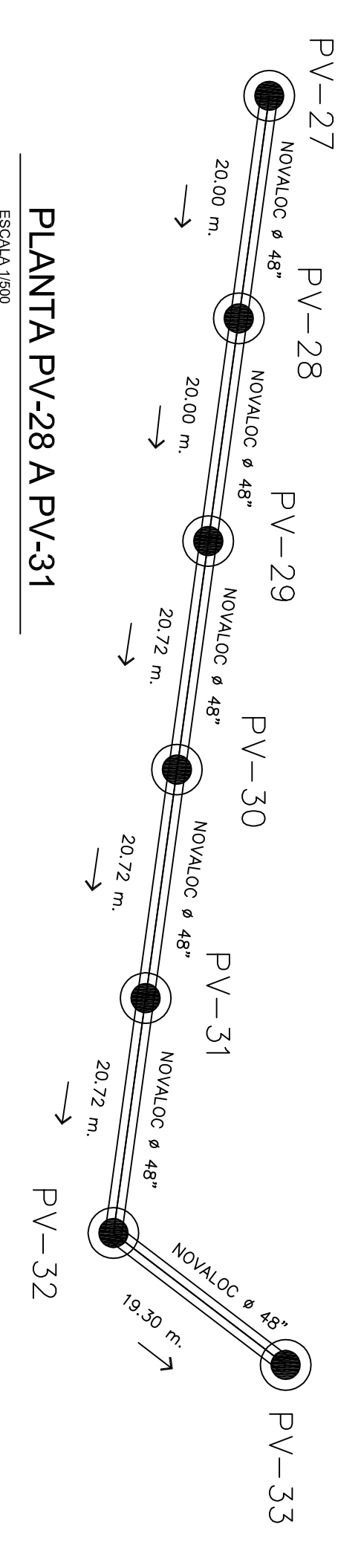
PLANTA PV-22 A PV-26  
ESCALA 1:500



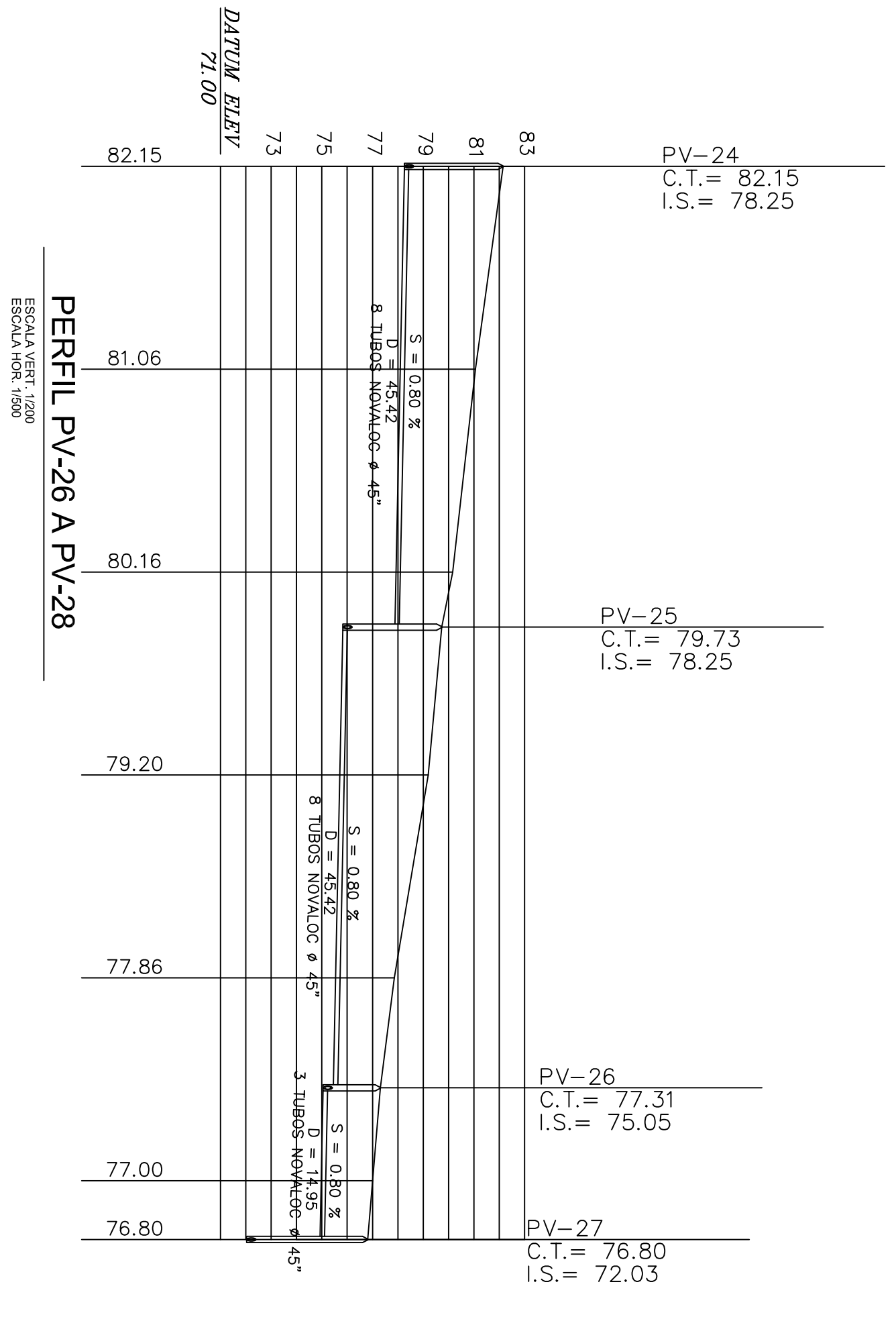
PERFIL PV-22 A PV-26  
ESCALA VERT 1:200  
ESCALA HOR 1:500



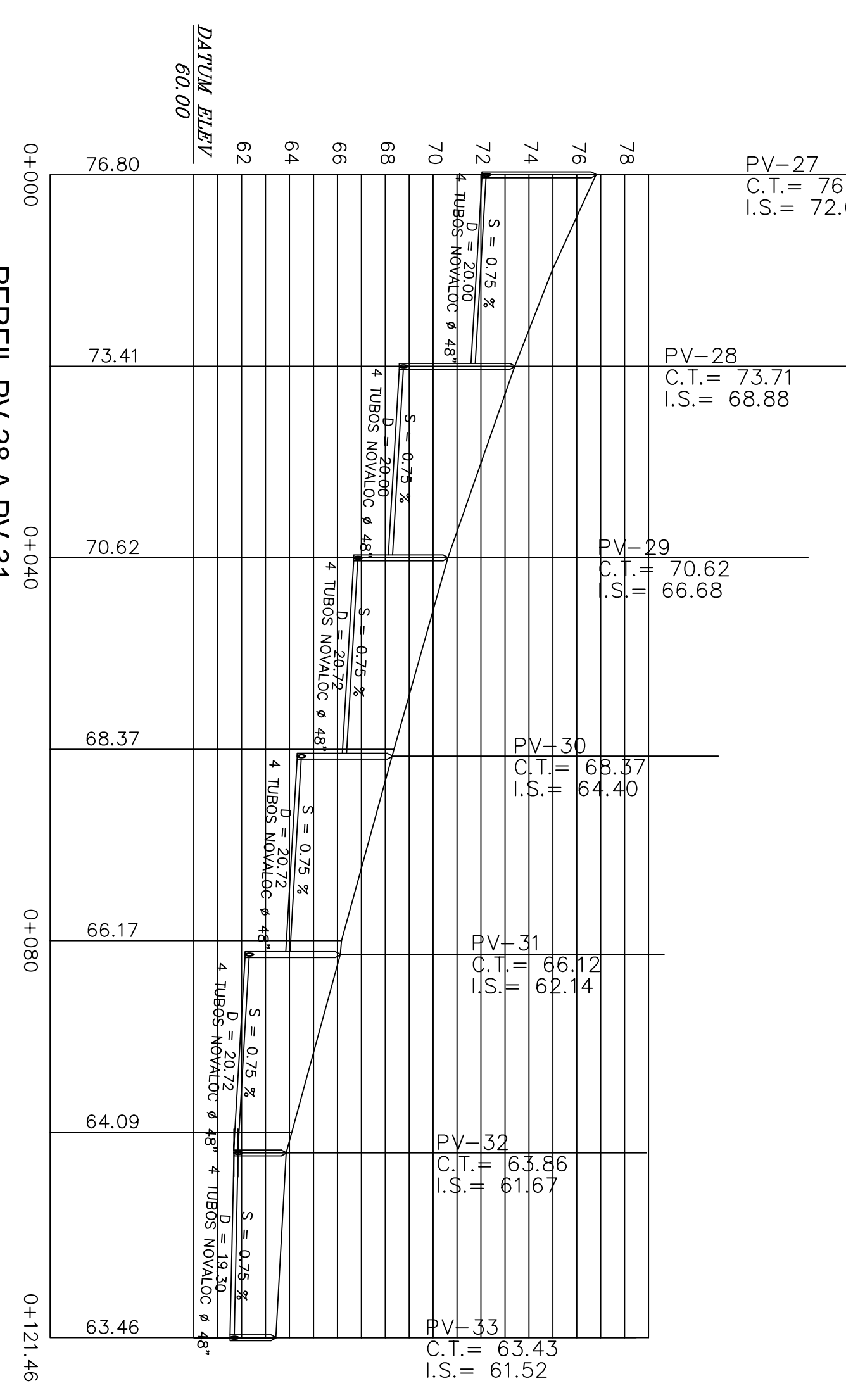
PLANTA PV-26 A PV-28  
ESCALA 1:500



PLANTA PV-28 A PV-31  
ESCALA 1:500



PERFIL PV-26 A PV-28  
ESCALA VERT 1:200  
ESCALA HOR 1:500



PERFIL PV-28 A PV-31  
ESCALA VERT 1:200  
ESCALA HOR 1:500

**SIMBOLOGIA**

POZO DE VISITA (PV)	C.T.	COTIA DE TERRENO
IE	COTIA INVERTI DE ENTRADA	IS.
IS.	COTIA INVERTI DE SALIDA	S
S	PENDIENTE	D
D	DISTANCIA	

INDICA DIRECCION DE PENDIENTE

**PLANTA - PERFIL**

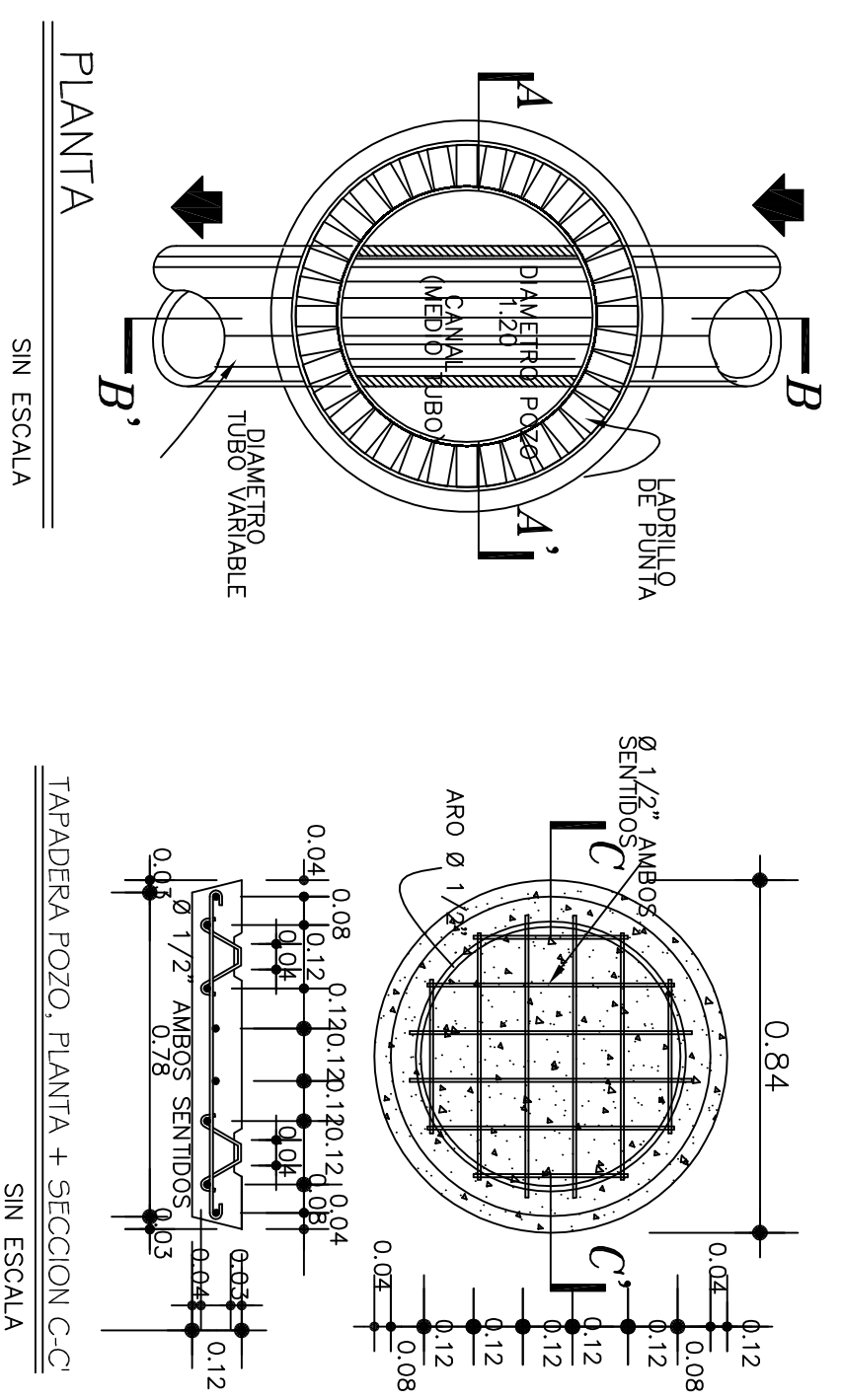
INDICADA EN UNA OBRAS DE OBRAS  
EJECUCION DE OBRAS  
EJECUCION DE OBRAS

PROYECTO  
**RED DE DRENAJE PLUVIAL  
ALDEA EL CANCHON**

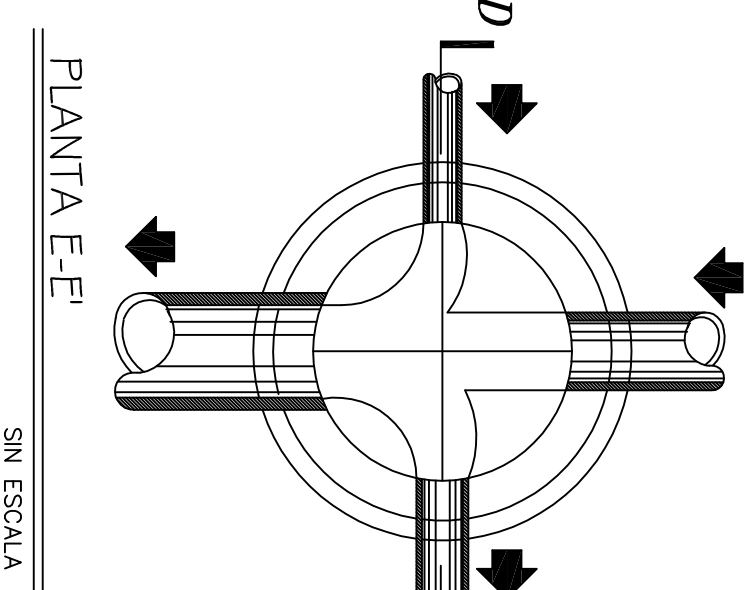
DISEÑO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	DISEÑO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ
FECHA	JULIO DE 2007	FECHA	JULIO DE 2007
PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ
PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ	PROYECTO	DORIAN RENE GOMEZ GONZALEZ

5  
6

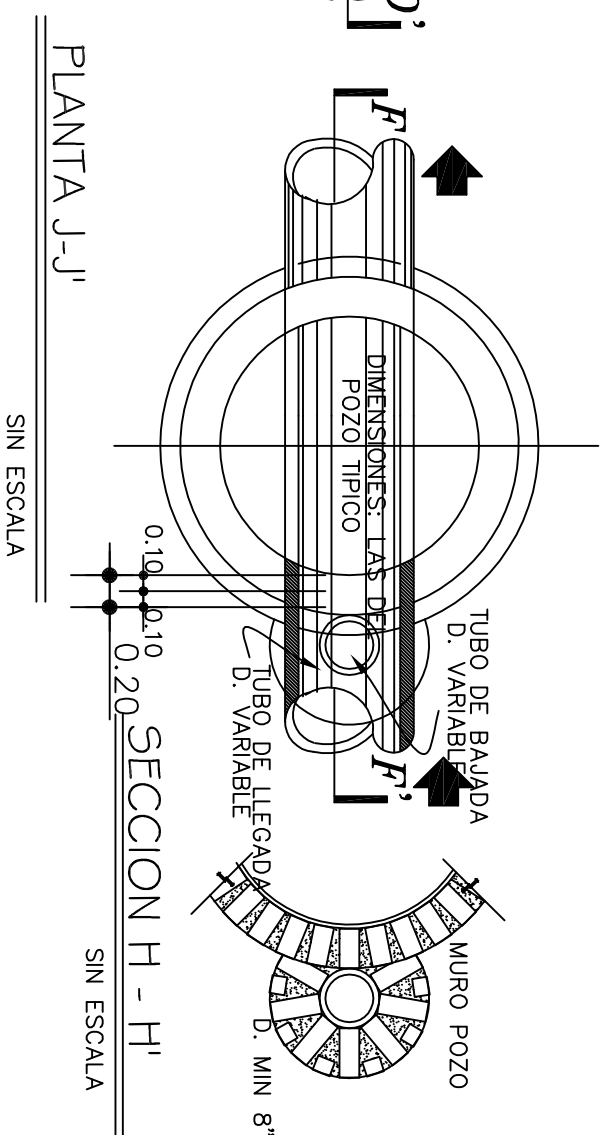
POZO DE VISITA TÍPICO



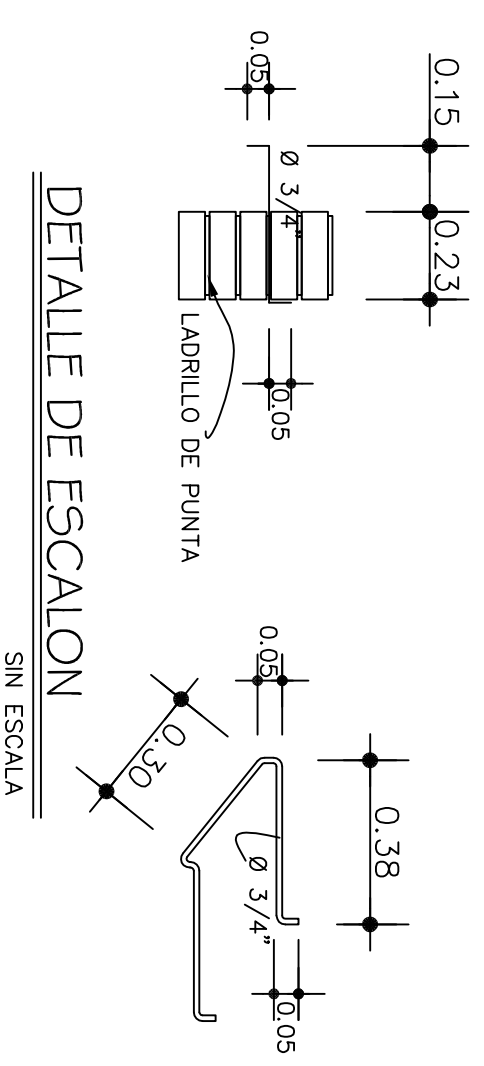
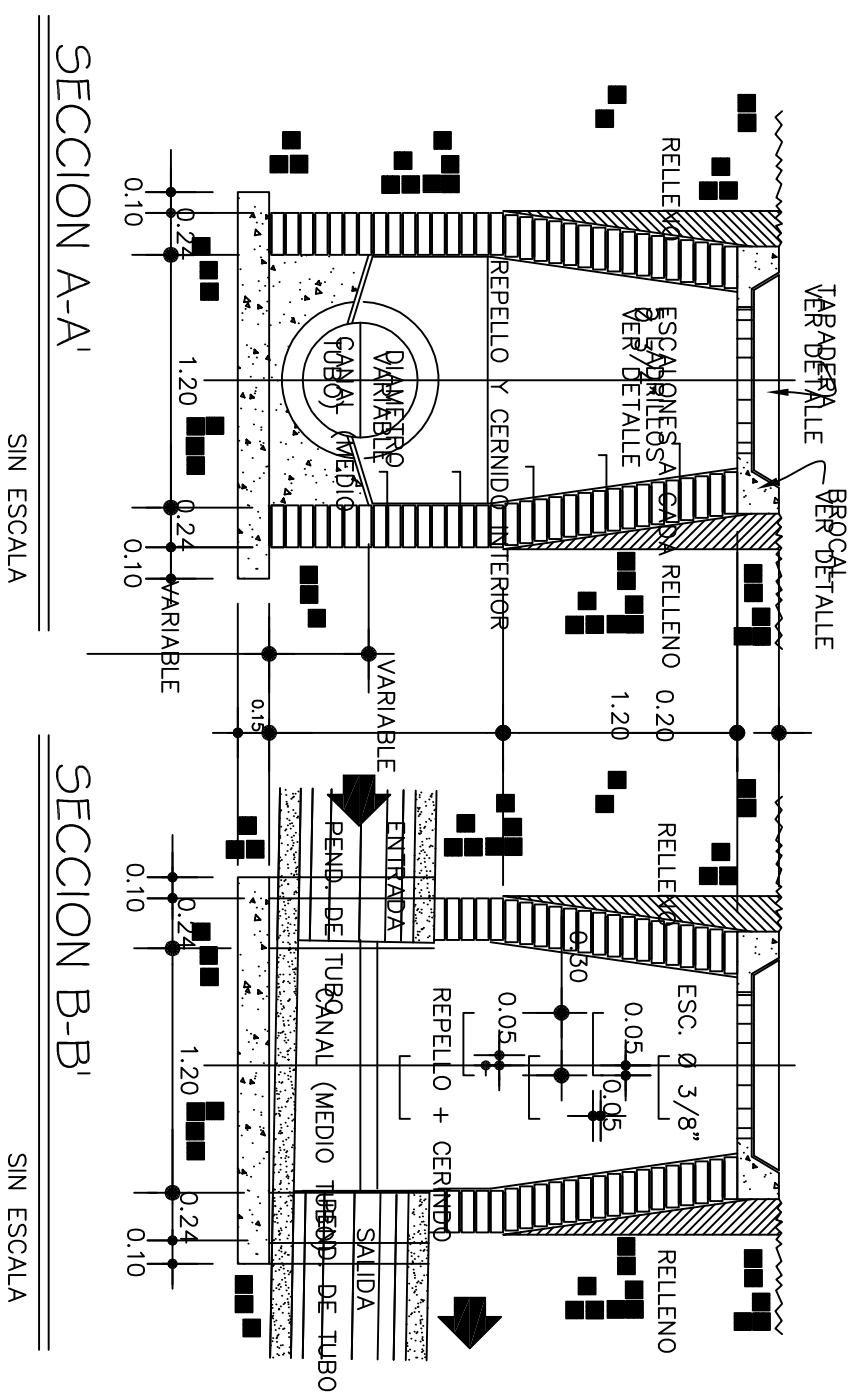
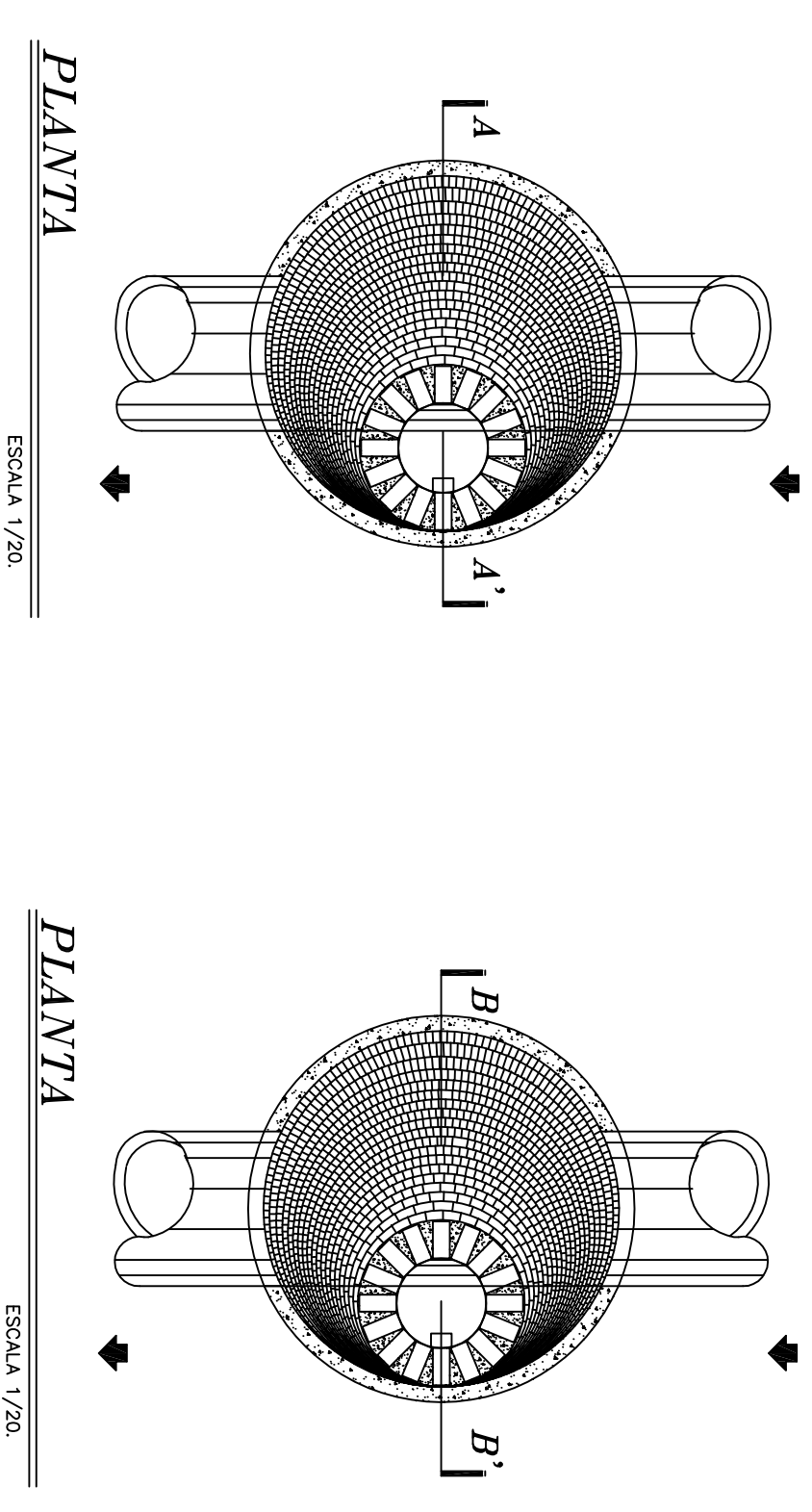
DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS



DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.

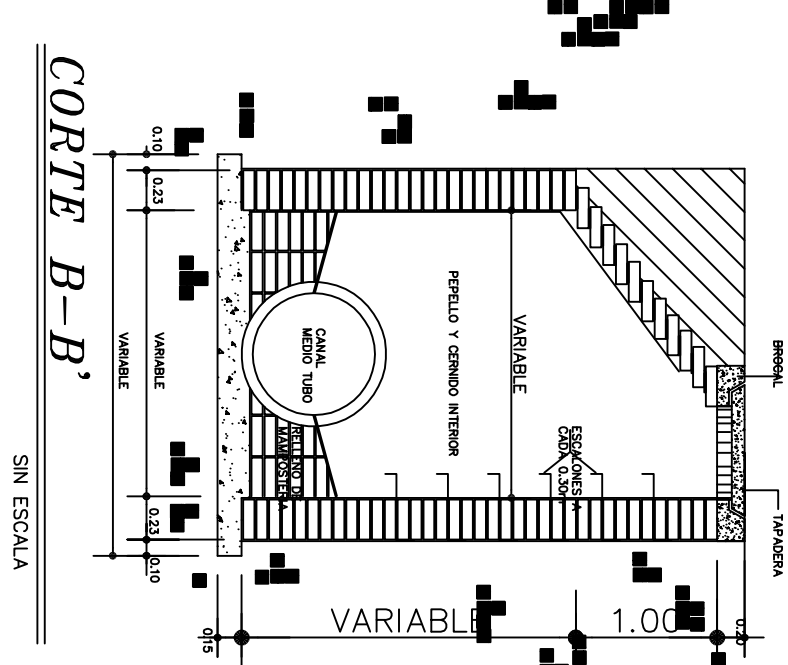
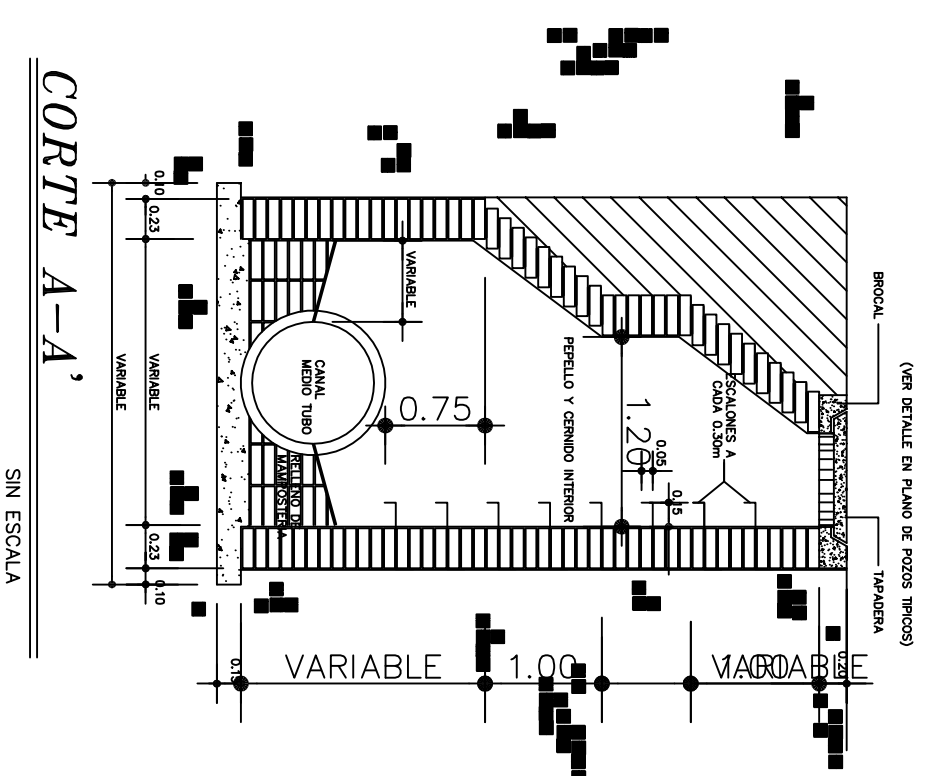
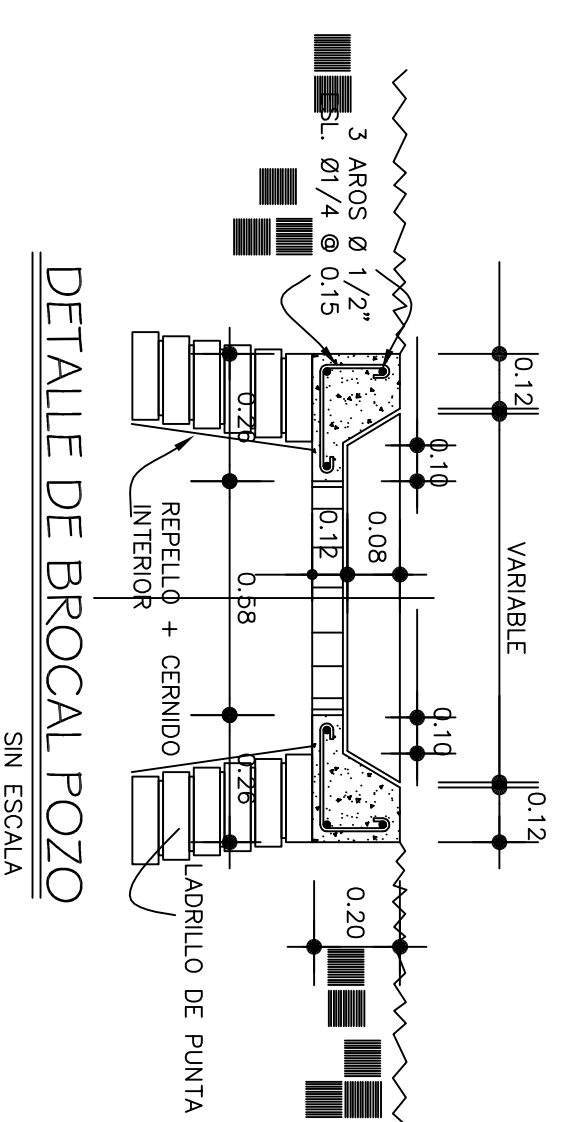
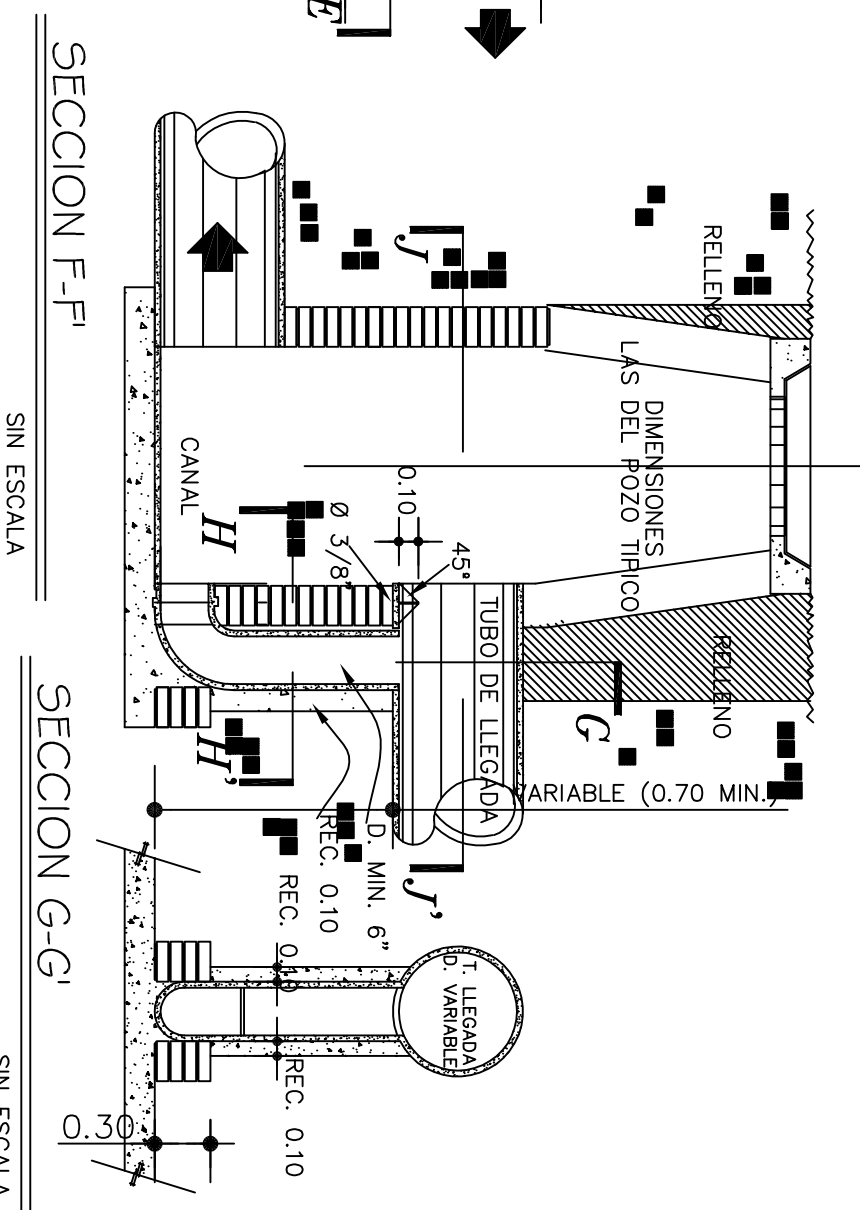
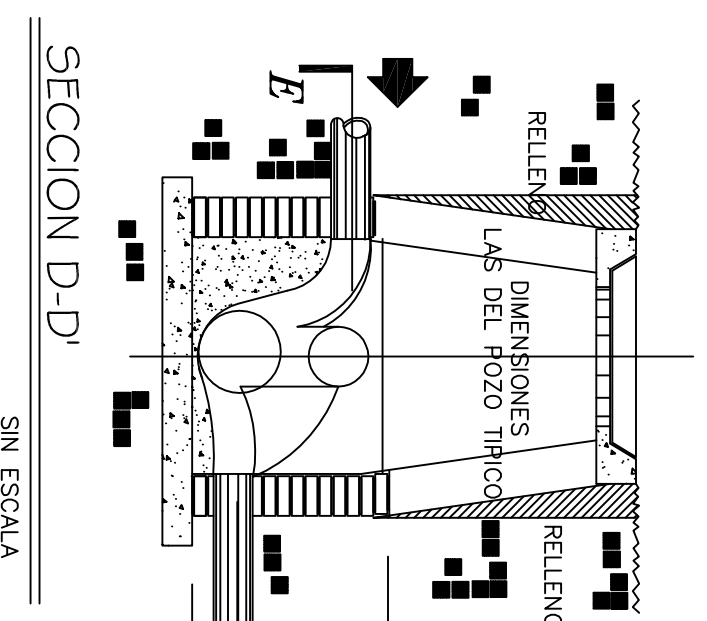



DETALLE DE POZOS PARA DIÁMETROS MAYORES



NOTAS:

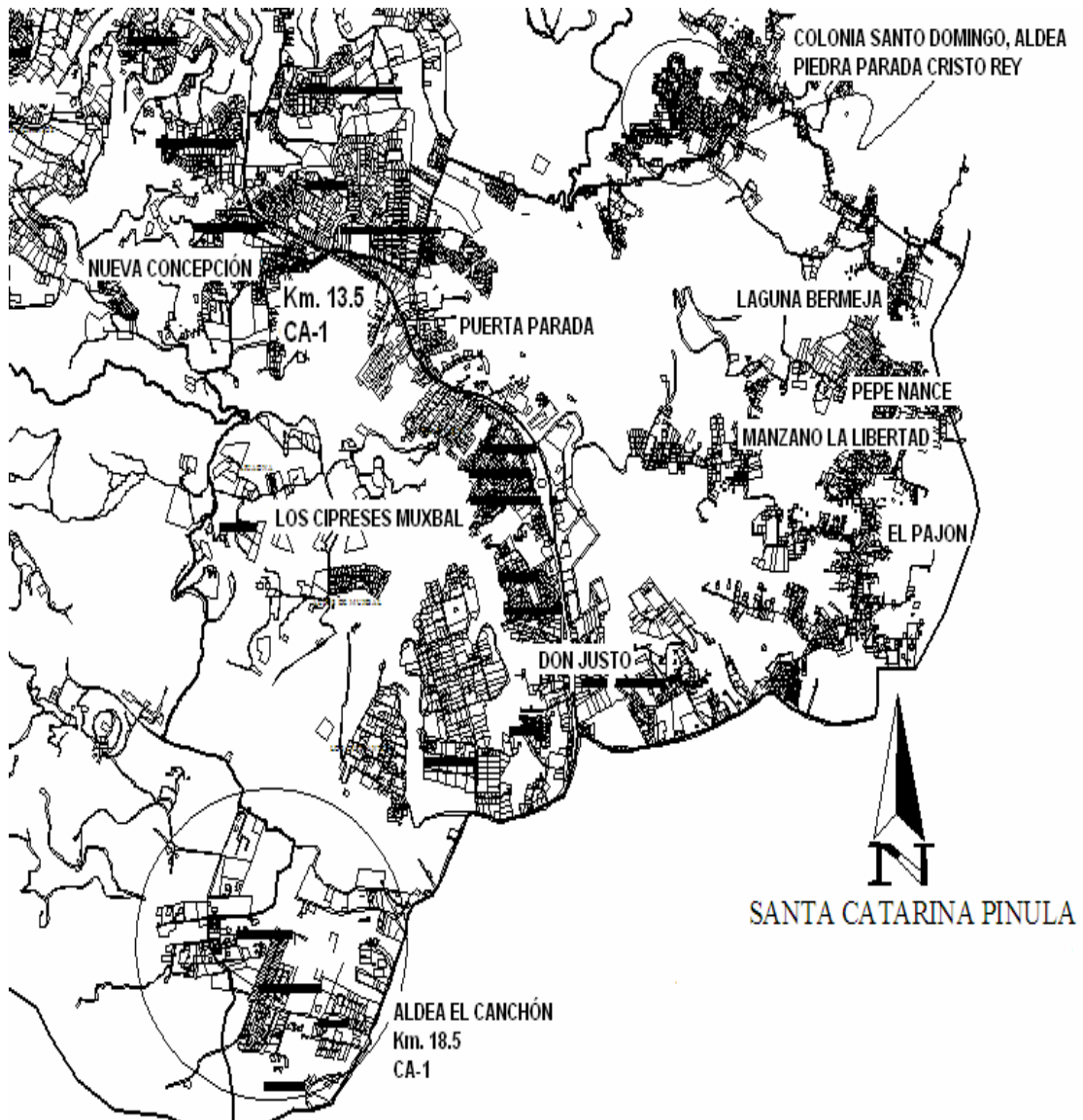
1. BROCALES, TAPADERAS, ESCALONES, CADAOS MAYORES DE 0.20m, ENTRADA DE DOS A POZOS DE VISITA TÍPICOS.
2. EL DIÁMETRO DE LA BARRA EN EL POZO DE VISITA, DEBERÁ MANTENERSE HASTA LA COTA DE CORONAMIENTO PARA LAS TUBERÍAS QUE ENTREN CON DIÁMETROS COMPEN- DIDOS ENTRE 50" Y 42".
3. PARA COLECTORES COMPARTIDOS ENTRE DIÁMETROS DE 48" A 60" EL DIÁMETRO INTERNO DEL TUBO SERÁ DE 25mm.
4. LA ANCHURA DE CALDA EN EL POZO DE VISITA PARA COLECTORES HASTA DE 24" DEBERÁ SER DE 12mm.
5. LAS ESPERIFICACIONES DE MATERIALES A UTILIZAR SERÁN:  
 $f_2 = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_3 = 210 \text{ kg/cm}^2$
6. LAS TAPADERAS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LOS BROCALES EN UNO DE ELLOS CON PROYCCIONADO NO MENOR DE 1cm.
7. LAS PAREDES INTERIORES DEBERÁN SER REPELLADAS Y CERRADAS.



		<b>PROYECTO</b> RED DE DRENAJE PLUVIAL ALDEA EL CANCHON	
<b>TITULAR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO DE COTRUPIAL SERVICIO MUNICIPAL DE SANEAMIENTO		<b>INDICADA</b> INDICADA	
<b>PLANTA - PERFIL</b>		<b>INDICADA</b> INDICADA	
<b>FECHA</b> DICIEMBRE DE 2007		<b>PROYECTISTA</b> ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ	
<b>PROYECTISTA</b> ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ		<b>FECHA</b> JULIO DE 2007	
<b>PROYECTISTA</b> ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ		<b>FECHA</b> JULIO DE 2007	
<b>PROYECTISTA</b> ING. OSCAR ARDIELTA HERNANDEZ		<b>FECHA</b> JULIO DE 2007	

## **ANEXO**

**Figura 1. Mapa geográfico de ubicación de proyectos**



**Fuente: Dirección de obras, municipalidad de Santa Catarina Pinula**

### Relaciones hidráulicas para sección circular

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0.0000	0.0192	0.0	0.0034	0.2328	0.0
0.0000	0.0305	0.0	0.0036	0.2363	0.0
0.0000	0.0399	0.0	0.0038	0.2398	0.0
0.0000	0.0483	0.0	0.0040	0.2433	0.0
0.0000	0.0561	0.0	0.0042	0.2467	0.0
0.0000	0.0633	0.0	0.0044	0.2501	0.0
0.0000	0.0702	0.0	0.0045	0.2535	0.0
0.0000	0.0767	0.0	0.0048	0.2568	0.0
0.0001	0.0829	0.0	0.0050	0.2602	0.0
0.0001	0.0889	0.0	0.0052	0.2635	0.0
0.0001	0.0947	0.0	0.0054	0.2668	0.0
0.0002	0.1004	0.0	0.0056	0.2700	0.0
0.0002	0.1058	0.0	0.0058	0.2733	0.0
0.0003	0.1112	0.0	0.0061	0.2765	0.0
0.0003	0.1164	0.0	0.0063	0.2797	0.0
0.0004	0.1214	0.0	0.0065	0.2828	0.0
0.0004	0.1264	0.0	0.0068	0.2860	0.0
0.0005	0.1313	0.0	0.0070	0.2891	0.0
0.0006	0.1361	0.0	0.0073	0.2922	0.0
0.0006	0.1408	0.0	0.0075	0.2953	0.0
0.0007	0.1454	0.0	0.0078	0.2984	0.0
0.0008	0.1499	0.0	0.0081	0.3014	0.0
0.0009	0.1544	0.0	0.0083	0.3045	0.0
0.0009	0.1588	0.0	0.0086	0.3075	0.0
0.0010	0.1631	0.0	0.0089	0.3105	0.0
0.0011	0.1673	0.0	<b>0.0092</b>	<b>0.3135</b>	<b>0.0</b>
0.0012	0.1716	0.0	0.0095	0.3164	0.0
0.0013	0.1757	0.0	0.0098	0.3194	0.0
0.0014	0.1798	0.0	0.0101	0.3223	0.0
0.0016	0.1839	0.0	0.0104	0.3252	0.0
0.0017	0.1879	0.0	0.0107	0.3281	0.0
0.0018	0.1918	0.0	0.0110	0.3310	0.0
0.0019	0.1958	0.0	0.0113	0.3339	0.0
0.0021	0.1996	0.0	0.0117	0.3367	0.0
0.0022	0.2035	0.0	0.0120	0.3395	0.0
0.0023	0.2072	0.0	0.0123	0.3424	0.0
0.0025	0.2110	0.0	0.0127	0.3452	0.0
0.0026	0.2147	0.0	0.0130	0.3480	0.0

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0.0026	0.2147	0.0	0.0130	0.3480	0.0
0.0028	0.2184	0.0	0.0133	0.3507	0.0
0.0029	0.2220	0.0	0.0137	0.3535	0.0
0.0029	0.2220	0.0	0.0137	0.3535	0.0
0.0031	0.2257	0.0	0.0140	0.3563	0.0
0.0033	0.2292	0.0	0.0144	0.3590	0.0
0.0148	0.3617	0.0	0.0373	0.4775	0.1
0.0151	0.3644	0.0	0.0378	0.4797	0.1
0.0155	0.3671	0.0	0.0384	0.4820	0.1
0.0159	0.3698	0.0	0.0390	0.4842	0.1
<b>0.0163</b>	<b>0.3725</b>	<b>0.0</b>	0.0396	0.4864	0.1
0.0167	0.3751	0.0	0.0402	0.4886	0.1
0.0171	0.3778	0.0	0.0409	0.4908	0.1
0.0175	0.3804	0.0	0.0415	0.4930	0.1
0.0179	0.3831	0.0	0.0421	0.4952	0.1
0.0183	0.3857	0.0	0.0427	0.4974	0.1
0.0187	0.3883	0.0	0.0434	0.4996	0.1
0.0191	0.3909	0.0	<b>0.0440</b>	<b>0.5017</b>	<b>0.1</b>
0.0195	0.3934	0.0	0.0446	0.5039	0.1
0.0200	0.3960	0.0	0.0453	0.5061	0.1
0.0204	0.3986	0.0	0.0459	0.5082	0.1
0.0208	0.4011	0.1	0.0466	0.5104	0.1
0.0213	0.4036	0.1	0.0472	0.5125	0.1
0.0217	0.4062	0.1	0.0479	0.5146	0.1
0.0222	0.4087	0.1	0.0486	0.5167	0.1
0.0226	0.4112	0.1	0.0492	0.5189	0.1
0.0231	0.4137	0.1	0.0499	0.5210	0.1
0.0235	0.4162	0.1	0.0506	0.5231	0.1
0.0240	0.4186	0.1	0.0513	0.5252	0.1
<b>0.0245</b>	<b>0.4211</b>	<b>0.1</b>	0.0520	0.5272	0.1
0.0250	0.4235	0.1	0.0527	0.5293	0.1
0.0254	0.4260	0.1	0.0534	0.5314	0.1
0.0259	0.4284	0.1	0.0541	0.5335	0.1
0.0264	0.4309	0.1	0.0548	0.5355	0.1
0.0269	0.4333	0.1	0.0555	0.5376	0.1
0.0274	0.4357	0.1	0.0562	0.5396	0.1
0.0279	0.4381	0.1	0.0569	0.5417	0.1
0.0284	0.4405	0.1	0.0576	0.5437	0.1
0.0290	0.4428	0.1	0.0584	0.5457	0.1
0.0295	0.4452	0.1	0.0591	0.5478	0.1
0.0300	0.4476	0.1	0.0598	0.5498	0.1

<b>q/Q</b>	<b>v/V</b>	<b>d/D</b>	<b>q/Q</b>	<b>v/V</b>	<b>d/D</b>
0.0300	0.4476	0.1	0.0598	0.5498	0.1
0.0305	0.4499	0.1	0.0606	0.5518	0.1
0.0311	0.4523	0.1	0.0613	0.5538	0.1
0.0316	0.4546	0.1	0.0621	0.5558	0.1
0.0322	0.4569	0.1	0.0628	0.5578	0.1
0.0327	0.4592	0.1	0.0636	0.5598	0.1
0.0333	0.4615	0.1	0.0644	0.5618	0.1
0.0338	0.4638	0.1	0.0651	0.5637	0.1
0.0344	0.4661	0.1	0.0659	0.5657	0.1
0.0349	0.4684	0.1	0.0667	0.5677	0.1
0.0355	0.4707	0.1	0.0675	0.5696	0.1
0.0361	0.4730	0.1	0.0682	0.5716	0.1
0.0367	0.4752	0.1	0.0690	0.5735	0.1
0.0698	0.5755	0.1	0.1120	0.6609	0.2
0.0706	0.5774	0.1	0.1130	0.6626	0.2
0.0714	0.5793	0.1	0.1140	0.6643	0.2
0.0722	0.5813	0.1	0.1150	0.6660	0.2
0.0731	0.5832	0.1	0.1160	0.6677	0.2
0.0739	0.5851	0.1	0.1170	0.6694	0.2
0.0747	0.5870	0.1	0.1180	0.6711	0.2
0.0755	0.5889	0.1	0.1190	0.6728	0.2
0.0764	0.5908	0.1	0.1200	0.6744	0.2
0.0772	0.5927	0.1	0.1211	0.6761	0.2
0.0780	0.5946	0.1	0.1221	0.6778	0.2
0.0789	0.5965	0.1	0.1231	0.6794	0.2
0.0797	0.5984	0.1	0.1242	0.6811	0.2
0.0806	0.6002	0.1	0.1252	0.6827	0.2
0.0814	0.6021	0.1	0.1263	0.6844	0.2
0.0823	0.6040	0.1	0.1273	0.6860	0.2
0.0831	0.6058	0.1	0.1284	0.6877	0.2
0.0840	0.6077	0.1	0.1294	0.6893	0.2
0.0849	0.6095	0.1	0.1305	0.6909	0.2
0.0858	0.6113	0.1	0.1315	0.6925	0.2
0.0866	0.6132	0.1	0.1326	0.6942	0.2
0.0875	0.6150	0.2	0.1337	0.6958	0.2
0.0884	0.6168	0.2	0.1348	0.6974	0.2
0.0893	0.6187	0.2	0.1358	0.6990	0.2
0.0902	0.6205	0.2	0.1369	0.7006	0.2
0.0911	0.6223	0.2	0.1380	0.7022	0.2
0.0920	0.6241	0.2	0.1391	0.7038	0.2
0.0929	0.6259	0.2	0.1402	0.7054	0.2



<b>q/Q</b>	<b>v/V</b>	<b>d/D</b>	<b>q/Q</b>	<b>v/V</b>	<b>d/D</b>
0.90333	1.1322	0.74	0.9652	1.1391	0.79
0.90477	1.1324	0.74	0.9664	1.1392	0.79
0.90619	1.1326	0.74	0.9677	1.1392	0.79
0.90762	1.1328	0.74	0.9689	1.1393	0.79
0.90904	1.1330	0.74	0.9701	1.1394	0.79
0.91046	1.1332	0.74	0.9714	1.1394	0.79
0.91187	1.1334	0.75	<b>0.9726</b>	<b>1.1395</b>	<b>0.79</b>
0.91328	1.1336	0.75	0.9738	1.1395	0.79
0.91469	1.1338	0.75	0.9750	1.1396	0.79
0.9161	1.1340	0.75	0.9762	1.1396	0.79
0.9175	1.1342	0.75	0.9774	1.1397	0.8
0.91889	1.1344	0.75	0.9786	1.1397	0.80
0.92028	1.1346	0.75	0.9798	1.1398	0.80
0.92167	1.1348	0.75	0.9810	1.1398	0.80
0.92306	1.1349	0.75	0.9822	1.1398	0.80
0.92444	1.1351	0.75	0.9833	1.1399	0.80
0.92582	1.1353	0.76	0.9845	1.1399	0.80
0.92719	1.1355	0.76	0.9857	1.1399	0.80
0.92856	1.1356	0.76	0.9868	1.1399	0.80
0.92993	1.1358	0.76	0.9880	1.1400	0.80
0.93129	1.1360	0.76	0.9892	1.1400	0.81
0.93265	1.1361	0.76	0.9903	1.1400	0.81
0.93400	1.1363	0.76	0.9914	1.1400	0.81
0.93535	1.1364	0.76	0.9926	1.1400	0.81
0.93669	1.1366	0.76	0.9937	1.1400	0.81
0.93804	1.1367	0.76	0.9948	1.1400	0.81
0.93937	1.1369	0.77	0.9959	1.1400	0.81
0.94071	1.1370	0.77	0.9971	1.1399	0.81
0.94204	1.1371	0.77	0.9982	1.1399	0.81
0.94336	1.1373	0.77	0.9993	1.1399	0.81
0.94468	1.1374	0.77	1.0004	1.1399	0.82
0.94600	1.1375	0.77	1.0014	1.1399	0.82
0.94731	1.1377	0.77	1.0025	1.1398	0.82
0.94862	1.1378	0.77	1.0036	1.1398	0.82
0.94993	1.1379	0.77	1.0047	1.1398	0.82
0.95122	1.1380	0.77	1.0057	1.1397	0.82
0.95252	1.1381	0.78	1.0068	1.1397	0.82
0.95381	1.1382	0.78	1.0079	1.1396	0.82
0.95510	1.1383	0.78	1.0089	1.1396	0.82
0.95638	1.1385	0.78	1.0100	1.1395	0.82

Fuente: Ricardo Antonio Cabrera Riepele. **Apuntes de Ingeniería Sanitaria II.** Páginas 31 y 32