

**PROYECTO DE REDES DE AGUA POTABLE, DRENAJE  
SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL DEL CONJUNTO  
URBANO “EX HACIENDA SANTA INÉS”, MUNICIPIO DE  
NEXTLALPAN, ESTADO. DE MÉXICO.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

**GUILLERMO GUERRERO SALINAS**

ASESOR:

**ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ**



UNAM  
Facultad de Ingeniería  
División de Ingeniería Civil y Geomática  
México D.F. 2008

**PROYECTO DE REDES DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE  
PLUVIAL DEL CONJUNTO URBANO “EX HACIENDA SANTA INÉS”, MUNICIPIO DE  
NEXTLALPAN, ESTADO. DE MÉXICO.**

**ÍNDICE**

		Pagina.
	INTRODUCCIÓN	1
1	ANTECEDENTES.....	3
1.1	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.....	3
1.1.1	LOCALIZACIÓN.....	3
1.1.2	EXTENSIÓN.....	4
1.1.3	OROGRAFÍA.....	4
1.1.4	HIDROGRAFÍA.....	4
1.2	INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES.....	5
1.2.1	EDUCACIÓN.....	5
1.2.2	SALUD.....	5
1.2.3	ABASTO.....	5
1.2.4	DEPORTE.....	5
1.2.5	VIVIENDA.....	5
1.2.6	SERVICIOS PÚBLICOS.....	6
1.2.7	VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	6
1.3	ACTIVIDAD ECONÓMICA (Principales Sectores, Productos y Servicios).....	7
1.3.1	AGRICULTURA.....	7
1.3.2	GANADERÍA.....	8
1.3.3	INDUSTRIA.....	8
1.3.4	COMERCIO.....	8
1.3.5	POBLACIÓN ACADÉMICAMENTE ACTIVA.....	8
1.4	USOS DEL SUELO .....	8
2	NORMATIVIDAD.....	9
2.1	MANUAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.....	9
2.1.1	DATOS BÁSICOS.....	9
2.1.1.1	POBLACIÓN DE PROYECTO.....	9
2.1.1.2	PROYECTOS DE AGUA POTABLE.....	9
2.1.1.2.1	CONSUMO.....	9
2.1.1.2.2	DOTACIÓN.....	9
2.1.1.2.3	COEFICIENTES DE VARIACIÓN.....	11
2.1.1.2.4	GASTOS DE DISEÑO.....	12
	GASTO MEDIO DIARIO	

	GASTO MÁXIMO DIARIO	
	GASTO MÁXIMO HORARIO	
2.1.1.2.5	VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.....	13
2.1.1.2.6	PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN.....	14
2.1.1.2.7	COEFICIENTES DE REGULACIÓN.....	15
2.1.1.2.8	ZANJAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	16
2.1.1.2.9	PLANTILLA O CAMA.....	17
2.1.1.3	PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	18
2.1.1.3.1	APORTACIÓN DE AGUA RESIDUAL.....	18
2.1.1.3.2	GASTOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO.....	18
	GASTO MEDIO	
	GASTO MÍNIMO	
	GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO	
	COEFICIENTE DE HARMON	
	GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO	
2.1.1.3.3	VARIABLES HIDRÁULICAS PERMISIBLES.....	21
	VELOCIDADES	
	PENDIENTES	
	DIÁMETROS MÍNIMOS Y MÁXIMOS	
	PERDIDAS POR FRICCIÓN	
2.1.1.3.4	PROFUNDIDAD DE ZANJAS PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	24
2.1.2	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	25
2.1.2.1	COMPONENTES DE UNA RED DE AGUA POTABLE.....	25
2.1.2.2	DIVISIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	28
2.1.2.3	FORMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	28
2.1.3	ALCANTARILLADO SANITARIO.....	29
2.1.3.1	SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	29
2.1.3.2	POZOS DE VISITA.....	30
2.1.3.3	ESTRUCTURA DE CAÍDA.....	32
2.1.3.4	SEPARACIÓN ENTRE POZOS DE VISITA.....	33
2.1.3.5	CAMBIOS DE DIRECCIÓN.....	33
2.1.3.6	CONEXIONES.....	34
2.1.4	ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	36
2.1.4.1	PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO.....	37
2.1.4.2	DIÁMETRO MÍNIMO.....	38
2.1.4.3	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	38
2.2	MANUAL DE NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.....	40
2.2.1	PRESIONES.....	40
2.2.2	CRUCEROS.....	40
2.2.3	VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.....	43
2.2.4	TOMAS DOMICILIARIAS.....	48

2.3	NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.....	49
2.3.1	DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO Y PENDIENTE ADECUADOS.....	49
2.3.2	DESCARGAS DOMICILIARIAS.....	49
2.3.3	DISPOSICIÓN DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA.....	50
2.3.4	SIMBOLOGÍA PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO.....	51
2.4	GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO DE LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO (CAEM).....	52
2.4.1	PROYECTO DE REDES DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	52
2.4.1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	52
2.4.1.2	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	52
2.4.1.3	DATOS GENERALES DE PROYECTO.....	52
2.4.1.4	MEMORIA DE CÁLCULO.....	54
2.4.1.5	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PARTES DEL PROYECTO.....	54
2.4.2	PROYECTO DE DRENAJE .....	55
2.4.2.1	TIPO DE DRENAJE Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	55
2.4.2.2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO-DRENAJE SANITARIO.....	55
2.4.2.3	MEMORIA DE CÁLCULO DRENAJE SANITARIO.....	56
2.4.2.4	DATOS GENERALES DEL PROYECTO-DRENAJE PLUVIAL.....	56
2.4.2.5	MEMORIA DE CÁLCULO- DRENAJE PLUVIAL.....	57
2.4.2.6	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PARTES DEL PROYECTO.....	57
3	ESTUDIOS PREVIOS.....	58
3.1	FACTIBILIDADES DE SERVICIO.....	58
3.2	TOPOGRAFÍA.....	60
3.3	SEMBRADO DEL DESARROLLO.....	62
3.4	ESTUDIO DE RASANTES Y VOLÚMENES .....	64
3.5	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	69
3.5.1	CLIMATOLOGÍA.....	69
3.5.2	HIDROGRAFÍA.....	77
3.5.3	MODELO DE TORMENTA. CURVA i-d-T.....	78
4	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	83
4.1	RED DE AGUA POTABLE.....	83
4.1.1	CALCULO DE GASTO DE DISEÑO.....	84
4.1.2	TRAZO DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	86
4.1.3	ELABORACIÓN DE TABLA DE CÁLCULO.....	88
4.1.4	DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED.....	89
4.1.4.1	ANÁLISIS HIDRÁULICO MEDIANTE SOFTWARE ESPECIALIZADO: EPANET.	90
4.1.4.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	92
4.1.5	ELABORACIÓN DE CRUCEROS Y CUANTIFICACIÓN DE PIEZAS.....	93
4.1.6	PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE.....	96



4.2	RED DE DRENAJE SANITARIO.....	96
4.2.1	GASTO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO.....	97
4.2.2	TRAZO DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	100
4.2.3	ELABORACIÓN DE TABLA DE CÁLCULO (POR MANNING).....	102
4.2.4	PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO	104
4.3	RED DE DRENAJE PLUVIAL.....	106
4.3.1	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	107
4.3.2	DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE APORTACIÓN.....	107
4.3.3	GASTO DE DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL.....	109
4.3.4	TRAZO DE LA RED.....	111
4.3.5	ELABORACIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PLUVIAL (POR MANNING).....	113
4.3.6	PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL.....	115
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	119
	ANEXO	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
1 Dotaciones.....	10
2 Gasto de diseño para estructuras de agua potable.....	12
3 Coeficiente de variación diaria y horaria.....	12
4 Velocidades máximas y mínimas permisibles en tuberías.....	14
5 Rugosidad absoluta $\epsilon$ de algunos materiales.....	14
6 Coeficiente de regulación.....	16
7 Ancho y profundidad de la zanja.....	17
8 Gasto mínimo de aguas residuales.....	19
9 Coeficiente de fricción (n) para usarse en la ecuación de Manning.....	23
10 Colchón mínimo.....	25
11 Tipos de estructuras de caídas.....	33
12 Conexiones de tuberías.....	35
13 Periodos de retorno.....	38
14 Valores de coeficiente de escurrimiento.....	39
15 Selección del tipo de caja para operación de válvulas.....	44
16 Estructura de pavimento.....	65
17 Volúmenes de estructura de pavimentos de vialidades ( $m^3$ ).....	66
18 Volúmenes de estructura de plataformas de viviendas ( $m^3$ ).....	66
19 Volúmenes de subrasante en vialidades ( $m^3$ ).....	66
20 Volúmenes de subrasante en viviendas ( $m^3$ ).....	66
21 Volúmenes de Despalme ( $m^3$ ).....	66
22 Estación Tultepec. Temperatura media.....	72
23 Estación Tultepec. Temperatura mínima extrema.....	73
24 Estación Tultepec. Temperatura máxima extrema.....	74
25 Precipitación total.....	75
26 Evaporación total.....	76
27 Información pluviográfica. Estación Presa Guadalupe.....	79
28 Intensidades de Lluvia para las tormentas máximas anuales.....	80
29 Unidades mueble para el cálculo de gastos.....	85
30 Datos de proyecto de Agua Potable.....	86
31 Datos de ingreso al programa de cómputo.....	89
32 Resultados para los nudos.....	93
33 Resultados para los tramos.....	93
34 Datos de proyecto del drenaje sanitario.....	99
35 Tabla de cálculo del drenaje sanitario.....	102
36 Coeficiente de escurrimiento.....	107
37 Datos de proyecto del drenaje pluvial.....	111
38 Tabla de cálculo del drenaje pluvial.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1 Configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua y drenajes.....	1
Figura 1.1 Localización del municipio de Nextlalpan.....	4
Figura 1.2 Croquis de Localización del predio.....	7
Figura 2 Distribución por gravedad (recomendable).....	28
Figura 3 Conexión hermética de pozo de visita con tubería.....	31
Figura 4 Signos convencionales de piezas especiales de fierro fundido (fo.fo)	41
Figura 5 Signos convencionales de piezas especiales de P.V.C.....	42
Figura 6 Atraques.....	43
Figura 7 Toma domiciliaria.....	48
Figura 8 Descarga domiciliaria.....	49
Figura 9 Disposición de plantilla en pozos de visita.....	50
Figura 10 Signos convencionales para proyectos de alcantarillado.....	51
Figura 11 Documento de Factibilidad de servicios.....	59
Figura 12 Modelo Conceptual de Rasantes y Plataformas.....	65
Figura 13 Temperatura.....	70
Figura 14 Precipitación-Evaporación.....	71
Figura 15 Modelo de tormenta .....	82
Figura 16 Localización de la primera etapa del proyecto.....	84
Figura 17 Interconexión de objetos de EPANET.....	90
Figura 18 Esquema a plan maestro del drenaje sanitario.....	97
Figura 19 Esquema a plan maestro del drenaje pluvial.....	106

## ÍNDICE DE PLANOS

	Página.
Plano 1.a	Caja para la operación de válvulas..... 45
Plano 1.b	Cajas tipo para la operación de válvulas..... 46
Plano 1.c	Volumen de obra en cajas para operación de válvulas..... 47
Plano 2	Plano topográfico..... 61
Plano 3	Proyecto de Sembrado..... 63
Plano 4	Proyecto de Rasantes y Plataformas..... 68
Plano 5	Proyecto de la red de agua potable. (Planta)..... 87
Plano 6	Cruceros de la Red de Agua Potable..... 94
Plano 7	Detalles de la Agua Potable..... 95
Plano 8	Proyecto de la red de drenaje sanitario. (Planta)..... 101
Plano 9	Proyecto de la red de drenaje sanitario. Detalles..... 105
Plano 10	Áreas de aportación pluvial..... 108
Plano 11	Proyecto de la red drenaje pluvial. (Planta)..... 112
Plano 12	Proyecto de la red de drenaje pluvial. Detalles..... 116

## INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida, su uso en las poblaciones es diverso, como es el caso del consumo humano, para el aseo personal, y en actividades como la limpieza doméstica y en la cocción de los alimentos. Además se usa para fines comerciales, públicos e industriales; también en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y en recreación.

Es importante mencionar que una vez que el agua ha sido empleada, debe ser desalojada a través de una red de alcantarillado sanitario y conducida a una planta de tratamiento para que posteriormente pueda ser reutilizada o reintegrada a la naturaleza sin causar deterioro ambiental.

Las redes de alcantarillado sanitario se manejan separadamente de las redes de alcantarillado pluvial. Una red de alcantarillado pluvial es un sistema de tuberías, sumideros e instalaciones complementarias que permite el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar posibles molestias, e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o escurrimiento superficial. Su importancia se manifiesta especialmente en zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables.

En la figura 1 se muestra la configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua y drenajes.

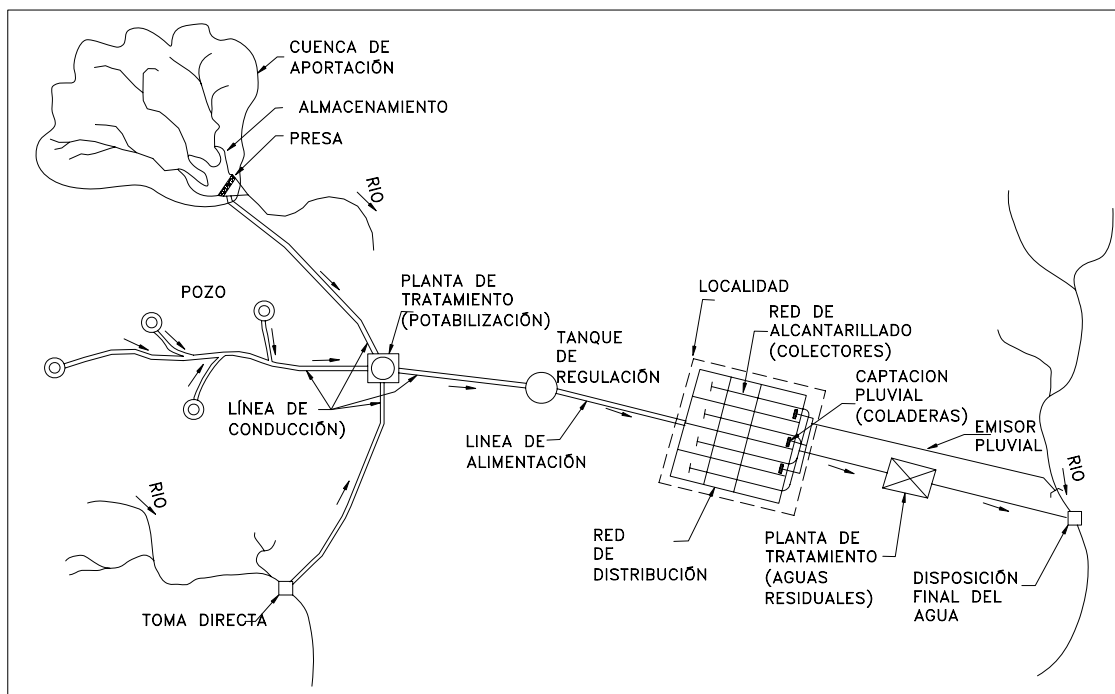


Fig. 1 Configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua y drenajes.

El objetivo de este trabajo es mostrar al lector los datos necesarios para la realización de los proyectos de las redes hidráulicas, así como también se presenta una manera práctica de hacer los cálculos con ayuda de programas de cómputo.

En el capítulo uno se mencionarán los antecedentes del proyecto, el cual será aplicado a un desarrollo habitacional que se pretende construir en el municipio de Nextlalpan, Estado de México.

El capítulo dos describe algunos puntos esenciales de la normatividad aplicable al proyecto de las redes de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial, basándose primordialmente en el manual de la Comisión Nacional del Agua, así como también en las normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable y alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la República Mexicana editada por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) y en la guía para la presentación de los proyectos de agua potable drenaje y saneamiento editado por la Comisión del Agua del Estado de México.

El capítulo tres hace referencia de los estudios previos que se deben de realizar para la ejecución del proyecto de las redes hidráulicas.

Por último en el capítulo cuatro se describe la realización del proyecto, la obtención de los gastos de diseño y el cálculo de cada una de las redes, teniendo la ayuda del software llamado EPANET para el análisis hidráulico de la red de agua potable y la ayuda de hojas de cálculo (Excel) para las redes de drenaje sanitario y pluvial.

## **1. ANTECEDENTES**

Se pretende desarrollar en el municipio de Nextlalpan, Estado de México, el conjunto urbano llamado Ex—Hacienda de Santa Inés, en el cual se contempla construir 10,000 viviendas, requiriendo de la ejecución de obras de infraestructura para dotarlo de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial.

Se considera que el proyecto contribuya al desarrollo de la zona en forma sustentable, apegándose a las regulaciones ambientales del lugar, y se prevé que exista un mejoramiento económico del Municipio de Nextlalpan, por la derrama económica que implica el proyecto, desde su construcción hasta su operación y mantenimiento.

Con la realización de este proyecto se pretende disminuir la alta demanda de vivienda en la zona, aprovechando la infraestructura existente y las características particulares del terreno.

El proyecto se pretende realizar por etapas, siendo la primera etapa la mostrada en este trabajo.

La primera etapa abarca una superficie total de 30.18 ha, la cual contempla a 2,830 viviendas y con un área de donación y servicios de 6.34 ha.

### **1.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS**

#### **1.1.1 Localización**

El municipio de Nextlalpan se localiza en la parte norte del Estado de México, en las coordenadas, 19° 40' 50" y 19° 46' 21" de latitud norte; 99° 01' 54" y 99° 07' 46" longitud oeste; a una altura de 2, 230 a 2,240 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte, con los municipios de Zumpango y Jaltenco; al sur, con los municipios Tultepec, Tultitlán y el pueblo de Tonanitla (territorio aislado de Jaltenco), y con el municipio de Tecámac; al oriente, con Tecámac y Zumpango; y al poniente, con Zumpango, Cuautitlán y Melchor Ocampo. La distancia aproximada a la capital del estado es de 105 Km., y a la ciudad de México es de 39 Km., aproximadamente. Ver figura 1.1 y 1.2



Figura 1.1 Localización del municipio de Nextlalpan.

### 1.1.2. Extensión

Según datos del Instituto de Investigación e Información Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM) el territorio tiene 42.49 km<sup>2</sup>, que corresponden al 0.19% respecto al territorio estatal y ocupa el lugar 96, en extensión entre los 122 municipios.

### 1.1.3. Orografía

El municipio posee en el suroeste una pequeña parte del cerro de Tenopalco, así como en el poniente y a lo largo de 6 kilómetros, entre los barrios de Atocan y Acuitlapilco, existen diseminados unos pequeños médanos (montones de arena), consecuencia del deslave de lejanas montañas en tiempos remotos. Entre los barrios de Atocan y Atenanco existe una pequeña depresión de aproximadamente 400 metros de diámetro, llamada Tlacomulco.

### 1.1.4. Hidrografía

En la jurisdicción municipal pasan dos importantes corrientes de aguas negras, una es “el gran canal del desagüe del valle de México” y la otra es “el canal de costera”. El agua potable que abastece a gran parte del Distrito Federal o zonas conurbanas, es tomada de los pozos profundos de la región.



## **1.2 INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES**

### **1.2.1. Educación**

Para impartir la educación existen 10 planteles de enseñanza preescolar, 14 primarias, 5 secundarias, 1 preparatoria y una escuela para adultos donde se imparten clases de enfermería, corte y confección, cultora de belleza, florería, taquimecanografía y secundaria intensiva.

En el municipio hay 8,825 alfabetos y 411 analfabetos por lo que el analfabetismo se ubica en 4.44%.

### **1.2.2. Salud**

Existen dos centros de salud, uno ubicado en el pueblo de Xaltocan y el otro en el barrio central. Cada uno de ellos es atendido por un médico, una enfermera y un odontólogo quienes realizan el servicio social, también laboran 5 enfermeras.

El equipo usado es el básico, el cual es insuficiente. El promedio de pacientes atendidos en los últimos cinco meses ha sido de 22 personas diariamente. Los servicios brindados son de consulta externa o servicios de primer nivel.

Existen los programas de planificación familiar, vacunas (esquema básico de la cartilla de vacunación), saneamiento ambiental y detección de padecimientos.

### **1.2.3. Abasto**

A falta de un mercado establecido se instalan tres tianguis por semana en la cabecera municipal y uno en cada barrio, además el pequeño comercio establecido abastece a toda la población.

### **1.2.4. Deporte**

Para practicar el deporte, en el municipio hay 27 canchas y en proceso de construcción la unidad deportiva.

Sin embargo las áreas deportivas con que cuenta el municipio no son suficientes para atender la demanda de la población juvenil, el deporte de más arraigo es el fútbol soccer, contando con una liga de fútbol, en donde la mayoría de la comunidad práctica este deporte, en cada localidad existe una cancha. Otros deportes de popularidad en la región son el básquetbol y el béisbol.

### **1.2.5. Vivienda**

En 1995 el territorio municipal tenía 3,059 viviendas con una población de 15,053 habitantes, es decir un promedio de 4.9 ocupantes por vivienda.

Las casas de adobe y piedra han venido a ser desplazadas por materiales modernos, ahora el 90% de las viviendas están construidas de concreto y tabicón, el resto de lámina, madera y ladrillo, cuentan con servicios de agua, drenaje y electricidad, se usa gas para la cocina y baño, la mayoría tiene un patio, corral y otras un pequeño jardín.

Cabe señalar, que en el año 2000, de acuerdo a los datos preliminares del Censo General de Población y Vivienda, efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), hasta entonces, existían en el municipio 4,124 viviendas en las cuales en promedio habitan 4.79 personas en cada una.

### 1.2.6. Servicios Públicos

La cobertura de servicios públicos satisface las necesidades de la población como se indica.

Servicio	Porcentaje
Agua de uso doméstico	89.80%
Energía eléctrica	98.92%
Mantenimiento del drenaje urbano	
Recolección de basura y limpieza	95%
De las vías públicas	80%
Seguridad Pública	70%
Pavimentación	35%
Drenaje	85.42%

No hay mercado ni rastro; el ayuntamiento administra los servicios de parques y jardines, edificios públicos, monumentos, fuentes y panteones.

### 1.2.7. Vías de Comunicación

Las vías principales son las carreteras: Ojo de Agua–Nextlalpan–Zumpango; Ojo de Agua–Miltenco–Zumpango; San Sebastián–Nextlalpan y Nextlalpan–Chavira–Cuautitlán.

Las vías ferroviarias que pasan por Xaltocan van de Buenavista, México a Beristain Hidalgo, con una ramificación hacia Tlaxcala y Veracruz; sólo circulan trenes de carga ya que los de pasajeros fueron suspendidos en 1997.

La gente viaja en combis de servicio local y en autobuses que van al Distrito Federal; también hay bici taxis de gran utilidad para los que viven fuera de la ruta del auto transporte. En lo particular la gente se desplaza en bicicletas y triciclos; las carretas tiradas por acémilas y asnos se usan para el acarreo de los productos

del campo. Camiones de carga, camionetas y automóviles son de uso particular y agilizan las actividades cotidianas. Ver figura 1.2.

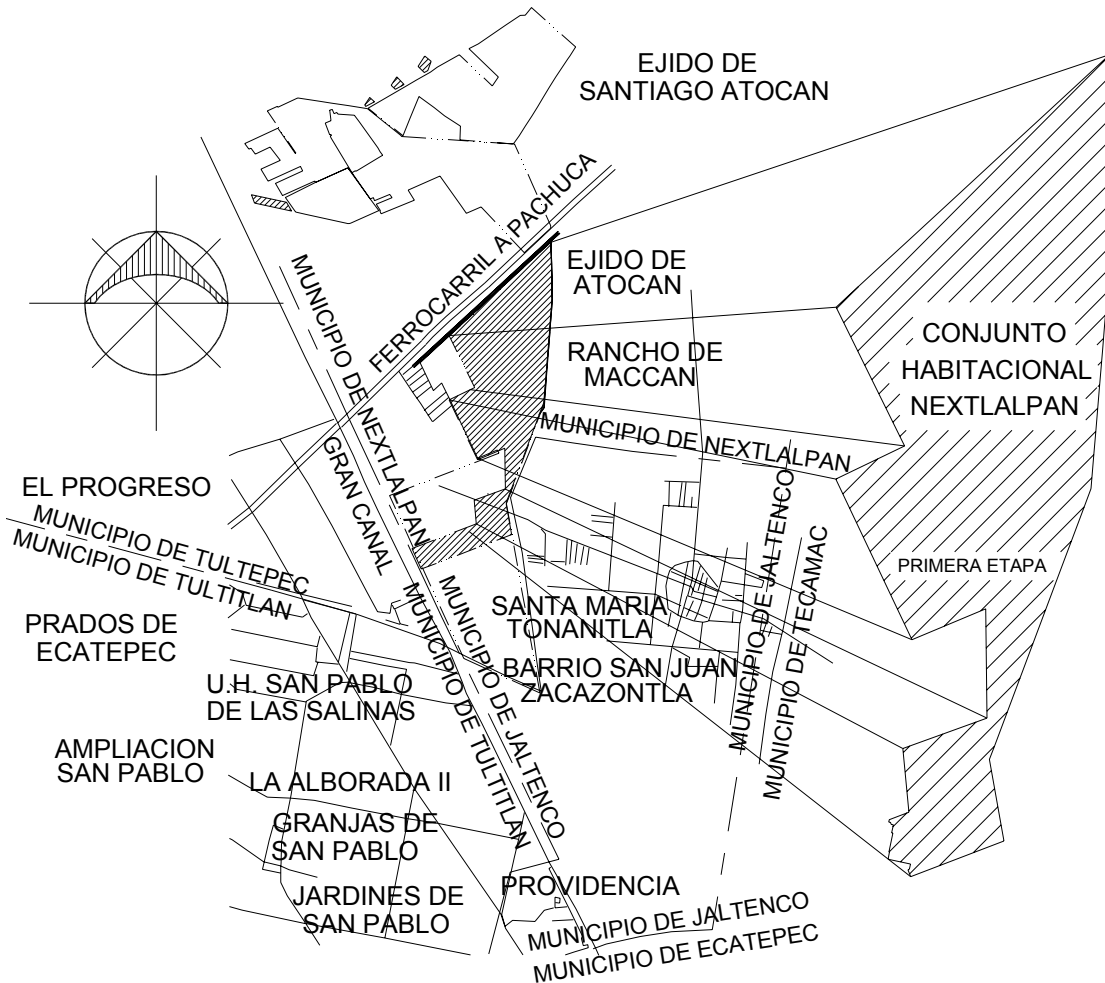


Figura 1.2. Croquis de Localización del predio.

### 1.3 ACTIVIDAD ECONÓMICA (Principales Sectores, Productos y Servicios)

#### 1.3.1. Agricultura

A causa de la poca humedad en los suelos ha ocasionado desde hace varias décadas que las actividades agropecuarias hayan caído al 15% haciendo que los campesinos complementen su economía recurriendo a otras actividades, ocupándose como obreros y pequeños comerciantes.

Debido a que el lago de Xaltocan fue de agua salada, actualmente los suelos desecados son salitrosos, por lo cual la actividad de la agricultura no es redituable. A pesar de ello la tierra se fertiliza gracias al esfuerzo de los campesinos y a la introducción de los sistemas de riego Nextlalpan I y otros ya existentes. Los cultivos preferidos y más cosechados son: maíz, cebada y frijol. Para ahorrar tiempo y trabajo se usa maquinaria moderna como tractores y segadores.

### **1.3.2. Ganadería**

En el municipio se asientan algunas granjas avícolas y porcícolas. Pocas personas se dedican a criar en muy baja escala algunos animales de especie lanar, porcícola, vacuno y aves de corral para autoconsumo.

### **1.3.3. Industria**

Desde 1943 inició en el municipio la industria de la confección de ropa destacando la fabricación de pantalones, aunque también se confeccionan camisas, vestidos, chamarras, trajes de baño y crinolinas.

La mayoría de los talleres son maquiladoras, las prendas que se elaboran son de mezclilla. La industria es una actividad que proporciona una fuente de trabajo para los habitantes del municipio y de otras comunidades.

### **1.3.4. Comercio**

En el municipio hay establecimientos comerciales con giros diversos, como tiendas de ropa, calzado, alimentos o misceláneas, ferreterías, papelerías, etc. un amplio sector se dedica al comercio ambulante, distribuyendo diversas mercancías por el sistema de abonos y al contado, vendiendo en la localidad y en poblaciones lejanas, visitando tianguis y domicilios.

### **1.3.5. Población Económicamente Activa**

El 27% de la población total del municipio pertenece a la población económicamente activa.

## **1.4 USOS DEL SUELO**

El fraccionamiento Ex-hacienda Santa Inés, está destinado a la construcción de viviendas unifamiliar en lotes individuales, también contará con áreas para recreación y deporte, educación, equipamiento y comercio.

## **2.       NORMATIVIDAD**

En este capítulo se mostrara algunos puntos esenciales de la normatividad aplicable para el diseño de las redes de distribución de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial.

### **2.1    MANUAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE COMISION NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA).**

#### **2.1.1  DATOS BÁSICOS**

##### **2.1.1.1       Población de proyecto**

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

Por parte de los datos censales de densidad poblacional que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), es posible determinar la población total para los proyectos.

##### **2.1.1.2       PROYECTOS DE AGUA POTABLE**

###### **2.1.1.2.1.    Consumo**

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan lo usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup>/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

###### **2.1.1.2.2.    Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab/día.

Se considera que los consumos son iguales a las dotaciones ya que en los proyectos nuevos se desprecia las perdidas físicas en el sistema.

En la tabla 1 se presentan las dotaciones para distintos climas y clases socioeconómicas a servir, así como también para sus diferentes usos.

**Tabla 1. DOTACIONES**

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICALIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Clasificación de climas por su temperatura	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL: (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	CALIDO
De 18 a 22	SEMICALIDO
De 12 a 17.9	TEMPLADO
De 5 a 11.9	SEMIFRIO
Menor que 5	FRÍO

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/m <sup>2</sup> /día (a)
Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día (a)
Mercados	100 l/local/día
Baños públicos	300 l/bañista/regadera/día (b)
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día (a, b)
Cines y teatros	6 l/asistente/día (b)

Clasificación	Consumos en hoteles (l/cuarto/día)	
	Zona turística	Zona urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA (l/trabajador/jornada)
Industrias donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo.	100 (a)
Otras industrias	30 (a)

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m <sup>3</sup> /día)
Azucarera	4.5 - 6.5
Química (c)	5.0 - 25.0
Papel y celulosa (d)	40.0 - 70.0
Bebidas (e)	6.0 - 17.0
Textil	62.0 - 97.0
Siderúrgica	5.0 - 9.0
Alimentos (f)	4.0 - 5.0

Notas: a) Variable de acuerdo al producto.  
 b) Se indican sólo los índices de celulosa.  
 c) Se tomó como representativa la cerveza.  
 d) Se tomó como representativos los alimentos lácteos.

<b>Consumo para usos públicos</b>	
<b>TIPO DE INSTALACIÓN</b>	<b>CONSUMO DÉ AGUA</b>
<b>SALUD:</b>	
Hospitales, Clínicas y Centros de salud.	800 l/cama/día (a, b)
Orfanatorios y asilos	300 l/huésped/día (a)
<b>EDUCACIÓN Y CULTURA:</b>	
Educación elemental	20 l/alumno/turno (a, b)
Educación media y superior	25 l/alumno/turno (a, b)
<b>RECREACIÓN:</b>	
Alimentos y bebidas	12 l/comida (a, b)
Entretenimiento (teatros públicos)	6 l/asiento/día (a, b)
Recreación social (deportivos municipales)	25 l/asistente/día (a)
Deportes al aire libre, con baño y vestidores.	150 l/asistente/día (a)
Estadios	10 l/asiento/día (a)
<b>SEGURIDAD:</b>	
Cuarteles	150 l/persona/día (a)
Reclusorios	150 l/interno/día (a)
<b>COMUNICACIONES Y TRANSPORTE:</b>	
Estaciones de transporte	10 l/pasajero/día
Estacionamientos	2 l/m <sup>2</sup> /día
<b>ESPACIOS ABIERTOS:</b>	
Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día
Nota: a) Las necesidades de riego se consideran por separado a razón de 5 l/m <sup>2</sup> /día. b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 l/trabajador/día.	

### **2.1.1.2.3. Coeficientes de variación**

Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborables y otras actividades.

Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, los

cuales se determinan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente. La tabla 2 muestra los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

**Tabla 2. Gasto de diseño para estructuras de agua potable**

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Se pueden utilizar los valores promedio para los coeficientes de variación diaria y horaria que se dan a continuación:

**Tabla 3. Coeficiente de variación diaria y horaria**

CONCEPTO	VALOR
Coeficiente de variación diaria ( $C_{vd}$ )	1.4
Coeficiente de variación horaria ( $C_{vh}$ )	1.55

#### 2.1.1.2.4. Gastos de diseño

**Gasto medio diario ( $Q_{med}$ ).** El gasto medio es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de la población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = \frac{D_h \times P}{86400} + \frac{A \times D_A}{86400}$$

Donde:

$Q_{med}$	=	Gasto medio diario, en l/s
P	=	Número de habitantes, hab.
$D_h$	=	Dotación habitacional, en l/hab/día
$D_A$	=	Dotación de Área de donación y comercio, en l/m <sup>2</sup> /día
A	=	Área de donación y comercio, en m <sup>2</sup>
86,400	=	s/día



**Gasto máximo diario ( $Q_{Md}$ ).** Este gasto también se utiliza para calcular el volumen de extracción diaria de la fuente de abastecimiento, el equipo de bombeo, la conducción y el tanque de regularización.

Este gasto se obtiene como:

$$Q_{Md} = cvd * Q_{med}$$

Donde:

$Q_{Md}$  = Gasto máximo diario, en l/s.

$cvd$  = Coeficiente de variación diaria, adimensional

$Q_{med}$  = Gasto medio diario, en l/s

**Gasto máximo horario ( $Q_{Mh}$ ).** El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo.

Este gasto se utiliza, para calcular las redes de distribución cuando las viviendas del desarrollo cuentan con tinacos.

$$Q_{Mh} = cvh * Q_{Md}$$

Donde:

$Q_{Mh}$  = Gasto máximo horario, en l/s

$cvh$  = Coeficiente de variación horaria

$Q_{Md}$  = Gasto máximo diario, en l/s

#### **2.1.1.2.5. Velocidades máximas y mínimas.**

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios.

Existen límites tanto inferiores como superiores. La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En la tabla 4 se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales de tubería.

**Tabla 4. Velocidades máximas y mínimas permisibles en tuberías**

MATERIAL DE LA TUBERIA	VELOCIDAD (m/s)	
	MÁXIMA	MINIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

#### 2.1.1.2.6. Pérdidas de carga por fricción.

El coeficiente de fricción es la variable de diseño que permite calcular las pérdidas de energía en el escurrimiento por un conducto.

Se ha determinado que en el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable, para obtener de las pérdidas de energía se utilice el modelo de Darcy - Weisbach. Esto se debe a:

- El modelo de Darcy-Weisbach tiene un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como a la viscosidad del mismo.

- Su rango de aplicación no se restringe a las variables experimentales, como sucede con los modelos experimentales de Hazen-Williams y Manning.

- Este modelo considera a los tres tipos de regímenes de flujo (laminar, transición y turbulento), lo cual no ocurre con el modelo empírico de Hazen-Williams, y como se ha podido observar en redes de agua potable y líneas de conducción, se han detectado tramos en los que el flujo se comporta, en el rango de transición o turbulento.

- Debido a la, automatización por computadora del proceso de cálculo de las redes de agua potable, se facilita el uso de modelos complicados, que en otro tiempo tuvieron que ser sustituidos por aproximaciones experimentales.

Algunos valores de la rugosidad  $\epsilon$  de los materiales se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5. Rugosidad absoluta  $\epsilon$  de algunos materiales**

MATERIAL	$\epsilon$ en mm
Cobre, PVC, polietileno de alta densidad	0.0015
Fierro fundido	0.005 a 0.03
Acero	0.04 a 0.10
Asbesto cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

Nota:

Para fierro fundido nuevo el valor de  $\epsilon$  será de 0.005; cuando se use fierro fundido oxidado será de 0.030. Con concreto liso el valor de  $\epsilon$  será de 0.16; si se tiene concreto áspero  $\epsilon$  será de 2.0.

#### **2.1.1.2.7. Coeficientes de regularización**

La regularización tiene por objeto cambiar el régimen de suministro (captación conducción), que normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable.

El tanque de regularización es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

Adicionalmente a la capacidad de regularización, se puede contar con un volumen extra y considerarlo para alimentar a la red de distribución en condiciones de emergencia (incendios, desperfectos en la captación o en la conducción, etc.). Este volumen debe justificarse plenamente en sus aspectos técnicos y financieros.

La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

El coeficiente de regularización, está en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque requiriéndose almacenar el agua en las horas de baja demanda, para distribuirla en las de alta demanda.

La capacidad de regularización varía si se cambia el horario de alimentación (o bombeo), aun cuando permanezca constante el número de horas de alimentación. Si se bombeara 20 horas de las 0 a las 20 horas el coeficiente de regularización resulta de 12.57, diferente al valor de 8.97 obtenido para 20 horas con horario de las 4 a las 24 horas (tabla 6).

Tomando en cuenta la variación horaria en la demanda, resulta que los más convenientes para estos casos de bombeo son:

-Para 20 horas de bombeo: de las 4 a las 24 horas.

-Para 16 horas de bombeo: de las 5 a las 21 horas.

Cuando se modifique el horario de bombeo a un periodo menor de 24 h/ día, se debe cambiar el gasto de diseño de la fuente de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo; el gasto de diseño se obtiene con la expresión:

$$Q_d = \frac{24 Q_{Md}}{t_b}$$

Donde:

- $Q_d$  = Gasto de diseño en l/s
- $Q_{Md}$  = Gasto máximo diario en l/s
- $t_b$  = Tiempo de bombeo en horas/ día

Para cualquier alternativa de reducción del tiempo de bombeo, se debe considerar que habrá un incremento en los costos de la infraestructura de la conducción y fuente de abastecimiento, y esta última deberá satisfacer el incremento de caudal.

**Tabla 6. Coeficiente de regulación**

TIEMPO DE SUMINISTRO AL TANQUE (hr)	COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN ( R )
24	11.0
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.0
16 (De las 5 a las 21 hrs.)	19.0

Entonces, la capacidad del tanque de regularización se determina con la ecuación siguiente, más el volumen considerado para situaciones de emergencia.

$$C = R Q_{Md}$$

Donde:

- C = Capacidad del tanque, en m<sup>3</sup>.
- R = Coeficiente de regularización.
- $Q_{Md}$  = Gasto máximo diario, en l/s.

#### **2.1.1.2.8. Zanjas Para instalación de tuberías**

Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que éstas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

En la tabla 7 se muestra el ancho y profundidad de la zanja para diferentes diámetros de tubería.

**Tabla 7. Dimensiones de zanjas y plantillas para tubería de agua potable y alcantarillado**

DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO Bd (cm)	PROFUNDIDAD H (cm)	ESPESOR DE LA PLANTILLA (cm)	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (m <sup>3</sup> /m)
(cm)	(pulgadas)				
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1½	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2½	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
162.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

En el caso de tuberías de materiales como asbesto-cemento y PVC (Poli-cloruro de Vinilo), deberá observarse lo siguiente:

-La tubería de asbesto-cemento debe alojarse en zanja para obtener la máxima protección y sólo en casos excepcionales se podrá instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

-En el caso de tuberías de PVC (Poli-cloruro de Vinilo), su instalación se hará siempre en zanja.

Por otro lado, las tuberías de acero, fierro galvanizado (FoGo), concreto y hierro dúctil se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

#### **2.1.1.2.9. Plantilla o cama**

Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta.

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería

### **2.1.1.3 PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

#### **2.1.1.3.1. Aportación de aguas residuales**

Es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores e investigadores están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen de líquido que no tributa a la red de alcantarillado, como el utilizado para el consumo humano, riego de jardines, lavado de coches, etc.

Considerando lo anterior, se adopta como aportación de aguas negras el 75% de la dotación de agua potable (en l/hab/día), considerando que el 25% restante se consume antes de llegar a las atarjeas. La Comisión Nacional del Agua, está llevando a cabo mediciones de aportaciones en algunas ciudades del país, una vez concluido este estudio, se darán a conocer los resultados.

En las localidades que tienen zonas industriales con un volumen considerable de agua residual, se debe obtener el porcentaje de aportación para cada una de estas zonas, independientemente de las anteriores.

Al igual que en los consumos, el cálculo de las aportaciones se realiza para las condiciones actual y futura de la localidad.

#### **2.1.1.3.2. Gastos de diseño para Alcantarillado Sanitario**

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

##### **Gasto medio**

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año.

La Comisión Nacional del Agua considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones.

En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas negras en cada tramo de la red, se calcula con:

$$Q_{med} = \frac{A_P * P}{86400} + \frac{A_{PC} * A_C}{86400}$$

Donde:

- $Q_{med}$  = Gasto medio, en l/s  
 $A_P$  = Aportación de aguas negras, de acuerdo al uso del suelo, en l/hab/día  
 $P$  = Población de proyecto, en habitantes (hab.)  
 $86,400$  = s/día  
 $A_{PC}$  = Aportación de áreas comerciales y/o donación, en l/m<sup>2</sup>/día  
 $A_C$  = Área comercial y/o donación, en m<sup>2</sup>

Para localidades con zonas industriales, que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, se debe adicionar al gasto medio, el gasto de aportación obtenido.

### Gasto mínimo

El gasto mínimo,  $Q_{min}$  es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

$$Q_{min} = 0.5Q_{med}$$

En la tabla 8 se muestran valores del gasto mínimo que también pueden ser usados en el diseño de atarjeas. Se observa que el límite inferior es de 1.5 l/s, lo que significa que en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado, cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/s, se debe usar este valor en el diseño.

**Tabla 8. Gasto mínimo de aguas residuales**

Diámetro (cm)	No. Descargas simultáneas	Excusado de 16 litros		Excusado de 8 litros	
		Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas Negras (l/s)	Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas negras (l/s)
20	1	1.5	1.5	1.0	1.0
25	1	1.5	1.5	1.0	1.0
30	2	1.5	3.0	1.0	2.0
38	2	1.5	3.0	1.0	2.0
46	3	1.5	4.5	1.0	3.0
61	5	1.5	7.5	1.0	5.0
76	8	1.5	12.0	1.0	8.0
91	12	1.5	18.0	1.0	12.0

Es conveniente mencionar, que 1.5 l/s es el gasto que genera la descarga de un excusado con tanque de 16 litros (excusado tradicional). Sin embargo, actualmente existe una tendencia a la implantación de muebles de bajo consumo, que utilizan solamente 6 litros y que arrojan un gasto promedio de 1.0 l/s, por lo que se podrá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red, siempre y cuando se asegure que en dichos tramos existen este tipo de aparatos.

### **Gasto máximo instantáneo**

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas de cada lugar.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada en miles de habitantes.

Este coeficiente de variación máxima instantánea, se aplica considerando que:

-En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

-Para una población acumulada mayor que 63,454, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente "M" se equipara con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior es de

$$1.40 \times 1.55 = 2.17.$$

Así, la expresión para el cálculo del gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{mi} = M * Q_{med}$$

Donde:

$Q_{mi}$  = Gasto máximo instantáneo, en l/s

$Q_{med}$  = Gasto medio, en l/s

M = Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea.



## **Gasto máximo extraordinario**

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo esas circunstancias.

En los casos en que se diseñe un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano que impida un crecimiento desordenado y se prevea que no existan aportaciones pluviales de los predios vecinos, ya que estas serán manejadas por un sistema de drenaje pluvial por separado, el coeficiente de seguridad será 1.

En los casos en que se diseñe la ampliación de un sistema existente de tipo combinado, previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad de 1.5.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{me} = C_s * Q_{mi}$$

Donde:

- $Q_{me}$  = Gasto máximo extraordinario, en l/s
- $C_s$  = Coeficiente de seguridad
- $Q_{mi}$  = Gasto máximo instantáneo, en l/s

### **2.1.1.3.3. Variables hidráulicas permisibles**

- **Velocidades**

La velocidad mínima se considera es aquella con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo mencionado en la tabla 8 y su tirante correspondiente.

Adicionalmente, debe asegurarse que dicho tirante tenga un valor mínimo de 1.0 cm en casos de pendientes fuertes y de 1.5 cm en casos normales.

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de los conductos y estructuras. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario y la tabla 4.

- **Pendientes**

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la construcción de estructuras de caída libre que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción de sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico, que destruye el concreto de los conductos cuando son de este material, y aumenta los malos olores de las aguas negras, propiciando la contaminación ambiental.

Las pendientes de las tuberías, deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad del inciso anterior.

En los casos especiales en donde las pendientes del terreno sean muy grandes, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías que permitan velocidades altas, y se debe hacer un estudio técnico-económico de tal forma que se pueda tener sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

- **Diámetros**

-Diámetro mínimo. La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años, ha demostrado que para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm.

-Diámetro máximo. Está en función de varios factores, entre los que destacan: el gasto máximo extraordinario de diseño, las características topográficas y de mecánica de suelos de cada localidad en particular, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

-En cualquier caso, la selección del diámetro depende de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre.

- **Pérdidas de carga por fricción.**

En alcantarillado, generalmente se presenta la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño del alcantarillado se consideran condiciones de flujo establecido.

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se debe utilizar la fórmula de Manning, ya que es la que mejor simula el comportamiento del flujo a superficie libre.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Formula de Manning})$$

Donde:

V = velocidad en m/s

$R_h$  = Radio hidráulico, en m

S = Pendiente del gradiente hidráulico, adimensional

n = Coeficiente de “fricción”, adimensional

El radio hidráulico se calcula con la siguiente expresión:

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

A = Área transversal del flujo, en m<sup>2</sup>.

$P_m$  = Perímetro mojado, en m.

El coeficiente “n” representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de la tubería, en la tabla 9 se dan los valores del coeficiente “n” para ser usados en la fórmula de Manning.

**Tabla 9. Coeficiente de fricción (n) para usarse en la ecuación de Manning.**

MATERIAL	n
PVC y polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto-cemento	0.01
Fierro fundido nuevo	0.013
Fierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Concreto presforzado	0.012
Concreto con buen acabado	0.014
Mampostería con mortero de cemento	0.02
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

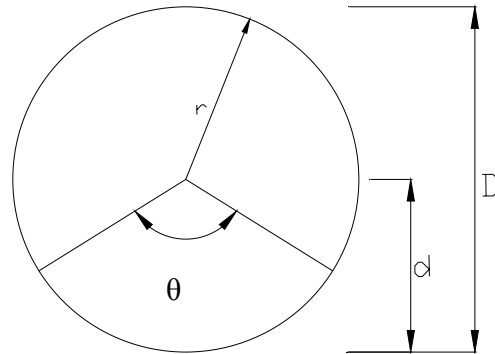
También, se podrán utilizar las siguientes ecuaciones para el cálculo de los elementos geométricos, en tuberías que trabajan parcialmente llenas.

$$\theta = 2 * \cos^{-1}(1 - d/r)$$

$$d = r(1 - \cos \frac{\theta}{2})$$

$$r_h = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2\pi\theta}\right)$$

$$A = r^2 \left(\frac{\pi\theta}{360} - \frac{\text{sen} \theta}{2}\right)$$



Donde:

- d = Tirante hidráulico, m.
- D = Diámetro interior del tubo, m.
- A = Área de la sección transversal del flujo, m<sup>2</sup>.
- Pm = Perímetro mojado, m.
- r<sub>h</sub> = Radio hidráulico, m.
- θ = Angulo en grados.
- r = D/2

#### 2.1.1.3.4. Profundidad de zanjas para la instalación de tuberías

La profundidad de instalación de los conductos queda definida por:

- La topografía
- El trazo
- Los colchones mínimos
- Las velocidades máxima y mínima
- Las pendientes del proyecto
- La existencia de conductos de otros servicios
- Las descargas domiciliarias
- La economía de las excavaciones
- La resistencia de las tuberías a cargas exteriores

Las profundidades a las cuales se instalen las tuberías deben estar comprendidas dentro del ámbito de la mínima y máxima.

a) Profundidad mínima.- La profundidad mínima la rigen dos factores:

-Evitar rupturas del conducto ocasionadas por cargas vivas, mediante un colchón mínimo que es función del diámetro del tubo como se presenta en la tabla 10. Los colchones mínimos indicados podrán modificarse en casos especiales previo análisis particular y justificación en cada caso. Los principales factores que

intervienen para modificar el colchón son: material de tubería, tipo de terreno y las cargas vivas probables.

-Permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal, con la observación de que el albañal exterior, tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1 % y que el registro interior más próximo al paramento del predio, tenga una profundidad mínima de 60 cm.

**Tabla 10. Colchón mínimo**

<b>DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (cm)</b>	<b>COLCHÓN MÍNIMO (m)</b>
Hasta 45	0.9
Mayor de 45 y 122	1
Mayor de 122 y 183	1.3
Mayores de 183	1.5

b) Profundidad máxima

-La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedará alojado el conducto y variará en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de las tuberías, haciendo el análisis respectivo en el que se tomará en cuenta el peso volumétrico del material de relleno, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla a usar.

-En el caso de atarjeas se debe determinar con un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal con sus albañales correspondientes, y el de la atarjea o atarjeas laterales, incluyendo los albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que entre 3.00 y 4.00 m de profundidad, el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

## **2.1.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN**

### **2.1.2.1. COMPONENTES DE UNA RED DE AGUA POTABLE.**

Una red de distribución de agua potable se compone generalmente de:

a) Tuberías: Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. Para fines de análisis se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo.

La red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones.

De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación, y se considera parte de la red primaria.

La división de la red de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. De esta forma, la red primaria se constituye de los tubos de mayor diámetro y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro, las cuales abarcan la mayoría de las calles de la localidad. Así, una red primaria puede ser una sola tubería de alimentación o cierto conjunto de tuberías de mayor diámetro que abarcan a toda la localidad.

b) Piezas especiales: Son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.

A las piezas o conjuntos de accesorios especiales con los que, conectados a la tubería, se forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones y ramificaciones se les llama cruceros. También permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.

c) Válvulas: Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en las tuberías. Pueden ser clasificadas de acuerdo a su función en dos categorías:

1) Aislamiento o seccionamiento, las cuales son utilizadas para separar o cortar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tuberías, bombas y dispositivos de control con el fin de revisarlos o repararlos; y

2) Control, usadas para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.

d) Hidrantes: Se le llama de esta manera a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinados a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

Los hidrantes públicos son tomas compuestas usualmente por un pedestal y una o varias llaves comunes que se ubican a cierta distancia en las calles para dar servicio a varias familias. El agua obtenida del hidrante público es llevada a las casas en contenedores tales como cubetas u otros recipientes. Se utilizan en poblaciones pequeñas en los casos donde las condiciones económicas no permiten que el servicio de agua potable se instale hasta los predios de los usuarios.

e) Tanques de distribución: Un tanque de distribución es un depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro, aunque algunos tanques suelen realizar ambas funciones.

Se le llama tanque de regulación cuando guarda cierto volumen adicional de agua para aquellas horas del día en que la demanda en la red sobrepasa al volumen suministrado por la fuente. La mayor parte de los tanques existentes son de este tipo. Algunos tanques disponen de un volumen de almacenamiento para emergencias, como en el caso de falla de la fuente. Este caso es usualmente previsto por el usuario, quien dispone de cisternas o tinacos, por lo que en las redes normalmente se utilizan tanques de regulación únicamente.

Una red de distribución puede ser alimentada por varios tanques correspondientes al mismo número de fuentes o tener tanques adicionales de regulación dentro de la misma zona de la red con el fin de abastecer sólo a una parte de la red.

f) Tomas domiciliarias: Una toma domiciliaria es el conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

g) Rebombeos: Consisten en instalaciones de bombeo que se ubican generalmente en puntos intermedios de una línea de conducción y excepcionalmente dentro de la red de distribución. Tienen el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en las tuberías.

Los rebombeos se utilizan en la red de distribución cuando se requiere:

- Interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas.

Transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas de la red al tanque de regulación de una zona de servicio de una zona alta.

- Incremento de presión en una zona determinada mediante rebombeo directo a la red o "booster". Esta última opción se debe evitar, y considerar sólo si las condiciones de la red no permiten la ubicación de un tanque de regulación en la región elevada.

h) Cajas rompedoras de presión: Son depósitos con superficie libre del agua y volumen relativamente pequeño, cuya función es permitir que el flujo de la tubería se descargue en ésta, eliminando de esta forma la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático aguas abajo.

### 2.1.2.2. División de una red de distribución.

Una red de distribución se divide en dos partes para determinar su funcionamiento hidráulico: la red primaria, que es la que rige el funcionamiento de la red, y la red secundaria o "de relleno".

La red primaria permite conducir el agua por medio de líneas troncales o principales y alimentar a las redes secundarias.

Se considera que el diámetro mínimo de las tuberías correspondientes a la red primaria es de 100 mm. Sin embargo, en colonias urbanas populares se puede aceptar de 75 mm y en zonas rurales hasta 50 mm.

La red secundaria distribuye el agua propiamente hasta las tomas domiciliarias.

### 2.1.2.3. Formas de distribución.

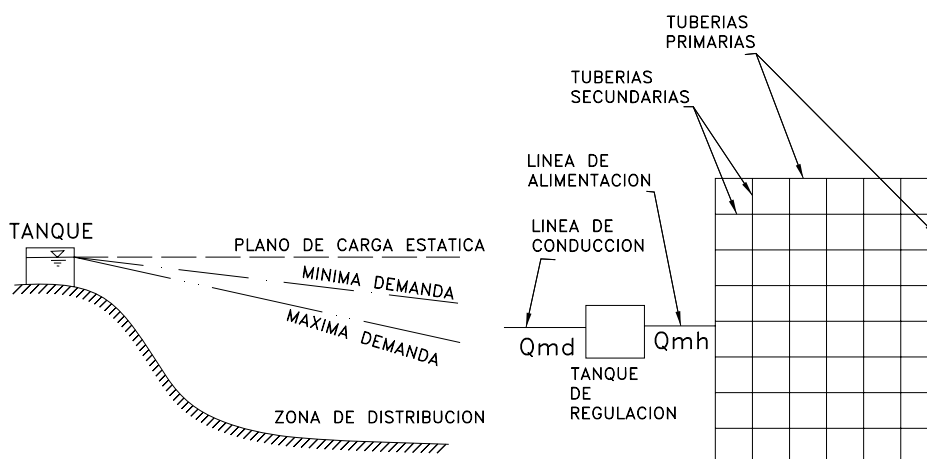
El agua se distribuye a los usuarios en función de las condiciones locales de varias maneras:

a) Por gravedad.

El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población.

De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los usuarios. Este es el método más confiable y se debe utilizar siempre que se dispone de cotas de terreno suficientemente altas para la ubicación del tanque, para asegurar las presiones requeridas en la red (figura 2).

Figura 2. Distribución por gravedad (recomendable).



b) Por bombeo.

El bombeo puede ser de dos formas:



b.1) Bombeo directo a la red, sin almacenamiento.

Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario  $Q_{mh}$  en el día de máxima demanda. Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo en la red, la presión en la misma cambia también. Así, al considerar esta variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario.

Las variaciones de la presión suministrada por las bombas se transmiten directamente a la red, lo que puede aumentar el gasto perdido por las fugas.

b.2) Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación.

En esta forma de distribución el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo, y las tuberías principales se conectan directamente con la tubería que une las bombas con el tanque. El exceso de agua bombeada a la red durante períodos de bajo consumo se almacena en el tanque, y durante períodos de alto consumo el agua del tanque se envía hacia la red, para complementar a la distribuida por bombeo.

La experiencia de operación en México ha mostrado que esta forma de distribución no es adecuada. En general, la distribución por bombeo se debe evitar en los proyectos y sólo podrá utilizarse en casos excepcionales, donde se pueda justificar.

c) Distribución mixta.

En este caso, parte del consumo de la red se suministra por bombeo con excedencias a un tanque del cual a su vez se abastece el resto de la red por gravedad. El tanque conviene ubicarlo en el centro de gravedad de la zona de consumo de agua. Debido a que una parte de la red se abastece por bombeo directo, esta forma de distribución tampoco se recomienda.

## **2.1.3 ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **2.1.3.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas negras captadas. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas

de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red.

No es admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo.

La red se inicia con la descarga domiciliar o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm., siendo éste el mínimo aceptable. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%.

A continuación se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20 cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante.

La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza; también tiene la función de ventilación de la red para la eliminación de gases. Las uniones de la red de las tuberías con los pozos de visita deben ser herméticas.

Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación. Las separaciones máximas entre pozos de visita se indican en más adelante.

Con objeto de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe dimensionar cada tramo con el diámetro mínimo, que cumpla las condiciones hidráulicas definidas por el proyecto.

### **2.1.3.2. Pozos de visita**

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

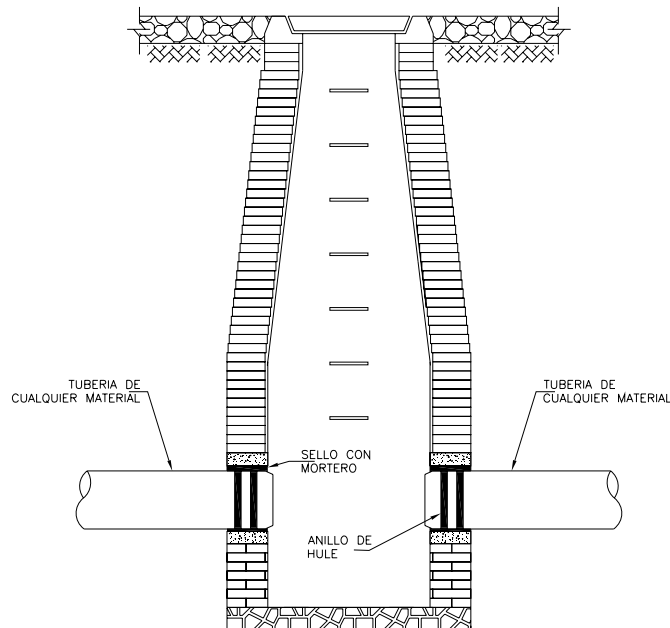
Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita, deben asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería.

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

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

Comúnmente se construyen de tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra.

Cuando se usa tabique, el espesor mínimo será de 28 cm a cualquier profundidad. Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir exteriormente e interiormente con mortero cemento-arena mezclado con impermeabilizante, para evitar la contaminación y la entrada de aguas friáticas; el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 1 cm. Además se debe de garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, utilizando anillos de hule (ver figura 3)



**FIGURA 3.- CONEXIÓN HERMÉTICA DE POZO DE VISITA CON TUBERÍA**

### *Pozos comunes*

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

### *Pozos especiales.*

Este tipo de pozos son de forma similar a los pozos de visita comunes (son construidos de tabique y tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior), pero son de dimensiones mayores.

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

### *Pozos caja*

Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos comunes y especiales. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros así como el piso y el techo son de concreto reforzado, arrancando de éste último la chimenea que al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, ambos de fierro fundido o de concreto reforzado. Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Existen tres tipos de pozos caja: el tipo 1, que se utiliza en tuberías de 0.76 a 1.07 m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.60 m de diámetro; el tipo 2, que se usa en tuberías de 0.76 a 1.22 m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.76 m de diámetro; y el tipo 3, el cual se utiliza en diámetros de 1.52 a 1.83 m con entronques a 45 grados hasta de 0.76 m de diámetro.

### *Pozos caja de unión*

Se les denomina así al pozo caja de sección horizontal en forma de polígono irregular. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Existen dos tipos de pozos caja unión: el tipo 1, se utiliza en tuberías de hasta 1.52 m de diámetro con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.22 m de diámetro; y el tipo 2, el cual se usa en diámetros de hasta 2.13 m con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.52 m de diámetro.

### *Pozos caja de deflexión*

Se les nombra de esta forma a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo. Se utilizan en tuberías de 1.52 a 3.05 m de diámetro.

### 2.1.3.3. Estructuras de caída

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

En la tabla N° 11 se indica que tipo de caída debe construirse dependiendo del diámetro de la tubería y cual es la altura máxima que debe tener dicha caída.

**Tabla No. 11 Tipos de estructuras de Caídas**

<b>TIPO DE CAÍDA.</b>	<b>DIÁMETROS (cm)</b>	<b>ALTURA DE LA CAÍDA (cm)</b>
Libre en pozos común, especial 1 o especial 2.	diámetro de entrada 20 a 25	50
Caída adosada a pozos común, especial 1 o especial 2	diámetro de entrada 20 a 25	200
Libre en pozo común o especial 1	diámetro de entrada y salida 30 a 76	un diámetro ( el mayor )
Pozo con caída	diámetro de entrada y salida 30 a 76	150
Estructura de caída escalonada	diámetro de entrada y salida mayor de 76	250

### 2.1.3.4. Separación entre pozos de visita

La separación máxima entre los pozos de visita debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza. Se recomiendan las siguientes distancias de acuerdo con el diámetro.

- En tramos de 20 hasta 61 cm de diámetro, 125 m.
- En tramos de diámetro mayor a 61 cm y menor ó igual a 122 cm, 150 m.
- En tramos de diámetro mayor a 122 cm y menor ó igual a 305 cm, 175 m.

Estas separaciones pueden incrementarse de acuerdo con las distancias de los cruceros de las calles, como máximo un 10%.

### 2.1.3.5. Cambios de dirección

Para los cambios de dirección, las deflexiones necesarias en los diferentes tramos de tubería se efectúan como se indica a continuación:

Si el diámetro de la tubería es de 61 cm o menor, los cambios de dirección son hasta de 90 grados, y deben hacerse con un solo pozo común.

Si el diámetro es mayor de 61 cm y menor o igual que 122 cm, los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse con un pozo especial.

Si el diámetro es mayor de 122 cm y menor o igual a 305 cm, los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse en un pozo caja de deflexión.

Si se requieren dar deflexiones mas grandes que las permitidas, deberán emplearse el número de pozos que sean necesarios, respetando el rango de deflexión permisible para el tipo de pozo.

### **2.1.3.6. Conexiones**

Desde el punto de vista hidráulico se recomienda que en las conexiones, se igualen los niveles de las claves de los conductos por unir. Con este tipo de conexión, se evita el efecto del remanso aguas arriba.

Atendiendo a las características del proyecto, se pueden efectuar las conexiones de las tuberías, haciendo coincidir las claves, los ejes o las plantillas de los tramos de diámetro diferente. En la tabla N° 12 aparecen según el tipo y diámetro de la tubería, las limitaciones para las conexiones a ejes o a plantillas.



## 2.1.4 ALCANTARILLADO PLUVIAL

Los componentes principales de un sistema de alcantarillado se agrupan según la función para la cual son empleados. Así, un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, se integra de las partes siguientes:

a) Estructuras de captación. Recolectan las aguas a transportar. En el caso de los sistemas de alcantarillado sanitarios, se refieren a las conexiones domiciliarias formadas por tuberías conocidas como albañales. En los sistemas de alcantarillado pluvial se utilizan sumideros o bocas de tormenta como estructuras de captación, aunque también pueden existir conexiones domiciliarias donde se vierta el agua de lluvia que cae en techos y patios. En los sumideros (ubicados convenientemente en puntos bajos del terreno y a cierta distancia en las calles) se coloca una rejilla o coladera para evitar el ingreso de objetos que obstruyan los conductos, por lo que son conocidas como coladeras pluviales.

b) Estructuras de conducción. Transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia el sitio de tratamiento o vertido. Representan la parte medular de un sistema de alcantarillado y se forman con conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, respectivamente.

c) Estructuras de conexión y mantenimiento. Facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que forman la red de alcantarillado, pues además de permitir la conexión de varias tuberías, incluso de diferente diámetro o material, también disponen del espacio suficiente para que un hombre baje hasta el nivel de las tuberías y maniobre para llevar a cabo la limpieza e inspección de los conductos. Tales estructuras son conocidas como pozos de visita.

d) Estructuras de vertido. Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, pues evitan posibles daños al último tramo de tubería que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería.

e) Instalaciones complementarias. Se considera dentro de este grupo a todas aquellas instalaciones que no necesariamente forman parte de todos los sistemas de alcantarillado, pero que en ciertos casos resultan importantes para su correcto funcionamiento. Entre ellas se tiene a las plantas de bombeo, plantas de tratamiento, estructuras de cruce, vasos de regulación y de detención, disipadores de energía, etc.

f) Disposición final. La disposición final de las aguas captadas por un sistema de alcantarillado no es una estructura que forme parte del mismo; sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto de alcantarillado. Su importancia radica en que si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas residuales o pluviales, entonces se pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido.



#### **2.1.4.1. PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO**

En el diseño de diversas obras de ingeniería, como es, por ejemplo, un sistema de alcantarillado pluvial, se manejan una serie de términos como: periodo de retorno, periodo de diseño, vida útil, periodo de retorno de diseño y periodo económico de diseño. Todos ellos son parámetros de diseño que deben tenerse en cuenta al construir una obra.

El periodo de retorno de un evento hidrológico de magnitud dada, se define como el intervalo promedio de tiempo dentro del cual ese evento puede ser igualado o excedido una vez en promedio; algunos proyectistas le dan simplemente el nombre de frecuencia y se acostumbra denotarlo como  $T_0$  simplemente  $T$ . Se le llama periodo de retorno de diseño cuando corresponde al periodo de retorno del evento de diseño con el cual se dimensionan las diversas estructuras de una obra.

No debe confundirse el término anterior con el periodo de diseño, que es el intervalo de tiempo en el cual se espera que una obra alcance su nivel de saturación o insuficiencia; este periodo debe ser menor a la vida útil de la misma. Se utiliza para diseñar una obra de ingeniería con una estimación de la capacidad requerida al finalizar el periodo de diseño.

Lo anterior se hace para evitar ampliaciones o adecuaciones durante un intervalo de tiempo igual al periodo de diseño de la obra.

Cuando el sistema de alcantarillado pluvial se diseña para periodos de diseño grandes (mayores a 10 años), las obras resultantes son costosas y, además, el sistema estaría funcionando la mayor parte del tiempo muy por debajo de su capacidad.

Por razones de economía, se ha propuesto usar periodos de retorno de diseño pequeños (1.5 a 10 años), ya que se logra un funcionamiento adecuado del sistema durante lluvias ordinarias, aunque se tengan encharcamientos e inundaciones que provoquen ligeros daños y molestias a la población durante lluvias extraordinarias.

El diseño del sistema con un evento de lluvia con magnitud correspondiente a cinco o diez años de periodo de retorno es un periodo económico de diseño porque la obra no es costosa y se tiene un nivel de protección adecuado en condiciones de lluvias ordinarias.

Cuando existe riesgo de pérdida de vidas humanas el periodo de diseño debe ser tal que la probabilidad de exceder el evento sea muy pequeño.

En la tabla 13, se anotan los periodos de retorno, recomendables en el diseño de alcantarillado pluvial para estructuras menores, diferentes tipos de uso del suelo y tipos de vialidad.

Tabla 13. Periodos de Retorno

TIPO DE ESTRUCTURA	T (años)
Alcantarillas en caminos secundarios, drenaje de lluvia o contracunetas	5 a 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde pueden tolerarse encharcamientos causados por lluvias de corta duración	1 a 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 a 10

TIPO DE USO DEL SUELO	T(años)
Zona de actividad comercial	5
Zona de actividad industrial	5
Zona de edificios públicos	5
Zona residencial multifamiliar de alta densidad*	3
Zona residencial unifamiliar y multifamiliar de baja densidad	1.5
Zona recreativa de alto valor e intenso uso por el público	1.5
Otras áreas recreativas	1
*Se consideran valores mayores de 100 hab/ha para alta densidad.	

TIPO DE VIALIDAD	T (años)
Arteria.- Autopistas urbanas y avenidas que garantizan la comunicación básica de la ciudad	5
Distribuidora.- Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan	3
Local.- Avenidas y calles cuya importancia no traspasa la zona servida	1.5
Especial.- Acceso e instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales	10

#### 2.1.4.2. Diámetro mínimo de diseño de las tuberías

El diámetro mínimo que se recomienda para atarjeas en alcantarillado pluvial es de 30 cm, con objeto de evitar frecuentes obstrucciones en las tuberías abatiendo por consiguiente los costos de conservación y operación del sistema.

#### 2.1.4.3. Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento es la relación del volumen de escurrimiento directo entre el volumen llovido, este volumen llovido es igual al producto del área de la cuenca por la altura de lluvia. En la tabla 14 se muestra los valores del coeficiente escurrimiento (adimensional) para diferentes tipos de áreas drenadas.

Tabla 14. Valores del Coeficiente de Escurrimiento.

TIPO DE ÁREA DRENADA	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
<b>Zonas Comerciales:</b>		
Zona Comercial	0.75	0.95
Zonas mercantiles	0.7	0.9
Vecindarios	0.5	0.7
<b>Zonas Residenciales:</b>		
Unifamiliares	0.3	0.5
Multifamiliares, espaciados	0.4	0.6
Multifamiliares, compactos	0.6	0.75
Semiurbanas	0.25	0.4
Casas habitación	0.5	0.7
<b>Zonas Industriales:</b>		
Espaciado	0.5	0.8
Compacto	0.6	0.9
<b>Cementerios y Parques</b>	0.1	0.25
<b>Campos de juego</b>	0.2	0.35
<b>Patios de ferrocarril y terrenos sin construir</b>	0.2	0.4
<b>Zonas Suburbanas</b>	0.1	0.3
<b>Calles:</b>		
Asfaltadas	0.7	0.95
De concreto hidráulico	0.8	0.95
Adoquinadas o empedradas, junteadas con cemento	0.7	0.85
Adoquín sin juntear	0.5	0.7
Terracerías	0.25	0.6
<b>Estacionamientos</b>	0.75	0.85
<b>Techados</b>	0.75	0.95
<b>Praderas:</b>		
Suelos arenosos planos (pendientes $\leq 0.02$ )	0.05	0.1
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 -0.07)	0.1	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15	0.2
Suelos arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 -0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25	0.35

## **2.2 MANUAL DE NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.**

Este manual fue elaborado por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) para normar los proyectos realizados en toda la República Mexicana, fue editado en 1979, sin embargo mucho de lo que se presenta en este manual hoy en día se sigue aplicando.

A continuación se presentara algunos temas que complementan a manual de presentado en el capítulo 2.1.

### **2.2.1. Presiones**

Las presiones disponibles deberán calcularse en relación al nivel de la calle en cada crucero de las tuberías principales o de circuito, admitiéndose como mínima de 15 m, y como máximo 50 m. de columna de agua, respectivamente. Para localidades urbanas pequeñas, se admite una presión mínima de 10 m. de columna de agua.

Para localidades con diferencias de nivel mayores de 50 m., las redes de distribución se proyectarán por zonas, de tal manera que la carga estática máxima no sobrepase los 50 m. de columna de agua.

### **2.2.2. Cruceros**



















Para hacer las conexiones de las tuberías en los cruceros y cambios de dirección y con las válvulas de seccionamiento, se utilizarán piezas especiales, pudiendo ser de fierro fundido con bridas, y de P.V.C.

El proyecto de los cruceros se hará utilizando los símbolos que se muestran en la figura 4 y figura 5, para su localización se empleará la misma nomenclatura adoptada para el cálculo hidráulico de la red.

Todas las tees, codos y tapas ciegas llevarán atraque de concreto, según figura 6.

**Figura 4.**

**SIGNOS CONVENCIONALES DE PIEZAS ESPECIALES DE F.F.**

Válvula reductora de presión _____	
Válvula de altitud _____	
Válvula aliviadora de presión _____	
Válvula para expulsión de aire _____	
Válvula de flotador _____	
Válvula de retención (check de f.f. con brida _____	
Válvula de seccionamiento de f.f. con brida _____	
Cruz de f.f. con brida _____	
Te de f.f. con brida _____	
Codo de 90° de f.f. con brida _____	
Codo de 45° de f.f. con brida _____	
Codo de 22°30' de f.f. con brida _____	
Reducción de f.f. con brida _____	
Carrete de f.f. con brida (corto y largo) _____	
Extremidad de f.f. _____	
Tapa con cuerda _____	
Tapa ciega de f.f. _____	
Junta Gibault _____	

NOTA: Los signos convencionales para piezas de extremos lisos o con cuerda, serán los mismos pero sin dibujar el patín que indica la brida. Estas piezas se emplearán en forma eventual ya que corresponden a tuberías con diámetros menores a 60 mm. (2 1/2")

**Figura 5.**

SIGNOS CONVENCIONALES DE PIEZAS ESPECIALES DE P.V.C		
CRUZ	_____	
TE	_____	
EXTREMIDAD CAMPANA	_____	
EXTREMIDAD ESPIGA	_____	
REDUCCION CAMPANA	_____	
REDUCCION ESPIGA	_____	
COPE DOBLE	_____	
ADAPTADOR CAMPANA	_____	
ADAPTADOR ESPIGA	_____	
TAPON CAMPANA	_____	
TAPON ESPIGA	_____	
CODO DE 90°	_____	
CODO DE 45°	_____	
CODO DE 22°30'	_____	
ADAPTADOR AC-PVC	_____	

NOTAS:

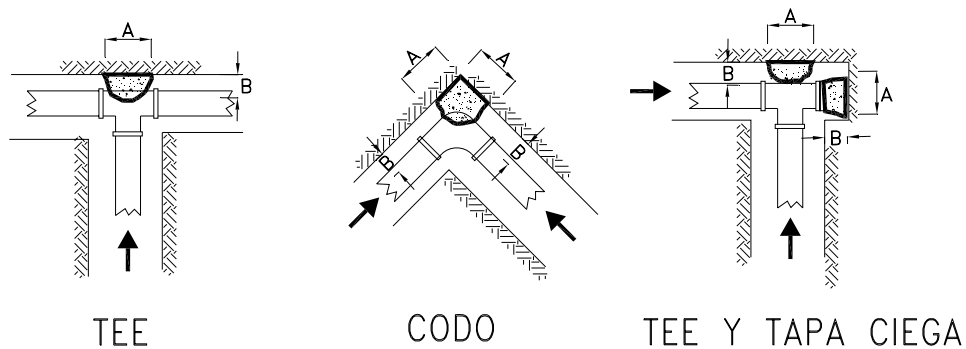
1. El signo indicado en las piezas de P.V.C representa la campana o acoplamiento con campana de hule.
2. El signo significa rosca.

**Figura 6.**

## DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO PARA LAS PIEZAS ESPECIALES

DIAM. NOMINAL DE LA PIEZA		ALTURA	LADO "A"	LADO "B"	VOL. POR ATRAQUE
MILIMETROS	PULGADAS	EN cm	EN cm	EN cm	EN m <sup>3</sup>
<=76	<=3	30	30	30	0.027
102	4	35	30	30	0.032
152	6	40	30	30	0.036
203	8	45	35	35	0.055
254	10	50	40	35	0.070
305	12	55	45	35	0.087
356	14	60	50	35	0.105
406	16	65	55	40	0.143
457	18	70	60	40	0.168
508	20	75	65	45	0.219
610	24	85	75	50	0.319
762	30	100	90	55	0.495
914	36	115	105	60	0.725
1067	42	130	120	65	1.014
1219	48	145	130	70	1.320

### DIRECCION DE LOS EMPUJES Y FORMA DE COLOCAR LOS ATRAQUES



- 1) Las piezas especiales deberán estar alineadas y niveladas antes de colocar los atraques, los cuales quedarán perfectamente apoyados al fondo y pared de la zanja.
- 2) El atraque deberá colocarse en todos los casos, antes de hacer la prueba hidrostática de las tuberías.
- 3) Estos atraques se usarán exclusivamente para tuberías alojadas en zanja.

### 2.2.3. Válvulas de seccionamiento.

Se localizarán en la tuberías principales o de circuito, a modo de poder derivar en un momento dado mayor caudal en un ramal determinado, cuando se trate de surtir a un hidrante contra incendio por medio de la operación de cierre de las válvulas correspondientes, o bien para cortar el flujo en caso de reparación o de ampliación de la red. Convienen no tener tramos mayores de 500 metros sin servicio.

En las conexiones de las tuberías secundarias o de relleno con las principales, es conveniente, por las razones expuestas, disponer de válvulas de seccionamiento. Estas podrían ser de compuerta.

Para los cruces que tengan válvulas, se harán la elección de la caja adecuada para su operación, de acuerdo con la tabla 15.

Para seleccionar el tipo de caja para operación de válvulas se utilizará los planos 1, 2 y 3.

**Tabla No. 15**

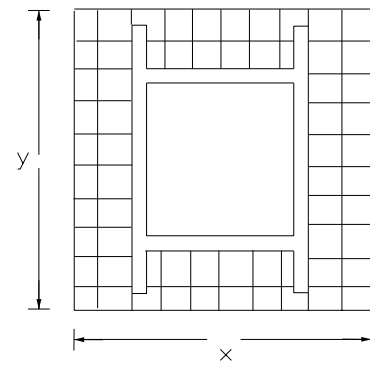
TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS

DIAMETRO DE LA VALVULA MAYOR		NUMERO Y POSICION DE LAS VALVULAS			
mm.	pulg.				
50	2	1	5	9	12
60	2 1/2				
75	3	2	6	10	13
100	4				
150	6				
200	8	3	7	11	ESPECIAL
250	10				
300	12				
350	14				
400	16	4	8	ESPECIAL	
450	18				
500	20				



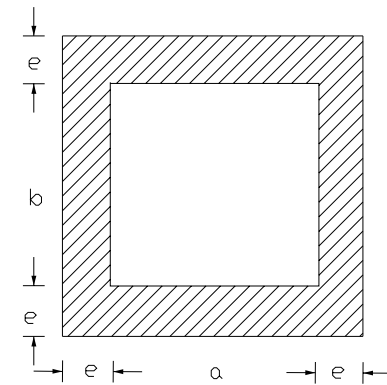
# CAJA PARA LA OPERACION DE VALVULAS

PLANTA



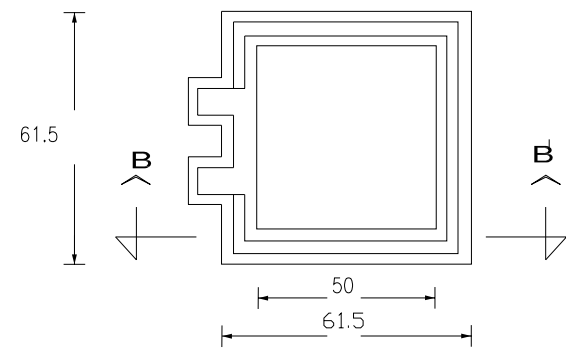
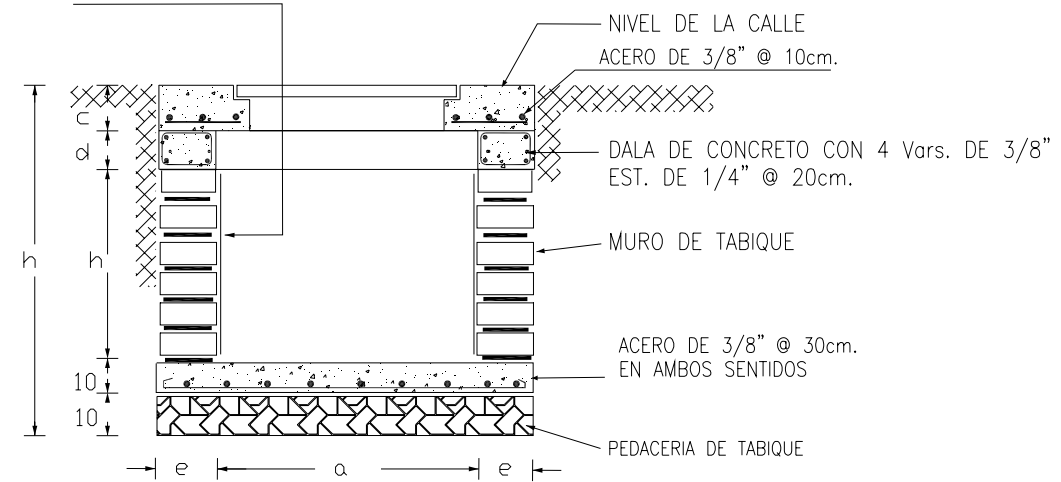
VAR. 3/8"  $\phi$ . @ 10 cm.  
(AMBOS SENTIDOS).

LOSA Y CONTRAMARCO

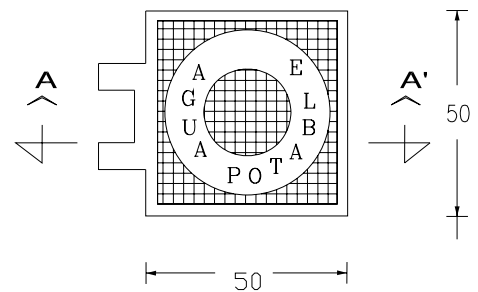


ELEVACION

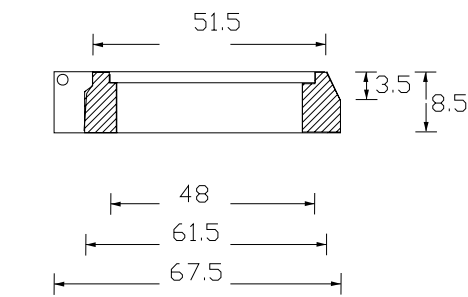
APLANADO DE MORTERO (1:3)  
DE 1cm. DE ESPESOR



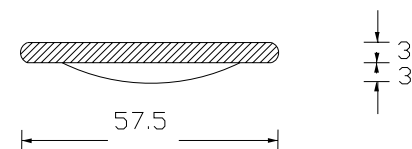
MARCO DE Fo.Fo.



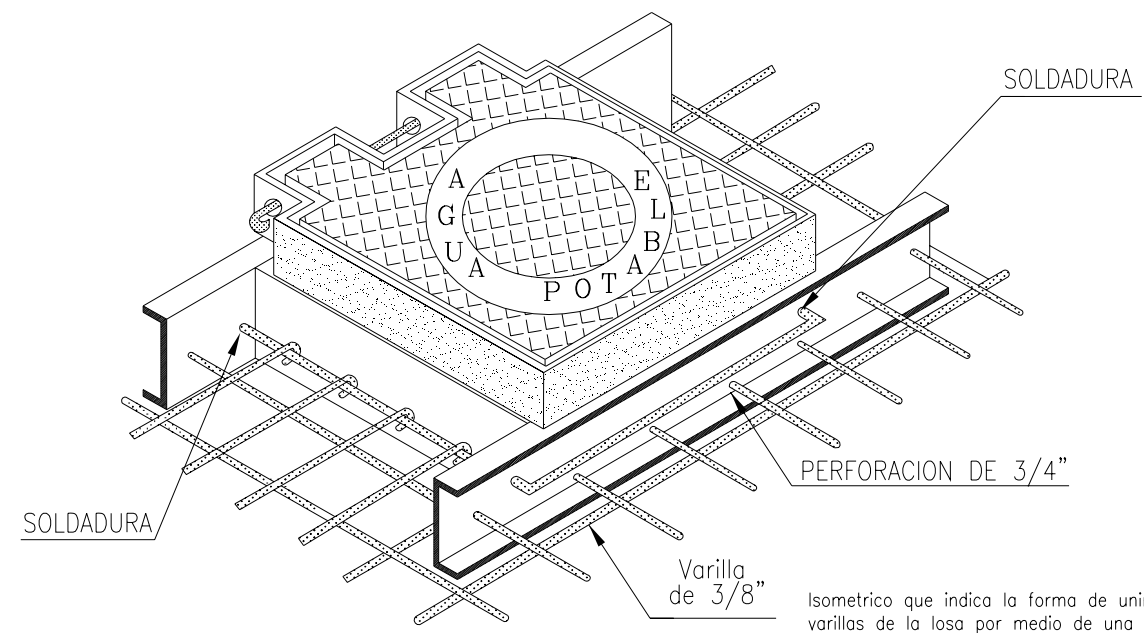
TAPA DE Fo.Fo.



CORTE B-B'



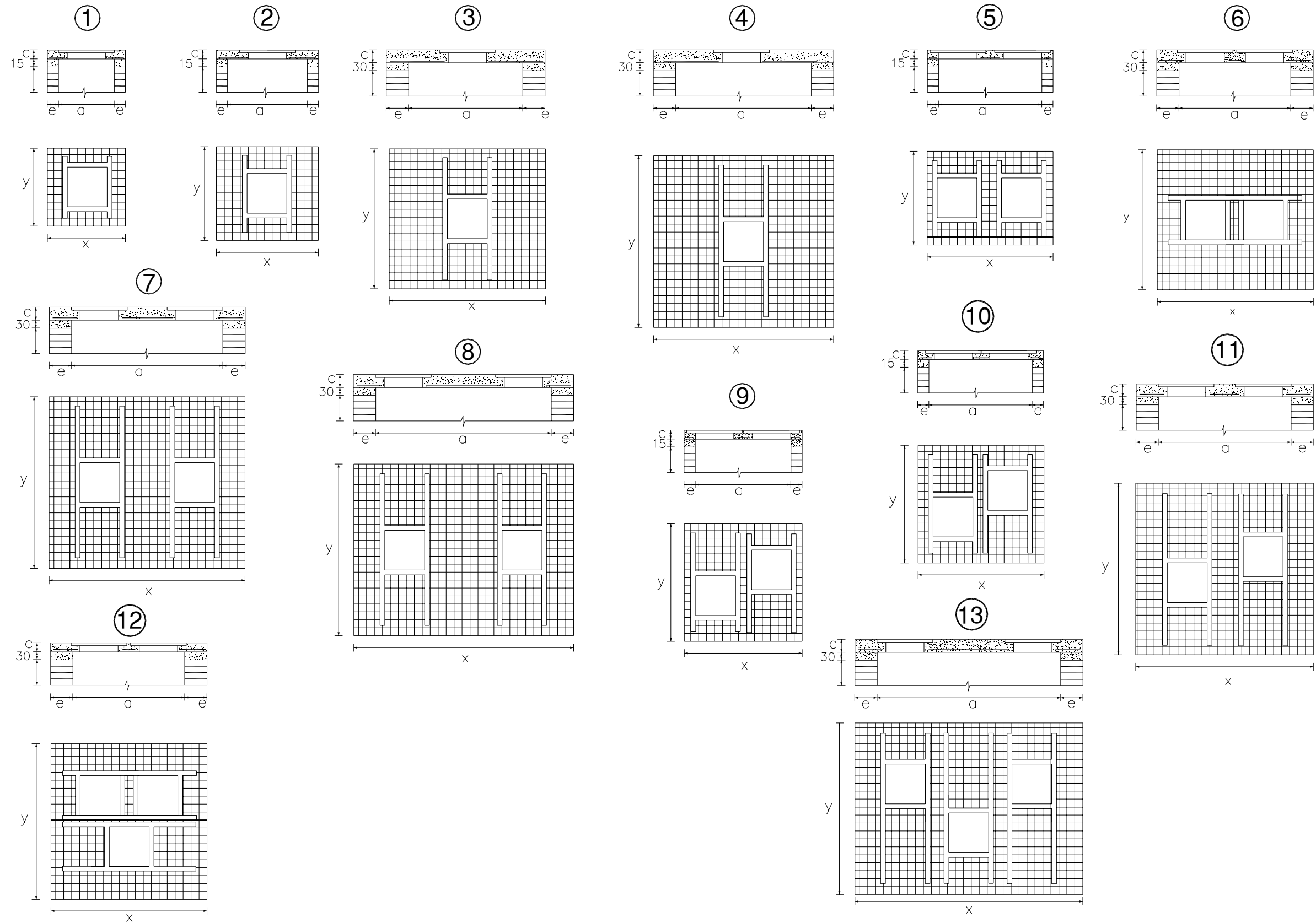
CORTE A-A'



## PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO

Losa del techo  $F_c' = 200 \text{ kg./cm}^2$ .  
Losa del piso  $F_c' = 150 \text{ kg./cm}^2$ .

# CAJAS TIPO PARA LA OPERACION DE VALVULAS



## VOLUMENES DE OBRA EN CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS

CAJA TIPO	DIAMETRO DE VALVULAS				CANTIDAD VALVULAS (pza.)	ALTURA h (cm.)	ESPESOR LOSA c (cm.)	ESPESOR MURO e (cm.)	DIMENSIONES				CONTRAMARCO				EXCAVACION (m3.)	PLANTILLA (m2.)	PISO (m3.)	MURO (m2.)	APLANADO (m2.)	DALA (m.)	LOSA DE TECHO CONCRETO (cm3.)	ACERO EN PISO Y TECHO (Kg.)	PERALTE DE DALA d (cm.)
	DE		A						INTERIORES		EXTERIORES		SENCILLO (cm.)	DOBLE (cm.)	CANTIDAD (cm.)	PERFIL (cm.)									
	(mm.)	(plg.)	(mm.)	(plg.)					a (cm.)	b (cm.)	x (cm.)	y (cm.)													
1	50	2	60	2.5	1	110	15	14	70	70	100	100	90	-	1	102	1.100	1.00	0.10	2.06	2.16	3.44	0.11	12	15
2	75	3	150	6	1	135	15	14	100	90	130	120	110	-	1	102	2.106	1.56	0.16	3.77	3.88	4.44	0.20	21	15
3	200	8	350	14	1	200	20	28	140	120	200	180	140	-	1	152	7.200	3.60	0.36	8.42	8.58	6.48	0.67	51	30
4	400	16	500	20	1	240	20	28	170	160	230	220	180	-	1	152	12.144	5.06	0.51	13.40	13.52	7.88	0.96	73	30
5	50	2	100	4	2	125	15	14	130	90	160	120	110	-	2	102	2.400	1.92	0.19	3.78	4.03	5.04	0.21	23	15
6	150	6	200	8	2	160	20	28	140	120	200	180	-	180	1	152	5.760	3.60	0.36	5.83	6.43	6.48	0.62	48	30
7	250	10	350	14	2	200	20	28	190	160	250	220	180	-	2	152	11.000	5.50	0.55	10.76	11.46	8.28	1.00	77	30
8	400	16	450	18	2	220	20	28	220	160	280	220	180	-	2	152	13.552	6.16	0.62	13.32	13.97	8.88	1.13	86	30
9	50	2	100	4	2	125	15	14	120	90	150	120	140	-	2	102	2.250	1.80	0.18	3.63	3.85	4.84	0.20	22	15
10	150	6	200	8	2	155	15	14	130	120	160	150	140	-	2	102	3.720	2.40	0.24	5.92	6.10	5.64	0.29	30	15
11	250	10	350	14	2	200	20	28	170	160	230	220	180	-	2	152	10.120	5.06	0.51	10.24	10.82	7.88	0.91	70	30
12	50	2	150	6	3	140	20	28	140	110	200	170	180	180	2	152	4.760	3.40	0.34	4.40	5.16	6.28	0.53	43	30
13	200	8	450	18	3	220	20	28	230	160	290	220	180	-	3	152	14.036	6.38	0.64	13.62	14.33	9.08	1.13	87	30

**NOTAS:**

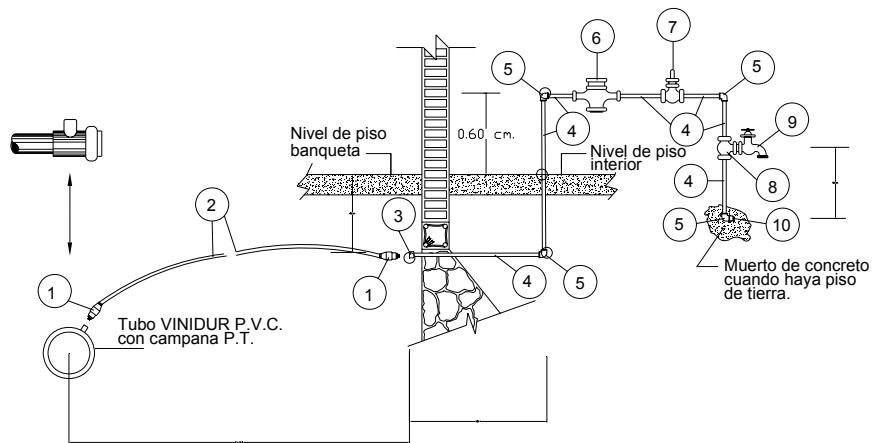
FUENTE: PLANO CAJAS TIPO PARA OPERACION DE VALVULAS-SAHOP

- 1.- LOS PERFILES ESTRUCTURALES DE 150 mm. (6") DE PERALTE EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCION DEL CONTRAMARCO SERA DE TIPO LIVIANO.
- 2.- EL LADO DE OPERACION DE LA VALVULA DEBERA QUEDAR CENTRADO CON LA TAPA DE LA CAJA.
- 3.- A LOS CONTRAMAROS SE LES SOLDARA UNA VARILLA PERIMETRALMENTE COMO LO INDICA EL ISOMETRICO (ANEXO 1) CON EL OBJETO DE PODER ARMAR MAS SOLIDAMENTE EL CONTRAMARCO CON LA LOSA DEL TECHO.
- 4.- LA LOSA DEL TECHO TENDRA EL ESPESOR INDICADO EN LA TABLA Y LLEVARA UN EMPARRILLADO DE VARILLAS DE 3/8" A CADA 10cm. EN AMBOS SENTIDOS EL FIERRO INFERIOR IRA EN EL SENTIDO CORTO
- 5.- LA LOSA DEL PISO SERA DE 10cm. DE ESPESOR Y CON REFUERZO DE VARILLA DE 3/8" A CADA 30cm. EN AMBOS SENTIDOS
- 6.- EL PISO QUE SE DETALLA EN ESTE PLANO SE CONSTRUIRA SIEMPRE QUE SE DESPLANTE SOBRE TIERRA U OTRA MATERIA SEMEJANTE SI EL TERRENO DE CIMENTACION ES DE TEPETATE ORDINARIO,ROCA ALTERADA O ROCA FIRME FISURADA, SE CONSTRUIRA LA LOSA DEL PISO SIN LA PLANTILLA Y SI ES ROCA FIRME SANA SE ELIMINARA LA LOSA DEL PISO DESPLANTANDOSE LOS MUROS DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO.
- 7.- LAS CAJAS PARA VALVULAS DE 400 mm. (16" DE DIAM.) Y MAYORES QUE LLEVEN PASO LATERAL (BY-PASS) Y SE COMBINEN CON UNA O MAS VALVULAS SERAN DE DISEÑO ESPECIAL.
- 8.- QUEDA A JUICIO DE LA RESIDENCIA EL EMPLEO DE UNA O VARIAS CAJAS TIPO EN UN CRUCERO, DE ACUERDO CON EL NUMERO DE DISPOSICION DE LAS VALVULAS.
- 9.- SE CONSIDERAN DIMENSIONES DE VALVULAS DE COMPUERTA CON VASTAGO FIJO.
- 10.- ABSORVER CON LA DEFLEXION PERMITIDA POR LA TUBERIA UTILIZADA, EL DESNIVEL ENTRE LA PLANTILLA Y EL PISO DE LA CAJA PARA LA OPERACION DE VALVULAS.

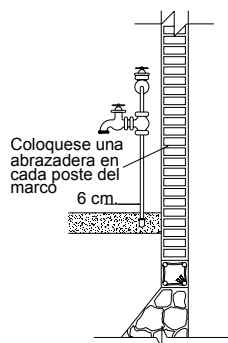
## 2.2.4. Tomas domiciliarias

Corresponde a la parte de la red por medio de la cual el usuario dispone del agua en su propio predio. La elección del tipo de toma por usarse más adecuado quedará a criterio de la Dirección general de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillados, como la mostrada en la figura 7.

Figura 7. Toma domiciliaria.



F R E N T E



P E R F I L

### MATERIALES PARA TOMA DE 19mm. (3/4")

1.- Sujetador P.T. de 19mm. (3/4")Ø	2	pza
2.- Tubo de polietileno HDP-RD-9 de 19mm.(3/4") Ø	2 a 9	m
3.- Cople roscado de 19mm. (3/4")Ø	1	pza
4.- Tubo de acero galvanizado CED.40 tipo A 2.80		m
5.- Codo de acero galvanizado de 90 x19mm.(3/4")Ø	4	pza
6.- Medidor de 15mm. para conexiones de 19mmØ	1	pza
7.- Llave de globo de bronce, rosca hembra	1	pza
8.- Tee de acero galvanizado	1	pza
9.- Llave de bronce para mangueras con rosca exterior	1	pza
10.- Tapon macho	1	pza

## TOMA DOMICILIARIA

En todas las localidades urbanas, en las tomas para servicio doméstico, comercial industrial y público, se instalará medidor, cuya capacidad será fijada por el Organismo Operador. Para servicio doméstico el medidor será de de 15 mm, de diámetro nominal, con capacidad de 3 m<sup>3</sup>/hora, con conexiones de 13 mm, de diámetro; tipo de velocidad de chorro múltiple, con el mecanismo de relojería que indica la lectura trabajando en seco; es decir, de esfera seca. La presión de trabajo será no menor de 10.5 kg/cm<sup>2</sup>. La transmisión podrá ser mecánica o magnética.

## 2.3 NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

Al igual que el capítulo 2.2, el manual aquí mencionado fue realizado por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), hoy en día aún sirve de apoyo para la realización de los proyectos de redes de alcantarillado sanitario.

A continuación se presentan algunos puntos complementarios al manual de la CONAGUA.

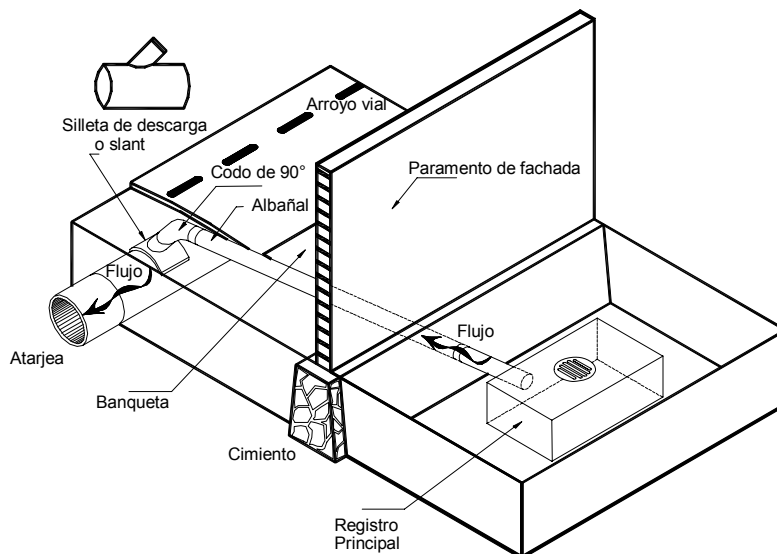
### 2.3.1. Determinación del diámetro y pendiente adecuados.

Deberá seleccionarse el diámetro de las tuberías de manera que su capacidad sea tal, que a gasto máximo extraordinario, el agua escurra sin presión a tubo lleno y con un tirante para gasto mínimo que permita arrastrar las partículas sólidas en suspensión, debiendo como mínimo alcanzar ese tirante el valor de un centímetro en casos excepcionales y en casos normales el de 1.5 cm.

### 2.3.2. Descarga domiciliaria

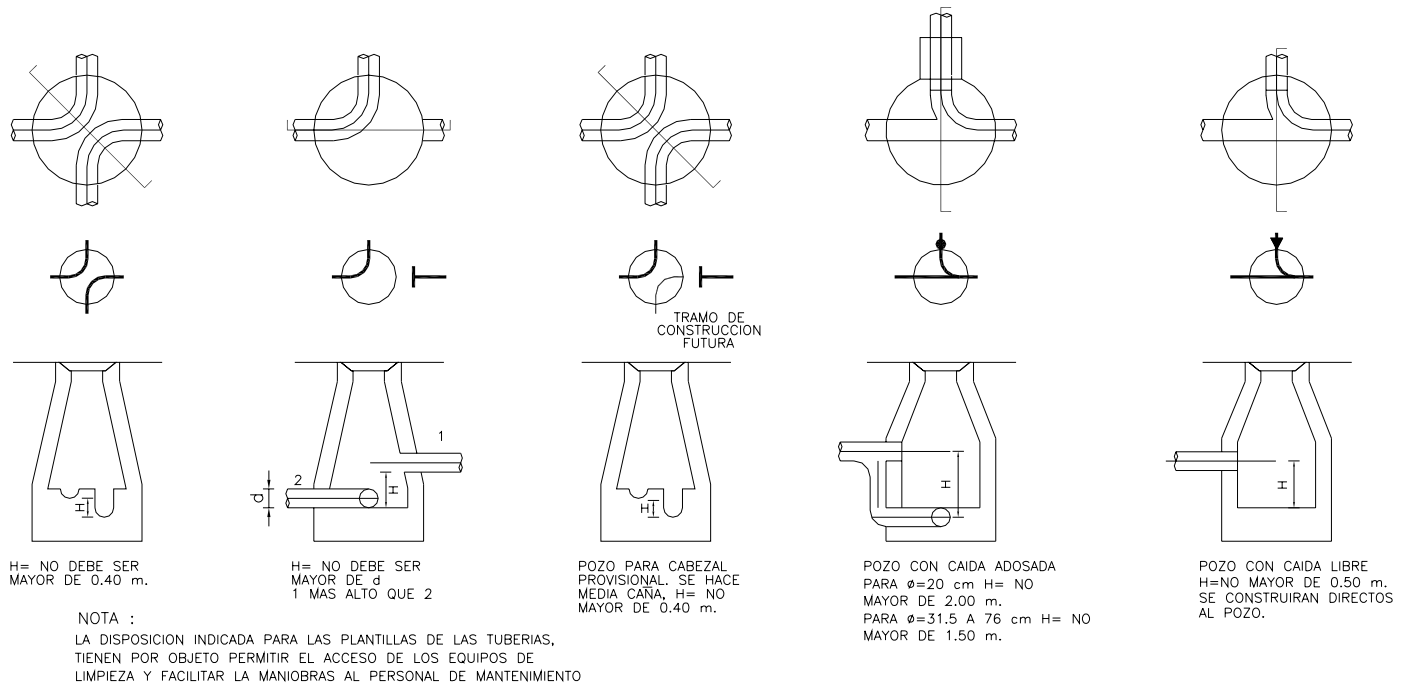
La conexión de un albañal domiciliario con una atarjea, subcolector o colector, se ejecutará instalando un codo de 45° y un Slant, tanto el codo como el Slant serán del mismo material que las tuberías por conectar y de diámetro igual al albañal. (Ver figura 8).

Figura 8. Descarga Domiciliaria



### 2.3.3. Disposición de plantillas en pozos de visita.

La disposición de plantillas de las tuberías en los pozos de visita tiene el objetivo de permitir el libre acceso de los equipos de limpieza para facilitar al personal las maniobras de mantenimiento. (Ver figura 9).



#### DISPOSICION DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA

FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N-. VC-1984

Figura 9. Disposición de plantilla en pozos de visita.

### 2.3.4. Simbología para proyectos de alcantarillado

En la siguiente figura (fig.10), se muestran los símbolos que se utilizan en los proyectos de alcantarillada sanitario y pluvial.

Fig.10 Signos convencionales para proyectos de alcantarillado

<b>SIMBOLOGIA</b>	
CABEZA DE ATARJEA _____	
ATARJEA DE PROYECTO _____	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO _____	
POZO DE VISITA TIPO COMUN _____	
POZO DE VISITA ESPECIAL _____	
POZO CAJA _____	
POZO CAJA DE UNION _____	
POZO CAJA DE DEFLEXION _____	
POZO DE VISITA CON CAIDA LIBRE _____	
POZO DE VISITA CON CAIDA ADOSADA _____	
POZO DE VISITA CON CAIDA _____	
CAIDA ESCALONADA _____	
POZO DE VISITA EXISTENTE _____	
ESTACION DE BOMBEO _____	
LINEA A PRESION _____	
RELLENO _____	
COLECTOR EXISTENTE _____	
EMISOR EXISTENTE _____	
SUBCOLECTOR EXISTENTE _____	
LONGITUD DEL TRAMO ( m ) _____	
NUMERO DE POZO _____	
ELEVACION DE RASANTE ( m ) _____	
ALTURA DE POZO ( m ) _____	
ELEVACION DE ARRASTRE HIDRAULICO ( m ) _____	
LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO ( m-milésimas-m ) _____	
ALTURA DE CAIDA ( m ) _____	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO _____	
COLADERA PLUVIAL DE PISO _____	
REJILLA TRANSVERSAL _____	
TANQUE DE TORMENTA _____	

## **2.4 GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO DE LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO.**

La guía para la presentación de los proyectos de agua potable, Drenaje y saneamiento, se genera como resultado de ordenar y normar el contenido de los proyectos que presentan los promotores de fraccionamientos, de usos habitacional, comercial o industrial en el Estado de México, ya que de esta manera podrá ser más rápida y clara la revisión de los mismos; no dejando de lado que los proyectos deberán sujetarse en su contenido a lo dispuesto en el “Manual de Diseño de agua potable, drenaje y saneamiento” editado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)., ya que bajo estos lineamientos, la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), hará la revisión y aprobación en su caso de dichos proyectos.

Los proyectos deberán realizarse tomando como base el Dictamen de Factibilidad emitido por la CAEM, Organismo Operador o H. Ayuntamiento.

### **2.4.1 PROYECTOS DE AGUA POTABLE**

#### **2.4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Se recomienda describir brevemente los criterios adoptados para la selección y diseño de la fuente de abastecimiento, tipo de obra de toma, regularización y la red de distribución, además de presentar el funcionamiento esperado y su justificación para el sistema general.

#### **2.4.1.2. DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para el desarrollo del proyecto será indispensable establecer los criterios generales de cálculo y método utilizado.

#### **2.4.1.3. DATOS GENERALES DE PROYECTO:**

- Número de lotes lotes
- Número de viviendas Viv.
- Población de proyecto. Utilizando la densidad de 4.51 hab/viv tomando como base el cuadro 11 de conteo de población y vivienda 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) hab



Se recomienda utilizar la dotación de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>Dotación Habitacional</b>		
<b>Tipo de Vivienda</b>	<b>Superficie de Construcción</b>	<b>Dotación lts/hab/día</b>
Habitacional Social Progresiva	Menor a 40 m <sup>2</sup>	150
Habitacional Interés social	Entre 40 y 62 m <sup>2</sup>	150
Habitacional Popular	Más de 62 hasta 100 m <sup>2</sup>	200
Habitacional Residencial	Más de 100 m <sup>2</sup>	205

<b>Dotación Áreas de Donación y Áreas Verdes</b>		
Se considera de 1.00 lps/ha, afectándola con los coeficientes de variación diaria y horaria, tomando como base los valores de dotaciones marcadas por las normas emitidas por la CONAGUA y el Reglamento de Construcción del DDF, se obtuvo el valor promedio para las superficies que están destinadas como donación, considerando que se componen generalmente por escuelas, oficinas, comercios y áreas verdes siendo el siguiente:		
<b>Área</b>	<b>Dotación</b>	<b>Dotación</b>
Oficinas	20 lts/m <sup>2</sup> /día	2.31 lps/ha
Comercios	6 lts/m <sup>2</sup> /día	0.69 lps/ha
Verdes	5 lts/m <sup>2</sup> /día	0.57 lps/ha
Promedio = 2.31 + 0.69 + 0.57 = 3.57/3		

Por lo anterior se adopta el valor de 1.0 lps/ha, debido a que en la mayoría de los desarrollos en sus planos de lotificación y/o subdivisión autorizados, no se especifican en las áreas de donación que tipo de uso van a tener.

<b>Datos de proyectos típicos</b>	
Gasto medio diario	lps
Gasto máximo diario	lps
Gasto máximo horario	lps
Coefficiente de variación diaria	1.4
Coefficiente de variación horaria	1.55
Fuente de abastecimiento	Pozo, Red municipal, etc.
Regularización	Cisterna-tanque elevado, o tanque superficial
Sistema de distribución	A presión o gravedad
Potabilización	En su caso
La red de distribución del conjunto urbano se deberá proyectar, hasta donde sea posible con circuitos.	

El diámetro mínimo será de 104 mm. (4”), para circuitos.
El material utilizado en la red, podrá ser de P.V.C, asbesto – cemento, polietileno de alta densidad, etc.
Se recomienda considerar un día de almacenamiento, el cual puede ser distribuido entre cisterna, tanque elevado o superficial y tinacos.
Cuando el sistema de abastecimiento en el conjunto urbano sea a través de “cisterna-tanque elevado”, se recomienda considerar que el volumen total de almacenamiento, se distribuya de la siguiente forma: dos terceras partes que se almacenen en la cisterna y una tercera parte en el tanque elevado, debiendo cumplir este último con el volumen de regularización de acuerdo con el tiempo de bombeo (24, 20 o 16 hrs.)

#### **2.4.1.4. MEMORIA DE CÁLCULO**

Se recomienda presentar la secuencia de cálculo hidráulico, obteniendo con esto una tabla resumen donde se indique las cotas piezométricas y cargas disponibles del proyecto de agua potable.

La presión mínima del agua al pie de lote, debe ser de 15 metros de columna de agua (m.c.a.) y la máxima de 50 m.c.a., así mismo se recomienda considerar un paso lateral (by-pass), en la alimentación a la cisterna, para que cuando exista presión suficiente en la red municipal, se abastezca directamente a la red interior del conjunto urbano.

En las cisternas del conjunto urbano, se recomienda equipar como mínimo dos bombas que tengan la capacidad del 100% del gasto total por bombear cada una, lo anterior es para que una trabaje en operación normal y la otra se conserve de reserva, especificando claramente todos los componentes y condiciones de servicio.

Los cruceros se sugiere que se diseñen de acuerdo a los símbolos convencionales, según el material utilizado.

Cuando el material seleccionado para el diseño de la red de distribución sea de PVC., los cruceros donde se alojen válvulas de seccionamiento, estos se diseñarán con piezas de fierro fundido.

#### **2.4.1.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PARTES DEL PROYECTO**

Los planos representarán los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico realizado para el proyecto y se recomienda indicar la localización de la alimentación principal, datos de proyecto, símbolos convencionales, notas, especificaciones y procedimientos constructivos, válvulas de seccionamiento con su correspondiente nomenclatura, longitud del tramo en los cruceros.

## 2.4.2 PROYECTO DE DRENAJE

### 2.4.2.1. TIPO DE DRENAJE Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema de drenaje será **separado**, drenaje sanitario independiente del drenaje pluvial.

Se debe cumplir con la norma vigente de la Comisión Nacional del Agua, para sistemas de alcantarillado sanitario-especificaciones de hermeticidad, esta norma oficial mexicana es de observancia "obligatoria" para diseño, instalación y fabricación de los sistemas de alcantarillado sanitario que se comercialicen dentro del territorio nacional.

Las partes del sistema que deben de hacerse mención en la memoria descriptiva son: red de atarjeas, colector, emisor, sistema de tratamiento y sitio final de vertido.

### 2.4.2.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO-DRENAJE SANITARIO.

Población de proyecto	Hab
Donación por habitante	Lts/hab/día
Aportación	(80% de la dotación)
Sistema	Sanitario
Formulas	Harmon-Manning
Coeficiente de rugosidad (n)	De acuerdo al material
Longitud de la red	M
Sistema de eliminación	Gravedad y/o bombeo
Tratamiento previo al vertido	
Naturaleza del sitio del vertido	Río, canal, área existente, etc.
Obra de descarga	
Coeficiente de Harmon	
Q medio	lps
Q mínimo	lps
Q máximo de aguas negras	lps
Coeficiente de previsión	1.5
Q máximo instantáneo	lps

### 2.4.2.3. MEMORIA DE CÁLCULO DRENAJE SANITARIO

Se recomienda presentar la secuencia del cálculo, obteniendo con esto una tabla resumen, donde se indiquen las condiciones del funcionamiento hidráulico de la red de drenaje sanitario.

- El diámetro mínimo de la tubería es de 20 cm, según el manual de diseño de agua potable, drenaje y saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), sin embargo por facilidad de mantenimiento en la operación de los sistemas se recomienda un diámetro de 30 cm. como mínimo, siempre y cuando se cumpla con el tirante y velocidad mínima.
- Los colchones mínimos deberán de ser los que marca el Manual de diseño de la CONAGUA.
- Cuando se tengan pendientes mínimas en la red, las longitudes entre pozos deberán ser menores a las indicadas en el Manual de Diseño de la CONAGUA.
- Establecer el sentido de escurrimiento con trayectorias lógicas y con un buen criterio.
- La numeración de pozos deberá ser de una forma progresiva de acuerdo a los escurrimientos.
- Presentar cuando sea el caso, el proyecto hidráulico y estructural de descarga al cuerpo receptor.

### 2.4.2.4. DATOS GENERALES DEL PROYECTO-DRENAJE PLUVIAL

Sistema	Pluvial
Formulas	Manning
Coefficiente de rugosidad (n)	De acuerdo al material
Longitud de la red	m.
Sistema de eliminación	Gravedad, bombeo y/o absorción
Sitio de vertido	Gravedad, bombeo y/o absorción
Naturaleza del sitio del vertido	Río, canal, red existente, etc.
Obra de descarga	
Area drenada	Ha
Coefficiente de escurrimiento	C
Intensidad de precipitación	i
Método utilizado	Racional Americano, Burklie-Ziegler o Gráfico Alemán
Q aportación pluvial	lps

#### **2.4.2.5. MEMORIA DE CÁLCULO- DRENAJE PLUVIAL**

Se recomienda presentar la secuencia de cálculo, obteniendo con esto una tabla resumen donde se indiquen las condiciones del funcionamiento hidráulica de la red de alcantarillado, incluyendo el estudio hidrológico de la región que permita obtener la curva i-d-T (intensidad de lluvia-duración-periodo de retorno) para un periodo de retorno de 5 años, el cual debe de tomar en cuenta las áreas externas que incidan en el predio en estudio.

- El diámetro mínimo de las tuberías será de 30 cm, de acuerdo al Manual de Diseño de la CONAGUA.
- Los colchones mínimos deberán ser los que marca el manual de Diseño de la CONAGUA.
- Establecer el sentido de escurrimiento con trayectorias lógicas y con un buen criterio.
- La numeración de pozos deberá ser de una forma progresiva de acuerdo a los escurrimientos.
- Presentar cuando sea el caso, el proyecto hidráulico y estructural de descarga al cuerpo receptor.

#### **2.4.2.6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PARTES DEL PROYECTO**

Los planos representarán los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico realizado para el proyecto y se recomienda incluir lo siguiente:

- Las elevaciones del terreno, plantilla de los pozos de visita, longitud de la tubería, diámetro y pendiente correspondiente a cada tramo entre pozo y pozo, cantidades de obra, cantidades de tubería, datos de proyecto, símbolos convencionales, especificaciones de construcción y croquis de localización; estos planos deberán ser entre otros los siguientes:
  - Planos de detalles de la red de alcantarillado sanitario
  - Planos del emisor
  - Planos de la estructura de descarga, incluyendo los planos estructurales respectivos.
- La calidad del dibujo deberá ser tal que resalte la red del drenaje pluvial, con dimensiones máximas de planos de 1.07 x 1.50 m, así mismo con la escala adecuada para que se vean claramente todos los datos indicados en el plano.
- Arriba del pie de plano se dejará el espacio suficiente para colocar los sellos de aprobación (15 cm. x 15 cm.).

### **3 ESTUDIOS PREVIOS**

Como punto de partida para la elaboración de los proyectos de las redes hidráulicas es de suma importancia contar con los estudios previos de la zona en donde se llevaran acabo los proyectos.

Se deberá tener un acercamiento con el Organismo Operador del Agua de la región donde se pretenda realizar los proyectos, con el fin de que por parte de las autoridades nos otorguen las posibles factibilidades de servicio para realizar los proyectos.

Por otro lado se tienen que hacer estudios en el terreno tales como son de topografía, hidrológicos, geohidrológicos, de mecánica de suelos, etc., con el fin de tener una visión y conocimiento general del terreno en el cual se va a trabajar.

Para fines de este trabajo que se esta presentando, solo se mencionara lo referente a los estudios de topografía, el diseño arquitectónico del sembrado (urbanización) del conjunto habitacional, el estudio de rasantes (proyecto en el cual vienen indicados los niveles topográficos de las vialidades y niveles de plataforma donde se asentarán las viviendas), así como el estudio hidrológico, en el cual solo se nombrará el valor que resulta de la curva i-d-t (intensidad-duración-periodo de retorno).

#### **3.1 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS**

Se entenderá por Carta de Factibilidad de Servicios, al documento que tendrá como finalidad informar al solicitante la posibilidad de brindar los servicios de Agua Potable y/o Alcantarillado para un predio determinado donde se pretenda llevar a cabo un desarrollo de carácter Habitacional, Industrial, Turístico, Comercial, etc.

En este mismo documento se informará sobre la situación de la Infraestructura primaria más cercana desde la cual se podrá prestar el servicio, precisando en caso de requerirse que infraestructura complementaria tendrá que ejecutar por su cuenta el solicitante, independientemente del pago de los derechos de conexión.

En la figura 11. muestra dicha factibilidad.

Figura 11. Documento de la Factibilidad de servicios.



Gobierno del Estado de México  
Secretaría de Agua, Obra Pública e Infraestructura para el Desarrollo  
Comisión del Agua del Estado de México



"2005. Año de Vasco de Quiroga: Humanista Universal"

Naucalpan de Juárez, México,  
14 de diciembre de 2005.

En atención al oficio 11A000/ 16/2004 del 28 de octubre de 2005, por medio del cual se solicitó la validación de diversos documentos relacionados con la factibilidad de servicios de agua potable y drenaje del conjunto urbano denominado "Nextlalpan", localizado en la Ex Hacienda Santa Inés, municipio de Nextlalpan, México, donde la empresa pretende la construcción de 10,000 viviendas de interés social, con una primera etapa de **2,580 viviendas** que demandarán un gasto de 23.23 lps (732,619.06 m<sup>3</sup> anuales), le comento lo siguiente:

Según lo señalado por la CNA en el oficio BO RO1.01. 1.- 61, se tiene autorizada la relocalización de 645,259 m<sup>3</sup> anuales (20.46 lps), del título MEX10 34/26 GR06, volumen suficiente para **2,272 viviendas** de interés social; si el promotor desea construir las 2,580 viviendas de la primera etapa, deberá presentar los derechos por 2.77 lps para suministrar agua potable a las 308 viviendas faltantes, por lo tanto, la empresa podrá continuar con los trámites, solamente para **2,272 viviendas**.

**DESCARGA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES.**- Se tienen que construir sistemas separados, las aguas pluviales aprovecharlas para la recarga de acuífero por medio de pozos de absorción, previa autorización de la CNA y construir un colector con la capacidad para el desalojo total de los escurrimientos hasta el Gran Canal del Desagüe. Para las aguas negras, construir una planta y efectuar el tratamiento de acuerdo a las normas oficiales mexicanas de la SEMARNAT, utilizar las aguas tratadas para el riego de áreas verdes del conjunto urbano por construir y el excedente canalizarlo al drenaje pluvial. La estructura de incorporación al Gran Canal del Desagüe, por tratarse de un cauce federal, tiene que ser autorizada por la CNA.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Faltó: Guzmán #10 Col. El Parque C.P. 53390 Naucalpan, Edo. de Méx. Tels.: 5256-0955 • 5356-6657



### 3.2 TOPOGRAFÍA

La topografía de la región en que se localiza el municipio de Nextlalpan es en términos generales plana, con una elevación media de 2,200 msnm. El municipio posee al Sureste una pequeña porción del cerro de Tenopalco, así como en el Poniente y a lo largo de seis kilómetros, entre los barrios de Atocan y Acuitlapilco, existen diseminados unos pequeños médanos (montones de arena), consecuencia del deslave de lejanas montañas en tiempos remotos. Entre los barrios de Atocan y Atenanco existe una pequeña depresión de aproximadamente 400 m de diámetro, llamada Tlacomulco.

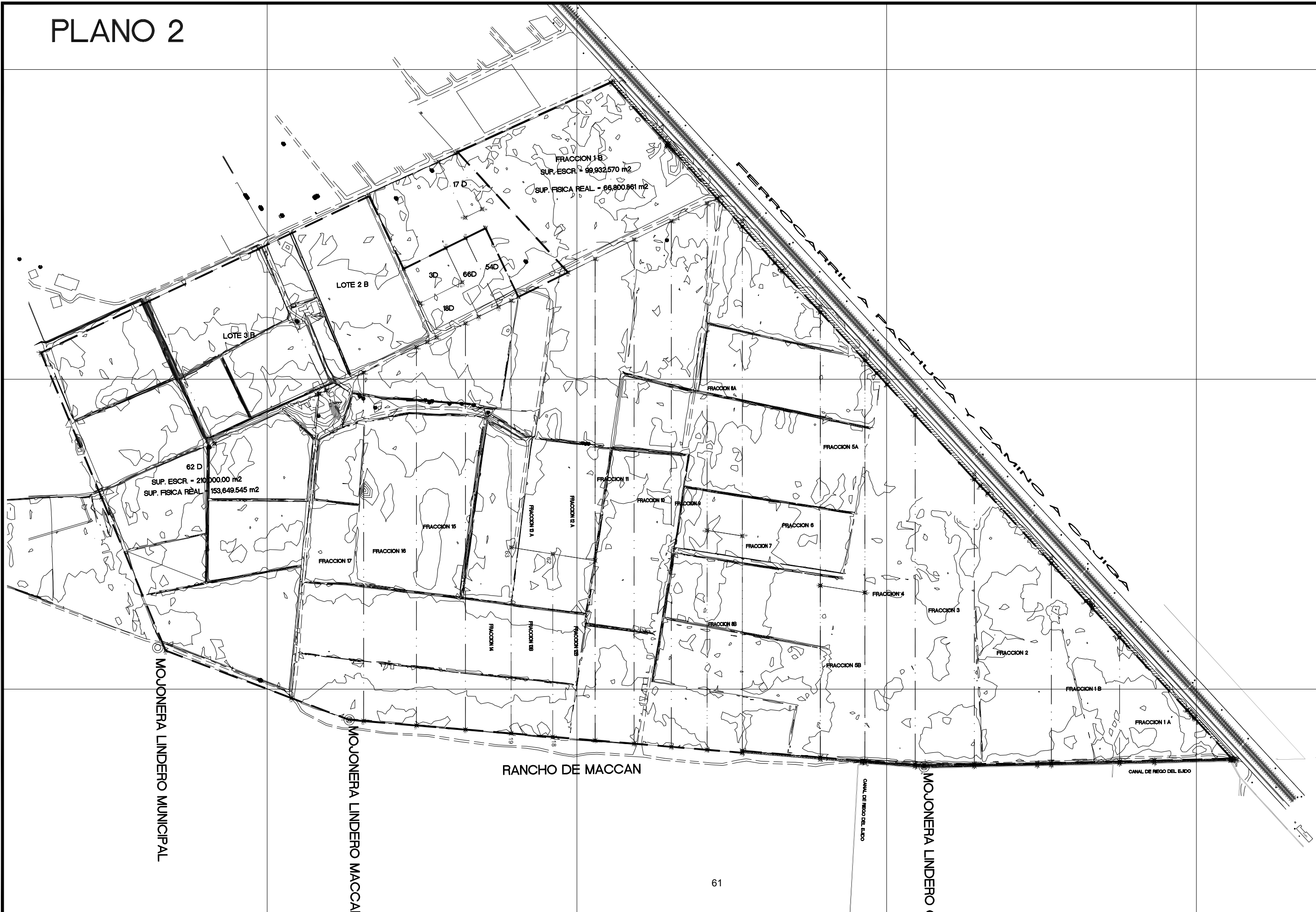
Lo anterior se debe a que la cuenca del Valle de México semeja una enorme presa azolvada, ya que se encuentra rodeada por sistemas montañosos. Los rellenos del valle están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de los ríos, arroyos y volcanes, esta situación dio origen a las características orográficas de la región en que se asienta el municipio de Nextlalpan.

El drenaje natural de los terrenos que conforman el predio en el cual ira el desarrollo habitacional es hacia el Suroeste.

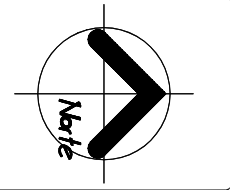
El plano 2 muestra el levantamiento topográfico con sus curvas de nivel (altimetría) y el levantamiento de todos los elementos que se encuentran en el terreno como son sus caminos de acceso, infraestructuras, construcciones, restricciones, puntos que conforman el polígono del predio y linderos (planimetría).



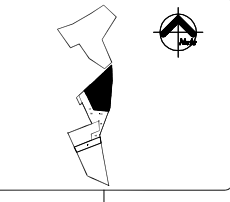
# PLANO 2



ORIENTACION



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS

SUPERFICIE UTIL. TOTAL DE LA PRIMERA ETAPA = 153,649,545 m<sup>2</sup>.  
LA LINEA DE POZOS EXISTENTES QUE MANIFIESTA ENERGIA A LOS POZOS DEL SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO TIENEN UNA RESTRICION DE 5000 m<sup>3</sup> A PARTIR DE LA LINEA DE SU EJUE TOMANDO EN CUENTA UNA FUTURA REUBICACION.  
SUPERFICIE DE AFECTACION POR LOS POZOS PERTENECIENTES A BRISA DE ANIMAZA GRUPO DE ESCUELAS LINDERO - FERRONIL - 7087146.  
SUPERFICIE DE AFECTACION POR CAMINO MUNICIPAL EN PROYECTO PARALELO AL BORDO DEL CANAL DEL ESTADO DE BARRIO ARDON HASTA LA TERMINACION DE ESTE EJIDO = 2,289,702 m<sup>2</sup>.

SIMBOLOGIA

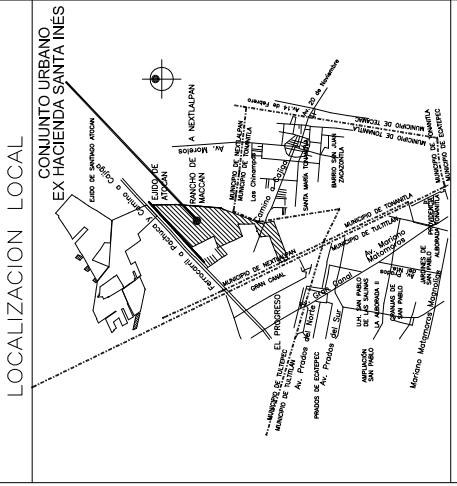
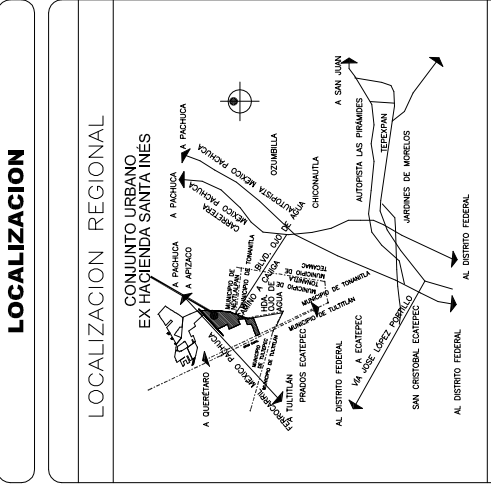
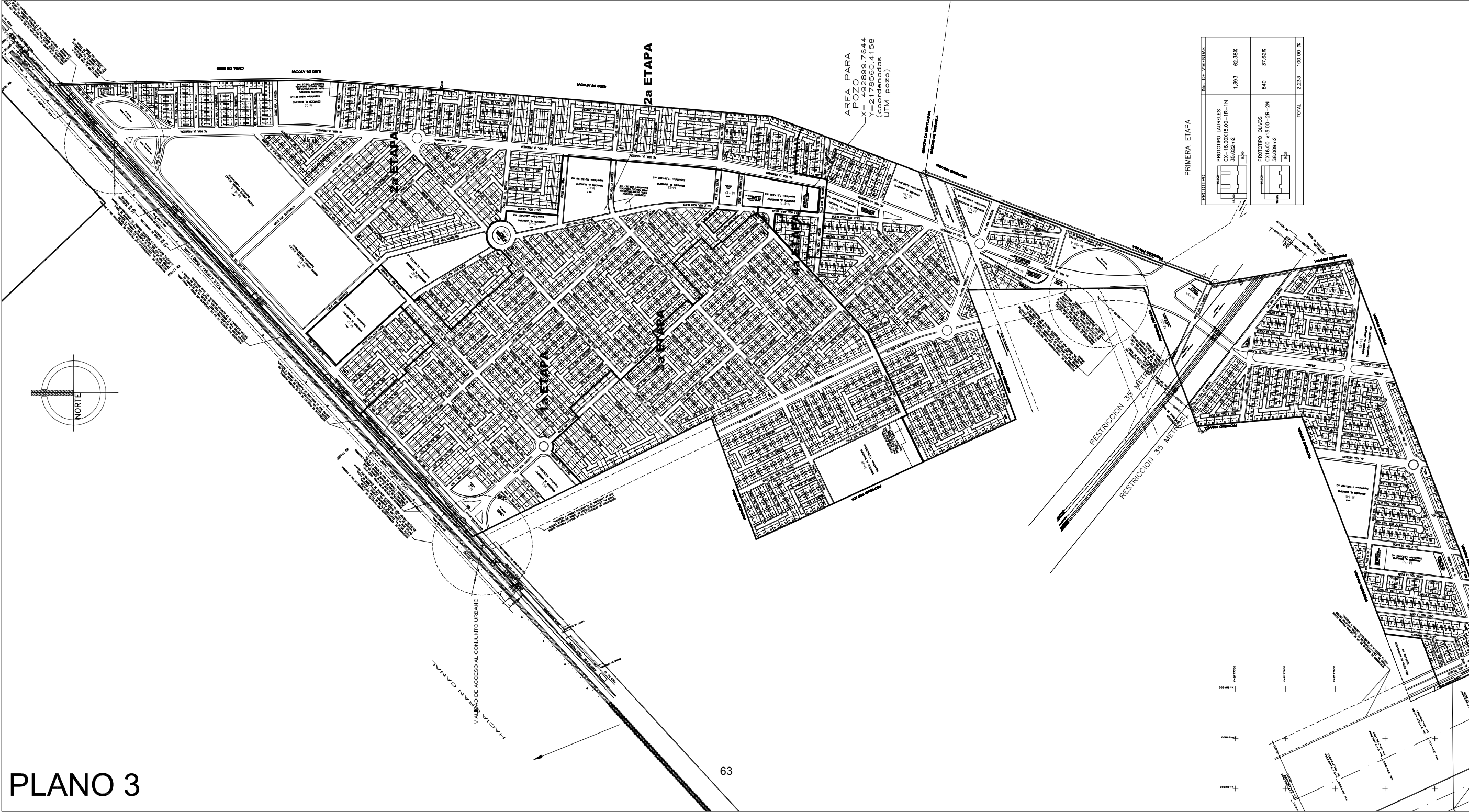
- INDICA POLIGONOS INTERIORES
- INDICA VIA DEL FERROCARRIL
- INDICA CAMINO A CALZADA
- INDICA AFECTACION POR CAMINO MUNICIPAL EN PROYECTO
- INDICA POZO DE AGUA
- INDICA AREA DE RESTRICION POR BATERIA DE POZOS
- INDICA NUMERO DE PARCELA
- INDICA VERTICE Y NUMERO DE VERTICE

### **3.3. SEMBRADO DEL DESARROLLO**

Se entiende por un sembrado, aquel arreglo urbanístico en donde se trazan las vialidades y se realiza la lotificación para que haya un mejor aprovechamiento del terreno, así como una mejor funcionalidad en las vialidades internas del desarrollo.

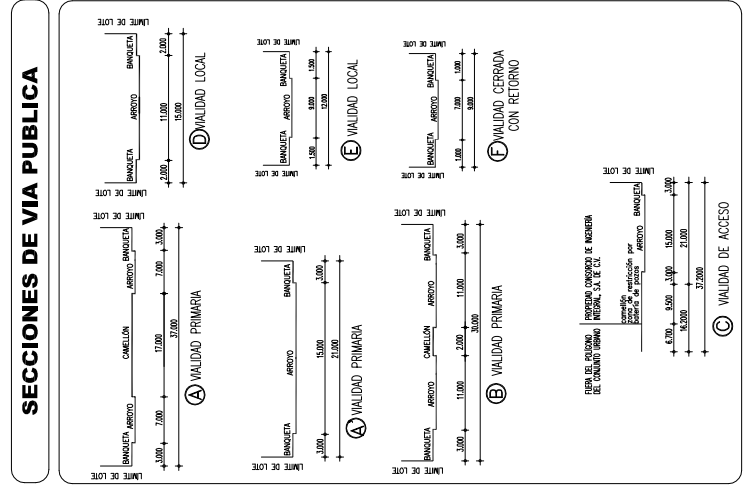
En el plano 3 se muestra el proyecto del sembrado.

# PLANO 3



### SIMBOLOGIA

65564 - COEFICIENTE DE OMBREO  
 1737 - COEFICIENTE DE COMANDO URBANO  
 M-3 - IDENTIFICACION DE NUMERO DE MANZANA  
 IDENTIFICACION DE NUMERO DE LOTE  
 RESEA TECNICA DE LA VIALIDAD  
 CP.A.S.E. - SERVIDOR PABLO DE TORO Y SERVIDOR MANRIQUE



### SIMBOLOGIA PROTOTIPOS

PROTOTIPO	No. DE VIVIENDAS
PROTOTIPO LAURELES CX-16.00x15.00-1R-1N 35.022m <sup>2</sup>	7,222 72.22%
PROTOTIPO OLIVOS CX16.00 x15.00-2R-2N 56.009m <sup>2</sup>	2,778 27.78%
TOTAL	10,000 100.00 %

### AREAS

DESCRIPCION	AREA (m <sup>2</sup> )	DENSIDAD
SUPERFICIE HABITACIONAL (VIVIENDAS)	642,626.21 m <sup>2</sup>	64.26%
SUPERFICIE DE VIALIDAD (CARRETERAS Y CALLES)	132,147.78 m <sup>2</sup>	0.84%
SUPERFICIE DE CENTRO URBANO REGIONAL (COM) (VARIABLE)	80,032.85 m <sup>2</sup>	5.72%
SUPERFICIE DE COMERCIO (COM) (VARIABLE)	145,428.58 m <sup>2</sup>	10.40%
SUPERFICIE DE VIALIDAD LOCAL (VARIABLE)	1,387.28 m <sup>2</sup>	0.10%
SUPERFICIE DE VIALIDAD LOCAL (VARIABLE)	8,458.55 m <sup>2</sup>	0.60%
SUPERFICIE DE VIALIDAD LOCAL (VARIABLE)	20,955.59 m <sup>2</sup>	1.49%
SUPERFICIE DE ATENCION AL COMERCIO (COM) (VARIABLE)	15,105.73 m <sup>2</sup>	1.08%
SUPERFICIE DE VAS VERDEAS	484,410.89 m <sup>2</sup>	33.38%
SUPERFICIE TOTAL DEL CONJUNTO URBANO	1,808,071.72 m <sup>2</sup>	80.7%
SUPERFICIE TOTAL DEL SERVIDOR	1,008,112.77 m <sup>2</sup>	50.20%
NUMERO DE LOTES	2,410	
NUMERO DE VIVIENDAS	10,000	
DENSIDAD	71.474 Vv. / Ha	

OBRAS: CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA SANTA INES"  
 UBICACION: MUNICIPIO DE MEXTLALPAN DE F.F.S. EDO DE MEXICO  
 PLANO: SEMBRADO GENERAL PLAN MAESTRO  
 PROYECTO Y CONTRACCION:  
 No. DE PLANO: **PLANO 3**  
 ESCALA: **5:1**  
 APLICACIONES: **SIN**  
**METROS**  
 FECHA: **12 FEBRERO 2007**  
**ESTE PLANO SUSTITUYE A TODOS LOS ANTERIORES**

### 3.4 ESTUDIO DE RASANTES Y VOLUMENES

Con la finalidad de optimizar el proyecto de urbanización en cuanto al movimiento de tierras, se realiza un estudio de plantación para definir los criterios de diseño del proyecto de niveles de rasantes y plataformas

Es importante mencionar que la definición de dichos criterios de diseño, deberán apoyarse de las recomendaciones efectuadas por el estudio de mecánica de suelos, siendo este también uno de los estudios previos que se deben de realizar.

Como antecedente del tema, se entiende como nivel de rasante a aquel nivel de rodamiento de la vialidad terminada (nivel de la carpeta asfáltica); y plataformas, a aquel nivel de terreno estabilizado en el cual se colocará la losa de cimentación de las viviendas.

Para establecer dichos criterios de diseño primero se debe analizar las elevaciones propias del terreno en donde se efectuará el proyecto. A continuación se mencionan algunos puntos que describen las elevaciones del terreno natural:

- Se detectaron depresiones sin ningún patrón de distribución.
- Las elevaciones mayores se ubican en la parte central cargadas al poniente de la Etapa I.
- Representan una superficie muy pequeña por lo que puede considerarse como un accidente topográfico aislado.
- Las diferencia entre la elevación máxima y la mínima es de aprox. 1.50 m.

Por otro lado se realiza un análisis de pendientes que a continuación se describe:

- La mayor parte del predio presenta pendientes menores a 1%.
- Las pendientes entre 1 y 5% y mayores a 5% se localizan generalmente en los canales que delimitan físicamente las parcelas.
- No hay drenaje natural del predio.
- El diseño de redes deberá contemplar esta problemática.

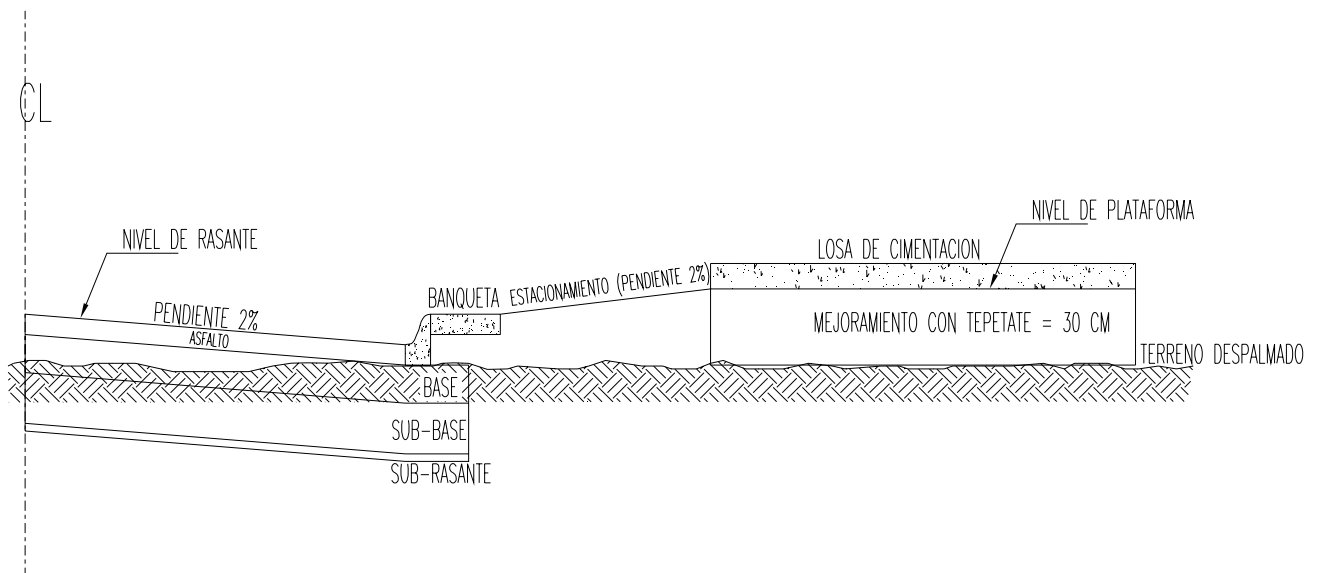
En base a los análisis de elevaciones y pendientes del terreno, y considerando las recomendaciones efectuadas por el estudio de mecánica de suelos se definen los siguientes criterios geométricos para el diseño de las rasantes y plataformas:

- Pendiente Longitudinal Máxima = 15%
- Pendiente Longitudinal Mínima = 0.4%
- Tangente Vertical Mínima = 40 m
- Pendiente Transversal = 2%

- Pendiente de Estacionamientos = mínimo 2%
- La solución geométrica de las rasantes de vialidades es mediante la sucesión de crestas y depresiones periódicas.
- Espesor de Plataforma de Vivienda = 30 cm
- Espesor de Losa de Cimentación = 10 cm
- Espesor de Despalme = 50 cm

En la figura 12 se muestra el modelo conceptual para los niveles de rasantes y plataformas.

Figura 12. Modelo Conceptual de Rasantes y Plataformas



Con los criterios establecidos para de terminar el diseño de las rasantes y plataformas, se obtiene los volúmenes de terracería para vialidades y para las plataformas.

En las tablas 16 a 21, se muestran los resultados obtenidos de los volúmenes de tierra que se efectuarán en el proyecto.

Tabla 16. Estructura de Pavimentos

ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS	VIALIDAD PRINCIPAL	VIALIDAD SECUNDARIA	VIALIDAD LOCAL
SUBRASANTE	10 cm	10 cm	10 cm
SUB-BASE	25 cm	20 cm	15 cm
BASE	15 cm	15 cm	15 cm
CARPETA	10 cm	8 cm	8 cm

Tabla 17. Volúmenes de Estructura de Pavimentos de Vialidades (m3)

TIPO	LONGITUD (KM)	BASE	SUB-BASE	ASFALTO	CONCRETO	SUB-RASANTE
PRINCIPAL	10.89*	15031	25052	6971	4357	10021
SECUNDARIA	10.62	14665	19554	6802	4251	9777
LOCAL	23.08	24928	24928	11079	7386	16619
<b>TOTAL</b>	<b>44.59</b>	<b>54624</b>	<b>69534</b>	<b>24852</b>	<b>15994</b>	<b>36417</b>

Tabla 18. Volúmenes de Estructura de Plataformas de Viviendas (m3)

PROTOTIPO	AREA DE DESPLANTE	ESPEJOR	LOTES	VOLUMEN
LAUREL	173.2	0.3	2,167	113,118
OLIVO	130.4	0.3	847	33,135
<b>TOTAL</b>			<b>3,014</b>	<b>146,253</b>

Tabla 19. Volúmenes de Subrasante en Vialidades (m3)

TIPO	CORTE	TERRAPLEN
PRINCIPAL	35527	3317
SECUNDARIA	34663	3237
LOCAL	50121	5052
<b>TOTAL</b>	<b>120311</b>	<b>11606</b>

Tabla 20. Volúmenes de Subrasante en Viviendas (m3)

PROTOTIPO	CORTE	TERRAPLEN
LAUREL	10028	21373
OLIVO	4326	5284
ESTACIONAMIENTO	276	41696
<b>TOTAL</b>	<b>14630</b>	<b>68353</b>

Tabla 21. Volúmenes de Despalme (m3)

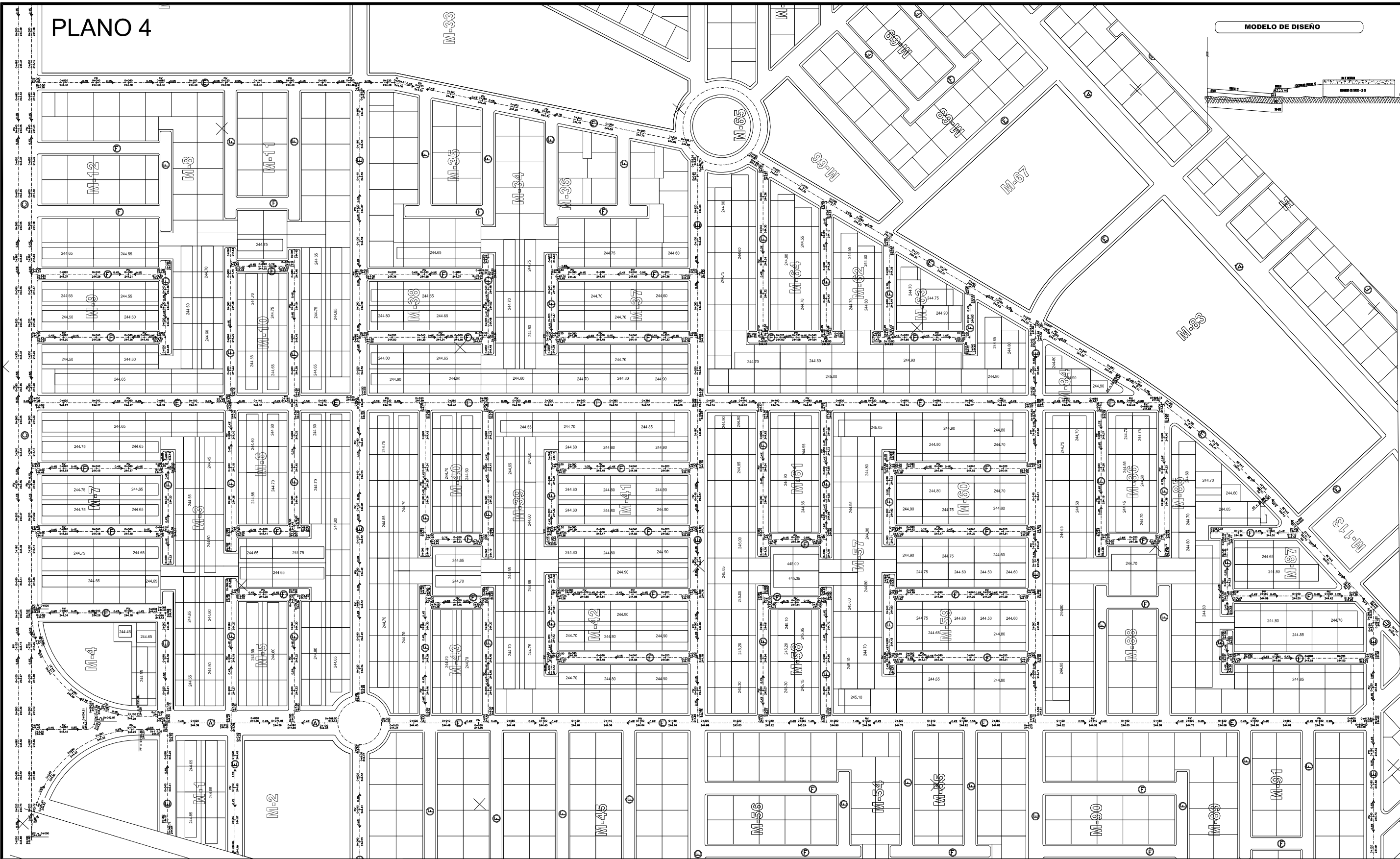
SUPERFICIE TOTAL ETAPA I	ESPEJOR	VOLUMEN
1295888	0.5	647944

## Notas sobre Volúmenes

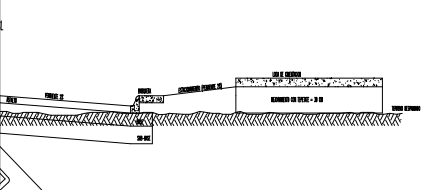
- Los volúmenes no incluyen áreas de donación
- Los volúmenes de estructuras de pavimentos y plataformas se calcularon geoméricamente.
- Para los volúmenes de subrasante, se proyectó rasantes y plataformas de una muestra equivalente al 10% aprox. de la superficie de la Etapa I y posteriormente se extrapolaron los datos.
- Se sugiere revisar espesor de despalme, ya que el volumen resultante es considerable

El plano 4 muestra el proyecto de rasantes y plataformas bajo los criterios antes mencionados.

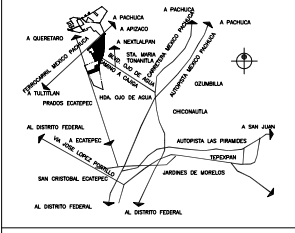
# PLANO 4



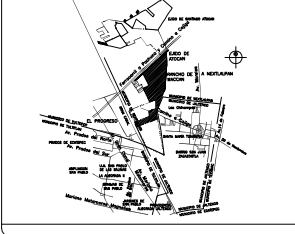
## MODELO DE DISEÑO



### LOCALIZACION REGIONAL



### LOCALIZACION LOCAL



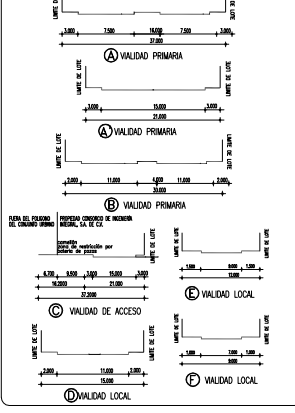
### SIMBOLOGIA

0+00	INDICA EJE DE VALADAD
93.80	INDICA KILOMETRAJE Y ELEVACION DE RASANTE
10.18%	INDICA SENTIDO DE ESCURRIMIENTO
0+055.65	INDICA PUNTO DE CONCENTRACION DE ESCURRIMIENTOS
93.85	INDICA PARTEGUAS DE ESCURRIMIENTOS
93.85	INDICA FIN DE CURVA VERTICAL
PV 0+000	INDICA FIN DE CURVA VERTICAL
93.80	INDICA NIVEL DE TERRACERA TERMINADA
244.70	IDENTIFICACION DE NUMERO DE MANZANA
M-3	INDICA SECCION DE VIA PUBLICA

### DATOS DE DISEÑO

PENDIENTE LONGITUDINAL MAXIMA = 15%  
 PENDIENTE LONGITUDINAL MINIMA = 0.4%  
 TANGENTE VERTICAL MINIMA = 40m  
 PENDIENTE TRANSVERSAL = 2% (EN VALADIES CERRADAS 0%)  
 PENDIENTE DE ESTACIONAMIENTO = 2% MINIMO  
 ESPESOR DE DESPALME = 25 CM

### SECCIONES DE VIA PUBLICA



"CONJUNTO URBANO 'EX HACIENDA SANTA INES'"  
**RASANTES Y PLATAFORMAS 1A ETAPA**  
 MUNICIPIO DE NEXTLAPAN DE F.F.S. EDO DE MEXICO  
 CONSORCIO DE INGENIERIA INTEGRAL S. A. DE C. V.  
**PLANO 4**  
 ESCALA: 1:500  
 FECHA: 14 DE SEPTIEMBRE 2009



### 3.5 ESTUDIO HIDROLÓGICO

En este punto se describirá de manera general la objeción de la curva intensidad-duración y periodo de retorno (i-d-T), la cual se utilizará para el diseño del drenaje pluvial.

#### 3.5.1. Climatología.

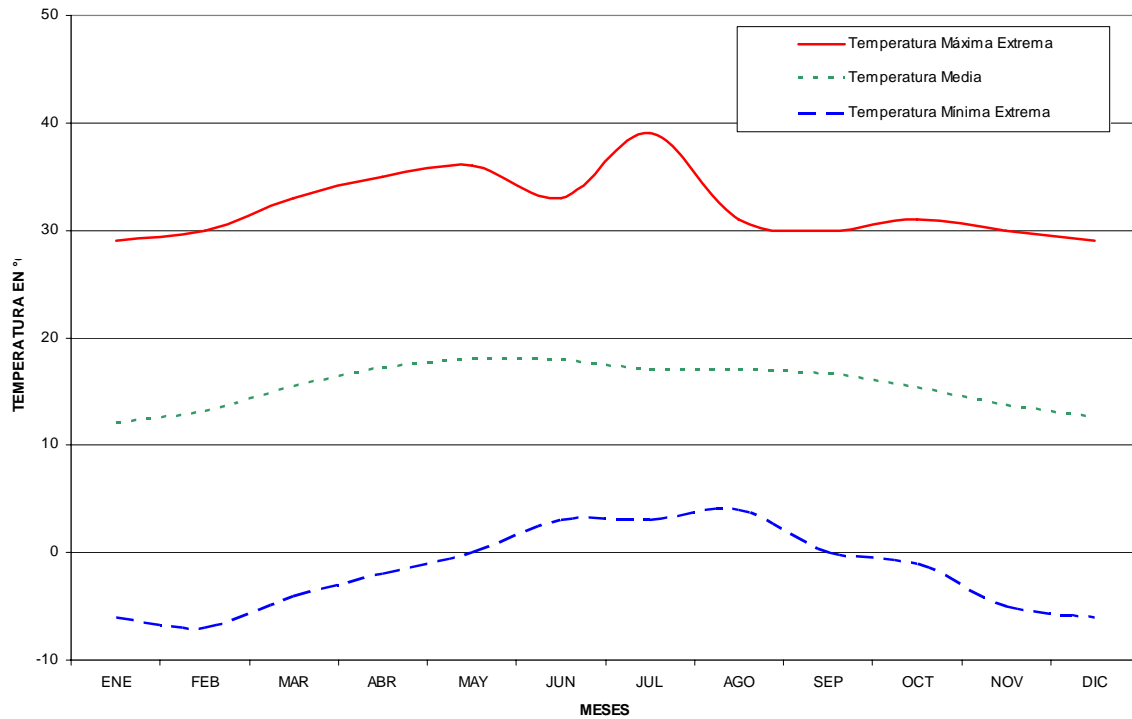
El estado de México por su latitud se localiza en la zona intertropical, la altitud predominante en su territorio es de 2,000 msnm; la mayor parte de su superficie, incluyendo la zona de estudio, se ubica dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, lo que significa que las temperaturas sean de medias a altas; está distante de las masas de agua que rodean al país. En base a estas características se determina que la entidad se encuentra en la zona de vientos alisios, lo que propicia que la zona se vea afectada por precipitaciones de origen convectivo en el verano.

Estas condiciones de temperatura y precipitación han dado lugar al predominio de climas templados en poco más de la mitad del territorio estatal, distribuyéndose en el Oeste, Centro, Norte y Este del estado, región en donde se encuentra ubicado el municipio de Nextlalpan.

La región de Nextlalpan corresponde a la zona de clima templado semi-seco, con lluvias de verano; se clasifica con la clave Bs, Kw (W), (i') g. Este clima se caracteriza por ser el menos húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano; su porcentaje de lluvia invernal es menor de 5%. Se ubica en el Noreste del estado, así como en pequeñas porciones del Norte; en parte de los municipios de Apaxco, Tequixquiac, Zumpango, Nextlalpan, Cuautitlán, Tultitlán, Coacalco, Tlalnepantla, Otumba, Tepetlaoxtoc, La Paz, Polotitlán y San Martín de las Pirámides, entre otros. Esos terrenos equivalen al 9.1% del territorio estatal tienen una altitud de 2,000 a 2,500 msnm. La precipitación total anual en esas zonas varía de 600 a 800 mm al año y la temperatura media anual de 12 a 18 °C.

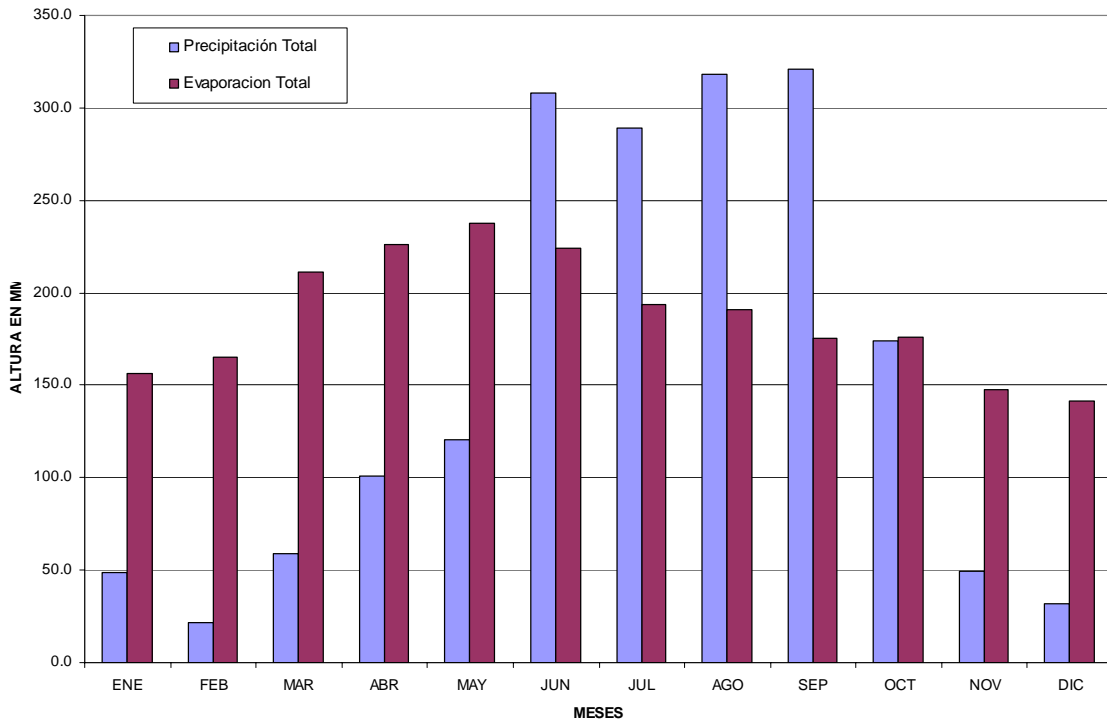
Los registros de la estación climatológica Tultepec, que es la representativa de la zona de estudio, tanto por su cercanía a ésta como por la amplitud de sus registros ya que dispone de un período de observación de 1967 a 1998, muestran temperaturas medias anuales que van de 14.0 °C a 16.6 °C; la temperatura media del mes más cálido varía entre 14.7 °C a 20.0 °C y pertenece a junio, siendo la temperatura máxima extrema de 39.0 °C registrada en julio de 1982; el mes más frío es enero con temperaturas medias de 9.5 °C a 13.9 °C, siendo la temperatura mínima extrema de -7.0 °C registrada en febrero de 1976. Se observa una uniformidad en la temperatura media en la región, en donde se tiene una oscilación térmica media de 6.8 °C en un ciclo anual. En la Figura 13 se presenta una gráfica en el que se presentan las características más relevantes de la temperatura en un ciclo anual.

FIGURA 13 TEMPERATURA



La precipitación total anual varía de 369.7 mm a 723.7 mm, con un valor medio anual de 589.2 mm, con un promedio de 73.9 días de lluvia apreciable; la temporada de lluvias va de junio a septiembre, la precipitación media mensual más alta comúnmente se presenta en agosto con una altura promedio de 113.8 mm y una máxima de 321.0 mm registrada en septiembre de 1962; los meses más secos son de noviembre a marzo, siendo febrero el mes de menor precipitación con 7.6 mm. La evaporación total registra un valor medio anual de 1,974.8 mm, más del triple de la precipitación. Para una apreciación más objetiva de esta información se elaboró la Figura 14.

FIGURA 14. PRECIPITACION-EVAPORACION



En el invierno predominan los vientos del norte y en el resto del año los del sur; hay un promedio de 100.3 días nublados al año. En la región son escasos los fenómenos meteorológicos como tormentas eléctricas con 1.8 tormentas en promedio al año y 0.5 granizadas, en comparación de las 57.6 heladas que se presentan en promedio al año y los 25.6 días con neblina. Por su ubicación geográfica, la región se ve afectada por los efectos de los ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre y en el invierno por los nortes o frentes fríos, fenómenos meteorológicos que producen en esas épocas precipitaciones extraordinarias.

En las Tablas 22 a 26 se presenta resumida la información de temperatura, precipitación y evaporación, así como copia de los datos climatológicos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional.

**TABLA 22**

**Estación: Tultepec, Municipio de Tultepec, Estado de México  
Temperatura Media  
Grados Centígrados**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1967									16.1	14.3	12.9	12.5	14.5
1968	9.5	10.7	12.1	16.9	17.1	16.9	16.5	16.3	16.7	15.7	13.3	12.0	14.5
1969	11.0	12.8	14.6	15.6	15.5	18.3	18.4	16.4	15.9	14.3	14.2	11.6	14.9
1970	13.4	12.9	15.4	17.3	17.1	17.7	17.3	16.3	16.8	16.0	12.1	11.9	15.3
1971	11.5	12.1	13.5	14.1	18.2	17.1	15.8	16.0	15.8	15.6	13.4	12.2	14.6
1972	12.0	12.2	13.8	17.4	18.1	16.9	16.2	16.7	16.6	16.0	14.8	14.1	15.4
1973	12.7	13.6	15.6	17.5	17.3	16.5	15.2	15.3	16.2	15.6	13.4	11.5	15.0
1974	12.3	12.4	14.2	14.0	16.6	14.7	13.4	16.2	15.9	13.5	12.5	12.8	14.0
1975	11.6	13.7	16.0	18.6	18.0	17.5	16.6	17.1	15.9	14.9	12.8	11.4	15.3
1976	10.3	10.8	14.8	17.9	16.7	17.4	16.8	15.9	16.8	14.9	12.9	14.5	15.0
1977	12.7	12.8	17.4	16.3	17.8	17.7	17.1	17.6	17.4	15.9	14.3	12.9	15.8
1978	12.5	13.0	14.7	18.5	19.2	17.8	17.4	17.2	16.9	15.2	13.9	13.9	15.9
1979	12.8	13.6	15.9	18.6	18.6	17.9	18.9	16.8	15.9	14.9	13.9	13.0	15.6
1980	12.2	13.3	17.2	16.9	19.4	19.2	18.9	18.6	17.8	17.0	14.5	12.4	16.4
1981	10.7	14.0	16.3	18.3	19.2	19.1	17.8	18.4	17.7	17.5	13.4	13.6	16.3
1982	13.8	14.6	17.2	19.5	19.2	19.6	18.1	18.6	17.5	16.3	12.3	12.8	16.6
1983	11.9	11.8	14.9	18.0	20.7	20.0	18.2	18.5	18.1	16.1	16.1	14.1	16.5
1984	12.5	13.8	16.4	19.0	17.6	18.1	17.5	17.1	16.4	17.6	13.7	12.9	16.1
1985	12.5	13.8	16.9	18.1	16.8	18.6	17.2	17.8	17.1	15.8	14.0	12.8	15.8
1986	11.2	13.4	14.7	18.1	18.9	18.8	17.2	17.7	17.6	16.8	15.3	12.3	16.0
1987	12.5	13.6	15.5	16.7	18.0	18.7	18.1	18.3	19.0	14.5	14.2	13.8	16.1
1988	11.4	14.3	15.3	18.1	19.7	18.6	18.3	18.3	17.0	15.9	14.5	13.0	16.2
1989	13.9	13.6	14.6	17.3	18.9	18.7	17.5	17.9	16.7	14.5	15.5	11.7	15.9
1990	13.5	14.3	15.6	17.5	18.8	18.7	18.0	17.2	17.5	15.8	14.1	12.7	16.1
1991	13.5	14.6	18.6	19.5	19.3	18.7	17.7	17.4	16.9	15.7	14.2	13.7	16.6
1992	12.3	14.8	16.8										14.6
1997		12.4	14.0	14.1	14.8	16.8	15.6	15.5	15.0	13.1	11.7	11.4	14.2
1998	11.3			16.9	17.7	17.6	16.1	15.1	14.3	12.1	12.1	9.7	14.1
PROM	12.1	13.2	15.5	17.3	18.0	18.0	17.1	17.1	16.7	15.4	13.7	12.6	15.6
MAX	13.9	14.8	18.6	19.5	20.7	20.0	18.9	18.6	19.0	17.6	16.1	14.5	20.7
MIN	9.5	10.7	12.1	14.0	14.8	14.7	13.4	15.1	14.3	12.1	11.7	9.7	15.1

**TABLA 23**

**Estación: Tultepec, Municipio de Tultepec, Estado de México  
Temperatura Máxima Extrema Grados Centígrados**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
1967	25.0	23.5	25.0	30.0	28.0	25.0	26.0	26.0	25.5	24.0	25.0	24.5	24.8
1968	27.0	28.0	29.0	31.0	31.0	29.0	30.0	28.0	26.0	27.0	27.0	25.0	26.5
1969	27.0	25.0	29.0	31.0	31.0	30.0	30.0	28.0	27.0	29.0	25.0	26.0	28.5
1970	26.0	28.0	28.0	32.0	32.0	30.0	27.0	26.0	26.0	28.0	25.0	25.0	28.1
1971	25.0	25.0	26.0	31.0	30.0	29.0	28.0	27.0	26.0	27.0	27.0	25.0	27.8
1972	27.0	27.0	31.0	30.0	30.0	30.0	25.0	25.0	26.0	26.0	26.0	25.0	27.3
1973	25.0	26.0	26.0	29.0	32.0	28.0	24.0	25.0	25.0	26.0	25.0	27.0	26.5
1974	24.0	27.0	29.0	32.0	31.0	28.0	25.0	26.0	24.0	26.0	25.0	24.0	26.8
1975	25.0	26.0	29.0	32.0	30.0	28.0	25.0	25.0	26.0	26.0	24.0	26.0	26.8
1976	26.0	26.0	30.0	32.0	29.0	28.0	26.0	27.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.8
1977	26.0	28.0	29.0	32.0	32.0	27.0	26.0	27.0	26.0	28.0	25.0	26.0	27.3
1978	26.0	26.0	30.0	29.0	30.0	27.0	26.0	27.0	26.0	26.0	26.0	26.0	27.5
1979	27.0	26.0	30.0	29.0	30.0	29.0	29.0	25.0	25.0	29.0	28.0	25.0	27.5
1980	25.0	27.0	31.0	30.0	32.0	31.0	29.0	28.0	28.0	31.0	27.0	25.0	28.7
1981	26.0	28.0	31.0	33.0	32.0	31.0	28.0	28.0	28.0	29.0	26.0	26.0	28.8
1982	28.0	28.0	31.0	33.0	32.0	32.0	39.0	31.0	30.0	28.0	27.0	26.0	30.4
1983	26.0	28.0	30.0	34.0	36.0	33.0	29.0	29.0	28.0	28.0	30.0	27.0	29.8
1984	26.0	28.0	31.0	32.0	32.0	29.0	28.0	26.0	27.0	30.0	27.0	26.0	28.5
1985	26.0	29.0	31.0	32.0	31.0	29.0	27.0	28.0	28.0	29.0	27.0	26.0	28.3
1986	26.0	28.0	31.0	32.0	33.0	30.0	27.0	29.0	25.0	28.0	29.0	25.8	28.7
1987	28.0	29.0	31.0	30.0	31.0	30.0	28.0	29.0	30.0	27.0	27.0	28.0	29.0
1988	26.0	30.0	31.0	33.0	33.0	30.0	28.0	29.0	24.0	30.0	29.0	29.0	29.3
1989	29.0	28.0	30.0	31.0	34.0	33.0	31.0	29.0	28.0	30.0	29.0	25.0	29.8
1990	28.0	29.0	31.0	33.0	36.0	32.0	30.0	29.0	28.0	29.0	27.0	27.0	29.9
1991	28.0	30.0	33.0	35.0	32.0	33.0	29.0	29.0	30.0	28.0	27.0	28.0	30.2
1992	26.0	30.0	32.0	30.0	30.0	29.0	29.0	26.0	26.0	26.0	25.0	26.0	29.3
1997	28.0	26.0	31.0	32.0	33.0	30.0	29.0	25.0	22.0	22.0	24.0	21.0	27.0
1998	28.0	26.0	31.0	32.0	33.0	30.0	29.0	25.0	22.0	22.0	24.0	21.0	26.9
<b>PROM</b>	<b>26.4</b>	<b>27.4</b>	<b>29.8</b>	<b>31.4</b>	<b>31.7</b>	<b>29.8</b>	<b>28.0</b>	<b>27.3</b>	<b>26.5</b>	<b>27.6</b>	<b>26.5</b>	<b>25.8</b>	<b>28.2</b>
<b>MAX</b>	<b>29.0</b>	<b>30.0</b>	<b>33.0</b>	<b>35.0</b>	<b>36.0</b>	<b>33.0</b>	<b>39.0</b>	<b>31.0</b>	<b>30.0</b>	<b>31.0</b>	<b>30.0</b>	<b>29.0</b>	<b>39.0</b>
<b>MIN</b>	<b>24.0</b>	<b>23.5</b>	<b>25.0</b>	<b>29.0</b>	<b>28.0</b>	<b>25.0</b>	<b>24.0</b>	<b>25.0</b>	<b>22.0</b>	<b>22.0</b>	<b>24.0</b>	<b>21.0</b>	<b>21.0</b>

TABLA 24

Estación: Tultepec, Municipio de Tultepec, Estado de México  
 Temperatura Mínima Extrema Grados Centígrados

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1967	-5.0	-2.5	-2.0	5.0	5.0	8.0	7.0	7.0	3.5	-1.0	-1.0	-2.5	1.4
1968	-2.0	-3.0	1.0	2.0	2.0	7.0	7.0	6.0	7.0	3.0	-2.0	-1.0	2.4
1969	-4.0	-1.0	2.0	1.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	4.0	-5.0	-4.0	1.4
1970	-3.0	-3.0	-3.0	-2.0	4.0	6.0	5.0	6.0	6.0	3.0	0.0	0.0	1.4
1971	-2.0	-3.0	1.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	7.0	4.0	2.0	-4.0	1.6
1972	-2.0	0.0	2.0	4.0	4.0	5.0	6.0	5.0	6.0	3.0	-2.0	-3.0	2.2
1973	-2.0	-3.0	2.0	-2.0	0.0	3.0	3.0	5.0	2.0	0.0	-2.0	-1.0	0.4
1974	-5.0	0.0	2.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	4.0	1.0	-4.0	-4.0	2.8
1975	-5.0	-7.0	1.0	4.0	6.0	8.0	8.0	5.0	6.0	1.0	0.0	1.0	2.3
1976	0.0	0.0	0.0	2.0	6.0	6.0	8.0	8.0	8.0	3.0	3.0	-2.0	3.3
1977	-1.0	1.0	1.0	7.0	7.0	9.0	7.0	7.0	7.0	4.0	3.0	0.0	4.3
1978	0.0	2.0	3.0	6.0	7.0	5.0	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	2.7
1979	-2.0	1.0	3.0	5.0	9.0	6.0	8.0	8.0	5.0	4.0	0.0	-3.0	3.7
1980	-5.0	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	9.0	9.0	4.0	5.0	-2.0	1.0	3.9
1981	1.0	0.0	1.0	4.0	8.0	5.0	7.0	8.0	5.0	2.0	-2.0	-3.0	3.0
1982	0.0	3.0	0.0	3.0	4.0	6.0	8.0	7.0	9.0	2.0	3.0	-2.0	3.6
1983	-2.0	0.0	3.0	4.0	5.0	5.0	8.0	7.0	6.0	6.0	0.0	-2.0	3.3
1984	-1.0	0.0	3.0	4.0	3.0	8.0	4.0	7.0	6.0	2.0	1.0	1.0	3.1
1985	0.0	-2.0	0.0	4.0	6.0	9.0	4.0	6.0	6.0	2.0	0.0	-2.0	2.8
1986	-4.0	-3.0	-4.0	2.0	6.0	9.0	4.0	8.0	8.0	1.0	-2.0	-1.0	2.0
1987	-6.0	0.0	0.0	4.0	7.0	7.0	4.0	9.0	2.0	4.0	-2.0	0.0	2.4
1988	1.0	3.0	2.0	5.0	6.0	5.0	8.0	6.0	4.0	0.0	3.0	-6.0	1.2
1989	-2.0	2.0	3.0	6.0	6.0	7.0	8.0	6.0	9.0	5.0	-5.0	-5.0	3.5
1990	1.0	3.0	4.0	0.5	3.0	6.0	8.0	5.0	6.0	4.0	3.0	3.0	4.2
1991	2.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	5.0	4.0	6.0	0.0	0.0	0.0	2.7
1992	3.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	6.0	6.0	8.0	2.0	0.0	0.0	2.6
1997	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	6.0	6.0	8.0	2.0	0.0	0.0	2.8
1998	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	6.0	6.0	8.0	2.0	0.0	0.0	2.8
PROM	-2.0	-0.5	1.1	3.4	5.2	6.3	6.3	6.7	5.6	2.4	-0.5	-1.6	2.7
MAX	1.0	3.0	4.0	7.0	9.0	10.0	9.0	9.0	9.0	6.0	3.0	3.0	10.0
MIN	-6.0	-7.0	-4.0	-2.0	0.0	3.0	3.0	4.0	0.0	-1.0	-5.0	-6.0	-7.0

**TABLA 25**

**Estación: Tultepec, Municipio de Tultepec, Estado de México**  
**Precipitación Total**  
**mm**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1961	0.6		18.0	7.5	24.0	308.0	156.5	174.5	35.7		18.0		
1962			20.5	80.5	41.0	74.5	68.0	103.5	321.0	103.5	23.5		
1963			4.2	11.0	45.0	82.0	141.9	164.9	132.3	60.4	49.1	7.3	
1964	45.0	1.9	4.0	20.1	117.3	111.6	79.3	76.3	94.8	17.7	34.0	9.9	<b>612.1</b>
1965		20.0	4.0	73.5	36.3	80.8	88.4	204.9	111.2	47.6	20.9	2.1	
1966	4.6	6.6	58.8	29.8	38.2	109.7	147.2	80.8	87.8	66.9	7.2	7.2	
1967	48.8		3.6	5.5	77.1	110.7	113.6	156.6	209.0	174.1	1.5	4.0	
1968	2.2	14.5	0.4	91.6	80.5	148.1	149.6	39.1	124.8	28.1	13.2	31.6	<b>723.7</b>
1969	17.6	2.1	2.7	10.2	10.4	37.8	108.2	318.2	42.6	48.2	0.2		
1970	0.1	6.1	38.6	0.4	28.7	94.9	157.8	126.5	96.0	40.2	2.6		
1971			3.4	1.5	54.1	153.2	137.4	76.4	66.8	39.6		0.2	
1972	5.1	4.3	3.4	12.7	41.8	24.2	80.7	39.9	116.3	40.9	0.1	0.3	<b>369.7</b>
1973		5.7	58.0	58.0	23.3	123.6	84.2	219.4	81.4	9.9	7.7		
1974		15.2	0.2	7.5	50.1	132.2	215.2	85.4	167.3	21.6	10.7		
1975	30.0	1.1	22.2	1.4	120.7	115.1	130.8	161.1	64.4	25.0			
1976		4.0	21.0	11.3	57.8	58.1	153.8	89.2	198.4	83.4	23.5	22.5	
1977			40.9	21.1	56.9	82.1	115.3	59.8	49.2	53.2	3.1	5.1	<b>695.2</b>
1978	4.2	8.6	4.4	1.6	31.1	186.4	92.8	80.6	137.1	80.6	8.0	23.3	
1979		21.4	0.1	42.2	25.7	155.7	71.3	161.5	150.2	19.3	40.8	1.0	<b>545.1</b>
1980	27.0	3.2	6.7	37.1	90.7	10.7	116.8	145.1	98.8	129.7	39.2		
1981	25.7	6.5	8.6	66.4	43.2	149.3	81.0	103.3	66.8	52.5	4.1	5.5	
1982		7.6	1.5	101.2	70.1	85.4	205.3	38.3	9.5	27.7	7.7	14.2	
1983	22.1	0.5	43.3	1.5	40.7	46.6	289.2	87.3	66.8	18.4	2.5	3.2	
1984	11.5	14.8	7.5		34.9	62.4	80.5	69.8	130.0	18.4	2.5	1.8	
1985		0.3	43.3	19.5	43.3	161.4	85.5	91.9	61.1	43.2	41.7		
1986		2.9	7.5	21.8	57.2	225.0	85.5	117.8	85.2	98.1	13.3		
1987		3.1	35.6	23.5	77.8	85.8	115.7	116.9	127.7	35.6			
1988		2.5	10.1	29.1	48.5	75.5	160.0	123.7	65.0	3.8		21.3	
1989		7.3	6.6	24.8	20.2	47.4	51.2	112.7	96.2	74.6		12.8	
1990	9.2		6.6	6.4	39.7	45.4	107.6	78.6	58.4	69.0		2.6	
1991						195.3	173.6	25.3	22.5				
1992	41.1	22.0											
1997	8.0			28.5	83.3	102.5	110.4	95.3	10.1	16.6	0.7	5.9	
1998				0.8	0.3	101.5	63.4	130.1	201.8	84.8	27.0	28.0	
<b>PROM</b>	<b>17.8</b>	<b>7.6</b>	<b>15.1</b>	<b>27.4</b>	<b>50.3</b>	<b>108.6</b>	<b>122.9</b>	<b>113.8</b>	<b>102.6</b>	<b>53.8</b>	<b>16.4</b>	<b>10.4</b>	<b>589.2</b>
<b>MAX</b>	<b>48.8</b>	<b>22.0</b>	<b>58.8</b>	<b>101.2</b>	<b>120.7</b>	<b>308.0</b>	<b>289.2</b>	<b>318.2</b>	<b>321.0</b>	<b>174.1</b>	<b>49.1</b>	<b>31.6</b>	<b>723.7</b>
<b>MIN</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>10.7</b>	<b>51.2</b>	<b>25.3</b>	<b>9.5</b>	<b>3.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>369.7</b>

**TABLA 26**

**Estación: Tultepec, Municipio de Tultepec, Estado de México**  
**Evaporacion Total**  
**mm**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1977</b>													
<b>1978</b>	115.4	131.6	164.5	207.6	217.5	156.0	158.3	180.7	134.1	142.0	101.6	106.0	<b>1,784.4</b>
<b>1979</b>	122.1	115.3	190.7	184.0	198.5	150.5	142.0	161.3	141.4	141.8	109.6	101.2	
<b>1980</b>	110.1	130.6	211.0	204.2	201.2	179.0	185.4	143.2	118.9	155.4	119.6	97.7	
<b>1981</b>	102.2	117.6	138.2	186.7	174.3	202.0	126.1	140.3	125.6	147.0	114.0	109.9	<b>1,881.3</b>
<b>1982</b>	132.3	129.0	202.8	219.3	163.9	151.7	154.7	136.6	150.8	146.7	134.6	103.7	<b>1,669.2</b>
<b>1983</b>					237.9	216.0	193.5	190.6	150.2	140.6	131.3	114.5	<b>1,945.2</b>
<b>1984</b>	124.3	142.9	195.4	226.2	183.6	171.5	172.6	152.2	141.5	160.4	138.7	141.2	
<b>1985</b>	119.6	146.2	191.1	173.7	201.5	155.5	158.1	172.9	163.1	155.7	142.6	120.5	<b>1,929.4</b>
<b>1986</b>	125.4	150.5	188.5	193.7	187.2	171.9	166.9	172.4	157.2	137.4	138.7	105.3	<b>1,882.8</b>
<b>1987</b>	143.3	152.6	203.3	193.7	204.8	159.6	149.7	174.0	175.1	176.3	119.1	123.3	<b>1,974.8</b>
<b>1988</b>	128.5	141.1	173.3	199.2	212.0	177.1	157.2	153.1	173.0	152.2	135.0	114.0	<b>1,915.7</b>
<b>1989</b>	131.1	150.1	206.5	195.6	207.3	166.3	161.3	143.8	118.1	158.9	147.8	105.5	<b>1,889.7</b>
<b>1990</b>	156.3	112.3	187.7	169.9	175.3	171.9	140.1	135.7	123.5	113.5	129.5	137.4	<b>1,727.9</b>
<b>1991</b>	90.6	122.2	164.0	198.8	142.3	133.8	147.9	177.4	116.8	114.9	96.2	87.6	<b>1,742.7</b>
<b>PROM</b>	<b>123.6</b>	<b>136.2</b>	<b>187.3</b>	<b>196.6</b>	<b>193.4</b>	<b>172.4</b>	<b>158.1</b>	<b>160.2</b>	<b>140.7</b>	<b>147.8</b>	<b>126.8</b>	<b>112.1</b>	<b>1,849.4</b>
<b>MAX</b>	<b>156.3</b>	<b>165.3</b>	<b>211.0</b>	<b>226.2</b>	<b>237.9</b>	<b>223.9</b>	<b>193.5</b>	<b>190.6</b>	<b>175.1</b>	<b>176.3</b>	<b>147.8</b>	<b>141.2</b>	<b>1,974.8</b>
<b>MIN</b>	<b>90.6</b>	<b>112.3</b>	<b>138.2</b>	<b>169.9</b>	<b>142.3</b>	<b>133.8</b>	<b>126.1</b>	<b>135.7</b>	<b>116.8</b>	<b>113.5</b>	<b>96.2</b>	<b>87.6</b>	<b>1,669.2</b>



### 3.5.2. Hidrografía.

De acuerdo con la división hidrológica de la República Mexicana hecha por la extinta Secretaría de agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), el municipio de Nextlalpan está incluido en la Región Hidrológica No. 26, Alto Pánuco, en la subcuenca del Valle de México, subregión hidrológica IV, Cuautitlán. En la actualidad la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha hecho una nueva división administrativa de las regiones hidrológicas, y en este caso le corresponde a la región en estudio ubicarse dentro de la Región XIII, Valle de México.

En la región se localiza hacia el poniente el Río Cuautitlán, que es la corriente más importante de esta área. Este cauce recibe las aportaciones de la Presa Guadalupe y de la Presa La Piedad, aguas abajo confluye por margen izquierda el Río de Tepetzotlán, que a su vez recibe las descargas de la Presa La Concepción. El Río Cuautitlán sigue con un curso hacia el norte, y a la altura de Tepetzotlán se une al Emisor del Poniente y juntas las aguas de estas corrientes se dirigen hacia el Valle de Tula por el Tajo de Nochistongo.

En la jurisdicción municipal pasan dos importantes corrientes de aguas negras, una es el Gran Canal del Desagüe del Valle de México, corriente artificial que recorre nueve kilómetros dentro del municipio de Nextlalpan, fue inaugurado por Porfirio Díaz el 17 de marzo de 1900 en Zumpango; esta obra salvó al Valle de México de las graves inundaciones que sufría, pero en Nextlalpan provocó descontento en la población, ya que al irse el agua por el canal se acabó la pesca y demás productos del lago. La otra corriente también artificial es el Canal de Castera, este canal proveniente de la Laguna de Zumpango se une al Gran Canal del Desagüe cerca del cruce de éste último con la Avenida López Portillo.

Dentro de los terrenos que ocupará el desarrollo habitacional y en las cercanías a éste no existe ninguna corriente superficial natural. Estos terrenos se ubican en el valle que antes formó parte del Lago de Xaltocan, lago que fue de agua salada, actualmente los suelos desecados son salitrosos, tienen elevados porcentajes de arena y muy poca arcilla, sin cementación, con una topografía más bien plana, por lo cual el grado de permeabilidad es alto. Por tal motivo el drenaje pluvial de estos terrenos se realiza de manera natural en parte mediante la infiltración de los volúmenes de lluvia precipitados sobre ellos, y estos de manera subsuperficial escurren hacia el Gran Canal del Desagüe y los excedentes escurren hacia el Suroeste por superficie.

Los canales de riego existentes se utilizan exclusivamente para riego, no para el drenaje de las parcelas. De acuerdo a lo expresado por los campesinos, los suelos no presentan problemas de drenaje ya que toda el agua de riego y de lluvia escurre por los terrenos y gran parte se infiltra.

### **3.5.3. Modelo de Tormenta. Curva de intensidad-duración-Periodo de retorno (i-d-T).**

En cuencas pequeñas sin información hidrométrica, el estudio hidrológico se estructura a través de un análisis regional de lluvias que involucra conocer la frecuencia de éstas, su distribución y su relación con el escurrimiento.

La única manera de acotar el evento de diseño de una estructura hidráulica, cuando el análisis se apoya en los registros de lluvias, es a través del conocimiento de la variación de las características de las tormentas en relación con su período de retorno.

Dado que los pluviógrafos registran en forma continua la variación de la altura de lluvia respecto al tiempo, son sus registros los que permiten realizar un análisis más completo del comportamiento del fenómeno, deduciéndolo por medio de las curvas de intensidad-duración-período de retorno (i-d-T). Para esto se requiere conocer la curva masa de cada tormenta máxima anual.

En la región en estudio se dispone de información pluviográfica en las estaciones de Presa Guadalupe para el período de 1981 a 2000 misma que se utilizó para realizar el estudio del modelo de tormenta de la región, mediante la determinación de las curvas i-d-T, en la tabla 27 se muestra dicha información.

**Tabla 27.**

Estación: Presa Guadalupe, Tultitlán

Precipitación Total mm

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1961	26.1	1.2	3.4	13	59.2	225	193.5	66.1	50.3	47.1	2.7	2.7	690.3
1962	0	1.1	1.1	128.2	37.1	95	124.5	105.4	174.6	48	1	2.6	718.6
1963	0	0.5	38.6	16.5	55.2	179.7	199.3	135.5	139.8	68.5	36.5	10.4	880.5
1964	23.5	0	15.3	9	104.8	72.2	115.4	42.7	70.1	14.3	11.4	7.7	486.4
1965	0	31.1	26	36.1	76.1	131.5	85.6	129.7	103.8	75.5	14.2	3.8	713.4
1966	7.4	0	60.6	29.8	36.8	73.9	164.1	161	75.2	81.1	0	7.5	697.4
1967	46.1	1.6	8.9	12.5	140	103	100.5	195.2	217.1	85.4	0.9	0.4	911.6
1968	0.8	12.7	0	23.4	40.1	205.5	125.7	60.9	128.1	27.1	26.9	21.8	673.0
1969					25.5	42.2	110.7	332.5	73.1	28.4	4.3	0	
1970	0.1	6.6	4.8	8.9	35.2	209.8	129.6	189	146.9	16.2	0.2	0	747.3
1971	0	0	22.1	7.3	22.2	123.7	107.8	129	172.9	94.8	0.4	2.3	682.5
1972	0.1	0.8	14.9	9.9	48.2	106.8	197	47	164.1	51.7	8.8	3	652.3
1973	0	2.2	0	13.1	107.9	126.8	196.6	141.7	68.1	92.8	14.9	1.3	765.4
1974	0.4	7	4.8	24.1	34	191.3	101.7	45.9	187	34.1	12	0.3	642.6
1975	28.4	0.6	0.3	20	118.6	139.4	140.6	135.5	109.2	32.5	0	0	725.1
1976	0.2	2.5	39.1	21.2	31.1	51.3	179.3	202.3	127.9	130.6	35.4	18.9	839.8
1977	6.3	1.1	0	34.6	107.7	79.3	107	139.6	74.4	52.5	1.7	9.5	613.7
1978	2.1	9.8	39	11.9	69.1	197.5	104.8	82.9	142.1	121.8	8.4	29.7	819.1
1979	0	28.2	5.5	33.5	41.2	166.3	136.9	181	127.1	4.6	0	18.5	753.3
1980	26.1	4.4	0	57.8	53.9	90.8	109.9	181	127.1	38.3	22.2	0	711.5
1981	21	25	27.9	42.3	57.1	139.2	185.5	119.4	38	78.4	0.9	5.3	
1982		3	6	10.8	123.9	113.3	173.3	75.1	16	76.2	0.6	8	
1983	21.3	2.6	5.3		49.2	90.9	237.2	132.2	154.3	34.7	4.9	6.7	
1984	8.2	16.5		2.9	39.7	78.5	156.4	184	116.8	42.1	1.5	5.4	
1985	2.2		15.6	80.9	77.3	223.3	151.6	85.4	66.3	20.2	9	3.8	
1986				32.1	47.2	268.1	64.7	102.3	69.8	25.5	6.5	6.5	
1987		2.3		26.8	92.6	134.9	126.1	104.9	96.8		10.6		
1988	1.4	4.1		42.4	34.2	153.9	140	169.9	94.6	8.3	2.7		
1989	0.5			9.1	15.2	120.2	83.8	213.6	77.3	12.7	2.4	17.7	
1990	10.7	24.5	2.7	34	56.6	88.3	167.5	182.9	149.5				
<b>PROMEDIO</b>	<b>9.0</b>	<b>7.3</b>	<b>14.3</b>	<b>28.3</b>	<b>61.2</b>	<b>134.1</b>	<b>140.6</b>	<b>136.1</b>	<b>111.9</b>	<b>51.6</b>	<b>8.3</b>	<b>7.2</b>	<b>723.2</b>
<b>MAX</b>	<b>46.1</b>	<b>31.1</b>	<b>60.6</b>	<b>128.2</b>	<b>140</b>	<b>268.1</b>	<b>237.2</b>	<b>332.5</b>	<b>217.1</b>	<b>130.6</b>	<b>36.5</b>	<b>29.7</b>	<b>911.6</b>
<b>MIN</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.9</b>	<b>15.2</b>	<b>42.2</b>	<b>64.7</b>	<b>42.7</b>	<b>16</b>	<b>4.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>486.4</b>

Con esta información de la estación presa Guadalupe se determinaron las curvas de intensidad máxima maximorum para el periodo indicado y a su vez se determinó para cada curva masa, la máxima variación de la altura de lluvia respecto a intervalos de duración constante. De esta manera se obtienen las condiciones más críticas de altura de lluvia-duración para cada tormenta. En la Tabla 28 que se muestra a continuación, se presenta esta información resumida, asociada a cada año de registro y para intervalos de duración constantes de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos.

**TABLA 28**

**Estación: Presa Guadalupe, Municipio de Tultitlán, Estado de México**  
**Intensidades de Lluvia para las tormentas máximas anuales** mm/h

AÑO	TIEMPOS DE DURACION (minutos)									
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
1981	115.69	80.31	57.41	50.00	43.80	36.17	29.69	22.92	20.87	19.16
1982	166.68	132.30	110.48	100.00	85.37	69.85	56.91	43.25	34.91	30.01
1983	135.01	111.69	91.29	75.00	53.48	41.96	30.31	23.22	18.18	14.51
1984	78.75	58.75	45.47	38.85	31.25	24.03	18.85	14.14	10.83	8.66
1985	114.73	88.64	72.71	62.48	50.00	38.12	32.27	26.11	21.27	18.22
1986	156.12	89.82	62.43	48.26	38.07	23.47	20.24	18.60	17.65	16.79
1987	158.31	114.43	80.80	64.35	45.68	31.80	25.02	20.52	18.56	17.69
1988	151.88	90.22	62.75	48.46	33.27	24.03	19.90	18.57	17.25	15.91
1989	174.78	107.64	75.34	62.43	46.03	34.46	27.60	22.36	20.23	20.03
1990	126.13	82.36	52.20	38.99	28.78	23.84	20.96	19.48	16.35	15.66
1991	228.62	153.66	124.40	105.18	80.82	67.17	56.32	43.59	37.56	33.96
1992										
1993	242.14	181.53	134.28	102.44	68.85	48.01	36.50	28.72	24.95	19.98
1994	150.00	127.09	78.00	71.17	60.64	50.00	41.87	32.38	27.53	22.82
1995	124.28	99.15	87.35	79.99	71.55	62.22	54.40	42.95	35.01	28.70
1996	120.00	76.42	60.79	51.10	42.90	34.75	29.24	24.70	21.80	20.00
1997	120.00	80.00	66.70	60.00	41.70	28.80	22.30	18.10	15.40	12.40
1998	120.00	104.40	80.00	74.10	69.40	61.70	51.20	42.25	36.30	33.00
1999	128.73	105.45	92.81	82.04	66.87	48.48	39.15	33.21	28.34	24.38
2000	105.49	88.33	75.65	65.31	53.32	41.33	32.00	24.73	19.96	16.77

Para obtener las curvas de intensidad-duración-período de retorno se procedió de la siguiente manera. Como para cada duración de lluvia (d) se dispone de un grupo de intensidades (i), éstas deberán de ordenarse de forma decreciente para asignarles su período de retorno (T), el cual se obtiene como:

$$T = ( n+1 ) / m \quad (3.1)$$

En donde:

- m número de orden; 1 a la intensidad de lluvia más grande, 2 a la siguiente, etc.
- n número de años de registro
- T período de retorno asignado a i en años

Para valorar las curvas de intensidad-duración-período de retorno, se requiere obtener la ecuación de mejor ajuste entre los diversos grupos de valores de las intensidades de lluvia, su duración y sus períodos de retorno. Para plantear el tipo de ecuación más conveniente, cabe aclarar que el más usual corresponde a la forma:

$$i = K T^h d^{-g} \quad (3.2)$$

siendo:

d	duración de la lluvia, en min.
i	intensidad de lluvia, en mm/h
T	período de retorno, en años
K, h y g	parámetros de la ecuación de ajuste

A partir de un análisis de correlación múltiple se obtuvo la ecuación de las curvas i-d-T resultando:

Salida de Regresión

Constante	294.5011
R al Cuadrado	1.0249
Coeficientes	0.3675 -0.6296

Por lo tanto, la ecuación que representa las curvas de intensidad-duración-período de retorno para la estación Presa Guadalupe resultó:

$$i_{PG} = 294.5011 T^{0.3675} d^{-0.6296} \quad (3.3)$$

La ecuación 3.3 permite obtener las características de una tormenta que con cierta frecuencia de puede presentar en la estación Presa Guadalupe, para duraciones de tormenta de hasta dos horas.

Para poder utilizar esta información en el sitio de estudio, es necesario ajustar el modelo de tormenta definido por la ecuación de la estación Presa Guadalupe, mediante un factor de transporte, el cual en este caso se determinó en base a la información disponible de la región. Del plano de isoyetas de intensidad-duración-frecuencia para la República Mexicana publicado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), se obtuvo que para un período de retorno de 10 años y una duración de tormenta de 60 min, en la estación Presa Guadalupe se tiene una intensidad de 38 mm/h, mientras que para la zona en estudio ésta toma un valor de 40 mm/h, por lo tanto, el factor de transporte adquiere un valor de:

$$FT = 40 / 38 = 1.0526$$

Por lo tanto, el modelo de tormenta a utilizar en la zona de estudio será:

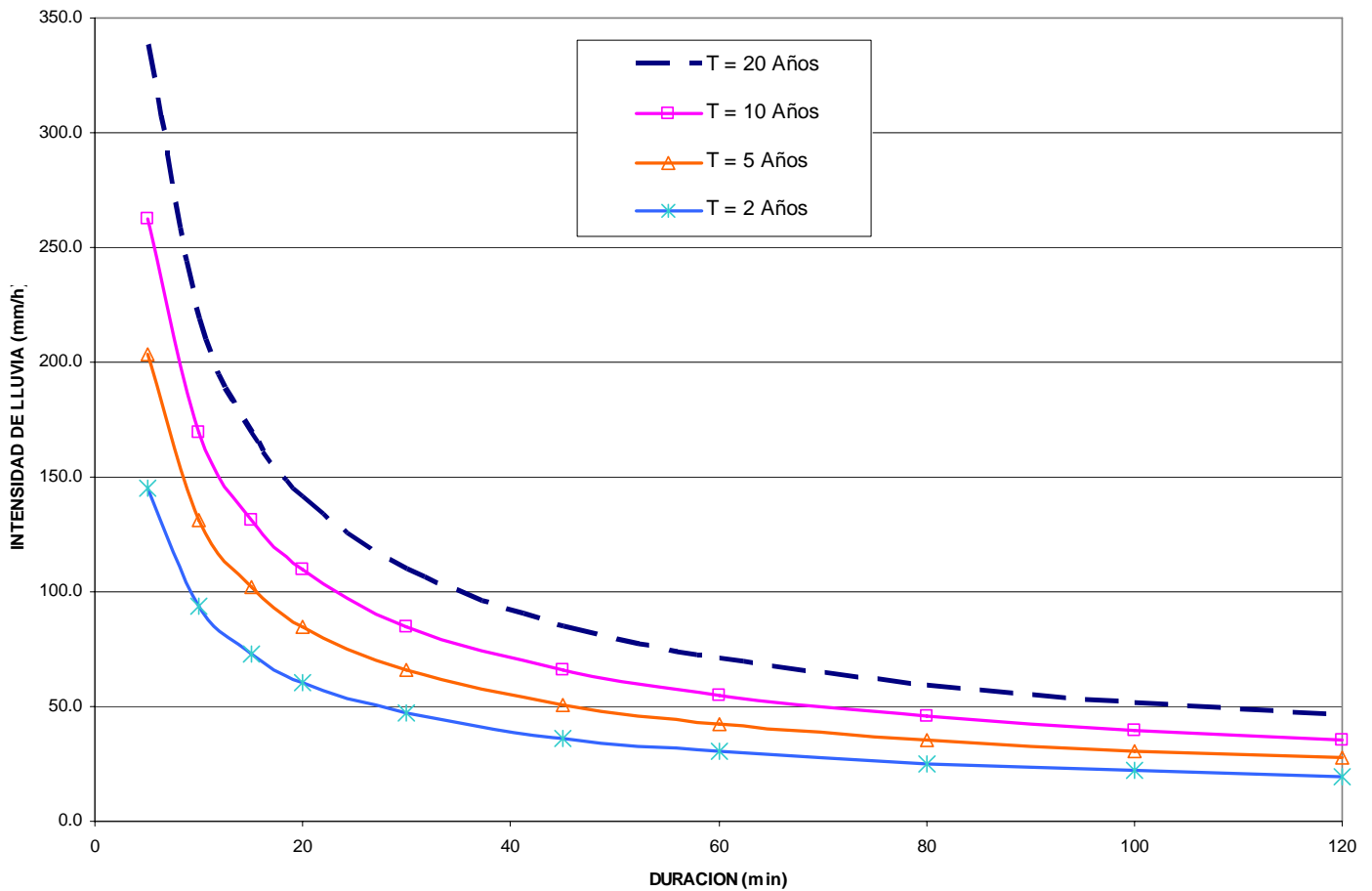
$$i_{ZE} = FT * i_{PG} \quad (3.4)$$

Resultando:

$$i_{ZE} = 310.0011 T^{0.3675} d^{-0.6296} \quad (3.5)$$

La ecuación 3.5 representa el modelo de tormenta representado por las curvas i-d-T a aplicar en la zona de estudio en que se desarrollará el Conjunto Urbano Nextlalpan, para diversas frecuencias y para duraciones de tormenta de hasta dos horas. Las curvas i-d-T obtenidas se muestran de manera gráfica en la Figura 15.

**FIGURA 15**  
**Modelo de Tormenta en Nextlalpan, Edo Mex.**



## **4. DESARROLLO DE PROYECTOS**

En este capítulo se describirá las consideraciones que se tomaron para realizar el proyecto, así también se mostrará el procedimiento para la realización del cálculo de las redes de distribución de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial. Cabe aclarar que solo se estará tratando en este trabajo lo referente a las redes hidráulicas, por lo que no se detallará las obras de infraestructura hidráulica complementarias, tales como la fuente de abastecimiento de agua potable (pozo profundo), líneas de conducción de agua potable, cisternas de almacenamiento, proyectos electromecánicos de bombeo, cárcamos de bombeo, tanques de tormenta de regularización, etc.

### **4.1 RED DE AGUA POTABLE**

El abastecimiento de agua potable para la primera etapa, consiste en un pozo profundo cuyo caudal será enviado a una cisterna superficial, de donde saldrán líneas primarias que distribuirán el gasto a las casas.

La población de proyecto para la primera etapa, se calculó tomando como base 2,830 viviendas contempladas en el proyecto de lotificación, valor que al aplicarle una densidad de población de 4.51 hab/viv, implica una población de 12,763 habitantes.

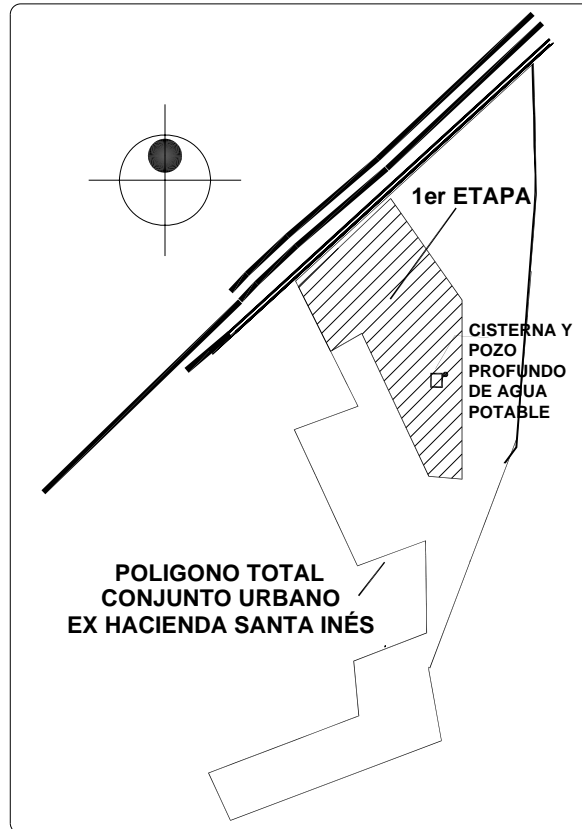
Por otro lado, se cuantificó una área de donación y comercial en esta primera etapa de 6.34 ha.

La red de distribución comienza en la cisterna de almacenamiento, en la cual se instalarán los equipos de bombeo en la modalidad de presión continua con variador de velocidad. Este sistema abastece y da la carga hidráulica necesaria para que la red de distribución de agua potable trabaje de manera eficiente.

El sistema tiene un detector de presión a la salida del múltiple, en cuanto este detecta una presión por debajo de la establecida comienza a trabajar una primera bomba, en caso de que no se pueda establecer la presión a la salida de múltiple se enciende una segunda bomba y así sucesivamente hasta que se establezca la presión requerida. En contrapartida, cuando el sistema detecta que se tiene una presión por arriba de la especificada, las bombas se van parando una a una hasta que la presión se normaliza.

En la figura 16 se muestra la primera etapa del proyecto en el predio.

Figura 16. Localización de la primera etapa del proyecto.



#### 4.1.1 CÁLCULO DE GASTO DE DISEÑO

Para este proyecto se decidió que las viviendas **no contarán con tinaco propio**, por tal motivo, se optó por desarrollar un criterio para el cálculo de las redes de agua potable, si bien es sabido y especificado en la normatividad vigente, que para el diseño de las redes se determina a partir del gasto máximo horario, siendo el gasto de mayor demanda que se presenta en la red durante cierta hora del día.

Sin embargo este gasto de diseño es escaso si se analiza la red considerando el método de gastos instantáneos por Hunter.

El tinaco en la vivienda permite dar una carga constante de presión para el buen funcionamiento de los muebles sanitarios, por otra parte brinda un volumen de almacenamiento en caso de no contar con un abastecimiento constante de la red de distribución por causas de reparaciones o mantenimientos y también permite regular la demanda instantánea que se presenta durante el día.

El criterio que se maneja para el cálculo del gasto instantáneo de diseño para este proyecto fue el de utilizar la fórmula desarrollada por la Pacific Pump



Company la cual obtiene el gasto instando a partir de el numero de unidades mueble propuestos por Hunter.

A continuación se muestra dicha expresión con la cual calcularemos el gasto instantáneo de diseño donde considerando exclusivamente las viviendas.

$$Q_{inst} = 0.081 U^{0.672} \quad (4.1)$$

Donde:

U es número de unidades mueble totales en la red (adimensional)

$Q_{inst}$  es el gasto instantáneo en lps

Para la determinación del gasto pico, se consideró que cada vivienda dispondrá de los muebles mostrados en la tabla 29 “Unidades mueble para el cálculo de gastos”; donde además se muestran las unidades mueble asociadas a cada aparato sanitario.

Tabla 29. Unidades mueble para el cálculo de gastos

MUEBLE	UNIDAD MUEBLE
W.C.	2.0
Lavabo	1.5
Regadera	3.0
Fregadero	3.0
Lavadero	2.0
<b>TOTAL</b>	<b>11.50</b>

Para calcular el gasto de diseño total se aplica la formula (4.1)

Este criterio del gasto instantáneo de diseño es aplicable para las viviendas, en cambio, se considera para las superficies comerciales y de donación el gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ), debido a que dispondrán de cisternas.

Aplicando el análisis anterior, se tienen 2,830 viviendas correspondientes a la primera etapa del Conjunto Urbano, que al multiplicarlas por las 11.5 unidades mueble por vivienda se obtiene un total de 32,545 Unidades Mueble. Aplicando la ecuación 4.1 a estas unidades mueble, se obtiene un gasto máximo instantáneo de 87.27 lps. Las áreas comerciales y de donación, correspondientes a las primera etapa del Conjunto Urbano se cuantificaron en 6.34 ha, y operaran con un gasto máximo horario de 13.76 lps, que sumados a los 87.27 lps de las viviendas se obtiene un gasto total de 101.03 lps que se acepta como gasto de diseño.

En la tabla 30 se presenta los datos de proyecto.

TABLA No. 30 DATOS DE PROYECTO AGUA POTABLE

Número de viviendas (Primera Etapa)	2,830	viv.
Densidad de población	4.51	hab/viv
Población correspondiente a la primera etapa	12,763	hab
Área de donación total	6.34	ha
Dotación habitacional	150	l/hab/día
Dotación donación	1.00	lps/ha
Gasto máximo instantáneo	87.27	lps
Coeficiente de variación diaria	1.40	
Coeficiente de variación horaria	1.55	
Gasto máximo horario (áreas comerciales)	13.76	lps
Gasto total	101.03	lps
Sistema de distribución	Presión	

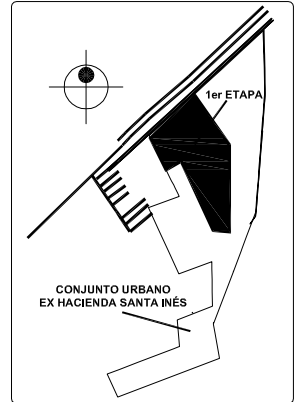
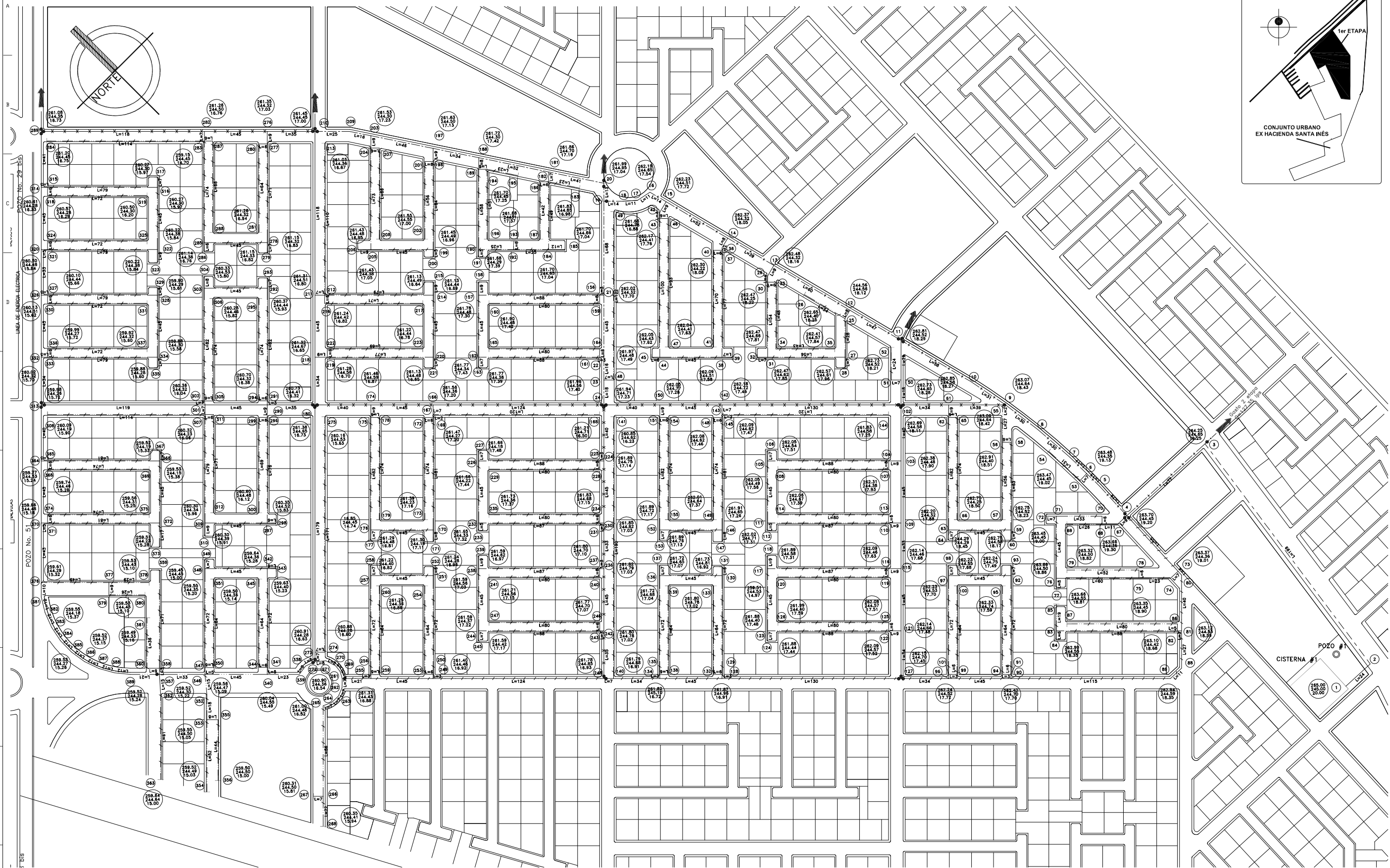
#### 4.1.2 TRAZO DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA

El trazo de la red se realizó formando circuitos, se numeraron los nudos en donde se presentarían deflexiones y derivaciones, a su mismo se colocó la longitud para cada tramo comprendido entre dos nudos.

La ubicación de la tubería de agua potable por la vialidad tendrá una separación de 1.50 m de la guarnición para vialidades primarias, y a una separación de 0.50 m para vialidades secundarias.

En el plano 5 se muestra el trazo de la red.

# PLANO 5



**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX-HACIENDA SANTA INES

**DATOS DE PROYECTO**

VIVIENDAS SERVIDAS ( VV. )	2,830
DENSIDAD DE POBLACION ( HAB/VV )	4.51
POBLACION DE PROYECTO ( HAB )	12,763
AREA DE DONACION Y DE SERVICIOS ( HA )	6.34
UNIDADES MUEBLE POR VIVIENDA	5.5
UNIDADES MUEBLE TOTALES	36,974.78
TIPO DE ABASTECIMIENTO ( L/S )	POZO PROFUNDO
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	POZO PROFUNDO
CAPACIDAD DE CISTERNA ( M3 )	3,600
DISTRIBUCION	PRESION

**SIMBOLOGIA**

TUBERIA DE PROYECTO

355 mm (14") #	-----
250 mm (10") #	-----
200 mm (8") #	-----
150 mm (6") #	-----
100 mm (4") #	-----
75 mm (3") #	-----
60 mm (2 1/2") #	-----
TAPA CIEGA EN RAMAL	-----
VALVULA DE SECCIONAMIENTO	-----
LONGITUD DEL TRAMO ( m. )	L=29
NUMERO DE CRUCERO	1
ELEVACION PIEZOMETRICA ( m. )	55.00
ELEVACION DE RASANTE ( m. )	50.00
CARGA DISPONIBLE ( m. )	5.00
CISTERNA	1
POZO	1

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION ( m3 )	10,250.52
PLANTILLA ( m3 )	795.35
ACERRE ( m3 )	201.15
RELLENO ( m3 )	9,254.02

**TUBERIA DE PVC SERIE INGLESA TIPO RD-26 DE:**

60 mm (2 1/2") #	10,989
75 mm (3") #	265
100 mm (4") #	1,152
150 mm (6") #	741
200 mm (8") #	895

**TUBERIA DE PVC SERIE METRICA CLASE A-7 DE:**

250 mm (10") #	374
305 mm (14") #	532
508 mm (20") #	223
CONCRETO PARA ATRAQUES ( m3 )	7.26

**NOTAS**

- EL NORTE CONSIDERADO ES EL MAGNETICO.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC SERIE METRICA CLASE 7 Y SERIE INGLESA TIPO RD-26.
- LA LONGITUD Y LAS ELEVACIONES ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
- TODAS LAS TUBERIAS CONTIGUAS EN ESTE PROYECTO, DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE HERMETICIDAD QUE SE MANIFIESTAN EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CNA-1995.
- LA TOMA DOMICILIARIA QUE SE CONTIENE EN ESTE PROYECTO, DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA SEÑALADOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-CNA-1995.
- LA EXCAVACION DE ZANJAS SE HARA EN MATERIAL COMUN SIN AGUA, Y SERA LA ACCION QUE SE REALICE PARA ALOJAR LA TUBERIA DE LA RED DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LAS OPERACIONES NECESARIAS PARA AMACORAR O LIMPIAR LA PLANTILLA Y TALUDES DE LA MISMA, LA REMOCION DEL MATERIAL EXCESIVO.
- PRODUCTO DE LA EXCAVACION, SU COLOCACION A UNO O A AMBOS LADOS DE LA ZANJA DEPENDIENDO EN TAL FORMA QUE NO INTERFERA CON EL DESARROLLO NORMAL DE LOS TRABAJOS.
- DEBERAN EXCAVARSE CUIDADOSAMENTE A MANO, LAS CAVIDADES O CONCHAS PARA ALOJAR LA CAMPANA O COUPLE DE LAS JUNTAS DE LOS TUBOS, A FIN DE PERMITIR QUE LA TUBERIA APORTE EN TODA SU LONGITUD SOBRE EL FONDO DE LA ZANJA O PLANTILLA APISONADA.
- LAS PIEZAS ESPECIALES DEBERAN ESTAR ALIÑADAS Y NIVELADAS ANTES DE COLOCAR LOS ATRAQUES, LOS CUALES QUEDARAN PERFECTAMENTE APOYADOS AL FONDO Y PARED DE LA ZANJA.
- EL ATRAQUE DEBERA COLOCARSE EN TODOS LOS CASOS, ANTES DE HACER LA PRUEBA HIDROSTATICA DE LAS TUBERIAS.
- LOS ATRAQUES INDICADOS EN EL DETALLE, SE USARAN EXCLUSIVAMENTE PARA TUBERIAS ALIÑADAS EN ZANJA.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE CRUCEROS.

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INES"

MUNICIPIO DE NEXTLALPAN  
ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE (1 ETAPA)

12/05/07 **PLANO 5**

ESCALA GRAFICA

PLANTA ESC. SIN 87

#### 4.1.3 ELABORACIÓN DE TABLA DE INGRESO DE DATOS PARA EL PROGRAMA DE CÓMPUTO.

Siendo que la ecuación del gasto instantáneo no es lineal, se optó por obtener un factor de ajuste para poder determinar el gasto de diseño para cada nudo que presenta demandas en la red en estudio. A continuación se indica el procedimiento de cálculo:

- a) Se pondrán los nudos que se encuentran en el proyecto, así mismo para cada nudo que presente demanda de gasto, se indicará el número de viviendas que va a servir, a si mismo si es el caso, se pondrán las áreas de donación que habrá de darle servicio.
- b) Para cada nudo se le obtendrá su gasto medio, máximo diario y máximo horario, **solamente considerando las viviendas**. El gasto demandado por las áreas de donación y servicios se tomará en cuenta más adelante.
- c) Se obtendrá un factor de ajuste dividiendo el valor del gasto instantáneo de diseño considerando el total de unidades mueble del proyecto entre el total del gasto máximo horario considerando exclusivamente las viviendas. Este factor de ajuste resulta se al siguiente;

$$F.A = \frac{Q_{INST}}{Q_{MH}} = \frac{87.27}{48.08} = 1.815$$

- d) Con este factor de ajuste se multiplicara a los gasto máximo horario de cada nudos, y a su vez se sumará el gasto máximo horario de las áreas de donación. A este gasto que se obtiene, se le denominara gasto de diseño para los nudos que presentaran demandas de agua.
- e) Junto con los datos antes descritos se indicara el nivel topográfico en donde se localiza el nudo.
- f) Por ultimo se indicarán los tramos que comprenden la red, mostrando el nodo inicial y el final de cada uno, así como su longitud que tiene.

En la tabla No. 31 se presenta los resultados de los datos que se describieron anteriormente.

TABLA 31. DATOS PARA INGRESO AL PROGRAMA DE COMPUTO

OBRA:				PROYECTO: AGUA POTABLE				REVISO:				
FECHA:				UBICACIÓN:				ELABORO:				
DOTACION HABITACIONAL		150		l/hab/dia		UNIDADES MUEBLE POR VIVIENDA		11.5				
DOTACION AREA DE DONACION		1		lps/ha		NUMERO DE VIVIENDAS		2830				
DENSIDAD DE POBLACION		4.51		hab/viv		UM TOTALES		32545				
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA		1.40				Qinst TOTAL EN VIVIENDAS		87.27		lps		
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA		1.55				FACTOR DE AJUSTE		1.815				
No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m

En la parte de anexos se mostrara completa la tabla 30 con todos los datos de los nudos y de los tramos formados entre ellos.

#### 4.1.4 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED

El cálculo hidráulico de la red de distribución se hizo empleando el programa para computadora EPANET, elaborado por La Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos. (U.S. Environmental Protección Agency) y traducido al español por el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia, España en octubre de 2002

Para este proyecto se optó por utilizar tubería de P.V.C serie métrica clase 7 y serie inglesa tipo RD-26. Por tal motivo los diámetros utilizados en los tramos de tubería, corresponderán a los diámetros interiores comerciales.

El diámetro inicial de tubería de la red a la salida de la cisterna, se determinó aplicando la ecuación de continuidad y suponiendo una velocidad de 1 m/seg, resultando para este caso la expresión:

$$D= 1.128 \times Q^{1/2} \quad (4.2)$$

Siendo:

- D Diámetro, en m.
- Q Gasto total obtenido de la suma del gasto máximo instantáneo y el gasto máximo horario, en m<sup>3</sup> /seg.

Cuyo diámetro mayor de la red resulta ser:

$$D = 1.128 (0.10103)^{1/2} = 0.358 \text{ m} = 358 \text{ mm}$$

Ajustándolo al diámetro comercial resulta de 355 mm.

Para el caso de el diámetro mínimo, se utilizara de 2 ½ pulgadas para las red secundarias o locales.

La cota piezométrica inicial, la cual corresponde a la carga que entregará el sistema de presión continua se determino de la siguiente manera: la cisterna superficial tiene una cota de terreno igual a 245.00 m, y a la salida del equipo de presión continua tendrá una carga piezométrica de 265.00 m, dando el equipo de bombeo una carga de presión de 20 m.

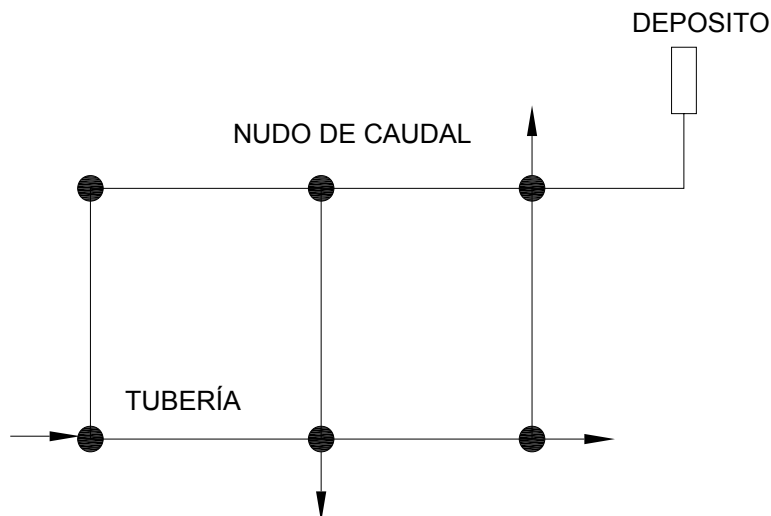
#### 4.1.4.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO MEDIANTE SOFTWARE ESPECIALIZADO: EPANET.

EPANET es un programa de ordenador que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos,

Para efectos de este trabajo la simulación del análisis hidráulico será del tipo estático.

EPANET modela un sistema de distribución de agua como un conjunto de líneas conectadas por sus nudos extremos. Las líneas representan tuberías. Los nudos representan puntos de conexión entre tuberías o extremos de las mismas, con o sin demandas (nudos de caudal), y también depósitos o embalses. La figura 17 muestra cómo se interconectan los objetos entre sí para formar el modelo de una red.

Fig. 17 Interconexión de objetos de EPANET



A continuación se presenta la forma como se estructura el programa y se ingresan los datos:

1. Se dibuja el esquema de la red de distribución.
2. Se editan las propiedades de los objetos que configuran el sistema (nudos, tuberías, depósitos o tanques). Para cada nudo o tramo de tubería se proporcionaran los datos que a continuación se nombran:

a) En nudos:

- Número de orden. Los nudos se numeran secuencialmente, según se van dibujando en el esquema de la red. El programa automáticamente coloca un número ID que es el identificador del nudo. Se usa para identificar el nudo en el esquema de la red y no se utiliza en los cálculos.
- Cota topográfica del nudo en m.
- La demanda de agua en cada nudo.

Se colocan los datos que se encuentran en la tabla 31 antes descrita.

b) En depósitos o tanques:

- La cota de plantilla, el diámetro o su geometría,
- el nivel de agua inicial, mínimo y máximo

c) Para los tramos o tuberías:

- El número ID de la tubería. Etiqueta que identifica a cada tubería
- Nudo inicial. Nudo en donde comienza la tubería.
- Nudo final. Nudo en donde termina la tubería.
- Longitud real de la tubería en metros.
- Diámetro de la tubería en milímetros.
- Rugosidad. Es el coeficiente de rugosidad de la tubería. (Coeficiente de rugosidad absoluto ( $\epsilon=0.0015$  en tubos de PVC)
- Estado inicial. Especifica si la tubería se encuentra inicialmente abierta o cerrada.

Para las vialidades locales o secundarias se utilizará el diámetro mínimo de 2 ½ pulgadas (el diámetro interior en tubo de PVC tipo RD-26 es de 66.8 mm. El diámetro nominal a la salida de la cisterna o depósito es de 355 mm en clase 7, el cual tiene un diámetro interior de 337 mm.

En vialidades primarias se cuidará tener diámetros no menores a 4 pulgadas, de tal manera que cumpla con lo especificado en la normatividad de la zona.

3. Se seleccionan las opciones de cálculo, tanto para los caudales (en lps) como para calcular las pérdidas (por Darcy – Weisbach).

4. Se procede a realizar el análisis hidráulico.

En este punto, se estarán realizando los análisis en donde se variarán los diámetros de la red primaria de tal modo que se llegue a tener un arreglo en los diámetros de los tramos óptimo, de tal manera que cumpla con los parámetros establecidos de velocidades, pérdidas por cargas de fricción y cargas de presión en nudos.

5. Se obtienen los resultados.

a) Para los nudos:

- La altura piezométrica.
- La carga de presión.
- La demanda de agua.

b) Para los depósitos:

- La altura piezométrica (cota de la superficie libre).
- La presión (o nivel del agua)

c) Para las tuberías:

- El caudal de circulación.
- La velocidad del flujo.
- La pérdida de carga unitaria (m/km), por lo que se puede obtener las pérdidas de carga multiplicando la pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo en km, esta pérdida de carga resulta en metros.

#### **4.1.4.2 RESULTADOS DEL ANALISIS HIDRÁULICO.**

Al aplicar la metodología de cálculo descrita a los datos de proyecto, se obtuvieron presiones de trabajo entre 16.01 y 19.88 mca. En las tablas 32 y 33, se presentan los resultados del cálculo hidráulico para cada uno de los nudos y tramos de la red y en el plano 8 el proyecto ejecutivo de la Etapa I.



**TABLA 32**  
**RESULTADOS PARA LOS NUDOS A PRIMERA ETAPA DE LA RED DE AGUA POTABLE**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA SANTA INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MÉXICO.**

NUDO	DEMANDA (lps)	COTA (m)	ALTURA (m)	PRESION (m)
TAQUE	-101.03	245	265	20
1	0	245.00	264.99	19.99
2	0	245.00	264.93	19.93
3	1.84	245.00	264.40	19.40

**TABLA 33**  
**RESULTADOS PARA LOS TRAMOS A PRIMERA ETAPA DE LA RED DE AGUA POTABLE**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA SANTA INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MÉXICO.**

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
1	TANQUE	1	1.98	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.01
2	1	2	24	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.06
3	2	3	199	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.54
4	3	4	77	337.00	0.0015	99.19	1.11	0.20
5	4	5	29	337.00	0.0015	83.89	0.94	0.06

En el anexo se muestra de manera completa las tablas 32 y 33 de resultados.

#### **4.1.5 ELABORACIÓN DE CRUCEROS Y CUANTIFICACIÓN DE PIEZAS**

Una vez teniendo determinados los diámetros para cada tramo que conforma la red de distribución de agua potable, se dispondrá a realizar los cruceros de cada nudo, empleando la simbología convencional para las piezas especiales vistas en el capítulo de normatividad, esta simbología deberá corresponder al tipo de material que tenga, para este proyecto se utilizara piezas de PVC y Fierro fundido (Fofo), estos en los cruceros donde se encuentren ubicado las válvulas de control.

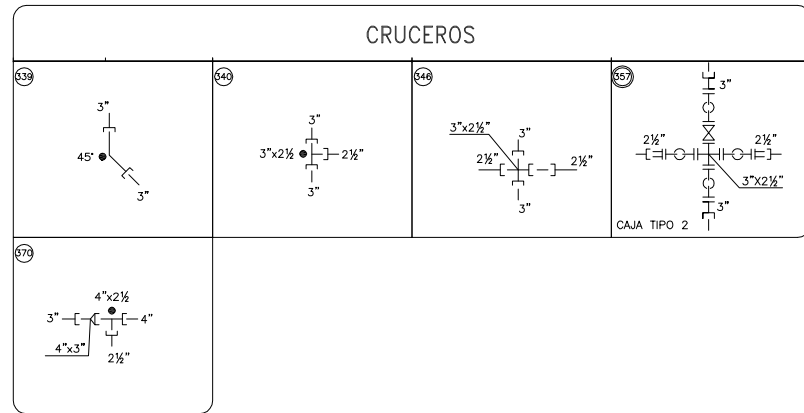
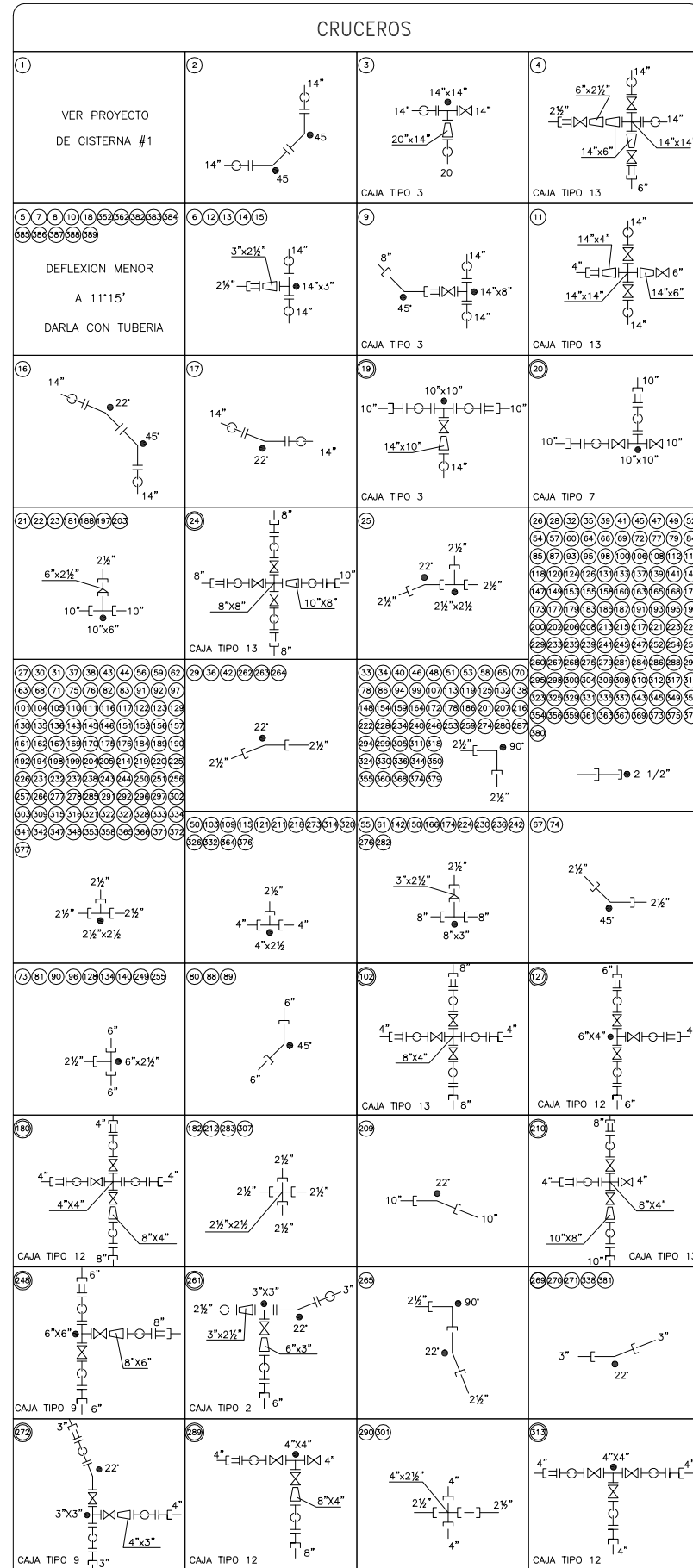
El criterio que se utilizo en la localización de las válvulas de corte o seccionamiento, fue en de poder hacer cierres en las líneas principales de tal manera que se aislen áreas por manzanas.

La cuantificación de las piezas especiales se presentara en un cuadro en donde viene su simbología, el tipo de pieza (concepto), la unidad y la cantidad, con el fin de presupuestar el proyecto.

En el plano numero 6 se muestran los cruceros de los nudos que integran la red de agua potable del proyecto que se viene estudiando, así como la cuantificación de las piezas especiales.

En el plano 7 se incluyen los dibujos de los detalles que complementa al proyecto de la red de agua potable.

# PLANO 6



SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	
⊗	VALVULA DE COMPUERTA DE FO.FO. DE:			
	355 mm. (14") ∅	PZA	4	
	250 mm. (10") ∅	PZA	3	
	200 mm. (8") ∅	PZA	8	
	150 mm. (6") ∅	PZA	6	
	100 mm. (4") ∅	PZA	12	
	75 mm. (3") ∅	PZA	4	
	60 mm. (2 1/2") ∅	PZA	1	
	⊕	CRUZ DE FO.FO. DE:		
		355 x 355 mm. (14" x 14") ∅	PZA	2
200 x 200 mm. (8" x 8") ∅		PZA	1	
200 x 100 mm. (8" x 4") ∅		PZA	2	
100 x 100 mm. (4" x 4") ∅		PZA	1	
75 x 60 mm. (3" x 2 1/2") ∅		PZA	1	
⊗		"T" DE FO.FO. DE:		
		355 x 355 mm. (14" x 14") ∅	PZA	1
		355 x 200 mm. (14" x 8") ∅	PZA	1
		355 x 75 mm. (14" x 3") ∅	PZA	2
	250 x 250 mm. (10" x 10") ∅	PZA	2	
	150 x 150 mm. (6" x 6") ∅	PZA	1	
	150 x 100 mm. (6" x 4") ∅	PZA	1	
	100 x 100 mm. (4" x 4") ∅	PZA	2	
	75 x 75 mm. (3" x 3") ∅	PZA	2	
	⊕	CODO DE 45° DE FO.FO. DE:		
508 mm. (20") ∅		PZA	2	
⊕	CODO DE 22° DE FO.FO. DE:			
	355 mm. (14") ∅	PZA	1	
⊕	CODO DE 75 mm. (3") ∅			
	75 mm. (3") ∅	PZA	2	
⊕	REDUCCIÓN DE DE FO.FO. DE:			
	508 x 355 mm. (20" x 14") ∅	PZA	1	
	355 x 250 mm. (14" x 10") ∅	PZA	1	
	355 x 150 mm. (14" x 6") ∅	PZA	3	
	355 x 100 mm. (14" x 4") ∅	PZA	1	
	250 x 200 mm. (10" x 8") ∅	PZA	2	
	200 x 150 mm. (8" x 6") ∅	PZA	1	
	200 x 100 mm. (8" x 4") ∅	PZA	2	
	150 x 75 mm. (6" x 3") ∅	PZA	1	
	150 x 60 mm. (6" x 2 1/2") ∅	PZA	1	
⊕	JUNTA GIBAULT COMPLETA DE:			
	508 mm. (20") ∅	PZA	3	
	355 mm. (14") ∅	PZA	22	
	250 mm. (10") ∅	PZA	6	
	200 mm. (8") ∅	PZA	9	
	150 mm. (6") ∅	PZA	5	
	100 mm. (4") ∅	PZA	12	
	75 mm. (3") ∅	PZA	5	
	60 mm. (2 1/2") ∅	PZA	3	
	⊕	EXTREMIDAD DE FO.FO. DE:		
508 mm. (20") ∅		PZA	3	
355 mm. (14") ∅		PZA	22	
250 mm. (10") ∅		PZA	12	
200 mm. (8") ∅		PZA	18	
150 mm. (6") ∅		PZA	10	
100 mm. (4") ∅		PZA	24	
75 mm. (3") ∅		PZA	10	
60 mm. (2 1/2") ∅		PZA	6	
⊕		CRUZ DE PVC DE:		
	100 x 60 mm. (4" x 2 1/2") ∅	PZA	2	
	75 x 60 mm. (3" x 2 1/2") ∅	PZA	1	
	60 x 60 mm. (2 1/2" x 2 1/2") ∅	PZA	4	
⊕	"T" DE PVC DE:			
	250 x 150 mm. (10" x 6") ∅	PZA	7	
	200 x 75 mm. (8" x 3") ∅	PZA	12	
	150 x 60 mm. (6" x 2 1/2") ∅	PZA	9	
	100 x 60 mm. (4" x 2 1/2") ∅	PZA	15	
	75 x 60 mm. (3" x 2 1/2") ∅	PZA	1	
⊕	CODO DE 90° DE PVC DE:			
	60 mm. (2 1/2") ∅	PZA	56	
⊕	CODO DE 45° DE PVC DE:			
	200 mm. (8") ∅	PZA	1	
	150 mm. (6") ∅	PZA	3	
	75 mm. (3") ∅	PZA	1	
⊕	CODO DE 22° DE PVC DE:			
	250 mm. (10") ∅	PZA	1	
	75 mm. (3") ∅	PZA	5	
	60 mm. (2 1/2") ∅	PZA	8	

SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
⊕	REDUCCIÓN CAMPANA DE PVC DE:		
	150 x 60 mm. (6" x 2 1/2") ∅	PZA	7
	100 x 75 mm. (4" x 3") ∅	PZA	1
⊕	EXTREMIDAD CAMPANA DE PVC DE:		
	250 mm. (10") ∅	PZA	4
	200 mm. (8") ∅	PZA	4
⊕	EXTREMIDAD ESPIGA DE PVC DE:		
	250 mm. (10") ∅	PZA	2
	200 mm. (8") ∅	PZA	6
	150 mm. (6") ∅	PZA	3
	75 mm. (3") ∅	PZA	3
⊕	EXTREMIDAD CAMPANA DE PVC DE:		
	250 mm. (10") ∅	PZA	2
⊕	TAPON CAMPANA DE PVC DE:		
	60 mm. (2 1/2") ∅	PZA	121
●	ATRAQUES DE CONCRETO DE:		
	508 mm. (20") ∅	PZA	4
	355 mm. (14") ∅	PZA	16
	250 mm. (10") ∅	PZA	13
	200 mm. (8") ∅	PZA	24
	150 mm. (6") ∅	PZA	20
	100 mm. (4") ∅	PZA	32
⊕	EMPAQUES DE NEOPRENO DE:		
	250 mm. (10") ∅	PZA	6
	200 mm. (8") ∅	PZA	10
	150 mm. (6") ∅	PZA	6
	100 mm. (4") ∅	PZA	13
⊕	EMPAQUES DE PLOMO DE:		
	508 mm. (20") ∅	PZA	4
	355 mm. (14") ∅	PZA	32
	250 mm. (10") ∅	PZA	10
	200 mm. (8") ∅	PZA	13
⊕	TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE :		
	28.6 mm x 127 mm (1 1/8" x 5") ∅, PARA 20"∅	PZA	80
	25.4 mm x 108.0 mm (1" x 4 1/4") ∅, PARA 14"∅	PZA	512
	22.2 mm x 95.3 mm (7/8" x 3 3/4") ∅, PARA 10"∅	PZA	192
	19.1 mm x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2") ∅, PARA 8"∅	PZA	232
	19.1 mm x 82.6 mm (3/4" x 3 1/4") ∅, PARA 6"∅	PZA	152
⊕	CONTRAMARCO SENCILLO DE 1.10 m CON CANAL DE 100 mm.	PZA	2
	CONTRAMARCO SENCILLO DE 1.40 m CON CANAL DE 100 mm.	PZA	4
	CONTRAMARCO SENCILLO DE 1.40 m CON CANAL DE 150 mm.	PZA	3
	CONTRAMARCO SENCILLO DE 1.80 m CON CANAL DE 100 mm.	PZA	4
	CONTRAMARCO DOBLE DE 1.80 m CON CANAL DE 100 mm.	PZA	17
⊕	MARCO DE FO. FO.		
	1.80 m CON CANAL DE 100 mm.	PZA	34
	TAPA DE FO. FO.	PZA	34
	TAPA DE FO. FO.	PZA	34

**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX-HACIENDA SANTA INES

**DATOS DE PROYECTO**

VIVIENDAS SERVIDAS ( VV. ) \_\_\_\_\_ 2,830  
 DENSIDAD DE POBLACION ( HAB/VV ) \_\_\_\_\_ 4.51  
 POBLACION DE PROYECTO ( HAB ) \_\_\_\_\_ 12,763  
 AREA DE DONACION Y DE SERVICIOS ( HA ) \_\_\_\_\_ 6.34  
 UNIDADES MUEBLE POR VIVIENDA \_\_\_\_\_ 5.5  
 UNIDADES MUEBLE TOTALES \_\_\_\_\_ 36,974.78  
 PUNTO MAXIMO INSTANTANEO ( L/S ) \_\_\_\_\_ 271.40  
 FUENTE DE ABASTECIMIENTO \_\_\_\_\_ POZO PROFUNDO  
 CAPACIDAD DE CISTERNA ( M3 ) \_\_\_\_\_ 3,600  
 DISTRIBUCION \_\_\_\_\_ PRESION

**SIMBOLOGIA**

TUBERIA DE PROYECTO

355 mm (14") ∅ \_\_\_\_\_  
 250 mm (10") ∅ \_\_\_\_\_  
 200 mm (8") ∅ \_\_\_\_\_  
 150 mm (6") ∅ \_\_\_\_\_  
 100 mm (4") ∅ \_\_\_\_\_  
 75 mm (3") ∅ \_\_\_\_\_  
 60 mm (2 1/2") ∅ \_\_\_\_\_

TAPA CIEGA EN RAMAL \_\_\_\_\_  
 VALVULA DE SECCIONAMIENTO \_\_\_\_\_  
 LONGITUD DEL TRAMO ( m. ) \_\_\_\_\_  
 NUMERO DE CRUCERO \_\_\_\_\_

ELEVACION PIEZOMETRICA ( m. ) \_\_\_\_\_  
 ELEVACION DE RASANTE ( m. ) \_\_\_\_\_  
 CARGA DISPONIBLE ( m. ) \_\_\_\_\_

CISTERNA \_\_\_\_\_  
 POZO \_\_\_\_\_

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION ( m3 ) \_\_\_\_\_ 10,250.52  
 PLANTILLA ( m3 ) \_\_\_\_\_ 795.35  
 ACARREO ( m3 ) \_\_\_\_\_ 201.15  
 RELLENO ( m3 ) \_\_\_\_\_ 9,254.02

TUBERIA DE PVC SERIE INGLESA TIPO RD-26 DE:

60 mm (2 1/2") ∅ \_\_\_\_\_ 10,989  
 75 mm (3") ∅ \_\_\_\_\_ 265  
 100 mm (4") ∅ \_\_\_\_\_ 1,152  
 150 mm (6") ∅ \_\_\_\_\_ 741  
 200 mm (8") ∅ \_\_\_\_\_ 895

TUBERIA DE PVC SERIE METRICA CLASE A-7 DE:

250 mm (10") ∅ \_\_\_\_\_ 374  
 150 mm (6") ∅ \_\_\_\_\_ 532  
 508 mm (20") ∅ \_\_\_\_\_ 223  
 CONCRETO PARA ATRAQUES ( m3 ) \_\_\_\_\_ 7.26

**NOTAS**

- EL NORTE CONSIDERADO ES EL MAGNETICO.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC SERIE METRICA CLASE 7 Y SERIE INGLESA TIPO RD-26.
- LA LONGITUD Y LAS ELEVACIONES ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
- TODAS LAS TUBERIAS CONTINGIDAS EN ESTE PROYECTO, DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE HERMETICIDAD QUE SE MANIFIESTAN EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CNA-1995.
- LA TOMA DOMICILIARIA QUE SE CONTIENIA EN ESTE PROYECTO, DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA SEÑALADOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-CNA-1995.
- LA EXCAVACION DE ZANAS SE HARA EN MATERIAL COMUN SIN AGUA, Y SERA LA ACCION QUE SE REALICE PARA ALZAR LA TUBERIA DE LA RED DE AGUA POTABLE, INCLuyendo LAS OPERACIONES NECESARIAS PARA AMACORAR O LIMPIAR LA PLANTILLA Y TALUDES DE LA MISMA, LA REMOCION DEL MATERIAL.
- PRODUCTO DE LA EXCAVACION, SU COLOCACION A UNO O A AMBOS LADOS DE LA ZANCA DISPONENDOLO EN TAL FORMA QUE NO INTERFERA CON EL DESARROLLO NORMAL DE LOS TRABAJOS.
- DEBERAN EXCAVARSE CUIDADOSAMENTE A MANO, LAS ONDAS O CONCHAS PARA ALZAR LA CAMPANA O COUPLE DE LAS JUNTAS DE LOS TUBOS, A FIN DE PERMITIR QUE LA TUBERIA APORTE EN TODA SU LONGITUD.
- SOBRE EL FONDO DE LA ZANCA O PLANTILLA APISONADA.
- LAS PIEZAS ESPECIALES DEBERAN ESTAR ALINEADAS Y NIVELADAS ANTES DE COLOCAR LOS ATRAQUES, LOS CUALES QUEDARAN PERFECTAMENTE APOYADOS AL FONDO Y PARDE DE LA ZANCA.
- EL ATRAQUE DEBERA COLOCARSE EN TODOS LOS CASOS, ANTES DE HACER.
- LA PRESION HIDROSTATICA DE LAS TUBERIAS.
- LOS ATRAQUES INDICADOS EN EL DETALLE, SE USARAN EXCLUSIVAMENTE PARA TUBERIAS ALZADAS EN ZANCA.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE CRUCEROS.

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INES"

MUNICIPIO DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE (1 ETAPA) CRUCEROS

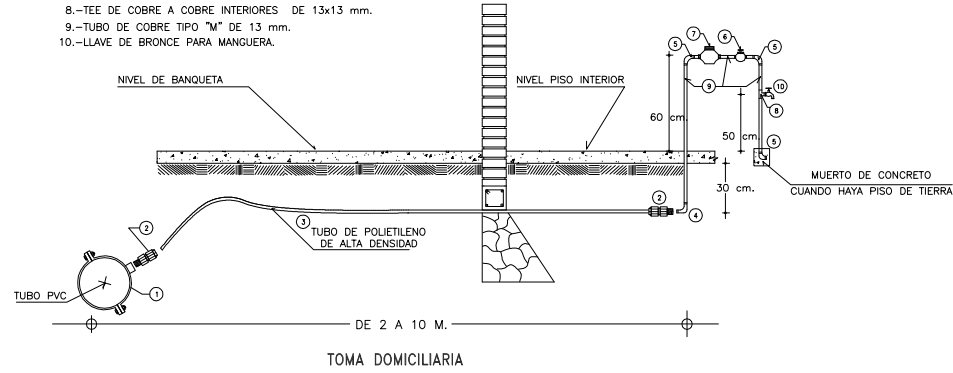
12/05/07 PLANO 6

ESCALA GRAFICA

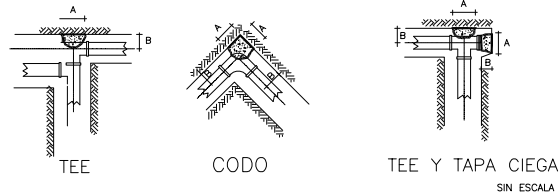
# PLANO 7

## LISTA DE MATERIALES

- 1.-ABRAZADERA DE PVC CON DERIVACION ROSCADA DE 13 mm.
- 2.-ADAPTADOR DE COMPRESION DE 13x20 mm.
- 3.-TUBO RAMAL PARA TOMA DOMICILIARIA (TRTD) DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) CLASE 10 kgf/cm<sup>2</sup> DE 16 mm.
- 4.-CODO DE 90° COBRE INTERIOR A HIERRO INTERIOR DE 13 mm.
- 5.-CODO DE 90° COBRE A COBRE INTERIOR DE 13 mm.
- 6.-LLAVE DE GLOBO DE BRONCE, ROSCA HEMBRA.
- 7.-MEDIDOR DE 19 mm. PARA CONEXIONES DE 13 mm.
- 8.-TEE DE COBRE A COBRE INTERIORES DE 13x13 mm.
- 9.-TUBO DE COBRE TIPO "M" DE 13 mm.
- 10.-LLAVE DE BRONCE PARA MANGUERA.



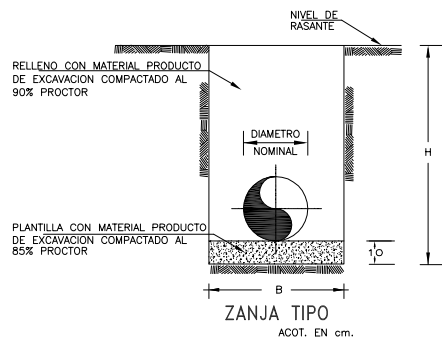
## DETALLE DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO



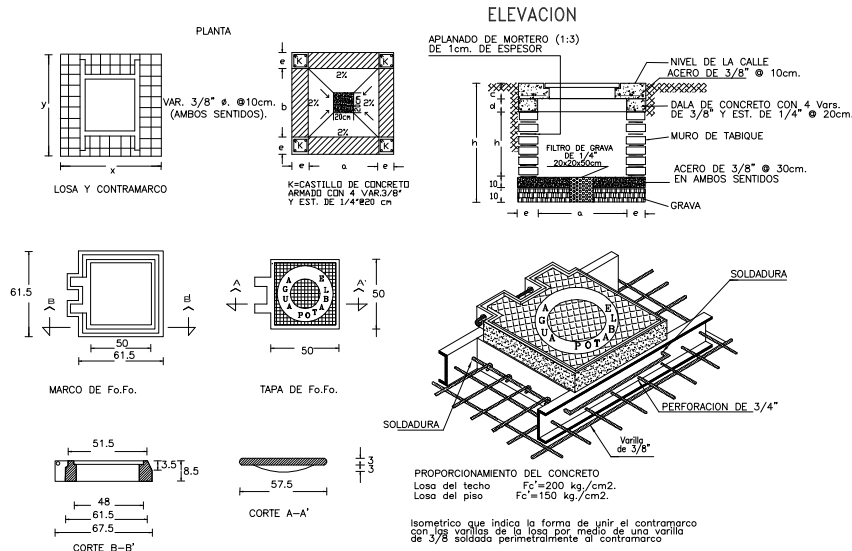
DIMENSIONES DE LOS ATRAQUES DE CONCRETO PARA LAS PIEZAS ESPECIALES

DIAMETRO NOMINAL DE LA PIEZA	ALTURA	LADO A	LADO B
mm.	in.	cm.	cm.
≤ 76	≤ 3	30	30
100	4	35	30
200	8	45	35
355	14	60	50
400	16	65	55

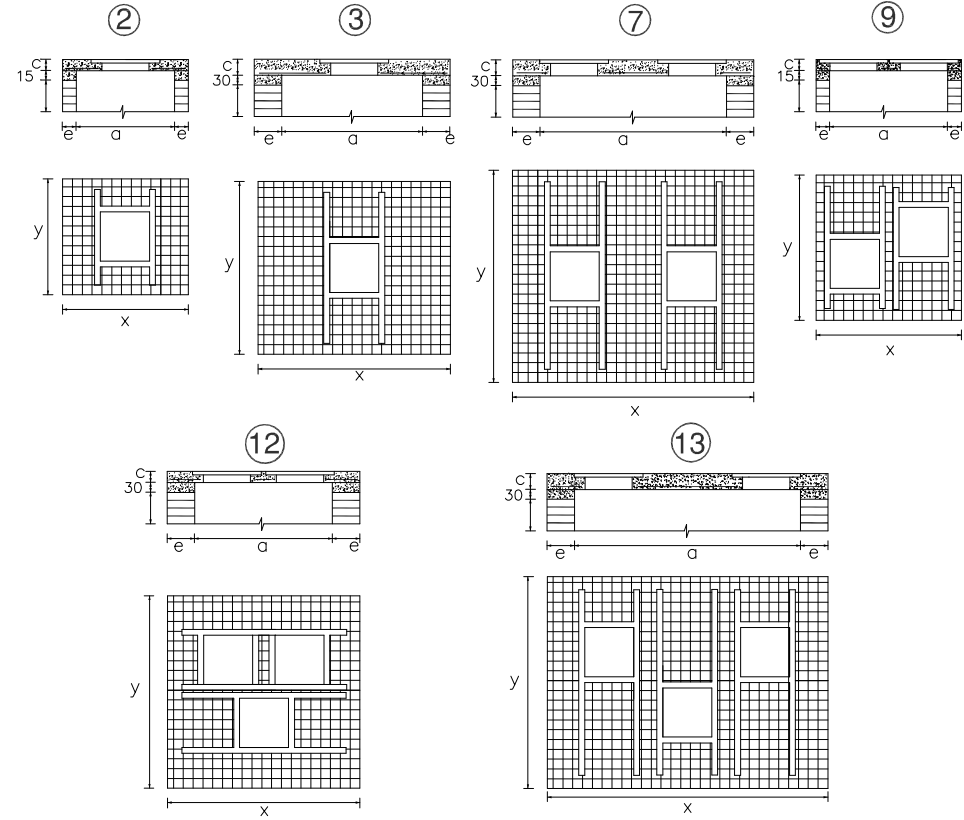
DIAMETRO NOMINAL (pulg)	H (cm)	B (cm)
20	180	115
14	130	90
10	120	80
8	115	75
6	110	70
4	105	60
3	100	60
2 1/2	100	60



## CAJA PARA LA OPERACION DE VALVULAS



## CAJAS TIPO PARA LA OPERACION DE VALVULAS



## VOLUMENES DE OBRA EN CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS

CAJA TIPO	DIAMETRO DE VALVULA (mm)	CANTIDAD (pulg)	ALTA (pulg)	ESPAESOR (pulg)	LOSA (cm)	MURO (cm)	DIMENSIONES				CONTRAMARCO				ELEVACION (m)	PLANTILLA (m <sup>2</sup> )	MURO PLANADO (m <sup>2</sup> )	DALA (m <sup>2</sup> )	LOSA DE TECHO (m <sup>2</sup> )	ACERO EN PISO (kg)	PERALTE DE DALA (cm)			
							INTERIORES (cm)	EXTERIORES (cm)	SERREJOS (cm)	DOBLE CARINIA (cm)	PERFIL (cm)	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )								CONCRETO (m <sup>3</sup> )		
2	75	3	150	6	1	135	15	14	100	90	130	120	110	1	102	2,106	1,56	0,16	3,77	3,88	4,44	0,30	21	15
3	200	8	350	14	1	200	20	28	140	120	200	180	140	1	152	7,200	3,60	0,36	8,42	8,58	6,48	0,67	51	30
7	250	10	350	14	2	200	20	28	180	160	250	220	180	2	152	11,000	5,50	0,55	10,78	11,48	8,28	1,80	77	30
9	50	2	100	4	1	120	15	14	120	90	150	120	140	1	102	2,250	1,50	0,15	3,63	3,85	4,84	0,30	22	15
12	50	2	150	6	3	140	20	28	140	110	200	170	180	2	152	4,760	3,40	0,34	4,40	5,16	6,28	0,53	43	30
13	200	8	450	18	3	220	20	28	230	180	290	220	180	3	152	14,038	6,38	0,64	13,62	14,33	9,98	1,15	87	30

## NOTAS:

- 1.- LOS PERFILES ESTRUCTURALES DE 150 mm. (6") DE PERALTE EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCION DEL CONTRAMARCO SERA DE TIPO LINDAVO.
- 2.- EL LADO DE OPERACION DE LA VALVULA DEBERA QUEDAR CENTRADO CON LA TAPA DE LA CAJA.
- 3.- A LOS CONTRAMARCOS SE LES SOLDARA UNA VARILLA PERMETRALMENTE COMO LO INDICA EL ISOMETRICO (ANEXO 1) CON EL OBJETO DE PODER ROMAR MAS SOLIDAMENTE EL CONTRAMARCO CON LA LOSA DEL TECHO.
- 4.- LA LOSA DEL TECHO TENDRA EL ESPESOR INDICADO EN LA TABLA Y LLEVARA UN EMPARRILLADO DE VARILLAS DE 3/8" A CADA 10cm. EN AMBOS SENTIDOS EL FIERRO INTERIOR IRA EN EL SENTIDO CORTO
- 5.- LA LOSA DEL PISO SERA DE 10cm. DE ESPESOR Y CON REFUERZO DE VARILLA DE 3/8" A CADA 30cm. EN AMBOS SENTIDOS
- 6.- EL PISO QUE SE DETALLA EN ESTE PLANO SE CONSTRUIRA SIEMPRE QUE SE DESPLANTE SOBRE TIERRA U OTRA MATERIA SUEMANTE SI EL TERRENO DE OMENTACION ES DE TERPEATE ORDINARIO,ROCA ALTERADA O ROCA FIRME FISURADA, SE CONSTRUIRA LA LOSA DEL PISO SIN LA PLANTILLA Y SI ES ROCA FIRME SANA SE ELIMINARA LA LOSA DEL PISO DESPLANTANDOSE LOS MUROS DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO.
- 7.- LAS CAJAS PARA VALVULAS DE 400 mm. (16" DE DIAM.) Y MAYORES QUE LLEVEN PASO LATERAL (BY-PASS) Y SE COMBINEN CON UNA O MAS VALVULAS SERAN DE DISEÑO ESPECIAL.
- 8.- QUEDA A JUICIO DE LA RESIDENCIA EL EMPLEO DE UNA O VARIAS CAJAS TIPO EN UN CRUCERO, DE ACUERDO CON EL NUMERO DE DISPOSICION DE LAS VALVULAS.
- 9.- SE CONSIDERAN DIMENSIONES DE VALVULAS DE CUPLIERTA CON VASTAGO FIJO.
- 10.- ABSORBER CON LA DEFLEXION PERMITIDA POR LA TUBERIA UTILIZADA, EL DESNIVEL ENTRE LA PLANTILLA Y EL PISO DE LA CAJA PARA LA OPERACION DE VALVULAS.



## DATOS DEL PROYECTO

VIVIENDAS SERVIDAS ( VV. )	2,830
DENSIDAD DE POBLACION ( HAB/VV )	4,51
POBLACION DE PROYECTO ( HAB )	12,763
AREA DE DONACION Y DE SERVICIOS ( HA )	6,34
UNIDADES MUEBLE POR VIVIENDA	5,5
UNIDADES MUEBLE TOTALES	36,874,78
INSTO MAXIMO INSTANTANEO ( L/S )	271,40
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	POZO PROFUNDO
CAPACIDAD DE CISTERNA ( M3 )	3,600
DISTRIBUCION	PRESION

## SIMBOLOGIA

TUBERIA DE PROYECTO	TIPO
355 mm (14") ø	-----
250 mm (10") ø	-----
200 mm (8") ø	-----
150 mm (6") ø	-----
100 mm (4") ø	-----
75 mm (3") ø	-----
60 mm (2 1/2") ø	-----
TAPA CIEGA EN RAMAL	○
VALVULA DE SECCIONAMIENTO	○
LONGITUD DEL TRAMO ( m. )	L=29
NUMERO DE CRUCERO	1
ELEVACION PIEZOMETRICA ( m. )	55.00
ELEVACION DE RASANTE ( m. )	50.00
CARGA DISPONIBLE ( m. )	5.00
CISTERNA	□
POZO	○

## CANTIDADES DE OBRA

EXCAVACION ( m <sup>3</sup> )	10,250.52
PLANTILLA ( m <sup>3</sup> )	795.35
ACARREO ( m <sup>3</sup> )	201.15
RELLENO ( m <sup>3</sup> )	9,254.02
TUBERIA DE PVC SERIE INGLESA TIPO RD-26 DE:	
60 mm (2 1/2") ø	10,989
75 mm (3") ø	265
100 mm (4") ø	1,152
150 mm (6") ø	741
200 mm (8") ø	895
TUBERIA DE PVC SERIE METRICA CLASE A-7 DE:	
250 mm (10") ø	374
355 mm (14") ø	532
508 mm (20") ø	223
CONCRETO PARA ATRAQUES ( m <sup>3</sup> )	7.26

## NOTAS

- EL NORTE CONSIDERADO ES EL MAGNETICO.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC SERIE METRICA CLASE 7 Y SERIE INGLESA TIPO RD-26.
- LA LONGITUD Y LAS ELEVACIONES ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
- TODAS LAS TUBERIAS CONTEMPLADAS EN ESTE PROYECTO, DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE HERMETICIDAD QUE SE MANIFIESTAN EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CNA-1995.
- LA TOMA DOMICILIARIA QUE SE CONTIENE EN ESTE PROYECTO, DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA SEÑALADOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-CNA-1995.
- LA EXCAVACION DE ZANJAS SE HARA EN MATERIAL COMUN SIN AGUA, Y SERA LA ACCION QUE SE REALICE PARA ALZAR LA TUBERIA DE LA RED DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LAS OPERACIONES NECESARIAS PARA AMACIOR O LIMPIAR LA PLANTILLA Y TALUDES DE LA MISMA, LA REMOCION DEL MATERIAL.
- PRODUCTO DE LA EXCAVACION, SU COLOCACION A UNO O A AMBOS LADOS DE LA ZANJA DISPONIBLE EN TAL FORMA QUE NO INTERFERIA CON EL DESARROLLO NORMAL DE LOS TRABAJOS.
- DEBERAN EXCAVARSE CUIDADOSAMENTE A MANO, LAS ONDAS O CONCHOS PARA ALZAR LA CAMPANA O COUPLE DE LAS JUNTAS DE LOS TUBOS, A FIN DE PERMITIR QUE LA TUBERIA APORTE EN TODA SU LONGITUD.
- SOBRE EL FONDO DE LA ZANJA O PLANTILLA APISONADA.
- LAS PIEZAS ESPECIALES DEBERAN ESTAR ALINEADAS Y NIVELADAS ANTES DE COLOCAR LOS ATRAQUES, LOS CUALES QUEDARAN PERFECTAMENTE APOYADOS AL FONDO Y PARED DE LA ZANJA.
- EL ATRAQUE DEBERA COLOCARSE EN TODOS LOS CASOS, ANTES DE HACER LA PRUEBA HIDROSTATICA DE LAS TUBERIAS.
- LOS ATRAQUES INDICADOS EN EL DETALLE, SE USARAN EXCLUSIVAMENTE PARA TUBERIAS ALZADAS EN ZANJA.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE CRUCEROS.

## FIRMAS DE AUTORIZACION

CONSEJO CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INES"

MUNICIPIO DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE (1 ETAPA) DETALLES

12/05/07 PLANO 7

ESCALA GRAFICA

#### **4.1.6 PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE AGUA POTABLE**

En el plano del proyecto se plasmará toda la información y resultados del análisis hidráulico; en los tramos de tubería, se representará con la simbología convencional los diámetros del tubo, se indicara así mismo la longitud entre cruceros, los cuales se presentaran en aquellos cambios de dirección o derivación de los circuitos, o ubicación de válvulas, en los nudos se indicarán los valores de la elevación piezométrica, la elevación de rasante y la carga disponible, se muestra los detalles de la zanja tipo, de la toma domiciliaria, los cruceros, la cuantificación de piezas especiales, el detalle de los atraque, así como el de las cajas de válvulas.

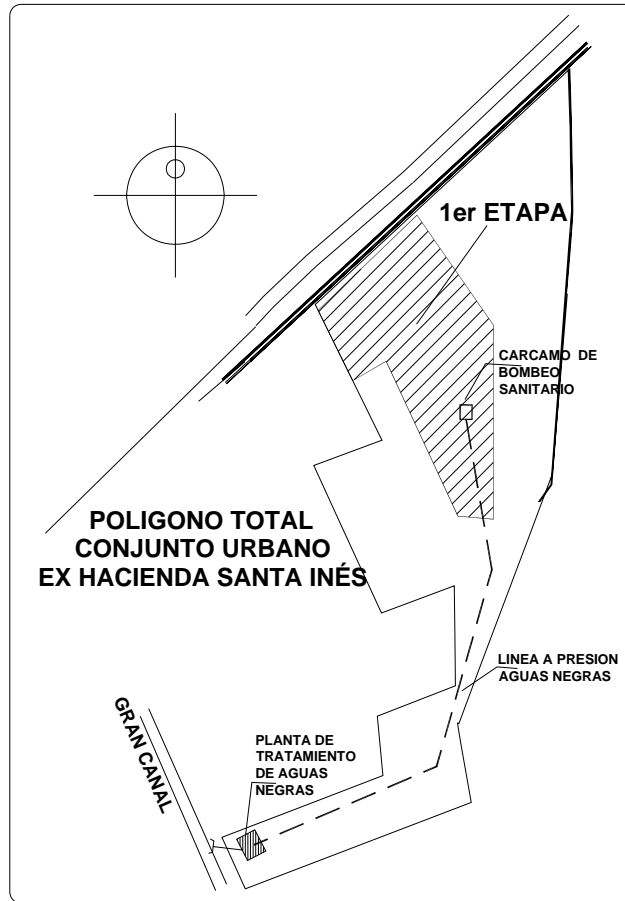
Los planos 5, 6 y 7 antes mostrados conforman al proyecto ejecutivo de la red de agua potable.

#### **4.2 RED DE DRENAJE SANITARIO**

Tomando en cuenta la información recopilada y conforme a las recomendaciones del Manual de la Comisión Nacional del Agua y la normatividad indicada por la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) se procedió a realizar el proyecto de la red de drenaje sanitario de la primera etapa del Conjunto Urbano "Ex Hacienda Santa Inés" separado del pluvial y descargando a un cárcamo sanitario, el cual enviará mediante una línea a presión sanitaria estas aguas a una planta de tratamiento que se ubicara en la porción sur del predio, la cual después de realizar el tratamiento a dichas aguas las descargara al Gran Canal. Los proyectos tanto del cárcamo de bombeo como la línea de presión y la planta de tratamiento no se mostrarán en este trabajo.

En la figura 18 se muestra el esquema a plan maestro del proyecto del drenaje sanitario.

Figura 18. Esquema a plan maestro del drenaje sanitario.



Para la construcción del drenaje sanitario, se utilizará tubería de PVC sanitario serie 20 con junta hermética. El diámetro mínimo que se utilizará en este proyecto será de 30 cm., según lo especifica la normatividad de la CAEM.

#### 4.2.1 GASTO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

- Aportación de aguas negras.

Conociendo que la dotación habitacional es de 150 l/hab/día, y que la del área de donación es de 1.00 lps/ha, y de acuerdo con el Manual de la CAEM se adoptó un coeficiente de retorno de aguas negras del 80%, resultando una aportación habitacional de 120 l/hab/día y una aportación para las áreas de donación y comercial de 0.80 lps/ha.

- Gasto medio

El gasto medio se determinó con la expresión:

$$Q_m = \frac{A_p \times P_{ob}}{86400} + A_{pd} \times A_d \quad (4.3)$$

Siendo:

$Q_m$  Gasto medio, en lps  
 $A_p$  Aportación, en l/hab/día.  
 $P_{ob}$  Población, en habitantes.  
 $A_{pd}$  Aportación donación, en l/ha  
 $A_d$  Área de donación, en ha

- Gasto mínimo

$$Q_{min} = 0.5 Q_m \quad (4.4)$$

Siendo:

$Q_{min}$  Gasto mínimo, en lps

Este gasto mínimo se comparó con el gasto descargado por dos WC (2.00 lps) para diámetro de 31.5 cm.

- Gasto máximo instantáneo

$$Q_{max} = M Q_m \quad (4.5)$$

Donde:

$Q_{max}$  Gasto máximo instantáneo, en lps  
 $M$  Coeficiente de Harmon.

- Coeficiente de Harmon.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad (4.6)$$

donde:

$M$  Coeficiente de Harmon  
 $P$  Población, en miles de habitantes

En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente "M" es constante e igual a 3.80.

Para una población acumulada mayor que 63,454 hab. el coeficiente "M" se considera constante e igual a 2.17.

- Gasto máximo extraordinario

$$Q_{maex} = 1.5 Q_{max} \quad (4.7)$$

Donde:

$Q_{maex}$  Gasto máximo extraordinario, en lps  
 $Q_{max}$  Gasto máximo instantáneo, en lps

Si se conoce que la población de proyecto para la primera etapa es de 12,763 habitantes, el área de donación y comercial de 6.34 ha, la aportación habitacional de 120 l/hab/día y la aportación del área de donación y comercial de 0.80 lps/ha, al aplicar las ecuaciones. 4.3 a 4.7 se obtuvo un gasto medio de aguas negras de 22.80 lps, un gasto mínimo de 11.4 lps, un coeficiente de Harmon de 2.85, un gasto máximo instantáneo de 64.95 lps. y un gasto máximo extraordinario de 97.43 lps.

En la tabla 34 se presenta un resumen de los datos de proyecto.

TABLA No. 34 DATOS DE PROYECTO DRENAJE SANITARIO

Número de viviendas (Etapa I)	2,830	viv.
Densidad de población	4.51	hab/viv
Población total de proyecto (Etapa I)	12,763	hab
Área de donación y comercial (Etapa I)	6.34	ha
Dotación habitacional	150	l/hab/día
Dotación donación	1.00	lps/ha
Aportación habitacional	120	l/hab/día
Aportación donación	0.8	l/ha
Gasto medio	22.79	lps
Gasto mínimo	11.39	lps
Coeficiente de Harmon	2.84	
Gasto máximo instantáneo	64.94	lps
Gasto máximo extraordinario	97.42	lps
Coeficiente de previsión	1.5	
Descarga	Cárcamo de bombeo	
Sistema	Separado	

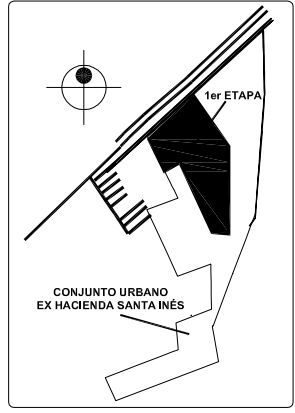
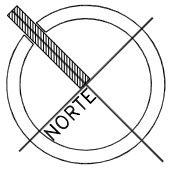
#### **4.2.2 TRAZO DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA**

La ubicación de la tubería del drenaje sanitario será al centro de la vialidad tanto en primarias como en secundarias. El tipo de trazo utilizado en este proyecto es el denominado trazo de peine, el cual esta formado por varias atarjeas con tendencia al paralelismo descargando su contenido a una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas (colectores). Para esta primera fase del proyecto se presentan tres principales colectores (en vialidades primarias) que van recolectando las aportaciones de las atarjeas de las vialidades secundarias hasta llegar a un disposición final que es un cárcamo de bombeo.

En el plano 8 se presenta el trazo del proyecto de la red de drenaje sanitario.



# PLANO 8



**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX HACIENDA SANTA INÉS

**DATOS DE PROYECTO**

	ETAPA 1
VIVIENDAS SERVIDAS (VIV.)	2,830
DENSIDAD DE POBLACION (HAB/VIV)	4.51
POBLACION DE PROYECTO (HAB)	12,763
AREA DE DONACION Y DE SERVICIOS (HA)	6.34
DOTACION HABITACIONAL (L/HAB/DIA)	150
DOTACION DONACION Y SERVICIOS (L/HA)	1.0
APORTACION HABITACIONAL (L/HAB/DIA) 80% DOTACION	120
APORTACION DONACION Y SERVICIOS (L/HA)	0.80
GASTO MINIMO (L.P.S.)	11.39
GASTO MEDIO (L.P.S.)	22.79
COEFICIENTE DE HARMONIA	2.84
GASTO MAXIMO INSTANTANEO (L.P.S.)	64.94
COEFICIENTE DE PREVISION	1.50
GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO (L.P.S.)	97.42
SISTEMA	SEPARADO
DESCARGA FINAL	C.B.

**SIMBOLOGIA**

CABEZA DE ATARJEA

ATMOSFERA DE PROYECTO

SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

POZO DE VISITA TIPO COMUN

POZO DE VISITA CON CAIDA

POZO DE VISITA CON CAIDA

NUMERO DE POZO

ELEVACION DE RASANTE (m) **50.00**

ALTIMETRIA DE POZO (m) **2.00**

ELEVACION DE PROYECTE HIDRAULICO (m) **48.00**

LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO (m-milímetros-m) **25-50-45**

CARGAMO DE BOMBEO **C.B.**

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	19,099.05
PLANTILLA (m <sup>2</sup> )	910.25
ACERQUE (m <sup>3</sup> )	847.95
RELLENO (m <sup>3</sup> )	17,300.85
TUBERIA DE PVC, TIPO ALICANTARILADO, SERIE 20, DE:	
31.5 cm $\phi$	10,377
40 cm $\phi$	232
50 cm $\phi$	34
45 cm $\phi$	11
POZO DE VISITA	240
BROCAL Y TAPA DE CONCRETO	240

**NOTAS**

- EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO.
- LA LONGITUD ESTA EXPRESADA EN METROS, LA PENDIENTE EN MILISIMAS Y EL DIAMETRO EN CENTIMETROS.
- LAS LONGITUDES FUERON MEDIDAS DIRECTAMENTE DEL PLANO A ESCALA.
- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- LA TAPA Y EL BROCAL SERAN DE CONCRETO.
- LA UBICACION DE LA TUBERIA SERA POR EL EJE DE LA CALLE, A MENOS QUE EN LA PLANTA GENERAL SE INDIQUE OTRA UBICACION.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC TIPO ALICANTARILADO, SERIE 20, CONFORME A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-901-95.
- PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO SE UTILIZARON LOS LINEAMIENTOS TECNICOS DE LA CNA Y LA GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS EXTERNA POR LA CNA.
- EL DIAMETRO MINIMO DE TUBERIA RECOMENDADO POR LA CNA ES DE 30 CM.
- LOS POZOS DE VISITA TIPO COMUN SE CONSTRUIRAN DE ACUERDO CON EL PLANO P-02 DE LA OBRERA SANITARIA NO. 10-1985.
- SE PERFORARAN CANCHAS LIBRES HASTA 0.50 m EN LOS POZOS DE VISITA.
- PARA CANCHAS MAYORES A 0.50 m SE EMPLEARAN POZOS DE CAIDA.
- ESTE PLANO SUSTITUYE AL DE FECHA 24 DE ENERO DE 2007, CON TITULO PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO 1 ETAPA, CON CLAVE MBH8H1P001-10000-DEF.

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INÉS"  
MUNICIPIO DE NEXTLAPÁN  
ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO (1 ETAPA)

FECHA: 12/05/07 PLANO 8

CONSERVACION TECNICA REGIONAL  
CODIGO PROYECTO: \_\_\_\_\_  
MUNICIPIO: \_\_\_\_\_

**ESCALA GRAFICA**

CUADRO DE MODIFICACIONES

NO. MODIFICACION	FECHA	DESCRIPCION

### 4.2.3 ELABORACIÓN DE TABLA DE CÁLCULO (POR MANNING).

La tabla de cálculo hidráulico para la red de drenaje sanitario empleará la fórmula de Manning. En la tabla se analizará el funcionamiento hidráulico del tubo cuando este trabaje tanto lleno como parcialmente lleno.

Las variables hidráulicas permisibles adoptadas del Manual de la Comisión Nacional del Agua (CNA) son las siguientes:

La velocidad mínima se consideró igual a aquella con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.30 m/seg, considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente. Se aseguró que dicho tirante tuviera un valor mínimo de 1.50 cm.

A continuación se mostrará la tabla de cálculo hidráulico para la red de drenaje sanitario y su descripción de cada una de sus columnas que la integran (tabla 35).

**TABLA 35**  
**CÁLCULO HIDRAULICO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA STA. INES", MUNICIPIO DE NEXTLALPAN, EDO. DE MEXICO**

		<b>PRIMERA ETAPA</b>			
DENSIDAD DE POBLACION	4.51 hab/viv	VIVIENDAS TOTALES	10,000	VIVIENDAS PRIMERA ETAPA	2,830
DOTACION HABITACIONAL	150.00 l/hab/día	DOTACION AREAS DONACION	1.00 l/s/ha		
COEF. DE RET. DE AGUAS NEGRA	0.80 (adimensional)	APORTACION AREAS DONACION	0.80 l/s/ha		
APORTACION HAB.	120.00 l/hab/día				
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	0.009 (tubería de P.V.C.)				

TRAMO	LONG. (m)	VIVIENDAS		AREA DONAC. (ha)		POBL. (hab)	COEF. DE HARMON	GASTO DE AGUAS NEGRAS				PEND. (mil)	DIAM. (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO				COTA DE RASANTE (m)	COTA DE PLANTILLA (m)	PROF. DEL POZO (m)	CAIDA (m)		
		PROPIA	ACUM.	PROPIA	ACUM.			MIN. (l/s)	MEDIO (l/s)	MAX. INST. (l/s)	MAX. EXT. (l/s)			A TUBO LLENO		A TUBO PARCIALMENTE LLENO							
														GASTO (l/s)	VEL. (m/s)	GASTO MINIMO VELOC. (m/s)	TIRANTE (cm)					GASTO MAX. EXT. VELOC. (m/s)	TIRANTE (cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)

CLAVE	CAMPO	DESCRIPCIÓN
1	Tramo	Código de identificación de un tramo de tubería. Indica su pozo de visita inicial y final que conforman el tramo.
2	Longitud	Distancia comprendida entre dos pozos que nos sirve para calcular la cantidad de tubería a emplear y la cota de plantilla del pozo aguas abajo.
3	Viviendas propias	Indica el número de viviendas consideradas en ese tramo.
4	Viviendas acumuladas	Total de viviendas que se tienen hasta ese tramo.
5	Área donación Propia	Indica el área de donación considerada en ese tramo.
6	Área donación Acumulada	Indica el área de donación total considerada hasta ese tramo.
7	Población	Población total considerada en el tramo de estudio.
8	Coefficiente de Harmon	$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$
9	Gasto mínimo	$Q_{min} = 0.5 * Q_{med}$ , El límite inferior de la fórmula anterior debe ser de 2 l/s. Según normatividad de la CAEM.
10	Gasto medio	$Q_{med} = \frac{A_p * P}{86400} + \frac{A_{pc} * A_c}{86400}$
11	Gasto máximo instantáneo	$Q_{mi} = M * Q_{med}$
12	Gasto máximo extraordinario	$Q_{me} = C_s * Q_{mi}$
13	Pendiente	Relación existente entre la distancia horizontal entre la distancia vertical, es adimensional y se expresa en milésimas.
14	Diámetro	Dimensión que indica el diámetro de la tubería a emplear en el tramo en estudio. Se indica en centímetros.
15	Gasto a tubo lleno	Gasto que puede conducir la tubería con la pendiente y el diámetro anotados en las columnas 13 y 14.
16	Velocidad a tubo lleno	Velocidad del agua cuando la tubería trabaja llena, se obtiene mediante la formula de Manning. $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
17	Velocidad mínima	Velocidad que con la cual se transporta el agua en la tubería cuando esta pasando por ella el gasto mínimo. Se utiliza los elementos hidráulicos de las secciones circulares con las relaciones de tubo parcialmente lleno a tubo lleno (ver capítulo de normatividad).
18	Tirante mínimo	Tirante de agua en el tubo cuando pasa el gasto mínimo. Se utiliza los elementos hidráulicos de las secciones circulares con las relaciones de tubo parcialmente lleno a tubo lleno (ver capítulo de normatividad)
19	Velocidad máxima	Velocidad que con la cual se transporta el agua en la tubería cuando esta pasando por ella el gasto máximo. Se utiliza los elementos hidráulicos de las secciones circulares con las relaciones de tubo parcialmente lleno a tubo lleno (ver capítulo de normatividad)
20	Tirante máximo	Tirante de agua en el tubo cuando pasa el gasto máximo. Se utiliza los elementos hidráulicos de las secciones circulares con las relaciones de tubo parcialmente lleno a tubo lleno (ver capítulo de normatividad)
21	Cota de Rasante	Elevación de la rasante en el brocal del pozo.
22	Cota de Plantilla	Elevación de la plantilla de la tubería, este dato solo se proporciona al inicio y posteriormente el programa lo calcula con base en la longitud y la pendiente.
23	Profundidad del pozo	Es la profundidad que tiene el pozo de visita inicial.
24	Caidas	Indica cuando los pozos presentan caídas. Se coloca la altura de la caída.

En el anexo, se mostrará la tabla de cálculo completa de la red de alcantarillado sanitario. (Tabla 35).

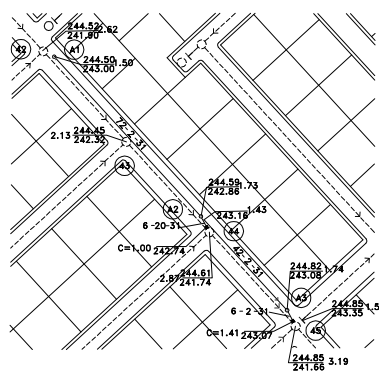
#### **4.2.4 PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO**

La presentación del plano debe contener la información que resulta del análisis hidráulico, la numeración de los pozos de visita empezaran en las cabezas de atarjea en forma ascendente respecto al sentido de escurrimiento y para cada pozo se debe mostrar los datos de cotas de rasante, cota de plantilla y la profundidad del pozo, así como también en aquellos casos en los que se presenten caídas, esta también se indicará. En los tramos de tubería entre pozos de visita se indicara la longitud, la pendiente y el diámetro del tubo. En los detalles constructivos se mostraran en de los pozos de visita, la zanja tipo, el detalle de la descarga domiciliaria, etc. Se indicaran las cantidades de obra y las notas y especificaciones de construcción.

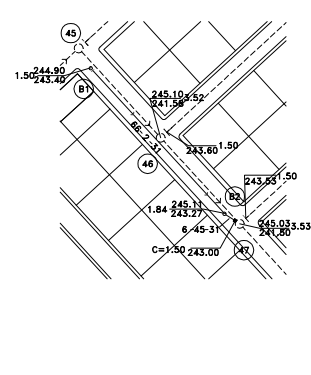
A continuación se muestra el plano 9, el cual contiene los detalles complementarios al proyecto de la red de drenaje sanitario y junto con el plano 8 antes mostrado integran los planos del proyecto ejecutivo.

# PLANO 9

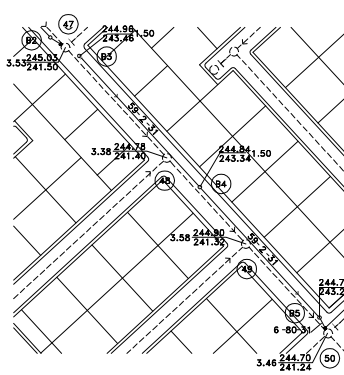
DETALLE 1  
Esc. Sin, Acot. cm.



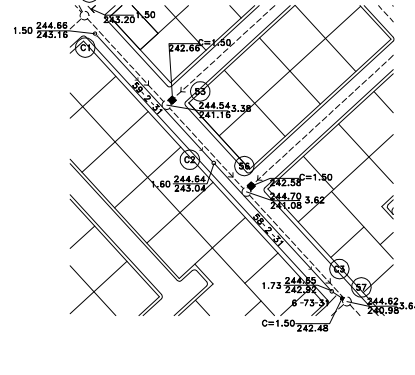
DETALLE 2  
Esc. Sin, Acot. cm.



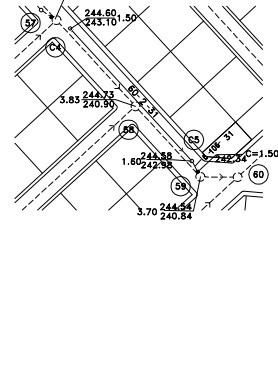
DETALLE 3  
Esc. Sin, Acot. cm.



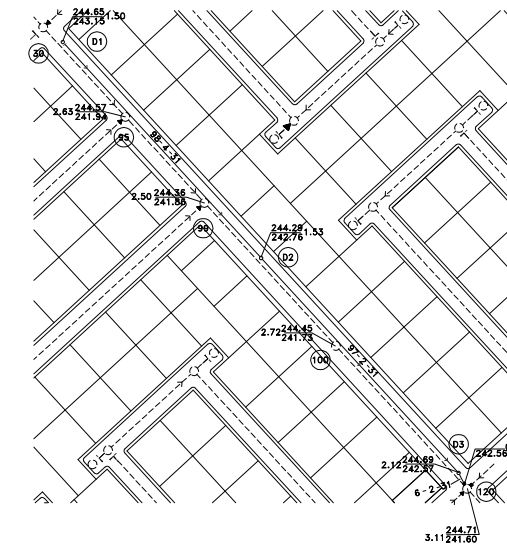
DETALLE 4  
Esc. Sin, Acot. cm.



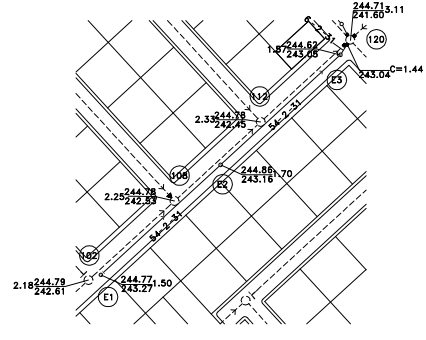
DETALLE 5  
Esc. Sin, Acot. cm.



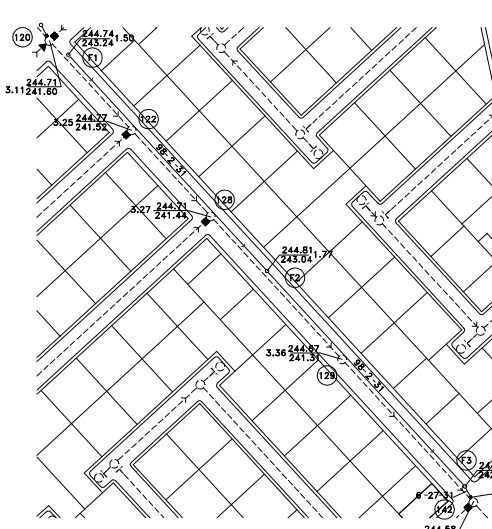
DETALLE 6  
Esc. Sin, Acot. cm.



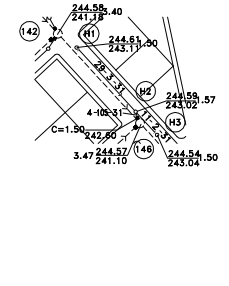
DETALLE 7  
Esc. Sin, Acot. cm.



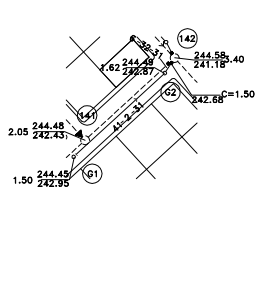
DETALLE 8  
Esc. Sin, Acot. cm.



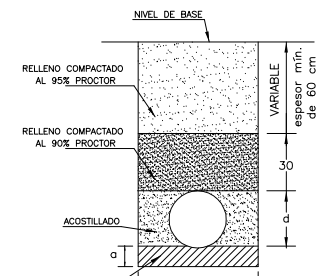
DETALLE 10  
Esc. Sin, Acot. cm.



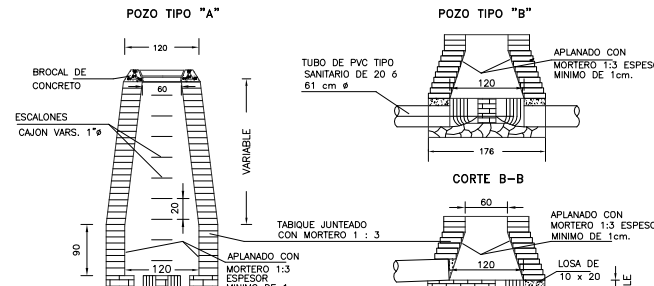
DETALLE 9  
Esc. Sin, Acot. cm.



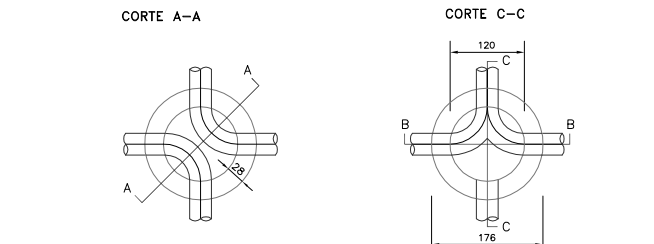
d (cm)	a (cm)	b (cm)
31.5	10	85
40.0	10	95
50.0	11	115
63.0	13	130



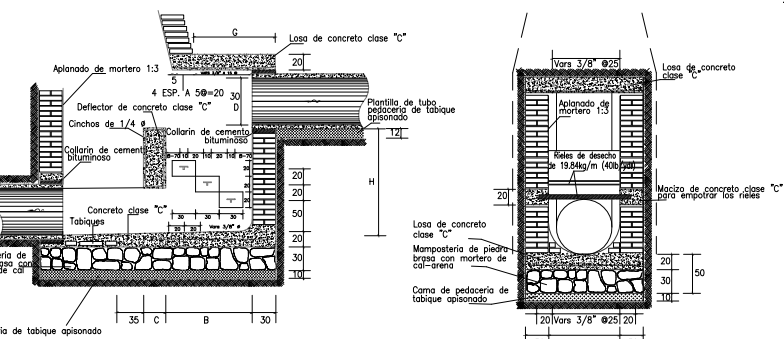
ZANJA TIPO  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.- VC-1979



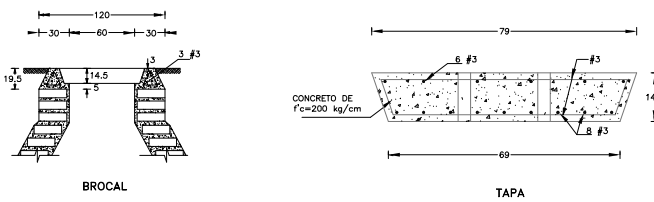
POZO TIPO "A" POZO TIPO "B"



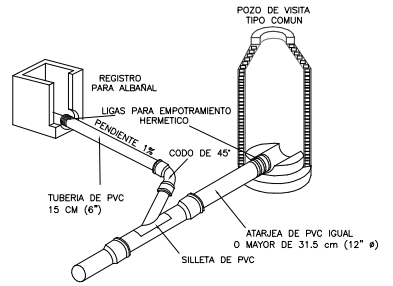
CORTE A-A CORTE B-B CORTE C-C



CORTE A-A CORTE B-B



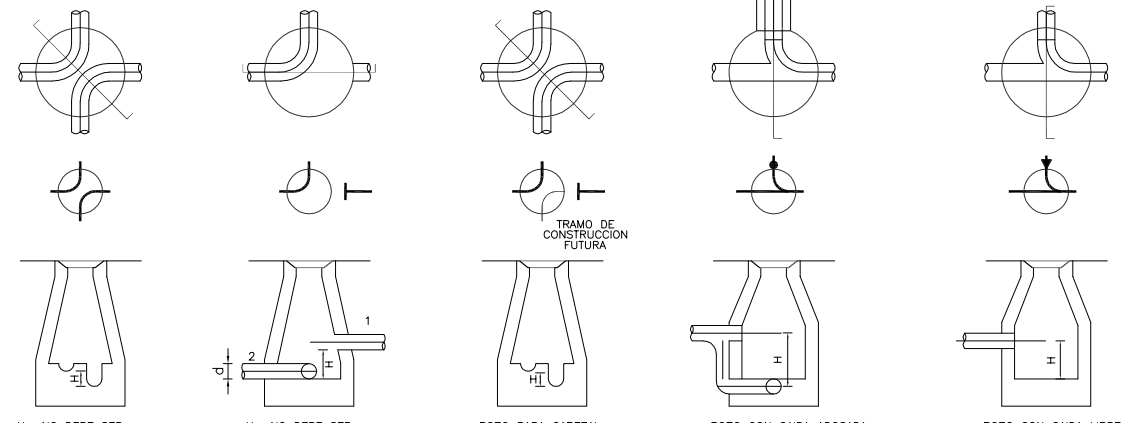
BROCAL Y TAPA DE CONCRETO PARA POZO DE VISITA  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.- VC-1993  
Esc. Sin, Acot. cm.



DETALLE DE UNIONES DE TUBERIA CON POZO DE VISITA Y REGISTRO  
Esc. Sin, Acot. cm.

NOTAS:  
- ACOTACIONES EN CENTIMETROS  
- EL POZO TIPO "A" SE USARA PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 2.50 m.  
- EL POZO TIPO "B" SE USARA PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 2.50 m.

POZO DE VISITA TIPO COMUN PARA TUBERIA DE 20 a 61 cm Ø  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP VC-1985  
Esc. Sin, Acot. cm.



H= NO DEBE SER MAYOR DE 0.40 m.  
H= NO DEBE SER MAYOR DE d 1 MAS ALTO QUE 2  
POZO PARA CABEZAL PROVISIONAL. SE HACE MEDIA CAÑA, H= NO MAYOR DE 0.40 m.  
POZO CON CAIDA ADOSADA PARA Ø=20 cm H= NO MAYOR DE 2.00 m. PARA Ø=31.5 A 76 cm H= NO MAYOR DE 1.50 m.  
POZO CON CAIDA LIBRE H=NO MAYOR DE 0.50 m. SE CONSTRUIRAN DIRECTOS AL POZO.

NOTA :  
LA DISPOSICION INDICADA PARA LAS PLANTILLAS DE LAS TUBERIAS, TIENEN POR OBJETO PERMITIR EL ACCESO DE LOS EQUIPOS DE LIMPIEZA Y FACILITAR LA MANIOBRAS AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

DISPOSICION DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.- VC-1984

**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX-HACIENDA SANTA INES

---

**DATOS DE PROYECTO**

	ETAPA 1
VIVIENDAS SERVIDAS ( VV. )	2,830
DENSIDAD DE POBLACION ( HAB/VV )	4.51
POBLACION DE PROYECTO ( HAB )	12,763
AREA DE DONACION Y DE SERVICIOS ( HA )	6.34
DOTACION HABITACIONAL ( L/HAB/DIA )	150
DOTACION DONACION Y SERVICIOS ( L/HAB )	1.0
APORTACION HABITACIONAL ( L/HAB/DIA )	808 DOTACION
APORTACION DONACION Y SERVICIOS ( L/HAB )	0.80
GASTO MINIMO ( L.P.S. )	11.39
GASTO MEDIO ( L.P.S. )	22.79
COEFICIENTE DE HARMON	2.84
GASTO MAXIMO INSTANTANEO ( L.P.S. )	64.94
COEFICIENTE DE PREVISION	1.50
GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO ( L.P.S. )	97.42
SISTEMA	SEPARADO
DESCARGA FINAL	C.B.

---

**SIMBOLOGIA**

CABEZA DE ATARJEA

ATARJEA DE PROYECTO

SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

POZO DE VISITA TIPO COMUN

POZO DE VISITA CON CAIDA

POZO DE VISITA CON CAIDA

NUMERO DE POZO

ELEVACION DE RASANTE ( m )

ALTIMETRIA DE POZO ( m )

ELEVACION DE ARRIESTE HIERALUCO ( m )

LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO ( m-milímetros-m )

CARCAMO DE BOMBEO

---

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION ( m <sup>3</sup> )	19,059.06
PLANTILLA ( m <sup>3</sup> )	910.25
ACARRIO ( m <sup>3</sup> )	847.95
RELLENO ( m <sup>3</sup> )	17,300.85
TUBERIA DE PVC TIPO ALICANTARILLADO, SERIE 20, DE:	
31.5 cm Ø	10,377
40 cm Ø	232
50 cm Ø	34
63 cm Ø	11
POZO DE VISITA	240
BROCAL Y TAPA DE CONCRETO	240

---

**NOTAS**

- EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO.
- LA LONGITUD ESTA EXPRESADA EN METROS, LA PENDIENTE EN MILESIMOS Y EL DIAMETRO EN CENTIMETROS.
- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- LA TAPA Y EL BROCAL SERAN DE CONCRETO.
- LA UBICACION DE LA TUBERIA SERA POR EL LADO DE LA CALLE, A MENOS QUE EN LA PLANTA GENERAL SE INDIQUE OTRA UBICACION.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERA DE PVC TIPO ALICANTARILLADO, SERIE 20, CONFORME LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-85.
- PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO SE UTILIZARON LOS LINEAMIENTOS TECNICOS DE LA CNA Y LA GUA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS ESTADA POR LA CNA.
- EL DIAMETRO MINIMO DE TUBERIA RECOMENDADO POR LA CNA ES DE 30 CM.
- LOS POZOS DE VISITA TIPO COMUN SE CONSTRUIRAN DE ACIERO CON EL PLANO TIPO DE LA EXHA SAHOP, NO VC-1985.
- SE DEBERAN CHEQUEAR LIBRES HASTA 0.50 m EN LOS POZOS DE VISITA.
- PARA CADA MAYOR A 0.50 m SE EMPLEARAN POZOS DE CAIDA.
- ESTE PLANO SUSTITUYE AL DE FECHA 24 DE ENERO DE 2007, CON TITULO "PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO" 1 ETAPA, CON CLAVE: MEXHACIN01-10000-001.

---

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INES"

MUNICIPIO DE METLATLAN

ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO-DETALLES (1 ETAPA)

FECHA: 12/05/07

PLANO 9

CONSEJERO MUNICIPAL

COORDINADOR DEL PROYECTO

CIUDADELA PROFESIONAL

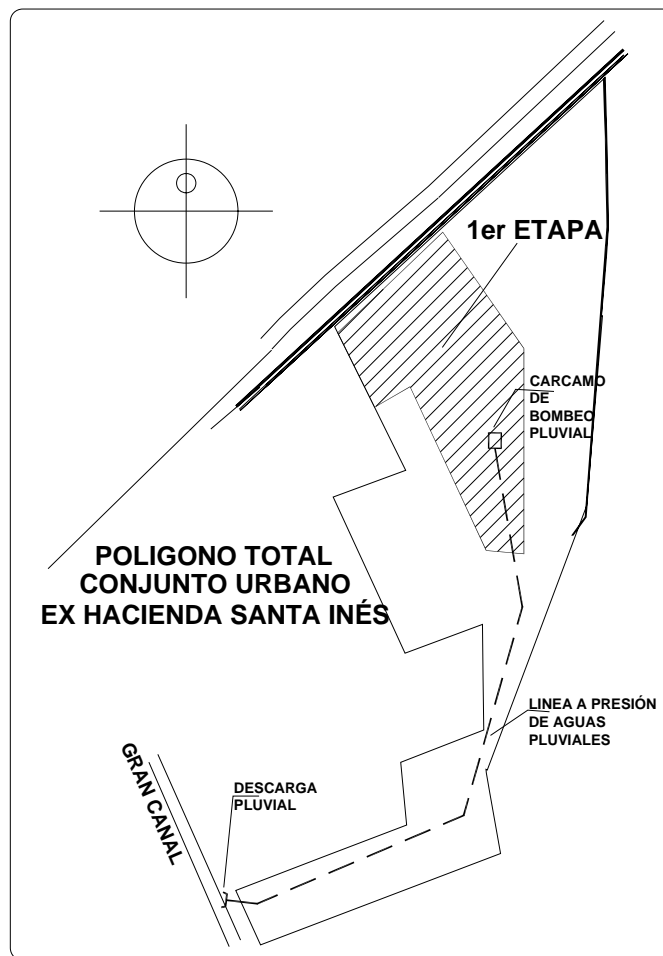
ESCALA GRAFICA

### 4.3 RED DE DRENAJE PLUVIAL

Tomando como base el estudio de rasantes de las vialidades de la Etapa I del Conjunto Urbano, se propuso que el escurrimiento pluvial de las privadas fuera donde sea posible, por superficie y captado en su unión con las vialidades principales por medio de rejillas pluviales. El gasto generado será conducido por la red pluvial hasta un cárcamo de bombeo localizado en la porción sur de la Etapa I; de ahí se enviará mediante una línea a presión pluvial el caudal al Gran Canal ubicado al Sur del Conjunto Urbano. Para fines de este trabajo, solo se considerará la aportación pluvial de la etapa en estudio, las aportaciones externas a esta primera etapa no se tomarán en cuenta.

En la figura 19 se muestra el esquema a plan maestro del proyecto del drenaje pluvial.

Figura 19. Esquema a plan maestro del drenaje pluvial.



### 4.3.1 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Tomando como base el proyecto del sembrado del conjunto urbano se determino el coeficiente de escurrimiento a partir de los tipos de superficie que se encuentran en el proyecto. En la tabla 36 se muestra la obtención del coeficiente de escurrimiento que se utilizará para la obtención del gasto de diseño pluvial.

**TABLA No. 36**  
**CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA SANTE INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MEX.**

USO DEL SUELO	AREA (m2)	%	C	C X %
SUPERFICIE TECHADA	97829.05678	27.41%	0.80	0.219
AREA VERDE EN VIVIENDAS	30337.37	8.50%	0.18	0.015
AREA DE ESTACIONAMIENTO (SE CONSIDERO ADOCRETO)	38,994.233	10.93%	0.35	0.038
AREA DE VIALIDAD EN PRIVADAS (SE CONSIDERO ADOQUIN)	46,169.228	12.94%	0.75	0.097
AREA DE DONACION (SE CONSIDERO COMO AREA SEMIURBANA)	29,221.085	8.19%	0.25	0.020
AREA COMUN (SE CONSIDERO COMO AREA VERDE)	24,704.399	6.92%	0.20	0.014
AREA COMERCIAL	17,377.938	4.87%	0.50	0.024
AREA DE RESTRICCION (SE CONSIDERO COMO AREA VERDE)	24,111.106	6.76%	0.20	0.014
AREA DE VIALIDAD (SE CONSIDERO VIALIDAD ASFALTADA)	48,155.585	13.49%	0.80	0.108
<b>SUMA</b>	<b>356,900.000</b>	<b>100.00%</b>		<b>0.550</b>

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, PARA EL CONJUNTO URBANO  
SE ACEPTA UN COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PONDERADO DE :

<b>0.55</b>
-------------

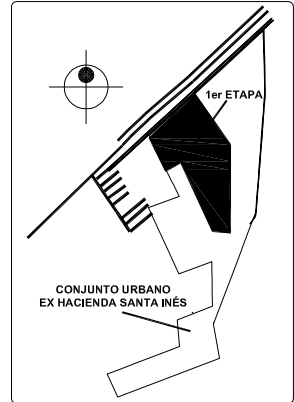
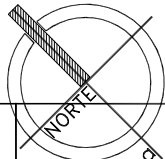
### 4.3.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE APORTACIÓN

Para obtener los escurrimientos pluviales generados en las vialidades, primero se calcularon las áreas tributarias para cada vialidad, según su sentido de escurrimiento superficial y considerando los puntos bajos de la vialidad en donde se consideraran que por el arreglo del proyecto de las rasantes se presentarán encharcamientos.

Un punto importante que hay que tener en cuenta para delimitar el área de aportación pluvial, es el nivel de tirante que se te generaría sobre la vialidad, tratando que no se presenten mayores a 8 cm.

En el plano 10 se muestra la delimitación de las áreas de aportación para el proyecto de la red pluvial.

# PLANO 10



**DATOS DEL PROYECTO**

ÁREA DRENADA ( HA )	25.69
PERIODO DE RETORNO ( AÑOS )	3
INTENSIDAD DE LLUVIA ( mm/hr )	50.78
COSÍENDE DE ESCURRIMIENTO	0.85
COSTO DRENADO ( L.P.S. )	2,845.59
SISTEMA	SEÑALADO
DESCARGA FINAL	CANALIZADO

**SIMBOLOGIA**

ÁREA DE APORTACIÓN	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	

PLANTA  
ESC. SIN

**"EX-HACIENDA SANTA INÉS"**

FIRMAS DE AUTORIZACIÓN

CONSEJO  
CONJUNTO URBANO  
"EX-HACIENDA SANTA INÉS"

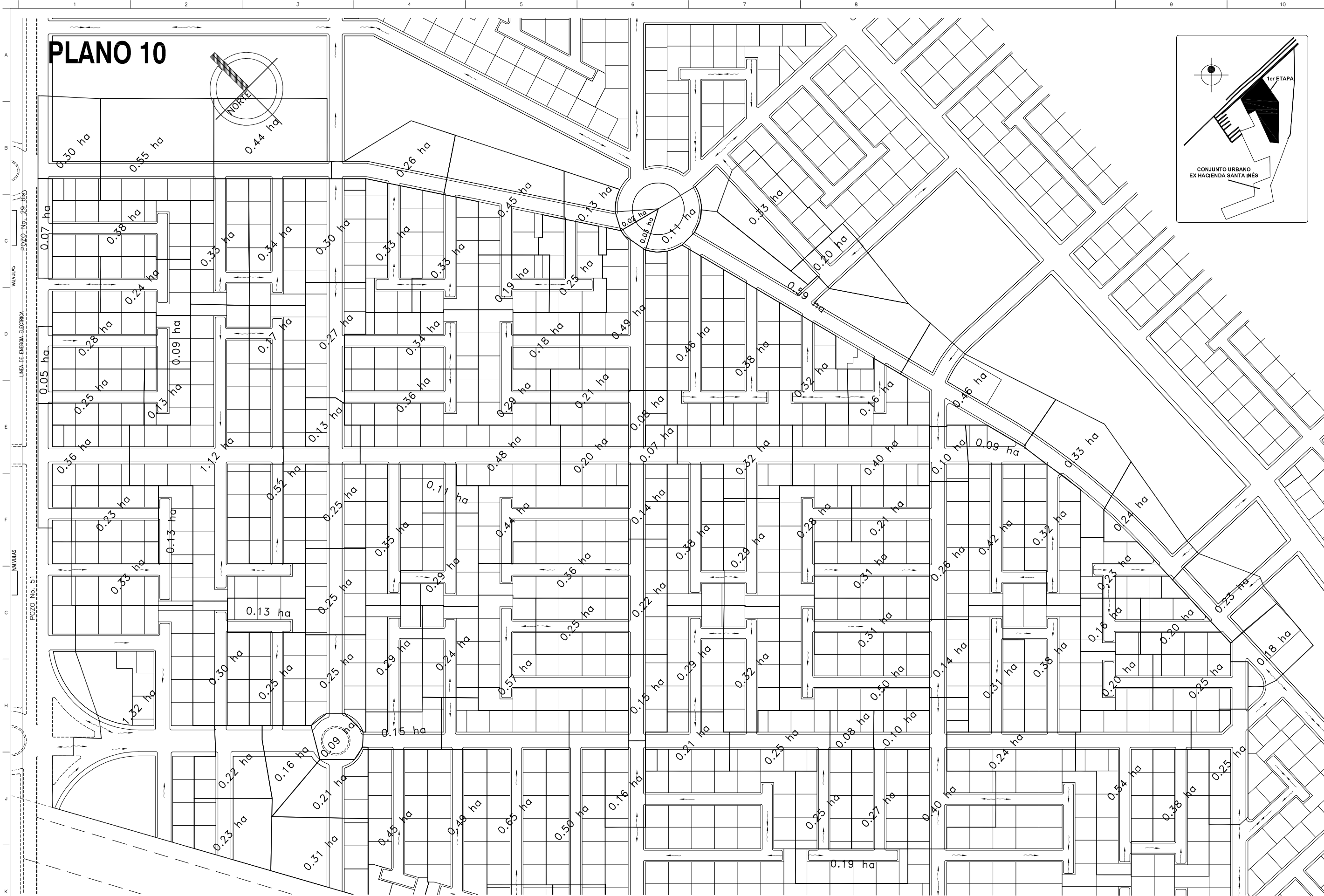
JERARQUÍA  
MUNICIPIO DE NEXTLALPAN  
ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE  
DRENAJE PLUVIAL ÁREAS DE  
APORTACIÓN  
(1 ETAPA)

12/05/07 **PLANO 10**

COORDINADOR GENERAL

ESCALA GRÁFICA





### 4.3.3 GASTO DE DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL.

Para el cálculo hidráulico de la red de alcantarillado pluvial, se utilizará Método Racional Americano para determinar el caudal de diseño, a si mismo se empleará la ecuación de Manning para dimensionar la red, considerando los parámetros permisibles de diseño.

A continuación se mostrará las consideraciones para el cálculo de la red de drenaje pluvial:

#### a) Período de retorno.

Atendiendo a que el Conjunto Urbano es de alta densidad de población (más de 100 hab/ha), y al tipo de vialidades que lo rodean, la tormenta de diseño se aceptó asociarse a un período de retorno de 3 años.

#### b) Duración de la tormenta.

Para obtener la duración de la tormenta, se aceptó el criterio del tiempo de concentración, este tiempo se valuó con la ecuación:

$$t_c = t_e + t_r \quad (4.8)$$

Donde:

$t_c$	Tiempo de concentración, en minutos.
$t_e$	Tiempo de entrada a rejillas, en minutos.
$t_r$	Tiempo de recorrido por las tuberías, en minutos.

El tiempo de entrada se consideró, de acuerdo a las recomendaciones de los manuales de drenaje pluvial, igual a 20 minutos, y el tiempo de recorrido se calculó con la expresión:

$$t_r = \frac{L}{60 V} \quad (4.9)$$

Siendo:

$t_r$	Tiempo de recorrido, en minutos.
$L$	Longitud del tramo, en metros.
$V$	Velocidad, en m/seg.

Para valuar la velocidad se aplicó la fórmula de Manning, misma que se expresa como:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (4.10)$$

Donde:

V	Velocidad, en m/seg.
n	Coefficiente de rugosidad (n = 0.010).
R	Radio hidráulico, en m.
S	Pendiente, en decimal.

### c) Análisis hidrológico.

Con el objeto de determinar el caudal pluvial que escurrirá por las calles, se recurrió al Estudio hidrológico para el Conjunto Urbano "Nextlalpan", Municipio de Nextlalpan, Estado de México; de donde se obtuvo la ecuación de intensidad, la cual es:

$$i = 310.0011 T^{-0.3675} d^{-0.6296} \quad (4.11)$$

Siendo:

i	intensidad de lluvia, en mm/hr.
T	Periodo de retorno, en años.
tc	Tiempo de concentración, en minutos.

### d) Determinación del gasto pluvial.

Para calcular el gasto pluvial se aplicó la fórmula racional, cuya expresión es de la forma:

$$Q = 2.778 CIA \quad (4.12)$$

donde:

Q	Gasto, en lps.
C	Coefficiente de escurrimiento.
I	Intensidad de lluvia, en mm/hr.
A	Área de la cuenca, en ha.

En la tabla 37 se muestra el resumen de los datos de proyecto del drenaje pluvial.

TABLA No. 37 DATOS DE PROYECTO DRENAJE PLUVIAL

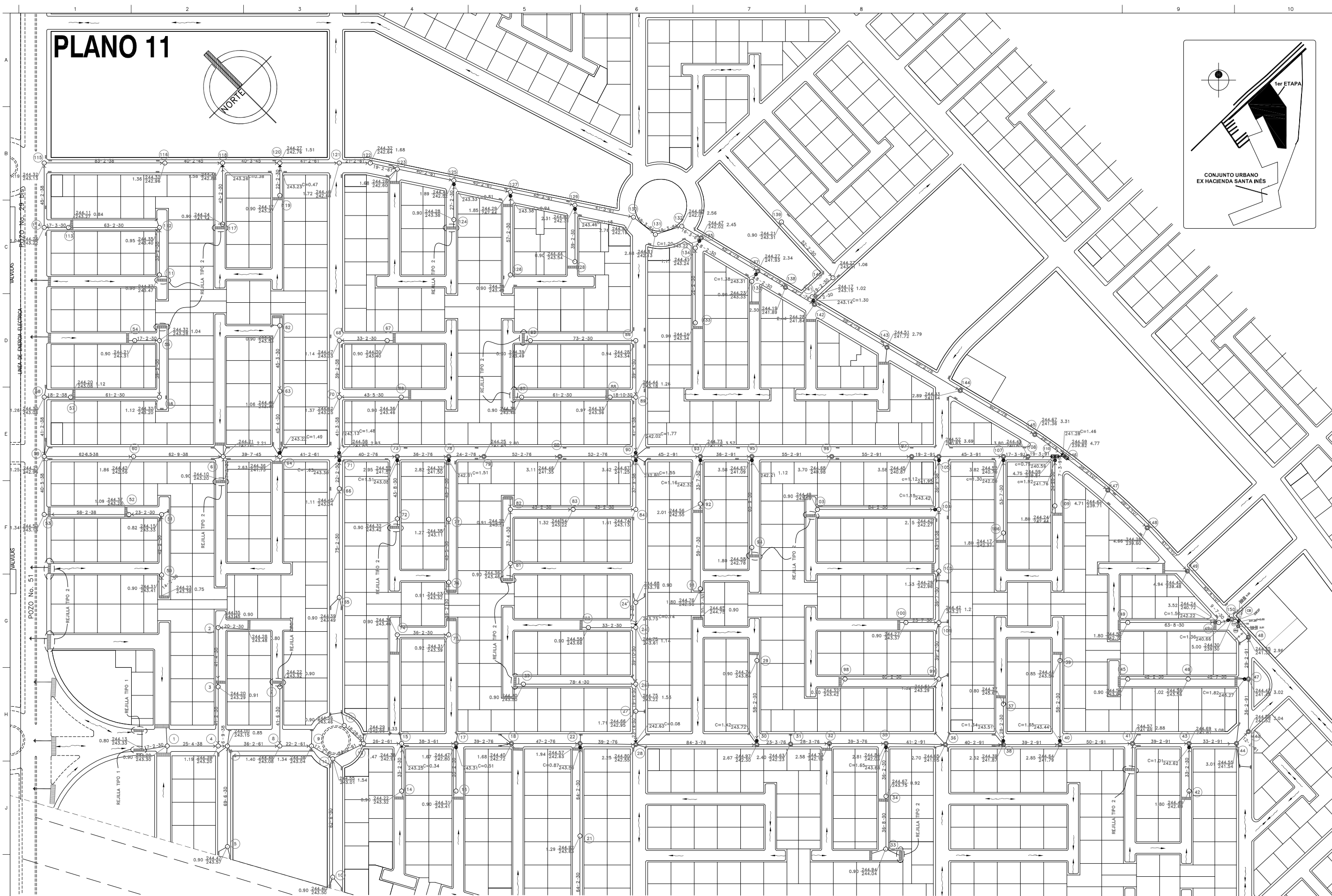
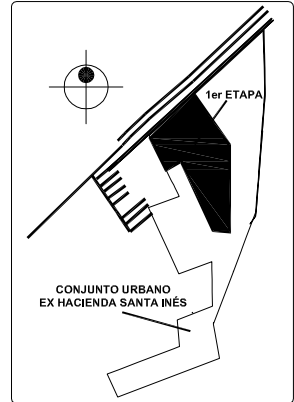
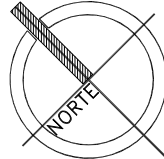
Área drenada (Etapa I)	35.69	(ha)
Período de retorno	3	años
Duración de lluvia	33.53	min.
Intensidad de lluvia	50.85	mm/hr
Coefficiente de escurrimiento	0.55	
Gasto drenado	2,772.74	lps
Descarga	Cárcamo de bombeo	
Sistema	Separado	

#### 4.3.4 TRAZO DE LA RED

El proyecto del sistema de drenaje pluvial está basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas del predio, así como de las cotas de rasantes de las vialidades, con pendientes decrecientes de norte a sur y de este a oeste, proponiendo captar las aguas superficiales en los cruceros de las calles y en los puntos bajos que se presentan en las vialidades, y esto se hará por medio de coladeras pluviales cubiertas con rejillas, para luego descargarlas a la red principal por medio de tuberías y posteriormente conducir las hacia las partes bajas del fraccionamiento y descargar en los tanques de tormenta propuestos.

En el plano 11 se muestra el trazo de la red.

# PLANO 11



**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX HACIENDA SANTA INÉS

**DATOS DE PROYECTO**

ÁREA DISEÑO ( m <sup>2</sup> )	25.69
PERÍODO DE RETORNO ( AÑOS )	5
INTENSIDAD DE LLUVIA ( mm/hr )	56.78
CORRIENTE DE ESCURRIMIENTO	0.05
CANTO DISEÑO ( L.P.S. )	2.845.00
SISTEMA	SEÑALADO
DESCARGA FINAL	CANALIZADO

**SIMBOLOGÍA**

CUBETA DE ATERRAJE	○
ÁMBULAS DE PROYECTO	○
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	→
POZO DE VISTA TIPO COMÚN	○
POZO DE VISTA CON CADA	○
POZO DE VISTA CON CADA ESCALONADA	○
POZO DE VISTA CON CADA ESCALONADA	○
NUMERO DE POZO	①
ELEVACION DE PASANTE ( m )	50.00
ACTUAR DE POZO ( m <sup>2</sup> )	2.00
ELEVACION DE ARRASTRE HIDRAULICO ( m )	48.00
LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO ( m-inclinación-m )	25-50-45
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	→
CUBETA PLUVIAL DE FIBRA	■
REJILLA TRANSVERSAL	■

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION ( m <sup>3</sup> )	14,778.03
PLANTILLA ( m <sup>2</sup> )	830.34
RELLENO ( m <sup>3</sup> )	2,006.50
RELLENO ( m <sup>3</sup> )	11,936.42

**TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE:**

30 cm	2,840
38 cm	763
45 cm	118
61 cm	505
76 cm	796
91 cm	617
107 cm	183

**POZO DE VISTA TIPO COMÚN** 110

**POZO DE VISTA ESPECIAL** 48

**POZO DE VISTA CON CADA** 4

**POZO DE VISTA CON CADA ESCALONADA** 26

**POZO DE VISTA CON CADA ESCALONADA** 6

**BROCAL Y TAPA DE CONCRETO** 156

**CUBETA PLUVIAL DE FIBRA** 167

**REJILLA TRANSVERSAL** 76

**NOTAS**

- EL QUOTIENTE INDICADO ES EL MÓDULO.
- LA LONGITUD ESTA EXPRESADA EN METROS, LA PENDIENTE EN MILÉSIMAS Y EL DIÁMETRO EN CENTÍMETROS.
- LAS LONGITUDES FUERON MEDIDAS DIRECTAMENTE DEL PLANO A ESCALA.
- LOS ELEVACIONES ESTÁN DADAS EN METROS, LAS PENDIENTES EN MILÉSIMAS.
- LA TAPA Y EL BROCAL SERÁN DE CONCRETO.
- LA TUBERÍA A UTILIZAR SERÁ DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.
- PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO SE UTILIZARON LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE LA CDMX Y LA GUÍA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS ESTADIALES.
- EL DIÁMETRO MÍNIMO DE TUBERÍA RECOMENDADO POR LA CDMX ES DE 30 CM.
- LOS POZOS DE VISTA TIPO COMÚN SE CONSTRUYERÁN DE ACERO CON REJILLA.
- SE MANTENDRÁN CERRADOS HASTA 0.50 m EN LOS POZOS DE VISTA.
- PARA CANTOS MENORES A 0.50 m SE EMPLEARÁN POZOS DE CADA.
- LA UBICACION DE LAS CUBETAS PLUVIALES ES OBLIGATORIA, POR LO QUE SU UBICACION FINAL QUEDA A CARGO DEL INGENIERO RESIDENTE.
- ESTE PROYECTO SE COMPLIMENTA CON LOS PLANOS DE DETALLE DE POZOS QUE SON PLANOS TIPO V.C. 1088 Y V.C. 1102 DE SAGUP.
- ESTE PLANO SUSTITUYE AL DE FECHA 28 DE FEBRERO DE 2007, CON TÍTULO PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE OBRAS PLUVIALES 1ª ETAPA, CON CLAVE MB88TH1P001-1E000-007.

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

CONSEJO DE ADMINISTRACION  
CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INÉS"

COORDINADOR  
MUNICIPIO DE NEXTALPAN  
ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL (1ª ETAPA)

12/05/07 PLANO 11

CONSORCIO ARA

ESCALA GRAFICA

### 4.3.5 ELABORACIÓN DE TABLA DE CÁLCULO PLUVIAL (POR MANNING)

En la tabla 38 se muestra el cálculo hidráulico para la red de drenaje pluvial y su descripción de cada una de sus columnas que la integran.

**Tabla 38**

CALCULO HIDRAULICO DE LA DE LA PRIMERA FRACCION DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL  
CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA DE SANTA INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MEXICO

COEF. DE ESCURRIMIENTO = (1) adimensional  
RUGOSIDAD = (2) PAD  
PERIODO DE RETORNO = (3) años

TRAMO	LONG. (M)	AREA		TIEMPO DE ENTRADA (min)	TIEMPO DE ESCURR. (min)	TIEMPO DE CONCENT. (min)	INTEN- SIDAD (mm/hr)	GASTO CALC (LPS)	PEND. (M/L)	DIAM. (CM)	A TUBO LLENO		TIRANTE REAL (CM)	VELOC. REAL (M/SEG)	COTA TERRENO (M)	COTA PLANTILLA (M)	PROF. (M)	CAIDA (M)
		PROPIA (HA)	ACUM (HA)								VEL. (M/SEG)	GASTO (LPS)						
(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)

CLAVE	CAMPO	DESCRIPCIÓN
1	Coeficiente de escurrimiento	Coeficiente que indica el porcentaje de agua que escurre sobre una superficie. Es adimensional y su valor se obtiene de la tabla 36.
2	Rugosidad	Coeficiente adimensional que nos indica la resistencia de un material al libre flujo del agua en una tubería; depende directamente del tipo de material empleado. Para este proyecto para tubería de Polietileno de Alta Densidad $n=0.01$
3	Período de Retorno	Indica el período de diseño para el cual se está proyectando la red de drenaje pluvial. Esta en función de la normatividad aplicable a cada caso y se expresa en años, mínimo deberá ser $T = 3$ años.
4	Tramo	Código de identificación de un tramo de tubería.
5	Longitud	Distancia comprendida entre dos pozos que nos sirve para calcular la cantidad de tubería a emplear y la cota de plantilla del pozo aguas abajo.
6	Área Propia	Superficie de aportación considerada para el tramo de tubería en estudio. Se expresa en Ha.
7	Área donación Acumulada	Indica el área de donación total considerada hasta ese tramo.
8	Tiempo de entrada	Es el tiempo requerido por el agua para escurrir superficialmente hasta llegar a una coladera pluvial.
9	Tiempo de escurrimiento	Es el tiempo que tarda en escurrir dentro del tubo entre dos pozos de visita
10	Tiempo de concentración	Tiempo que tarda la gota más alejada que cae en el área de captación, en llegar al punto de concentración. Se obtiene sumando la columna 8 y 9.
11	Intensidad	Medida que indica la cantidad de lluvia que cae en un período de tiempo sobre cierta superficie, se expresa en mm/hr. Su valor se obtiene de la ecuación de intensidad proporcionada por el estudio hidrológico.
12	Gasto calculado	Calculado por medio del método racional americano $Q = 2.778 C \cdot i \cdot A$
13	Pendiente	Relación existente entre la distancia horizontal entre la distancia vertical, es adimensional y se expresa en milésimas.
14	Diámetro	Dimensión que indica el diámetro de la tubería a emplear en el tramo en estudio. Se indica en centímetros y depende de los productos comerciales existentes, de acuerdo al material propuesto.
15	Velocidad a tubo lleno	Velocidad del agua cuando la tubería trabaja llena, se obtiene mediante la fórmula $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
16	Gasto a tubo lleno	Gasto que puede conducir la tubería con la pendiente y el diámetro anotados en las columnas 13 y 14
17	Tirante de a tubo real	Tirante de agua en el tubo cuando el tubo está parcialmente lleno.
18	Velocidad a tubo parcialmente real	Velocidad con la cual se transporta el agua en la tubería cuando el tubo está parcialmente lleno.
19	Cota de Terreno	Elevación de la rasante en el brocal del pozo.
20	Cota de Plantilla	Elevación de la plantilla de la tubería, este dato solo se proporciona al inicio y posteriormente el programa lo calcula con base en la longitud y la pendiente.
21	Profundidad del pozo	Es la profundidad que tiene el pozo de visita inicial.
22	CAÍDA	Indica la distancia entre plantillas en un mismo pozo de visita

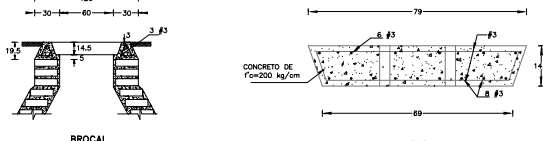
En el anexo, se mostrará la tabla de cálculo completa de la red de alcantarillado pluvial. (Tabla 38).

#### **4.3.6 PLANO DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL**

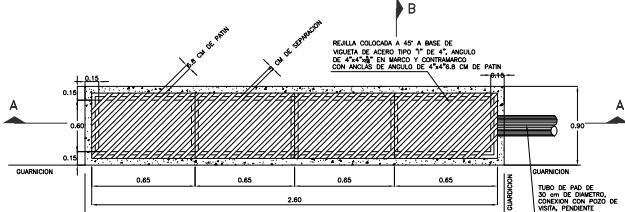
El plano representa los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico realizado para el proyecto, el cual muestra las elevaciones del terreno, la plantilla de los pozos de visita, la longitud de la tubería, diámetro y pendiente, las cantidades de tubería, los datos de proyecto, símbolos convencionales, especificaciones de construcción y croquis de localización.

A continuación se muestra el plano 12, el cual contiene los detalles complementarios al proyecto de la red de drenaje pluvial y junto con el plano 11 antes mostrado integran los planos proyecto ejecutivo.

# PLANO 12

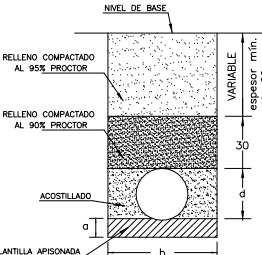


**BROCAL Y TAPA DE CONCRETO PARA POZO DE VISITA**  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.-. VC-1993  
Esc. Sin. Acot. cm.

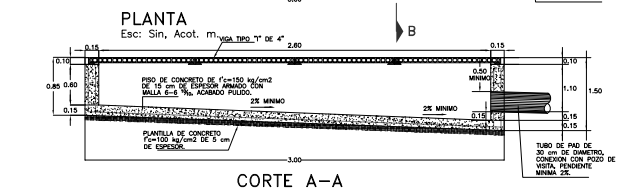


**COLADERA PLUVIAL DE PISO DE 80 x 70 cm.**  
Esc. Sin. Acot. cm.

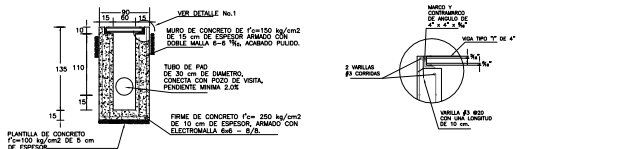
d (cm)	a (cm)	b (cm)
30	10	85
38	10	90
45	10	110
61	13	130
76	14	150
91	15	170
107	17	190
122	20	210



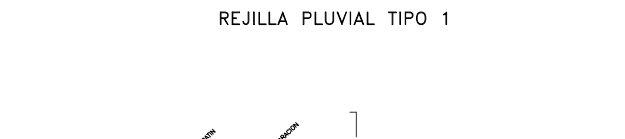
**ZANJA TIPO**  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.-. VC-1979



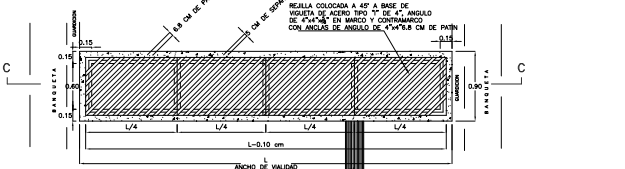
**REJILLA PLUVIAL TIPO 1**  
Esc. Sin. Acot. m.



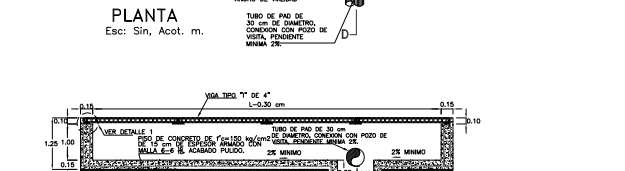
**DETALLE No. 1**  
Esc. Sin. Acot. m.



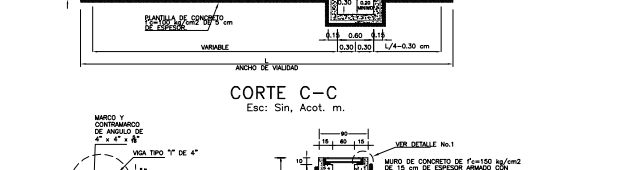
**REJILLA PLUVIAL TIPO 2**  
Esc. Sin. Acot. m.



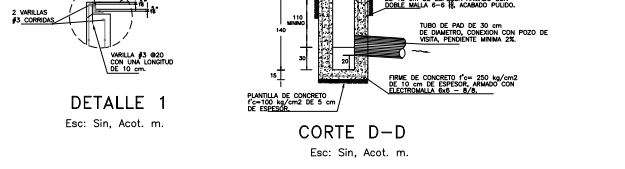
**DETALLE 1**  
Esc. Sin. Acot. m.



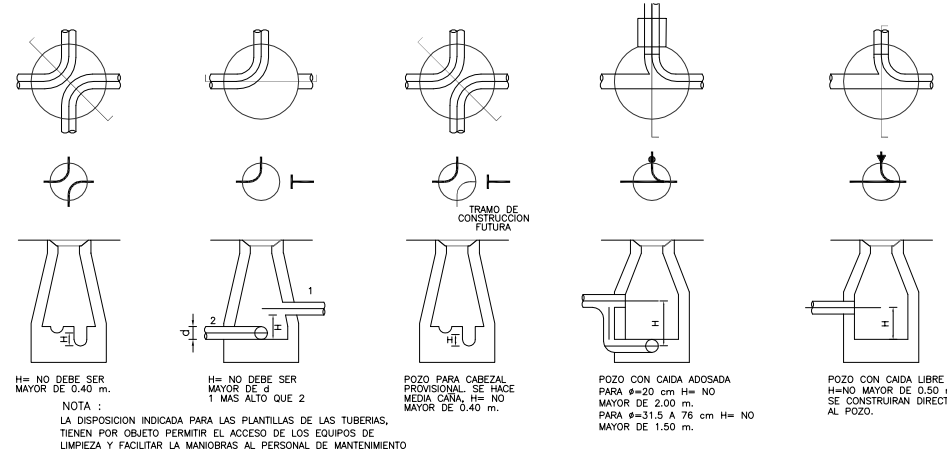
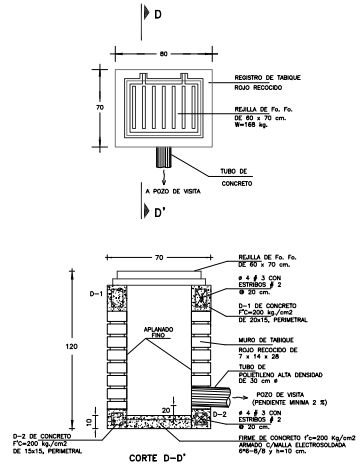
**REJILLA PLUVIAL TIPO 2**  
Esc. Sin. Acot. m.



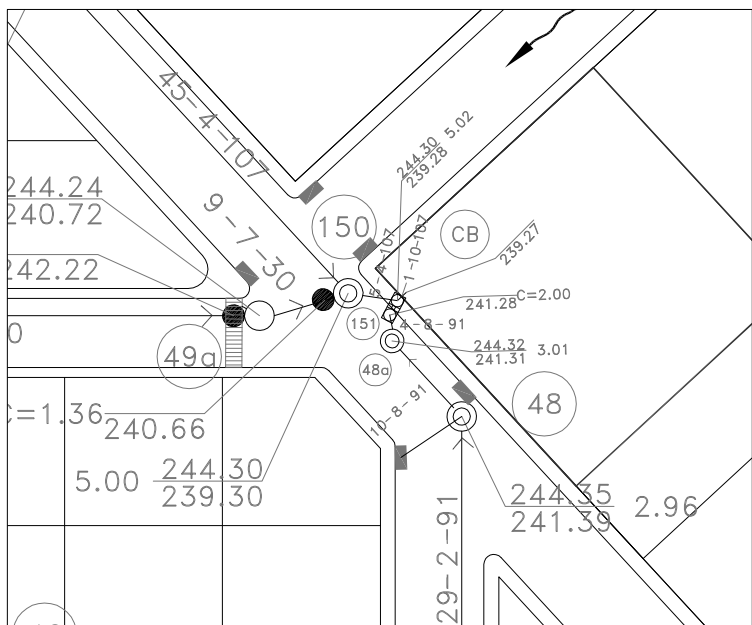
**REJILLA PLUVIAL TIPO 2**  
Esc. Sin. Acot. m.



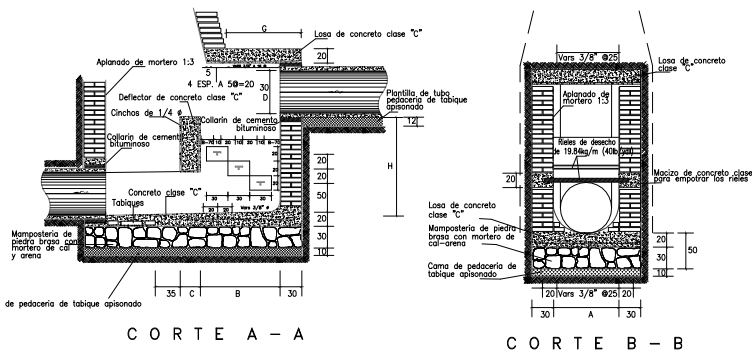
**REJILLA PLUVIAL TIPO 2**  
Esc. Sin. Acot. m.



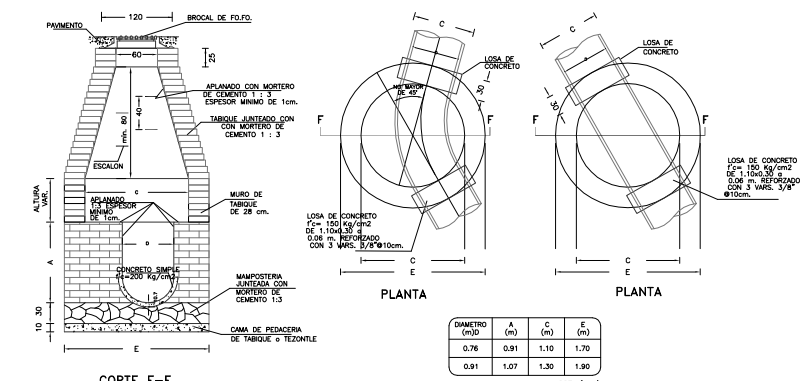
**DISPOSICION DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA**  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP N.-. VC-1984



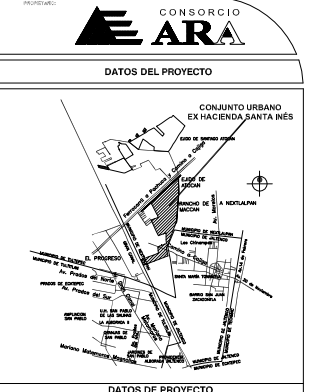
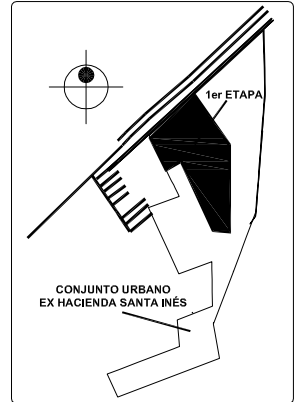
## DETALLE DE LLEGADA ESC. SIN



**POZO DE VISITA CON CAIDA PARA TUBERIAS DE 30 a 76 cm**  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP, V.C. 1991.  
Esc. Sin. Acot. cm.



**POZO DE VISITA ESPECIAL DEFLEXION HASTA 45° DIAMETRO 76 a 107 cm.**  
FUENTE: PLANO TIPO SAHOP VC. 1986



**DATOS DEL PROYECTO**

CONJUNTO URBANO EX HACIENDA SANTA INÉS

**DATOS DE PROYECTO**

ETAPA 1

AREA DISEÑO ( m² ) \_\_\_\_\_ 25.69

PERIODO DE RETORNO ( AÑOS ) \_\_\_\_\_ 3

INTENSIDAD DE LLUVA ( mm/hr ) \_\_\_\_\_ 50.78

COPONENTE DE EQUIPAMIENTO \_\_\_\_\_ 0.55

CANTO DISEÑO ( L.P.S. ) \_\_\_\_\_ 2.845.59

SISTEMA \_\_\_\_\_ SEÑALADO

DESCARGA FINAL \_\_\_\_\_ CIRCUNTO

**SIMBOLOGIA**

CUBIERTA DE TUBERIA \_\_\_\_\_

ANARCA DE PROYECTO \_\_\_\_\_

SENTIDO DE ESCURRIMIENTO \_\_\_\_\_

POZO DE VISITA TIPO COMUN \_\_\_\_\_

POZO DE VISITA CON CAIDA \_\_\_\_\_

POZO DE VISITA CON CAIDA ESCALONADA \_\_\_\_\_

NUMERO DE POZO \_\_\_\_\_

ELEVACION DE MARGEN ( m ) \_\_\_\_\_ 2.00

ALTURA DE POZO ( m ) \_\_\_\_\_ 48.00

ELEVACION DE ARRABASTE HIDRAULICO ( m ) \_\_\_\_\_ 48.00

LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO ( m-anillos-m ) \_\_\_\_\_ 25-50-45

SENTIDO DE ESCURRIMIENTO \_\_\_\_\_

COLADERA PLUVIAL DE PISO \_\_\_\_\_

REJILLA TRANSVERSAL \_\_\_\_\_

**CANTIDADES DE OBRA**

EXCAVACION ( m³ ) \_\_\_\_\_ 14,778.05.03

PLANTILLA ( m² ) \_\_\_\_\_ 830.34

RELLENO ( m³ ) \_\_\_\_\_ 2,026.50

RELLENO ( m³ ) \_\_\_\_\_ 11,938.42

TUBERIA DE POUETLENO DE ALTA DENSIDAD DE:

30 cm ø \_\_\_\_\_ 2,848

38 cm ø \_\_\_\_\_ 763

45 cm ø \_\_\_\_\_ 118

61 cm ø \_\_\_\_\_ 505

76 cm ø \_\_\_\_\_ 798

91 cm ø \_\_\_\_\_ 617

107 cm ø \_\_\_\_\_ 183

POZO DE VISITA TIPO COMUN \_\_\_\_\_ 110

POZO DE VISITA ESPECIAL \_\_\_\_\_ 48

POZO DE VISITA CON CAIDA \_\_\_\_\_ 4

POZO DE VISITA CON CAIDA ADOSADA \_\_\_\_\_ 26

POZO DE VISITA CON CAIDA ESCALONADA \_\_\_\_\_ 6

BROCAL Y TAPA DE CONCRETO \_\_\_\_\_ 156

COLADERA PLUVIAL DE PISO \_\_\_\_\_ 167

REJILLA TRANSVERSAL \_\_\_\_\_ 76

**NOTAS**

- EL POZETE INDICADO ES EL MÍNIMO.
- LA LONGITUD ESTA EXPRESADA EN METROS, LA PENDIENTE EN MILÉSIMAS Y EL DIAMETRO EN CENTÍMETROS.
- LAS LONGITUDES FUERON MEDIDAS PRECISAMENTE DEL PLANO A ESCALA.
- LOS ELEVACIONES ESTÁN DADAS EN METROS.
- LA TAPA Y EL BROCAL SERÁN DE CONCRETO.
- LA TUBERIA A UTILIZAR SERÁ DE POUETLENO DE ALTA DENSIDAD.
- PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO SE UTILIZARON LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE LA CMA Y LA GUA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS EDIFCA.
- EL DIAMETRO MÍNIMO DE TUBERIA RECOMENDADO POR LA CMA ES DE 30 CM.
- LOS POZOS DE VISITA TIPO COMUN SE CONSTRUYERÁN DE ACORDO CON EL PLANO TIPO DE LA EXHACIENDA SANTA INÉS.
- SE PREFIEREN CAIDAS LIBRES HASTA 0.50 m EN LOS POZOS DE VISITA.
- PARA CAIDAS MAYORES A 0.50 m SE EMPLEARÁN POZOS DE CAIDA.
- LA UBICACION DE LAS COLADERAS PLUVIALES ES EQUIVOCADA, POR LO QUE SU UBICACION FINAL QUEDA A CARGO DEL INGENIERO RESIDENTE.
- ESTE PROYECTO SE CUMPLIMENTA CON LOS PLANOS DE DETALLE DE POZOS QUE SON PLANOS TIPO VC-1986 Y VC-1992 DE SAHOP.
- ESTE PLANO SUSTITUYE AL DE FECHA 28 DE FEBRERO DE 2007, CON TÍTULO PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "1" ETAPA, CON CLAVE MB88TH1901-1E000-067.

**FIRMAS DE AUTORIZACION**

CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INÉS"

MUNICIPIO DE NEXTLALPAN ESTADO DE MEXICO

PROYECTO EJECUTIVO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL. DETALLES. (1ª ETAPA)

12/05/07

PLANO 12

CONJUNTO URBANO "EX-HACIENDA SANTA INÉS"

ESCALA GRAFICA



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Partiendo del objetivo de este trabajo para la realización de los proyectos de las redes de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial, se concluye con este trabajo lo siguientes puntos:

1. Es fundamental conocer todos los antecedentes de la zona en donde se vayan a realizar los proyectos de redes hidráulicas, como son las características geográficas, sociales, de comunicación, la actividad económica (principales sectores, productos y servicios), etc.
2. Un tema importante que hay que tomar en cuenta como punto de partida en la realización de los proyectos de redes hidráulicas, es la factibilidad de servicio otorgada por las autoridades municipales, estatales o federales, en donde se establecen algunos lineamientos con los cuales se debe de apagar los proyectos, así como también la normatividad aplicable en la zona donde se realizara el proyecto.
3. Como comentario acerca de la normatividad, se recomienda que cada que se realice un proyecto de infraestructura hidráulica, se conozca la normatividad que aplica en la zona, ya que muchas veces el organismo operador estatal edita su propia normatividad y en los caso en que no cuenten con alguna norma, se tomará la realizada por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA).
4. Los estudios previos son parte medular para la elaboración del proyecto, como son los topográficos, hidrológicos, geohidrológicos, de mecánica de suelos, etc. para el planteamiento general del proyecto, por lo que se recomienda siempre contar con toda aquella información que sea útil para tomar los criterios de diseño.
5. Para el caso de los proyectos de las redes de agua potable es importante definir desde un principio si las viviendas contarán con tinacos de almacenamiento propio: En el caso de no se contara con tinacos, el gasto de diseño se ve afectado, teniendo que incrementar su valor debido a que se presenta una demanda instantánea mayor que la demanda horaria. Dado que este tema es extenso y que da lugar a realizar un trabajo para su estudio, en este documento se presenta una formula aceptable para obtener el gasto de diseño para la red de agua potable con la expresión  $Q_{inst}=0.081*U^{0.672}$ , donde U es el numero de unidades mueble del total de viviendas.

6. Para el cálculo de las redes hidráulicas, se recomienda utilizar software de computadora y tablas de cálculo que faciliten y agilicen el cálculo de las mismas. Para el caso de la red del agua potable se sugiere utilizar el programa Epanet ya que es un software muy útil para realizar los análisis hidráulicos con la ventaja de que se puede obtener de manera gratuita en el Internet ([www.redhisp.upv.es](http://www.redhisp.upv.es)). Para las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se presenta una metodología para su diseño utilizando tablas de cálculo de Excel que son de bastante prácticas.
  
7. Se recomienda a los ingenieros que realizan este tipo de proyectos, que conforme se vaya avanzando en el proyecto ejecutivo lo vayan a entregar a las autoridades que darán su visto bueno para su autorización con la finalidad de ir definiendo y aterrizando todos los criterios de diseño antes de que se finalice el proyecto y evitar así trabajos innecesarios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2003.  
LIBROS:  
REDES DE DISTRIBUCIÓN  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALCANTARILLADO PLUVIAL  
DATOS BÁSICOS
2. MANUAL DE NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA. SAHOP, 1979.
3. NORMA DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA. SAHOP.
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL PREDIO EX HACIENDA SANTA INÉS, 2005.
5. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRÁFICA E INFORMÁTICA (INEGI)
  - SÍNTESIS GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE MÉXICO
  - SISTEMA PARA LA CONSULTA DE INFORMACIÓN CENSAL (SINCE).
6. NORMALES CLIMATOLÓGICAS. SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. CONAGUA.
7. REGISTROS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN DE LAS ESTACIONES PRESA GUADALUPE Y TULTEPEC, EDO. DE MÉXICO. CONAGUA.
8. REGISTROS DE INTENSIDADES DE LLUVIA PARA LA ESTACIÓN PRESA GUADALUPE. CONAGUA.
9. ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO DE LOS EMISORES DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL VALLE DE CUAUTITLÁN, MÉXICO. CONAGUA.
10. ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO. CONAGUA.

11. ESTUDIO PARA EL SANEAMIENTO INTEGRAL DE LA ZONA NORTE DE LA SIERRA DE GUADALUPE, MUNICIPIOS DE JALTENCO, NEXTLALPAN, MELCHOR OCAMPO, TEOLOYUCAN, ZUMPANGO, CUAUTITLÁN Y TULTITLÁN, ESTADO DE MÉXICO. COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO.
12. ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO. GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.
13. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL CÁLCULO Y SELECCIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO. SISTEMAS HIDRONEUMÁTICO C.A. VENEZUELA.
14. GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO. COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO, 2002.

**ANEXO**

TABLA 31. DATOS PARA INGRESO AL PROGRAMA DE COMPUTO

OBRA:		PROYECTO: AGUA POTABLE						REVISO:				
FECHA:		UBICACIÓN:						ELABORO:				
DOTACION HABITACIONAL		150	l/hab/dia	UNIDADES MUEBLE POR VIVIENDA				11.5				
DOTACION AREA DE DONACION		1	lps/ha	NUMERO DE VIVIENDAS				2830				
DENSIDAD DE POBLACION		4.51	hab/viv	UM TOTALES				32545				
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA		1.40		Qinst TOTAL EN VIVIENDAS				87.27	lps			
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA		1.55		FACTOR DE AJUSTE				1.815				
No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.00	1	TANQUE	1	1.98
2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.00	2	1	2	24
3	3	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	1.84	245.00	3	2	3	199
4	4	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	1.00	244.50	4	3	4	77
5	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	5	4	5	29
6	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	6	5	6	13
7	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	7	6	7	17
8	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.50	8	7	8	30
9	9	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.65	244.64	9	8	9	30
10	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.66	10	9	10	31
11	11	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	1.28	244.52	11	10	11	58
12	12	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.26	244.56	12	11	12	43
13	13	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.39	244.32	13	12	13	64
14	14	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.24	244.32	14	13	14	39
15	15	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.33	244.51	15	14	15	52
16	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.65	16	15	16	14
17	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	17	16	17	10
18	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.75	18	17	18	11
19	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.90	19	18	19	14
20	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.95	20	19	20	13
21	21	11.00	0.02	0.09	0.12	0.19	0.38	244.32	21	19	21	68
22	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	22	21	22	45
23	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.56	23	22	23	16
24	24	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.71	24	23	24	18
25	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.47	25	12	25	7
26	26	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.40	26	25	26	34
27	27	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.58	27	25	27	28
28	28	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.61	28	27	28	7
29	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	29	13	29	9
30	30	1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	244.25	30	29	30	4
31	31	24.00	0.00	0.19	0.26	0.41	0.74	244.62	31	30	31	54
32	32	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.66	32	31	32	7
33	33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.24	33	31	27	56
34	34	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.62	34	30	33	6
35	35	10.00	0.00	0.08	0.11	0.17	0.31	244.57	35	33	34	48
36	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.23	36	34	35	43
37	37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.20	37	14	36	8
38	38	15.00	0.00	0.12	0.16	0.25	0.46	244.51	38	36	37	2
39	39	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.55	39	37	38	77
40	40	3.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	244.22	40	38	39	7
41	41	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.51	41	38	44	45
42	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.50	42	37	40	6
43	43	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.41	43	40	41	70
44	44	32.00	0.00	0.25	0.35	0.54	0.99	244.41	44	15	42	9
45	45	3.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	244.43	45	42	43	4
46	46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.41	46	43	44	100
47	47	21.00	0.00	0.16	0.23	0.36	0.65	244.41	47	44	45	5
48	48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.55	48	43	46	6
49	49	28.00	0.01	0.22	0.31	0.48	0.89	244.78	49	46	47	93
50	50	2.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.06	244.45	50	23	48	7
51	51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.45	51	48	49	122
52	52	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.52	52	11	50	29
53	53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.34	53	50	51	7
54	54	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.45	54	51	52	24
55	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.64	55	50	102	18
56	56	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.40	56	6	53	7
57	57	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.51	57	53	54	31
58	58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	58	9	55	2
59	59	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.52	59	55	56	27
60	60	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.58	60	56	57	56
61	61	2.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.06	244.58	61	56	58	6
62	62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	62	58	59	63
63	63	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.26	63	59	60	7

No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
64	64	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.29	64	59	63	45
65	65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	65	55	61	39
66	66	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.25	66	61	62	9
67	67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.36	67	62	63	82
68	68	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.32	68	63	64	7
69	69	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.38	69	62	65	6
70	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	70	65	66	74
71	71	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.41	71	61	102	34
72	72	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.45	72	4	67	8
73	73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.36	73	67	68	12
74	74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.26	74	68	69	26
75	75	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.45	75	68	70	6
76	76	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.50	76	70	71	33
77	77	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.55	77	71	72	7
78	78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.45	78	71	76	45
79	79	13.00	0.00	0.10	0.14	0.22	0.40	244.50	79	4	73	54
80	80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	80	73	74	7
81	81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.53	81	74	75	23
82	82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	82	75	76	60
83	83	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.51	83	76	77	7
84	84	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.55	84	75	78	6
85	85	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.58	85	78	79	52
86	86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	86	73	80	4
87	87	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.51	87	80	81	40
88	88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.64	88	81	82	3
89	89	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	244.59	89	82	83	88
90	90	24.00	0.00	0.19	0.26	0.41	0.74	244.70	90	83	84	6
91	91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.72	91	83	85	17
92	92	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.74	92	82	86	6
93	93	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.75	93	86	87	80
94	94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.72	94	81	88	27
95	95	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.74	95	88	89	11
96	96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.52	96	89	90	115
97	97	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.53	97	90	91	3
98	98	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.55	98	91	92	72
99	99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.55	99	92	93	7
100	100	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.54	100	92	98	45
101	101	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.54	101	91	94	6
102	102	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.58	102	94	95	64
103	103	8.00	0.00	0.06	0.09	0.14	0.25	244.48	103	90	96	45
104	104	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.47	104	96	97	3
105	105	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.49	105	97	98	72
106	106	3.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	244.54	106	98	99	7
107	107	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.38	107	97	100	6
108	108	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.49	108	100	101	64
109	109	10.00	0.00	0.08	0.11	0.17	0.31	244.32	109	96	127	34
110	110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.25	110	102	103	40
111	111	32.00	0.00	0.25	0.35	0.54	0.99	244.68	111	103	104	9
112	112	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.71	112	104	105	88
113	113	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	113	105	106	7
114	114	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.67	114	105	111	45
115	115	8.00	0.00	0.06	0.09	0.14	0.25	244.46	115	104	107	6
116	116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.46	116	107	108	80
117	117	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.54	117	103	109	45
118	118	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.58	118	109	110	9
119	119	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.37	119	110	111	87
120	120	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.53	120	111	112	5
121	121	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.66	121	110	113	6
122	122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.57	122	113	114	80
123	123	32.00	0.00	0.25	0.35	0.54	0.99	244.40	123	109	115	33
124	124	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.44	124	115	116	9
125	125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.57	125	116	117	87
126	126	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.40	126	117	118	9
127	127	6.00	0.01	0.05	0.07	0.10	0.21	244.70	127	117	123	45
128	128	29.00	0.00	0.23	0.32	0.49	0.89	244.96	128	116	119	6
129	129	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.94	129	119	120	80
130	130	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.80	130	115	121	45
131	131	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.81	131	121	122	9
132	132	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.94	132	122	123	88
133	133	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.78	133	123	124	7
134	134	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.10	134	122	125	6
135	135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.01	135	125	126	80
136	136	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.68	136	121	127	34

No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
137	137	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.65	137	127	128	130
138	138	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.01	138	128	129	3
139	139	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.72	139	129	130	72
140	140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.88	140	130	131	6
141	141	46.00	0.00	0.36	0.50	0.78	1.42	244.62	141	130	136	45
142	142	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.72	142	129	132	6
143	143	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.71	143	132	133	64
144	144	27.00	0.01	0.21	0.30	0.46	0.86	244.58	144	128	134	45
145	145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.62	145	134	135	3
146	146	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.65	146	135	136	72
147	147	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.70	147	136	137	7
148	148	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.62	148	135	138	6
149	149	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.64	149	138	139	64
150	150	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.77	150	134	140	34
151	151	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.69	151	140	141	190
152	152	27.00	0.00	0.21	0.30	0.46	0.83	244.72	152	140	248	7
153	153	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.76	153	102	142	130
154	154	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.68	154	142	143	7
155	155	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.72	155	143	144	120
156	156	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.23	156	143	145	2
157	157	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.48	157	145	146	81
158	158	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.52	158	146	147	8
159	159	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.23	159	146	152	45
160	160	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.48	160	145	148	6
161	161	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.39	161	148	149	74
162	162	32.00	0.00	0.25	0.35	0.54	0.99	244.34	162	142	150	45
163	163	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.38	163	150	151	9
164	164	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.38	164	151	152	82
165	165	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.34	165	152	153	7
166	166	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.36	166	151	154	6
167	167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.29	167	154	155	74
168	168	27.00	0.01	0.21	0.30	0.46	0.86	244.71	168	150	24	40
169	169	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.27	169	21	156	3
170	170	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.23	170	156	157	88
171	171	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.19	171	157	158	9
172	172	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.27	172	157	162	45
173	173	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.23	173	156	159	6
174	174	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.59	174	159	160	80
175	175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	175	22	161	3
176	176	27.00	0.00	0.21	0.30	0.46	0.83	244.44	176	161	162	88
177	177	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.48	177	162	163	7
178	178	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	178	161	164	6
179	179	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.44	179	164	165	80
180	180	7.00	0.00	0.05	0.08	0.12	0.22	244.65	180	24	166	124
181	181	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.25	244.70	181	166	167	7
182	182	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	182	167	168	120
183	183	1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	244.85	183	167	169	2
184	184	9.00	0.00	0.07	0.10	0.15	0.28	244.65	184	169	170	81
185	185	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.66	185	170	171	8
186	186	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.68	186	170	176	45
187	187	10.00	0.00	0.08	0.11	0.17	0.31	244.65	187	169	172	6
188	188	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.33	244.30	188	172	173	74
189	189	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.25	189	166	174	45
190	190	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.28	190	174	175	9
191	191	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.29	191	175	176	82
192	192	10.00	0.00	0.08	0.11	0.17	0.31	244.31	192	176	177	7
193	193	1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	244.31	193	175	178	6
194	194	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.55	194	178	179	74
195	195	1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	244.45	195	174	180	40
196	196	11.00	0.00	0.09	0.12	0.19	0.34	244.50	196	20	181	41
197	197	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.21	244.50	197	181	182	7
198	198	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	198	182	183	23
199	199	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.49	199	182	184	49
200	200	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.50	200	184	185	12
201	201	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.50	201	184	192	25
202	202	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.55	202	182	186	6
203	203	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.28	244.30	203	186	187	42
204	204	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	204	181	188	52
205	205	26.00	0.00	0.20	0.29	0.44	0.80	244.38	205	188	189	8
206	206	3.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	244.48	206	189	190	58
207	207	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	207	190	191	5
208	208	15.00	0.00	0.12	0.16	0.25	0.46	244.38	208	190	192	25
209	209	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.36	209	192	193	6



No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
210	210	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.25	244.45	210	189	194	6
211	211	28.00	0.00	0.22	0.31	0.48	0.86	244.51	211	194	195	23
212	212	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	212	194	196	51
213	213	25.00	0.01	0.20	0.27	0.42	0.80	244.36	213	188	197	34
214	214	13.00	0.00	0.10	0.14	0.22	0.40	244.44	214	197	198	9
215	215	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.49	215	198	199	64
216	216	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	216	199	200	5
217	217	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.44	217	199	205	45
218	218	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.67	218	198	201	6
219	219	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.58	219	201	202	56
220	220	29.00	0.00	0.23	0.32	0.49	0.89	244.44	220	197	203	46
221	221	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.48	221	203	204	9
222	222	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.67	222	204	205	73
223	223	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.44	223	205	206	9
224	224	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.75	224	204	207	6
225	225	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	225	207	208	66
226	226	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.22	226	203	209	16
227	227	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.18	227	209	210	25
228	228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	228	210	211	118
229	229	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.22	229	211	212	7
230	230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.82	230	212	213	110
231	231	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.68	231	212	214	79
232	232	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.36	232	214	215	9
233	233	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.33	233	212	216	6
234	234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.68	234	216	217	71
235	235	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.36	235	211	218	45
236	236	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.79	236	218	219	9
237	237	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	237	219	220	77
238	238	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.56	238	214	220	45
239	239	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.62	239	220	221	7
240	240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	240	219	222	6
241	241	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.56	241	222	223	69
242	242	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.78	242	218	180	34
243	243	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	243	24	224	40
244	244	32.00	0.00	0.25	0.35	0.54	0.99	244.37	244	224	225	3
245	245	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.42	245	225	226	88
246	246	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.70	246	226	227	7
247	247	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.37	247	226	232	45
248	248	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.85	248	225	228	6
249	249	29.00	0.00	0.23	0.32	0.49	0.89	244.48	249	228	229	80
250	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.39	250	224	230	45
251	251	14.00	0.00	0.11	0.15	0.24	0.43	244.31	251	230	231	3
252	252	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.28	252	231	232	87
253	253	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.39	253	232	233	5
254	254	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.31	254	231	234	6
255	255	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.43	255	234	235	80
256	256	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.34	256	230	236	33
257	257	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.36	257	236	237	3
258	258	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.40	258	237	238	87
259	259	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.34	259	238	239	9
260	260	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.36	260	238	244	45
261	261	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.44	261	237	240	6
262	262	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	262	240	241	80
263	263	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	263	236	242	45
264	264	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.50	264	242	243	3
265	265	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	265	243	244	88
266	266	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.50	266	244	245	7
267	267	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.56	244.50	267	243	246	6
268	268	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.41	268	246	247	80
269	269	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	269	248	242	35
270	270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.38	270	248	249	124
271	271	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	244.37	271	249	250	3
272	272	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.36	272	250	251	72
273	273	43.00	0.00	0.34	0.47	0.73	1.33	244.28	273	251	252	6
274	274	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	274	251	257	45
275	275	42.00	0.00	0.33	0.46	0.71	1.30	244.53	275	250	253	6
276	276	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.31	244.32	276	253	254	64
277	277	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	277	249	255	45
278	278	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.32	278	255	256	3
279	279	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.33	279	256	257	72
280	280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	280	257	258	7
281	281	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.32	281	256	259	6
282	282	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.41	244.50	282	259	260	64

No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
283	283	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.45	283	255	261	21
284	284	28.00	0.01	0.22	0.31	0.48	0.89	244.28	284	261	262	7
285	285	21.00	0.00	0.16	0.23	0.36	0.65	244.35	285	262	263	7
286	286	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.38	286	263	264	7
287	287	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.42	287	264	265	7
288	288	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.38	288	265	266	66
289	289	0.00	1.79	0.00	0.00	0.00	3.89	244.35	289	266	267	7
290	290	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	244.41	290	266	268	22
291	291	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	291	261	269	5
292	292	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.44	292	269	270	5
293	293	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.40	293	270	271	8
294	294	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	294	271	272	8
295	295	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.46	295	273	272	7
296	296	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	296	273	274	7
297	297	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.49	297	274	275	171
298	298	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.52	298	180	273	179
299	299	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	299	210	276	35
300	300	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.48	300	276	277	9
301	301	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	301	277	278	71
302	302	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.16	302	278	279	7
303	303	23.00	0.00	0.18	0.25	0.39	0.71	244.48	303	278	285	45
304	304	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.53	304	277	280	6
305	305	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.16	305	280	281	64
306	306	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.46	306	276	282	45
307	307	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.26	307	282	283	7
308	308	28.00	0.00	0.22	0.31	0.48	0.86	244.19	308	283	285	74
309	309	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.34	309	285	286	6
310	310	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.39	310	283	287	6
311	311	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.16	311	287	288	66
312	312	17.00	0.00	0.13	0.19	0.29	0.52	244.34	312	283	284	114
313	313	26.00	0.01	0.20	0.29	0.44	0.83	244.26	313	282	289	118
314	314	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	314	180	290	35
315	315	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	315	290	291	3
316	316	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.30	316	291	292	82
317	317	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.30	317	292	293	7
318	318	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	318	292	303	45
319	319	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.30	319	291	294	6
320	320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.46	320	294	295	74
321	321	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	321	290	296	9
322	322	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.38	322	296	297	76
323	323	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.38	323	297	298	6
324	324	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.35	324	297	309	45
325	325	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.38	325	296	299	6
326	326	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.51	326	299	300	69
327	327	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.44	327	290	301	45
328	328	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.32	328	301	302	3
329	329	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.29	329	302	303	82
330	330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.44	330	303	304	8
331	331	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.32	331	302	305	6
332	332	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	332	305	306	74
333	333	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.27	333	301	307	7
334	334	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.30	334	307	308	114
335	335	3.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	244.28	335	307	309	79
336	336	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.27	336	309	310	9
337	337	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.32	337	307	311	6
338	338	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.38	338	311	312	71
339	339	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.44	339	301	313	119
340	340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.55	340	289	314	41
341	341	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	341	314	315	5
342	342	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.36	342	315	316	79
343	343	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.40	343	316	317	7
344	344	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.40	344	315	318	6
345	345	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.36	345	318	319	72
346	346	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.47	346	316	322	45
347	347	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	347	314	320	45
348	348	25.00	0.00	0.20	0.27	0.42	0.77	244.35	348	320	321	5
349	349	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.39	349	321	322	79
350	350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	350	322	323	9
351	351	16.00	0.00	0.13	0.18	0.27	0.49	244.36	351	321	324	6
352	352	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.32	352	324	325	72
353	353	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.50	353	320	326	33
354	354	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.49	354	326	327	5
355	355	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.50	355	327	328	79

No.	NUDO	No. CASAS	A DON. ha	QM lps	QMD lps	QMH lps	Qdiseño lps	TOPOG. (elev en m.)	TRAMO	DE	A	LONG. m
356	356	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.52	244.50	356	328	329	5
357	357	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.30	357	328	334	45
358	358	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.15	358	327	330	6
359	359	20.00	0.00	0.16	0.22	0.34	0.62	244.45	359	330	331	72
360	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.15	360	326	332	45
361	361	9.00	0.00	0.07	0.10	0.15	0.28	244.33	361	332	333	5
362	362	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.15	362	333	334	79
363	363	15.00	0.00	0.12	0.16	0.25	0.46	244.64	363	334	335	7
364	364	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.53	364	333	336	6
365	365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.46	365	336	337	72
366	366	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.15	366	332	313	34
367	367	4.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.12	244.19	367	272	338	8
368	368	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.46	368	338	339	8
369	369	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.45	369	339	340	23
370	370	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.48	370	340	341	5
371	371	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.41	371	341	342	72
372	372	30.00	0.00	0.23	0.33	0.51	0.93	244.31	372	342	343	6
373	373	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.23	373	342	348	45
374	374	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.41	374	341	344	6
375	375	18.00	0.00	0.14	0.20	0.31	0.56	244.31	375	344	345	64
376	376	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.29	376	340	346	45
377	377	12.00	0.00	0.09	0.13	0.20	0.37	244.22	377	346	347	5
378	378	6.00	0.00	0.05	0.07	0.10	0.19	244.43	378	347	348	72
379	379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.20	379	348	349	7
380	380	5.00	0.00	0.04	0.05	0.08	0.15	244.43	380	347	350	6
381	381	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.18	381	350	351	64
382	382	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.15	382	346	352	15
383	383	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.18	383	352	353	18
384	384	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.23	384	353	354	52
385	385	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.27	385	353	355	8
386	386	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.32	386	355	356	44
387	387	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.37	387	346	357	33
388	388	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	244.32	388	357	358	5
389	389	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.28	389	358	359	71
									390	358	360	9
									391	360	361	36
									392	357	362	15
									393	362	363	61
									394	313	364	40
									395	364	365	5
									396	365	366	81
									397	366	367	7
									398	366	372	45
									399	365	368	6
									400	368	369	74
									401	364	370	45
									402	370	371	5
									403	371	372	81
									404	372	373	17
									405	371	374	6
									406	374	375	74
									407	370	376	43
									408	376	377	49
									409	377	378	29
									410	377	379	9
									411	379	380	26
									412	376	381	10
									413	381	382	12
									414	382	383	12
									415	383	384	12
									416	384	385	12
									417	385	386	12
									418	386	387	12
									419	387	388	12
									420	388	389	12
									478	389	357	21
<b>1 ETAPA</b>		<b>2,830</b>	<b>6.34</b>	<b>22.16</b>	<b>31.02</b>	<b>48.08</b>	<b>101.03</b>					

**TABLA 32**  
**RESULTADOS PARA LOS NUDOS A PRIMERA ETAPA DE LA RED DE AGUA POTABLE**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA SANTA INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MÉXICO.**

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
TAQUE	-101.03	245	265	20
1	0	245.00	264.99	19.99
2	0	245.00	264.93	19.93
3	1.84	245.00	264.40	19.40
4	1	244.50	264.20	19.70
5	0	244.35	264.14	19.79
6	0	244.35	264.11	19.76
7	0	244.40	264.08	19.68
8	0	244.50	264.02	19.52
9	0.65	244.64	263.97	19.33
10	0	244.66	263.94	19.28
11	1.28	244.52	263.88	19.36
12	0.26	244.56	263.84	19.28
13	0.39	244.32	263.79	19.47
14	0.24	244.32	263.75	19.43
15	0.33	244.51	263.72	19.21
16	0	244.65	263.71	19.06
17	0	244.70	263.70	19.00
18	0	244.75	263.69	18.94
19	0	244.90	263.68	18.78
20	0	244.95	263.67	18.72
21	0.38	244.32	263.61	19.29
22	0	244.48	263.57	19.09
23	0	244.56	263.56	19.00
24	0.22	244.71	263.54	18.83
25	0	244.47	263.83	19.36
26	0.15	244.40	263.83	19.43
27	0.12	244.58	263.80	19.22
28	0.12	244.61	263.80	19.19
29	0	244.28	263.78	19.50
30	0.03	244.25	263.77	19.52
31	0.74	244.62	263.76	19.14
32	0.12	244.66	263.76	19.10
33	0	244.24	263.77	19.53
34	0.19	244.62	263.74	19.12
35	0.31	244.57	263.74	19.17
36	0	244.23	263.73	19.50
37	0	244.20	263.72	19.52
38	0.46	244.51	263.60	19.09
39	0.12	244.55	263.60	19.05
40	0.09	244.22	263.72	19.50
41	0.49	244.51	263.68	19.17
42	0	244.50	263.69	19.19
43	0.12	244.41	263.67	19.26
44	0.99	244.41	263.59	19.18
45	0.09	244.43	263.59	19.16

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
46	0	244.41	263.67	19.26
47	0.65	244.41	263.60	19.19
48	0	244.55	263.55	19.00
49	0.89	244.78	263.38	18.60
50	0.06	244.45	263.84	19.39
51	0	244.45	263.83	19.38
52	0.19	244.52	263.83	19.31
53	0	244.34	264.11	19.77
54	0.22	244.45	264.11	19.66
55	0	244.64	263.96	19.32
56	0.12	244.40	263.88	19.48
57	0.43	244.51	263.86	19.35
58	0	244.40	263.88	19.48
59	0.49	244.52	263.80	19.28
60	0.12	244.58	263.80	19.22
61	0.06	244.58	263.88	19.30
62	0	244.48	263.86	19.38
63	0.77	244.26	263.79	19.53
64	0.12	244.29	263.79	19.50
65	0	244.48	263.85	19.37
66	0.56	244.25	263.81	19.56
67	0	244.36	264.17	19.81
68	0.12	244.32	264.14	19.82
69	0.19	244.38	264.14	19.76
70	0	244.32	264.13	19.81
71	0.22	244.41	264.07	19.66
72	0.12	244.45	264.07	19.62
73	0	244.36	264.04	19.68
74	0	244.26	264.04	19.78
75	0.22	244.45	264.02	19.57
76	0.62	244.50	264.02	19.52
77	0.12	244.55	264.02	19.47
78	0	244.45	264.02	19.57
79	0.4	244.50	264.00	19.50
80	0	244.40	264.03	19.63
81	0	244.53	263.93	19.40
82	0	244.42	263.92	19.50
83	0.62	244.51	263.80	19.29
84	0.12	244.55	263.80	19.25
85	0.19	244.58	263.79	19.21
86	0	244.42	263.92	19.50
87	0.62	244.51	263.86	19.35
88	0	244.64	263.88	19.24
89	0.02	244.59	263.86	19.27
90	0.74	244.70	263.63	18.93
91	0	244.72	263.62	18.90
92	0.56	244.74	263.56	18.82
93	0.12	244.75	263.56	18.81
94	0	244.72	263.62	18.90
95	0.49	244.74	263.59	18.85
96	0	244.52	263.56	19.04

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
97	0.77	244.53	263.56	19.03
98	0.12	244.55	263.56	19.01
99	0	244.55	263.56	19.01
100	0.49	244.54	263.55	19.01
101	0	244.54	263.55	19.01
102	0.22	244.58	263.81	19.23
103	0.25	244.48	263.64	19.16
104	0	244.47	263.60	19.13
105	0.62	244.49	263.44	18.95
106	0.09	244.54	263.44	18.90
107	0	244.38	263.60	19.22
108	0.62	244.49	263.54	19.05
109	0.31	244.32	263.54	19.22
110	0	244.25	263.52	19.27
111	0.99	244.68	263.43	18.75
112	0.12	244.71	263.43	18.72
113	0	244.42	263.51	19.09
114	0.62	244.67	263.46	18.79
115	0.25	244.46	263.52	19.06
116	0	244.46	263.49	19.03
117	0.62	244.54	263.36	18.82
118	0.12	244.58	263.36	18.78
119	0	244.37	263.48	19.11
120	0.62	244.53	263.43	18.90
121	0.37	244.66	263.52	18.86
122	0	244.57	263.49	18.92
123	0.99	244.40	263.36	18.96
124	0.12	244.44	263.36	18.92
125	0	244.57	263.48	18.91
126	0.62	244.40	263.42	19.02
127	0.21	244.70	263.53	18.83
128	0.89	244.96	263.44	18.48
129	0	244.94	263.44	18.50
130	0.43	244.80	263.37	18.57
131	0.12	244.81	263.37	18.56
132	0	244.94	263.43	18.49
133	0.49	244.78	263.40	18.62
134	0	245.10	263.43	18.33
135	0	245.01	263.42	18.41
136	0.77	244.68	263.36	18.68
137	0.12	244.65	263.36	18.71
138	0	245.01	263.42	18.41
139	0.49	244.72	263.39	18.67
140	0	244.88	263.43	18.55
141	1.42	244.62	262.85	18.23
142	0.93	244.72	263.62	18.90
143	0	244.71	263.58	18.87
144	0.86	244.58	263.42	18.84
145	0	244.62	263.57	18.95
146	0.52	244.65	263.47	18.82
147	0.12	244.70	263.47	18.77

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
148	0	244.62	263.57	18.95
149	0.56	244.64	263.52	18.88
150	0.37	244.77	263.58	18.81
151	0	244.69	263.55	18.86
152	0.83	244.72	263.47	18.75
153	0.12	244.76	263.47	18.71
154	0	244.68	263.55	18.87
155	0.56	244.72	263.51	18.79
156	0	244.23	263.60	19.37
157	0.62	244.48	263.46	18.98
158	0.12	244.52	263.46	18.94
159	0	244.23	263.59	19.36
160	0.62	244.48	263.54	19.06
161	0	244.39	263.56	19.17
162	0.99	244.34	263.45	19.11
163	0.12	244.38	263.45	19.07
164	0	244.38	263.56	19.18
165	0.62	244.34	263.50	19.16
166	0.93	244.36	263.36	19.00
167	0	244.29	263.31	19.02
168	0.86	244.71	263.16	18.45
169	0	244.27	263.30	19.03
170	0.52	244.23	263.21	18.98
171	0.12	244.19	263.21	19.02
172	0	244.27	263.30	19.03
173	0.56	244.23	263.26	19.03
174	0.37	244.59	263.31	18.72
175	0	244.48	263.29	18.81
176	0.83	244.44	263.20	18.76
177	0.12	244.48	263.20	18.72
178	0	244.48	263.28	18.80
179	0.56	244.44	263.24	18.80
180	0.22	244.65	263.28	18.63
181	0.25	244.70	263.62	18.92
182	0	244.70	263.60	18.90
183	0.03	244.85	263.60	18.75
184	0.28	244.65	263.54	18.89
185	0.19	244.66	263.54	18.88
186	0	244.68	263.60	18.92
187	0.31	244.65	263.59	18.94
188	0.33	244.30	263.56	19.26
189	0	244.25	263.55	19.30
190	0.43	244.28	263.53	19.25
191	0.12	244.29	263.53	19.24
192	0.31	244.31	263.53	19.22
193	0.03	244.31	263.53	19.22
194	0	244.55	263.55	19.00
195	0.03	244.45	263.55	19.10
196	0.34	244.50	263.54	19.04
197	0.21	244.50	263.53	19.03
198	0	244.48	263.51	19.03

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
199	0.43	244.49	263.44	18.95
200	0.12	244.50	263.44	18.94
201	0	244.50	263.51	19.01
202	0.43	244.55	263.49	18.94
203	0.28	244.30	263.49	19.19
204	0	244.35	263.48	19.13
205	0.8	244.38	263.43	19.05
206	0.09	244.48	263.43	18.95
207	0	244.35	263.48	19.13
208	0.46	244.38	263.45	19.07
209	0	244.36	263.48	19.12
210	0.25	244.45	263.46	19.01
211	0.86	244.51	263.27	18.76
212	0	244.42	263.23	18.81
213	0.8	244.36	263.11	18.75
214	0.4	244.44	263.16	18.72
215	0.12	244.49	263.16	18.67
216	0	244.42	263.23	18.81
217	0.52	244.44	263.19	18.75
218	0.37	244.67	263.27	18.60
219	0	244.58	263.24	18.66
220	0.89	244.44	263.15	18.71
221	0.12	244.48	263.15	18.67
222	0	244.67	263.24	18.57
223	0.52	244.44	263.20	18.76
224	0	244.75	263.51	18.76
225	0	244.70	263.50	18.80
226	0.62	244.22	263.36	19.14
227	0.15	244.18	263.36	19.18
228	0	244.70	263.49	18.79
229	0.62	244.22	263.44	19.22
230	0	244.82	263.48	18.66
231	0	244.68	263.47	18.79
232	0.93	244.36	263.36	19.00
233	0.12	244.33	263.36	19.03
234	0	244.68	263.46	18.78
235	0.62	244.36	263.40	19.04
236	0	244.79	263.46	18.67
237	0	244.70	263.45	18.75
238	0.62	244.56	263.31	18.75
239	0.12	244.62	263.31	18.69
240	0	244.70	263.44	18.74
241	0.62	244.56	263.38	18.82
242	0	244.78	263.44	18.66
243	0	244.70	263.43	18.73
244	0.99	244.37	263.31	18.94
245	0.12	244.42	263.31	18.89
246	0	244.70	263.42	18.72
247	0.62	244.37	263.37	19.00
248	0	244.85	263.43	18.58
249	0.89	244.48	263.25	18.77



<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
250	0	244.39	263.25	18.86
251	0.43	244.31	263.16	18.85
252	0.12	244.28	263.16	18.88
253	0	244.39	263.24	18.85
254	0.49	244.31	263.21	18.90
255	0	244.43	263.22	18.79
256	0	244.34	263.21	18.87
257	0.77	244.36	263.16	18.80
258	0.12	244.40	263.16	18.76
259	0	244.34	263.21	18.87
260	0.49	244.36	263.18	18.82
261	0	244.44	263.20	18.76
262	0	244.42	263.19	18.77
263	0	244.40	263.17	18.77
264	0	244.50	263.16	18.66
265	0	244.48	263.14	18.66
266	0.49	244.50	262.99	18.49
267	0.56	244.50	262.99	18.49
268	0.15	244.41	262.99	18.58
269	0	244.40	263.20	18.80
270	0	244.38	263.16	18.78
271	0.03	244.37	263.09	18.72
272	0	244.36	263.03	18.67
273	1.33	244.28	263.03	18.75
274	0	244.28	263.01	18.73
275	1.3	244.53	262.57	18.04
276	0.31	244.32	263.43	19.11
277	0	244.28	263.40	19.12
278	0.56	244.32	263.31	18.99
279	0.12	244.33	263.31	18.98
280	0	244.28	263.40	19.12
281	0.49	244.32	263.37	19.05
282	0.41	244.50	263.38	18.88
283	0	244.45	263.35	18.90
284	0.89	244.28	263.20	18.92
285	0.65	244.35	263.30	18.95
286	0.12	244.38	263.30	18.92
287	0	244.42	263.34	18.92
288	0.49	244.38	263.31	18.93
289	3.89	244.35	263.31	18.96
290	0.03	244.41	262.94	18.53
291	0	244.32	262.93	18.61
292	0.62	244.44	262.74	18.30
293	0.12	244.40	262.74	18.34
294	0	244.32	262.92	18.60
295	0.56	244.46	262.88	18.42
296	0	244.32	262.90	18.58
297	0.52	244.49	262.73	18.24
298	0.12	244.52	262.73	18.21
299	0	244.32	262.90	18.58
300	0.52	244.48	262.86	18.38

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
301	0	244.32	262.76	18.44
302	0	244.16	262.75	18.59
303	0.71	244.48	262.73	18.25
304	0.15	244.53	262.73	18.20
305	0	244.16	262.75	18.59
306	0.56	244.46	262.71	18.25
307	0	244.26	262.73	18.47
308	0.86	244.19	262.59	18.40
309	0.77	244.34	262.71	18.37
310	0.12	244.39	262.71	18.32
311	0	244.16	262.73	18.57
312	0.52	244.34	262.69	18.35
313	0.83	244.26	262.61	18.35
314	0	244.28	263.01	18.73
315	0	244.28	262.99	18.71
316	0.56	244.30	262.79	18.49
317	0.12	244.30	262.79	18.49
318	0	244.28	262.98	18.70
319	0.56	244.30	262.94	18.64
320	0	244.46	262.81	18.35
321	0	244.35	262.80	18.45
322	0.93	244.38	262.77	18.39
323	0.12	244.38	262.77	18.39
324	0	244.35	262.80	18.45
325	0.56	244.38	262.75	18.37
326	0	244.51	262.70	18.19
327	0	244.44	262.69	18.25
328	0.56	244.32	262.56	18.24
329	0.12	244.29	262.56	18.27
330	0	244.44	262.68	18.24
331	0.56	244.32	262.64	18.32
332	0	244.32	262.63	18.31
333	0	244.27	262.62	18.35
334	0.93	244.30	262.55	18.25
335	0.09	244.28	262.55	18.27
336	0	244.27	262.61	18.34
337	0.56	244.32	262.57	18.25
338	0	244.38	262.95	18.57
339	0	244.44	262.87	18.43
340	0	244.55	262.65	18.10
341	0	244.40	262.63	18.23
342	0.49	244.36	262.46	18.10
343	0.12	244.40	262.46	18.06
344	0	244.40	262.62	18.22
345	0.49	244.36	262.59	18.23
346	0	244.47	262.45	17.98
347	0	244.32	262.45	18.13
348	0.77	244.35	262.43	18.08
349	0.15	244.39	262.43	18.04
350	0	244.32	262.44	18.12
351	0.49	244.36	262.41	18.05

<b>NUDO</b>	<b>DEMANDA (lps)</b>	<b>COTA (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>PRESION (m)</b>
352	0	244.32	262.43	18.11
353	0.12	244.50	262.40	17.90
354	0.37	244.49	262.38	17.89
355	0	244.50	262.39	17.89
356	0.52	244.50	262.37	17.87
357	0	244.30	262.42	18.12
358	0	244.15	262.42	18.27
359	0.62	244.45	262.37	17.92
360	0	244.15	262.42	18.27
361	0.28	244.33	262.41	18.08
362	0	244.15	262.42	18.27
363	0.46	244.64	262.39	17.75
364	0	244.53	262.51	17.98
365	0	244.46	262.49	18.03
366	0.56	244.15	262.36	18.21
367	0.12	244.19	262.36	18.17
368	0	244.46	262.49	18.03
369	0.56	244.45	262.44	17.99
370	0	244.48	262.46	17.98
371	0	244.41	262.44	18.03
372	0.93	244.31	262.36	18.05
373	0.15	244.23	262.35	18.12
374	0	244.41	262.44	18.03
375	0.56	244.31	262.40	18.09
376	0	244.29	262.44	18.15
377	0.37	244.22	262.40	18.18
378	0.19	244.43	262.40	17.97
379	0	244.20	262.40	18.20
380	0.15	244.43	262.40	17.97
381	0	244.18	262.44	18.26
382	0.07	244.15	262.44	18.29
383	0.07	244.18	262.43	18.25
384	0.07	244.23	262.43	18.20
385	0.07	244.27	262.43	18.16
386	0.07	244.32	262.43	18.11
387	0.07	244.37	262.43	18.06
388	0.07	244.32	262.42	18.10
389	0	244.28	262.42	18.14

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
1	TANQUE	1	1.98	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.01
2	1	2	24	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.06
3	2	3	199	337.00	0.0015	101.03	1.13	0.54
4	3	4	77	337.00	0.0015	99.19	1.11	0.20
5	4	5	29	337.00	0.0015	83.89	0.94	0.06
6	5	6	13	337.00	0.0015	83.89	0.94	0.02
7	6	7	17	337.00	0.0015	83.67	0.94	0.03
8	7	8	30	337.00	0.0015	83.67	0.94	0.06
9	8	9	30	337.00	0.0015	83.67	0.94	0.06
10	9	10	31	337.00	0.0015	58.92	0.66	0.03
11	10	11	58	337.00	0.0015	58.92	0.66	0.06
12	11	12	43	337.00	0.0015	54.46	0.61	0.04
13	12	13	64	337.00	0.0015	53.23	0.6	0.05
14	13	14	39	337.00	0.0015	52.03	0.58	0.03
15	14	15	52	337.00	0.0015	50.25	0.56	0.04
16	15	16	14	337.00	0.0015	48.45	0.54	0.01
17	16	17	10	337.00	0.0015	48.45	0.54	0.01
18	17	18	11	337.00	0.0015	48.45	0.54	0.01
19	18	19	14	337.00	0.0015	48.45	0.54	0.01
20	19	20	13	237.30	0.0015	24.86	0.56	0.01
21	19	21	68	237.30	0.0015	23.59	0.53	0.07
22	21	22	45	237.30	0.0015	21.60	0.49	0.04
23	22	23	16	237.30	0.0015	20.12	0.45	0.01
24	23	24	18	237.30	0.0015	19.23	0.43	0.01
25	12	25	7	66.80	0.0015	0.97	0.28	0.01
26	25	26	34	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
27	25	27	28	66.80	0.0015	0.82	0.23	0.03
28	27	28	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
29	13	29	9	66.80	0.0015	0.81	0.23	0.01
30	29	30	4	66.80	0.0015	0.81	0.23	0.00
31	30	31	54	66.80	0.0015	0.28	0.08	0.01
32	31	32	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
33	31	27	56	66.80	0.0015	-0.58	0.17	0.04
34	30	33	6	66.80	0.0015	0.50	0.14	0.00
35	33	34	48	66.80	0.0015	0.50	0.14	0.02
36	34	35	43	66.80	0.0015	0.31	0.09	0.01
37	14	36	8	66.80	0.0015	1.55	0.44	0.03
38	36	37	2	66.80	0.0015	1.55	0.44	0.01
39	37	38	77	66.80	0.0015	0.97	0.28	0.12
40	38	39	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
41	38	44	45	66.80	0.0015	0.39	0.11	0.01
42	37	40	6	66.80	0.0015	0.58	0.17	0.00
43	40	41	70	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
44	15	42	9	66.80	0.0015	1.46	0.42	0.03
45	42	43	4	66.80	0.0015	1.46	0.42	0.01
46	43	44	100	66.80	0.0015	0.69	0.2	0.09
47	44	45	5	66.80	0.0015	0.09	0.03	0.00
48	43	46	6	66.80	0.0015	0.65	0.19	0.00
49	46	47	93	66.80	0.0015	0.65	0.19	0.07
50	23	48	7	66.80	0.0015	0.89	0.25	0.01
51	48	49	122	66.80	0.0015	0.89	0.25	0.16
52	11	50	29	104.90	0.0015	3.17	0.37	0.04
53	50	51	7	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
54	51	52	24	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
55	50	102	18	104.90	0.0015	2.92	0.34	0.02
56	6	53	7	66.80	0.0015	0.22	0.06	0.00
57	53	54	31	66.80	0.0015	0.22	0.06	0.00
58	9	55	2	201.30	0.0015	24.10	0.76	0.00
59	55	56	27	66.80	0.0015	1.39	0.4	0.08
60	56	57	56	66.80	0.0015	0.43	0.12	0.02
61	56	58	6	66.80	0.0015	0.84	0.24	0.01
62	58	59	63	66.80	0.0015	0.84	0.24	0.08
63	59	60	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
64	59	63	45	66.80	0.0015	0.23	0.07	0.01

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
65	55	61	39	201.30	0.0015	22.71	0.71	0.08
66	61	62	9	66.80	0.0015	1.22	0.35	0.02
67	62	63	82	66.80	0.0015	0.66	0.19	0.06
68	63	64	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
69	62	65	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
70	65	66	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
71	61	102	34	201.30	0.0015	21.43	0.67	0.07
72	4	67	8	66.80	0.0015	1.38	0.39	0.02
73	67	68	12	66.80	0.0015	1.38	0.39	0.03
74	68	69	26	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
75	68	70	6	66.80	0.0015	1.07	0.31	0.01
76	70	71	33	66.80	0.0015	1.07	0.31	0.06
77	71	72	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
78	71	76	45	66.80	0.0015	0.73	0.21	0.04
79	4	73	54	154.50	0.0015	12.92	0.69	0.15
80	73	74	7	66.80	0.0015	0.63	0.18	0.01
81	74	75	23	66.80	0.0015	0.63	0.18	0.02
82	75	76	60	66.80	0.0015	0.01	0	0.00
83	76	77	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
84	75	78	6	66.80	0.0015	0.40	0.11	0.00
85	78	79	52	66.80	0.0015	0.40	0.11	0.02
86	73	80	4	154.50	0.0015	12.29	0.66	0.01
87	80	81	40	154.50	0.0015	12.29	0.66	0.10
88	81	82	3	66.80	0.0015	1.55	0.44	0.01
89	82	83	88	66.80	0.0015	0.93	0.27	0.13
90	83	84	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
91	83	85	17	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
92	82	86	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
93	86	87	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
94	81	88	27	154.50	0.0015	10.74	0.57	0.05
95	88	89	11	154.50	0.0015	10.74	0.57	0.02
96	89	90	115	154.50	0.0015	10.72	0.57	0.23
97	90	91	3	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.01
98	91	92	72	66.80	0.0015	0.71	0.2	0.07
99	92	93	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
100	92	98	45	66.80	0.0015	0.03	0.01	0.00
101	91	94	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
102	94	95	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
103	90	96	45	154.50	0.0015	8.78	0.47	0.06
104	96	97	3	66.80	0.0015	1.35	0.38	0.01
105	97	98	72	66.80	0.0015	0.09	0.02	0.00
106	98	99	7	66.80	0.0015	0.00	0	0.00
107	97	100	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
108	100	101	64	66.80	0.0015	0.00	0	0.00
109	96	127	34	154.50	0.0015	7.43	0.4	0.04
110	102	103	40	104.90	0.0015	5.86	0.68	0.17
111	103	104	9	66.80	0.0015	1.68	0.48	0.04
112	104	105	88	66.80	0.0015	1.06	0.3	0.16
113	105	106	7	66.80	0.0015	0.09	0.03	0.00
114	105	111	45	66.80	0.0015	0.35	0.1	0.01
115	104	107	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
116	107	108	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
117	103	109	45	104.90	0.0015	3.93	0.45	0.10
118	109	110	9	66.80	0.0015	1.38	0.39	0.03
119	110	111	87	66.80	0.0015	0.76	0.22	0.09
120	111	112	5	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
121	110	113	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
122	113	114	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
123	109	115	33	104.90	0.0015	2.24	0.26	0.03
124	115	116	9	66.80	0.0015	1.54	0.44	0.03
125	116	117	87	66.80	0.0015	0.92	0.26	0.12
126	117	118	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
127	117	123	45	66.80	0.0015	0.18	0.05	0.00
128	116	119	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
129	119	120	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
130	115	121	45	104.90	0.0015	0.44	0.05	0.00
131	121	122	9	66.80	0.0015	1.55	0.44	0.03
132	122	123	88	66.80	0.0015	0.93	0.26	0.13
133	123	124	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
134	122	125	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
135	125	126	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
136	121	127	34	104.90	0.0015	-1.47	0.17	0.01
137	127	128	130	154.50	0.0015	5.75	0.31	0.09
138	128	129	3	66.80	0.0015	1.24	0.35	0.01
139	129	130	72	66.80	0.0015	0.75	0.21	0.07
140	130	131	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
141	130	136	45	66.80	0.0015	0.20	0.06	0.00
142	129	132	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
143	132	133	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
144	128	134	45	154.50	0.0015	3.63	0.19	0.01
145	134	135	3	66.80	0.0015	1.18	0.34	0.01
146	135	136	72	66.80	0.0015	0.69	0.2	0.06
147	136	137	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
148	135	138	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
149	138	139	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
150	134	140	34	154.50	0.0015	2.44	0.13	0.00
151	140	141	190	66.80	0.0015	1.42	0.41	0.57
152	140	248	7	154.50	0.0015	1.02	0.05	0.00
153	102	142	130	201.30	0.0015	18.28	0.57	0.19
154	142	143	7	66.80	0.0015	2.25	0.64	0.05
155	143	144	120	66.80	0.0015	0.86	0.25	0.15
156	143	145	2	66.80	0.0015	1.39	0.4	0.01
157	145	146	81	66.80	0.0015	0.83	0.24	0.10
158	146	147	8	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
159	146	152	45	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
160	145	148	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
161	148	149	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
162	142	150	45	201.30	0.0015	15.09	0.47	0.05
163	150	151	9	66.80	0.0015	1.32	0.38	0.02
164	151	152	82	66.80	0.0015	0.76	0.22	0.08
165	152	153	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
166	151	154	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
167	154	155	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
168	150	24	40	201.30	0.0015	13.41	0.42	0.03
169	21	156	3	66.80	0.0015	1.61	0.46	0.01
170	156	157	88	66.80	0.0015	0.99	0.28	0.14
171	157	158	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
172	157	162	45	66.80	0.0015	0.25	0.07	0.01
173	156	159	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
174	159	160	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
175	22	161	3	66.80	0.0015	1.48	0.42	0.01
176	161	162	88	66.80	0.0015	0.86	0.24	0.11
177	162	163	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
178	161	164	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
179	164	165	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
180	24	166	124	201.30	0.0015	18.51	0.58	0.18
181	166	167	7	66.80	0.0015	2.25	0.64	0.05
182	167	168	120	66.80	0.0015	0.86	0.25	0.15
183	167	169	2	66.80	0.0015	1.39	0.4	0.01
184	169	170	81	66.80	0.0015	0.83	0.24	0.10
185	170	171	8	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
186	170	176	45	66.80	0.0015	0.19	0.06	0.00
187	169	172	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
188	172	173	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
189	166	174	45	201.30	0.0015	15.33	0.48	0.05
190	174	175	9	66.80	0.0015	1.32	0.38	0.02
191	175	176	82	66.80	0.0015	0.76	0.22	0.08
192	176	177	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
193	175	178	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
194	178	179	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
195	174	180	40	201.30	0.0015	13.64	0.43	0.03
196	20	181	41	237.30	0.0015	24.86	0.56	0.05
197	181	182	7	66.80	0.0015	1.22	0.35	0.02
198	182	183	23	66.80	0.0015	0.03	0.01	0.00
199	182	184	49	66.80	0.0015	0.88	0.25	0.06
200	184	185	12	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
201	184	192	25	66.80	0.0015	0.41	0.12	0.01
202	182	186	6	66.80	0.0015	0.31	0.09	0.00
203	186	187	42	66.80	0.0015	0.31	0.09	0.01
204	181	188	52	237.30	0.0015	23.39	0.53	0.05
205	188	189	8	66.80	0.0015	0.85	0.24	0.01
206	189	190	58	66.80	0.0015	0.48	0.14	0.03
207	190	191	5	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
208	190	192	25	66.80	0.0015	-0.07	0.02	0.00
209	192	193	6	66.80	0.0015	0.03	0.01	0.00
210	189	194	6	66.80	0.0015	0.37	0.11	0.00
211	194	195	23	66.80	0.0015	0.03	0.01	0.00
212	194	196	51	66.80	0.0015	0.34	0.1	0.01
213	188	197	34	237.30	0.0015	22.21	0.5	0.03
214	197	198	9	66.80	0.0015	1.26	0.36	0.02
215	198	199	64	66.80	0.0015	0.83	0.24	0.08
216	199	200	5	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
217	199	205	45	66.80	0.0015	0.28	0.08	0.01
218	198	201	6	66.80	0.0015	0.43	0.12	0.00
219	201	202	56	66.80	0.0015	0.43	0.12	0.02
220	197	203	46	237.30	0.0015	20.74	0.47	0.04
221	203	204	9	66.80	0.0015	1.07	0.31	0.02
222	204	205	73	66.80	0.0015	0.61	0.17	0.05
223	205	206	9	66.80	0.0015	0.09	0.03	0.00
224	204	207	6	66.80	0.0015	0.46	0.13	0.00
225	207	208	66	66.80	0.0015	0.46	0.13	0.03
226	203	209	16	237.30	0.0015	19.39	0.44	0.01
227	209	210	25	237.30	0.0015	19.39	0.44	0.02
228	210	211	118	104.90	0.0015	3.41	0.39	0.19
229	211	212	7	66.80	0.0015	2.03	0.58	0.04
230	212	213	110	66.80	0.0015	0.80	0.23	0.12
231	212	214	79	66.80	0.0015	0.71	0.2	0.07
232	214	215	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
233	212	216	6	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.00
234	216	217	71	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.04
235	211	218	45	104.90	0.0015	0.51	0.06	0.00
236	218	219	9	66.80	0.0015	1.34	0.38	0.02
237	219	220	77	66.80	0.0015	0.82	0.23	0.09
238	214	220	45	66.80	0.0015	0.19	0.06	0.00
239	220	221	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
240	219	222	6	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.00
241	222	223	69	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.04
242	218	180	34	104.90	0.0015	-1.19	0.14	0.01
243	24	224	40	201.30	0.0015	13.91	0.44	0.04
244	224	225	3	66.80	0.0015	1.58	0.45	0.01
245	225	226	88	66.80	0.0015	0.96	0.28	0.14
246	226	227	7	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
247	226	232	45	66.80	0.0015	0.19	0.06	0.00
248	225	228	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
249	228	229	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
250	224	230	45	201.30	0.0015	12.32	0.39	0.03
251	230	231	3	66.80	0.0015	1.48	0.42	0.01
252	231	232	87	66.80	0.0015	0.86	0.24	0.11
253	232	233	5	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
254	231	234	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
255	234	235	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
256	230	236	33	201.30	0.0015	10.85	0.34	0.02

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
257	236	237	3	66.80	0.0015	1.58	0.45	0.01
258	237	238	87	66.80	0.0015	0.96	0.27	0.13
259	238	239	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
260	238	244	45	66.80	0.0015	0.22	0.06	0.01
261	237	240	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
262	240	241	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
263	236	242	45	201.30	0.0015	9.27	0.29	0.02
264	242	243	3	66.80	0.0015	1.51	0.43	0.01
265	243	244	88	66.80	0.0015	0.89	0.25	0.12
266	244	245	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
267	243	246	6	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.00
268	246	247	80	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.06
269	248	242	35	201.30	0.0015	-7.76	0.24	0.01
270	248	249	124	154.50	0.0015	8.78	0.47	0.17
271	249	250	3	66.80	0.0015	1.30	0.37	0.01
272	250	251	72	66.80	0.0015	0.81	0.23	0.08
273	251	252	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
274	251	257	45	66.80	0.0015	0.26	0.07	0.01
275	250	253	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
276	253	254	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
277	249	255	45	154.50	0.0015	6.59	0.35	0.04
278	255	256	3	66.80	0.0015	1.12	0.32	0.01
279	256	257	72	66.80	0.0015	0.63	0.18	0.05
280	257	258	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
281	256	259	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
282	259	260	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
283	255	261	21	154.50	0.0015	5.47	0.29	0.01
284	261	262	7	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.02
285	262	263	7	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.02
286	263	264	7	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.02
287	264	265	7	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.02
288	265	266	66	66.80	0.0015	1.20	0.34	0.15
289	266	267	7	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
290	266	268	22	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
291	261	269	5	154.50	0.0015	4.27	0.23	0.00
292	269	270	5	81.50	0.0015	4.27	0.82	0.04
293	270	271	8	81.50	0.0015	4.27	0.82	0.07
294	271	272	8	81.50	0.0015	4.24	0.81	0.07
295	273	272	7	104.90	0.0015	0.45	0.05	0.00
296	273	274	7	66.80	0.0015	1.30	0.37	0.02
297	274	275	171	66.80	0.0015	1.30	0.37	0.44
298	180	273	179	104.90	0.0015	3.08	0.36	0.25
299	210	276	35	201.30	0.0015	15.73	0.49	0.04
300	276	277	9	66.80	0.0015	1.37	0.39	0.03
301	277	278	71	66.80	0.0015	0.88	0.25	0.09
302	278	279	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
303	278	285	45	66.80	0.0015	0.20	0.06	0.00
304	277	280	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
305	280	281	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
306	276	282	45	201.30	0.0015	14.05	0.44	0.04
307	282	283	7	66.80	0.0015	1.95	0.56	0.04
308	283	285	74	66.80	0.0015	0.57	0.16	0.05
309	285	286	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
310	283	287	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
311	287	288	66	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
312	283	284	114	66.80	0.0015	0.89	0.25	0.15
313	282	289	118	201.30	0.0015	11.69	0.37	0.08
314	180	290	35	104.90	0.0015	9.14	1.06	0.34
315	290	291	3	66.80	0.0015	1.75	0.5	0.01
316	291	292	82	66.80	0.0015	1.19	0.34	0.18
317	292	293	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
318	292	303	45	66.80	0.0015	0.45	0.13	0.02
319	291	294	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
320	294	295	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04



TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
321	290	296	9	66.80	0.0015	1.71	0.49	0.04
322	296	297	76	66.80	0.0015	1.19	0.34	0.17
323	297	298	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
324	297	309	45	66.80	0.0015	0.55	0.16	0.03
325	296	299	6	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.00
326	299	300	69	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.04
327	290	301	45	104.90	0.0015	5.65	0.65	0.18
328	301	302	3	66.80	0.0015	0.97	0.28	0.00
329	302	303	82	66.80	0.0015	0.41	0.12	0.03
330	303	304	8	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
331	302	305	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
332	305	306	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
333	301	307	7	66.80	0.0015	1.72	0.49	0.03
334	307	308	114	66.80	0.0015	0.86	0.25	0.14
335	307	309	79	66.80	0.0015	0.34	0.1	0.02
336	309	310	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
337	307	311	6	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.00
338	311	312	71	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.04
339	301	313	119	104.90	0.0015	2.96	0.34	0.15
340	289	314	41	104.90	0.0015	7.80	0.9	0.30
341	314	315	5	66.80	0.0015	1.82	0.52	0.02
342	315	316	79	66.80	0.0015	1.26	0.36	0.19
343	316	317	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
344	315	318	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
345	318	319	72	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
346	316	322	45	66.80	0.0015	0.58	0.17	0.03
347	314	320	45	104.90	0.0015	5.98	0.69	0.20
348	320	321	5	66.80	0.0015	1.03	0.29	0.01
349	321	322	79	66.80	0.0015	0.47	0.13	0.03
350	322	323	9	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
351	321	324	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
352	324	325	72	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
353	320	326	33	104.90	0.0015	4.95	0.57	0.11
354	326	327	5	66.80	0.0015	1.56	0.44	0.02
355	327	328	79	66.80	0.0015	1.00	0.28	0.13
356	328	329	5	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
357	328	334	45	66.80	0.0015	0.32	0.09	0.01
358	327	330	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
359	330	331	72	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
360	326	332	45	104.90	0.0015	3.40	0.39	0.07
361	332	333	5	66.80	0.0015	1.26	0.36	0.01
362	333	334	79	66.80	0.0015	0.70	0.2	0.07
363	334	335	7	66.80	0.0015	0.09	0.03	0.00
364	333	336	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
365	336	337	72	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
366	332	313	34	104.90	0.0015	2.13	0.25	0.02
367	272	338	8	81.50	0.0015	4.70	0.9	0.08
368	338	339	8	81.50	0.0015	4.70	0.9	0.08
369	339	340	23	81.50	0.0015	4.70	0.9	0.22
370	340	341	5	66.80	0.0015	1.71	0.49	0.02
371	341	342	72	66.80	0.0015	1.22	0.35	0.17
372	342	343	6	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
373	342	348	45	66.80	0.0015	0.61	0.17	0.03
374	341	344	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
375	344	345	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
376	340	346	45	81.50	0.0015	2.99	0.57	0.20
377	346	347	5	66.80	0.0015	0.80	0.23	0.01
378	347	348	72	66.80	0.0015	0.31	0.09	0.02
379	348	349	7	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
380	347	350	6	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.00
381	350	351	64	66.80	0.0015	0.49	0.14	0.03
382	346	352	15	66.80	0.0015	1.01	0.29	0.02
383	352	353	18	66.80	0.0015	1.01	0.29	0.03
384	353	354	52	66.80	0.0015	0.37	0.11	0.02

TRAMO	N U D O S		LONGITUD (m)	DIAM. (mm)	RUG. (mm)	GASTO (L/s)	VELOC. (m/s)	PERDIDAS (m)
	Inicial	Final						
385	353	355	8	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.00
386	355	356	44	66.80	0.0015	0.52	0.15	0.02
387	346	357	33	81.50	0.0015	1.18	0.23	0.03
388	357	358	5	66.80	0.0015	0.90	0.26	0.01
389	358	359	71	66.80	0.0015	0.62	0.18	0.05
390	358	360	9	66.80	0.0015	0.28	0.08	0.00
391	360	361	36	66.80	0.0015	0.28	0.08	0.01
392	357	362	15	66.80	0.0015	0.46	0.13	0.01
393	362	363	61	66.80	0.0015	0.46	0.13	0.03
394	313	364	40	104.90	0.0015	4.26	0.49	0.10
395	364	365	5	66.80	0.0015	1.53	0.44	0.02
396	365	366	81	66.80	0.0015	0.97	0.28	0.13
397	366	367	7	66.80	0.0015	0.12	0.03	0.00
398	366	372	45	66.80	0.0015	0.29	0.08	0.01
399	365	368	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
400	368	369	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
401	364	370	45	104.90	0.0015	2.73	0.32	0.05
402	370	371	5	66.80	0.0015	1.35	0.38	0.01
403	371	372	81	66.80	0.0015	0.79	0.23	0.09
404	372	373	17	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
405	371	374	6	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.00
406	374	375	74	66.80	0.0015	0.56	0.16	0.04
407	370	376	43	104.90	0.0015	1.38	0.16	0.01
408	376	377	49	66.80	0.0015	0.71	0.2	0.04
409	377	378	29	66.80	0.0015	0.19	0.05	0.00
410	377	379	9	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
411	379	380	26	66.80	0.0015	0.15	0.04	0.00
412	376	381	10	81.50	0.0015	0.67	0.13	0.00
413	381	382	12	81.50	0.0015	0.67	0.13	0.00
414	382	383	12	81.50	0.0015	0.60	0.12	0.00
415	383	384	12	81.50	0.0015	0.53	0.1	0.00
416	384	385	12	81.50	0.0015	0.46	0.09	0.00
417	385	386	12	81.50	0.0015	0.39	0.08	0.00
418	386	387	12	81.50	0.0015	0.32	0.06	0.00
419	387	388	12	81.50	0.0015	0.25	0.05	0.00
420	388	389	12	81.50	0.0015	0.18	0.04	0.00
478	389	357	21	81.5	0.0015	0.18	0.04	0.00















TRAMO	LONG.	VIVIENDAS		AREA DONAC.		POBL.	COEF. DE	GASTO DE AGUAS NEGRAS				PEND.	DIAM.	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO								COTA DE RASANTE	COTA DE PLANTILLA	PROF. DEL POZO	CAIDA
		PROPIAS	ACUM.	PROPIA	ACUM.			HARMON	MIN.	MEDIO	MAX. INST.			MAX. EXT.	A TUBO LLENO		A TUBO PARCIALMENTE LLENO								
															GASTO	VEL.	GASTO MINIMO		GASTO MAX. EXT.						
																	VELOC.	TIRANTE	VELOC.	TIRANTE					
(m)						(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(mil)	(cm)	(l/s)	(m/s)	(m/s)	(cm)	(m/s)	(cm)	(m)	(m)	(m)	(m)				
203-204	43	15	2,082	0.00	5.02	9,390	2.98	8.53	17.05	50.85	76.28	2	40.0	134.53	1.07	0.60	6.80	1.13	21.20	244.34	240.76	3.58			
204-209	30	11	2,093	0.00	5.02	9,438	2.98	8.56	17.12	51.01	76.52	2	40.0	134.53	1.07	0.60	6.80	1.11	21.60	244.45	240.70	3.75			
205																				244.54	243.04	1.50			
205-206	9	3	3	0.00	0.00	15	3.80	2.00	0.02	0.08	2.00	15	31.5	196.14	2.52	0.83	2.21	0.83	2.21	244.50	242.90	1.60			
206-208	39	14	17	0.00	0.00	78	3.80	2.00	0.11	0.41	2.00	2	31.5	71.15	0.91	0.43	3.47	0.43	3.47	244.41	242.82	1.59			
207																				244.55	243.05	1.50			
207-208	9	3	3	0.00	0.00	15	3.80	2.00	0.02	0.08	2.00	26	31.5	256.52	3.29	1.05	1.89	1.05	1.89	244.41	242.82	1.59			
208-209	46	17	37	0.00	0.00	167	3.80	2.00	0.23	0.88	1.32	14	31.5	188.23	2.42	0.83	2.21	0.91	1.58	244.45	242.18	2.27			
209																				244.45	240.70	3.75			
209-210	44	0	2,130	0.57	5.58	9,605	2.97	8.90	17.81	52.92	79.38	2	40.0	134.53	1.07	0.63	6.80	1.12	22.00	244.31	240.61	3.70			
210																				244.31	239.90	4.41			
210-212	9	0	2,130	0.00	5.58	9,605	2.97	8.90	17.81	52.92	79.38	2	40.0	134.53	1.07	0.63	6.80	1.12	22.00	244.35	239.88	4.47			
206																				244.50	243.00	1.50			
206-211	74	27	27	0.00	0.00	120	3.80	2.00	0.17	0.63	2.00	4	31.5	100.62	1.29	0.58	2.84	0.58	2.84	244.28	242.70	1.58			
211																				244.28	241.41	2.87			
211-212	8	0	27	0.00	0.00	120	3.80	2.00	0.17	0.63	2.00	4	31.5	100.62	1.29	0.58	2.84	0.58	2.84	244.35	241.38	2.97			
212																				244.35	239.88	4.47			
212-213	25	0	2,830	0.00	6.34	12,763	2.85	11.40	22.80	64.94	97.41	2	40.0	134.53	1.07	0.69	7.60	1.17	25.20	244.45	239.83	4.62			
213-214	12	0	2,830	0.00	6.34	12,763	2.85	11.40	22.80	64.94	97.41	2	40.0	134.53	1.07	0.69	7.60	1.17	25.20	244.45	239.81	4.64			
214-CB	18	0	2,830	0.00	6.34	12,763	2.85	11.40	22.80	64.94	97.41	2	40.0	134.53	1.07	0.69	7.60	1.17	25.20	244.45	239.77	4.68			

**TABLA No. 38**  
**CALCULO HIDRAULICO DE LA DE LA PRIMERA FRACCION DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL**  
**CONJUNTO URBANO "EX HACIENDA DE SANTA INES", NEXTLALPAN; EDO. DE MEXICCC**

COEF. DE ESCURRIMIENTO = 0.55      adimensional  
RUGOSIDAD = 0.010      PAD  
PERIODO DE RETORNO = 3.0      años

TRAMO	LONG. (M)	AREA		TIEMPO DE ENTRADA (min)	TIEMPO DE ESCURR. (min)	TIEMPO DE CONCENT. (min)	INTENSIDAD (mm/hr)	GASTO CALCULADO (LPS)	PEND. (MIL)	DIAM. (CM)	A TUBO LLENO		TIRANTE REAL (CM)	VELOC. REAL (M/SEG)	COTA TERRENO (M)	COTA PLANTILLA (M)	PROF. (M)	CAIDA (M)
		PROPIA (HA)	ACUM (HA)								VEL. (M/SEG)	GASTO (LPS)						
1				20.00											244.20	243.30	0.90	
1-4	25	1.32	1.32		0.32	20.32	69.71	140.59	4	38	1.32	149.34	29	1.50	244.39	243.20	1.19	
2				20.00											244.35	243.45	0.90	
2-3	41	0.13	0.13		0.61	20.61	69.09	13.72	4	30	1.12	79.51	8	0.85	244.20	243.29	0.91	
3-4	41	0.30	0.43		0.84	21.45	67.37	44.26	2	30	0.81	57.61	20	0.89	244.39	243.20	1.19	
4-6	6	0.00	1.75		0.05	21.50	67.27	179.88	9	38	1.98	224.01	26	2.19	244.00	243.15	0.85	
5				20.00											244.47	243.57	0.90	
5-6	69	0.23	0.23		0.83	20.83	68.63	24.12	6	30	1.39	98.18	10	1.13	244.00	243.15	0.85	
6-8	36	0.22	2.20		0.47	21.92	66.46	223.40	2	61	1.28	373.06	34	1.33	244.48	243.08	1.40	
7				20.00											244.22	243.32	0.90	
7-8	41	0.25	0.25		0.50	20.50	69.31	26.47	6	30	1.35	95.74	11	1.15	244.48	243.08	1.40	
8-9	22	0.00	2.45		0.29	22.20	65.92	246.75	2	61	1.28	373.06	36	1.36	244.38	243.04	1.34	
9-11	17	0.16	2.61		0.22	22.43	65.51	261.23	2	61	1.28	373.06	38	1.38	244.55	243.01	1.54	
10				20.00											244.40	243.50	0.90	
10-11	82	0.31	0.31		0.99	20.99	68.29	32.34	6	30	1.38	97.38	12	1.25	244.55	243.01	1.54	
11-13	24	0.21	3.13		0.31	22.74	64.94	310.55	2	61	1.28	373.06	43	1.43	244.29	242.96	1.33	
12				20.00											244.36	243.46	0.90	
12-13	18	0.25	0.25		0.10	20.10	70.18	26.81	28	30	2.98	210.35	7	2.00	244.29	242.96	1.33	
13-15	26	0.16	3.54		0.34	23.08	64.33	347.96	2	61	1.28	373.06	46	1.46	244.38	242.91	1.47	
14				20.00											244.22	243.32	0.90	
14-15	33	0.45	0.45		0.69	20.69	68.91	47.38	2	30	0.80	56.22	21	0.89	244.38	243.25	1.13	C=0.34
15															244.38	242.91	1.47	
15-17	38	0.08	4.07		0.41	23.48	63.63	395.70	3	61	1.56	456.90	44	1.75	244.47	242.80	1.67	
16				20.00											244.31	243.41	0.90	
16-17	33	0.49	0.49		0.56	20.56	69.18	51.79	3	30	0.97	68.85	19	1.07	244.47	243.31	1.16	C=0.51
17															244.47	242.80	1.67	
17-18	39	0.03	4.59		0.44	23.92	62.89	441.07	2	76	1.48	670.50	45	1.57	244.40	242.72	1.68	
18-22	47	0.62	5.21		0.53	24.45	62.03	493.79	2	76	1.48	670.50	49	1.61	244.57	242.63	1.94	
19				20.00											244.74	243.84	0.90	
19-20	40	0.19	0.19		0.84	20.84	68.60	19.92	2	30	0.80	56.22	12	0.73	244.74	243.76	0.98	
20-21	64	0.20	0.39		1.34	22.18	65.96	39.31	2	30	0.80	56.22	18	0.86	244.92	243.63	1.29	
21-22	64	0.00	0.39		1.34	23.52	63.57	37.88	2	30	0.80	56.22	18	0.86	244.57	243.50	1.07	C=0.87
22															244.57	242.63	1.94	
22-28	39	0.50	6.10		0.44	24.89	61.34	571.69	2	76	1.48	670.50	54	1.65	244.80	242.55	2.25	
24'				20.00											244.68	243.78	0.90	
24'-24	17	0.22	0.22		0.36	20.36	69.62	23.40	2	30	0.80	56.22	14	0.75	244.75	243.75	1.00	C=0.14
24															244.75	243.61	1.14	
23				20.00											244.58	243.68	0.90	
23-24	33	0.25	0.25		0.69	20.69	68.91	26.32	2	30	0.80	56.22	14	0.78	244.75	243.61	1.14	
24-26	39	0.00	0.47		0.37	21.06	68.15	48.94	10	30	1.78	125.71	13	1.66	244.75	243.22	1.53	
25				20.00											244.40	243.50	0.90	
25-26	78	0.57	0.57		1.22	21.22	67.83	59.07	4	30	1.07	75.43	20	1.18	244.75	243.22	1.53	
26-27	19	0.05	1.09		0.15	21.37	67.53	112.46	14	30	2.10	148.74	20	2.29	244.66	242.95	1.71	
27-28	23	0.10	1.19		0.18	21.55	67.17	122.12	14	30	2.10	148.74	21	2.35	244.80	242.63	2.17	C=0.08
28															244.80	242.55	2.25	
28-30	84	0.37	7.66		0.77	25.67	60.17	704.20	3	76	1.81	821.20	54	2.03	244.97	242.30	2.67	

TRAMO	LONG. (M)	AREA		TIEMPO DE ENTRADA (min)	TIEMPO DE ESCURR. (min)	TIEMPO DE CONCENT. (min)	INTENSIDAD (mm/hr)	GASTO CALCULADO (LPS)	PEND. (MIL)	DIAM. (CM)	A TUBO LLENO		TIRANTE REAL (CM)	VELOC. REAL (M/SEG)	COTA TERRENO (M)	COTA PLANTILLA (M)	PROF. (M)	CAIDA (M)
		PROPIA (HA)	ACUM (HA)								VEL. (M/SEG)	GASTO (LPS)						
29				20.00											244.74	243.84	0.90	
29-30	58	0.32	0.32		1.22	21.22	67.83	33.17	2	30	0.80	56.22	17	0.83	244.97	243.72	1.25	C=1.42
30															244.97	242.30	2.67	
30-31	23	0.00	7.98		0.21	25.88	59.86	729.83	3	76	1.81	821.20	56	2.04	244.63	242.23	2.40	
31-32	28	0.25	8.23		0.26	26.14	59.49	748.02	3	76	1.81	821.20	57	2.05	244.73	242.15	2.58	
32-35	39	0.33	8.56		0.36	26.49	58.98	771.35	3	76	1.81	821.20	59	2.06	244.84	242.03	2.81	
33				20.00											244.94	244.04	0.90	
33-34	36	0.19	0.19		0.38	20.38	69.58	20.20	8	30	1.59	112.44	9	1.19	244.67	243.75	0.92	
34-35	36	0.27	0.46		0.75	21.13	68.00	47.79	2	30	0.80	56.22	21	0.89	244.84	243.68	1.16	C=1.65
35															244.84	242.03	2.81	
35-36	41	0.00	9.02		0.41	26.90	58.41	804.98	2	91	1.67	1,083.95	58	1.83	244.65	241.95	2.70	
36-38	40	0.50	9.52		0.40	27.30	57.87	841.75	2	91	1.67	1,083.95	61	1.82	244.39	241.87	2.52	
37				20.00											244.37	243.57	0.80	
37-38	28	0.31	0.31		0.59	20.59	69.13	32.74	2	30	0.80	56.22	16	0.83	244.39	243.51	0.88	C=1.64
38															244.39	241.87	2.52	
38-40	39	0.24	10.07		0.39	27.69	57.36	882.46	2	91	1.67	1,083.95	62	1.86	244.64	241.79	2.85	
39				20.00											244.41	243.56	0.85	
39-40	58	0.38	0.38		1.22	21.22	67.83	39.38	2	30	0.80	56.22	18	0.86	244.64	243.44	1.20	C=1.65
40															244.64	241.79	2.85	
40-41	50	0.00	10.45		0.50	28.19	56.71	905.51	2	91	1.67	1,083.95	64	1.85	244.57	241.69	2.88	
41-43	39	0.54	10.99		0.39	28.58	56.22	944.10	2	91	1.67	1,083.95	66	1.88	244.69	241.61	3.08	
42				20.00											244.49	242.69	1.80	
42-43	33	0.38	0.38		0.69	20.69	68.91	40.01	2	30	0.80	56.22	19	0.87	244.69	242.62	2.07	C=1.01
43															244.69	241.61	3.08	
43-44	33	0.00	11.37		0.33	28.91	55.82	969.71	2	91	1.67	1,083.95	67	1.89	244.55	241.54	3.01	
44-44a	12	0.00	11.37		0.12	29.03	55.67	967.18	2	91	1.67	1,083.95	67	1.89	244.56	241.52	3.04	
44-47	36	0.25	11.62		0.36	29.39	55.24	980.81	2	91	1.67	1,083.95	67	1.90	244.47	241.45	3.02	
45				20.00											244.54	243.64	0.90	
45-46	42	0.20	0.20		0.88	20.88	68.52	20.94	2	30	0.80	56.22	13	0.74	244.58	243.56	1.02	
46-47	42	0.00	0.20		0.47	21.35	67.56	20.65	7	30	1.49	105.18	9	1.15	244.47	243.27	1.20	C=1.82
47															244.47	241.45	3.02	
47-48	29	0.25	12.07		0.29	29.68	54.90	1,012.51	2	91	1.67	1,083.95	69	1.90	244.35	241.39	2.96	
48-48a	10	0.18	12.25		0.05	29.73	54.85	1,026.52	8	91	3.33	2,167.90	44	3.33	244.32	241.31	3.01	
48a-151	4	0.00	12.25		0.02	29.75	54.82	1,026.09	8	91	3.33	2,167.90	44	3.32	244.30	241.28	3.02	C=2.00
151															244.30	239.28	5.02	
49				20.00											244.52	242.72	1.80	
49-49a	63	0.16	0.16		0.66	20.66	68.98	16.86	8	30	1.59	112.44	8	1.15	244.24	242.22	2.02	C=1.50
49a															244.24	240.72	3.52	
49a-150	9	0.20	0.36		0.10	20.76	68.76	37.82	7	30	1.49	105.18	13	1.35	244.30	240.66	3.64	C=1.36
150															244.30	239.30	5.00	
50				20.00											244.31	243.41	0.90	
50-51	42	0.33	0.33		0.88	20.88	68.52	34.55	2	30	0.80	56.22	17	0.84	244.15	243.33	0.82	
51-52	23	0.13	0.46		0.48	21.36	67.54	47.47	2	30	0.80	56.22	21	0.89	244.37	243.28	1.09	
52-53	58	0.23	0.69		1.04	22.40	65.55	69.11	2	38	0.93	105.60	22	0.99	244.50	243.16	1.34	
53-59	40	0.05	0.74		0.45	22.85	64.73	73.19	5	38	1.47	166.96	18	1.43	244.21	242.96	1.25	
54				20.00											244.21	243.31	0.90	
54-55	17	0.28	0.28		0.36	20.36	69.62	29.79	2	30	0.80	56.22	15	0.81	244.32	243.28	1.04	
55-56	39	0.09	0.37		0.82	21.17	67.92	38.40	2	30	0.80	56.22	18	0.86	244.32	243.20	1.12	
56-57	61	0.13	0.50		1.28	22.45	65.46	50.01	2	30	0.80	56.22	22	0.90	244.20	243.08	1.12	
57-58	18	0.25	0.75		0.32	22.77	64.87	74.34	2	38	0.93	105.60	23	1.01	244.30	243.04	1.26	
58-59	41	0.05	0.80		0.73	23.51	63.59	77.73	2	38	0.93	105.60	24	1.01	244.21	242.96	1.25	
59-60	62	0.31	1.85		0.62	24.12	62.56	176.84	6.5	38	1.68	190.37	29	1.91	244.42	242.56	1.86	
60-61	62	0.00	1.85		0.52	24.65	61.72	174.47	9	38	1.98	224.01	25	2.17	244.21	242.00	2.21	
61-64	39	1.12	2.97		0.33	24.98	61.20	277.74	7	45	1.95	310.10	33	2.20	244.36	241.73	2.63	
62				20.00											244.43	243.53	0.90	
62-63	45	0.17	0.17		0.77	20.77	68.75	17.86	3	30	0.97	68.85	11	0.81	244.46	243.40	1.06	
63-64	45	0.00	0.17		0.67	21.44	67.39	17.50	4	30	1.12	79.51	10	0.90	244.36	243.22	1.14	C=1.49

TRAMO	LONG. (M)	AREA		TIEMPO DE ENTRADA (min)	TIEMPO DE ESCURR. (min)	TIEMPO DE CONCENT. (min)	INTEN- SIDAD (mm/hr)	GASTO CALCULADO (LPS)	PEND. (MIL)	DIAM. (CM)	A TUBO LLENO		TIRANTE REAL (CM)	VELOC. REAL (M/SEG)	COTA TERRENO (M)	COTA PLANTILLA (M)	PROF. (M)	CAIDA (M)
		PROPIA (HA)	ACUM (HA)								VEL. (M/SEG)	GASTO (LPS)						
64															244.36	241.73	2.63	
64-71	41	0.52	3.66		0.54	25.52	60.39	337.72	2	61	1.28	373.06	46	1.44	244.58	241.65	2.93	
65				20.00											244.39	243.49	0.90	
65-66	75	0.25	0.25		1.57	21.57	67.13	25.64	2	30	0.80	56.22	14	0.78	244.45	243.34	1.11	
66-71	22	0.25	0.50		0.46	22.03	66.24	50.60	2	30	0.80	56.22	22	0.90	244.58	243.30	1.28	C=1.65
71															244.58	241.65	2.93	
67				20.00											244.30	243.40	0.90	
67-68	33	0.34	0.34		0.69	20.69	68.91	35.80	2	30	0.80	56.22	17	0.84	244.47	243.33	1.14	
68-70	39	0.27	0.61		0.70	21.39	67.49	62.90	2	38	0.93	105.60	21	0.97	244.62	243.25	1.37	
69				20.00											244.36	243.46	0.90	
69-70	43	0.36	0.36		0.57	20.57	69.17	38.04	5	30	1.26	88.89	14	1.20	244.62	243.25	1.37	
70-71	41	0.00	0.97		0.60	21.99	66.32	98.29	3	38	1.14	129.33	25	1.25	244.58	243.13	1.45	C=1.48
71															244.58	241.65	2.93	
71-73	40	0.13	5.26		0.45	25.97	59.73	480.03	2	76	1.48	670.50	48	1.59	244.52	241.57	2.95	
72				20.00											244.32	243.42	0.90	
72-73	43	0.35	0.35		0.45	20.45	69.42	37.12	8	30	1.59	112.44	12	1.43	244.52	243.08	1.44	C=1.51
73															244.52	241.57	2.95	
73-78	36	0.00	5.61		0.41	26.37	59.15	507.00	2	76	1.48	670.50	50	1.61	244.32	241.50	2.82	
74				20.00											244.36	243.46	0.90	
74-75	36	0.29	0.29		0.75	20.75	68.78	30.48	2	30	0.80	56.22	16	0.82	244.31	243.39	0.92	
75-76	36	0.24	0.53		0.75	21.51	67.25	54.46	2	30	0.80	56.22	24	0.91	244.23	243.32	0.91	
76-77	43	0.29	0.82		0.57	22.08	66.15	82.88	5	30	1.26	88.89	23	1.43	244.38	243.11	1.27	
77-78	43	0.11	0.93		0.48	22.56	65.26	92.73	7	30	1.49	105.18	22	1.68	244.32	242.81	1.51	C=1.31
78															244.32	241.50	2.82	
78-79	24	0.00	6.54		0.27	26.64	58.77	587.26	2	76	1.48	670.50	55	1.66	244.25	241.45	2.80	
79-80	52	0.48	7.02		0.59	27.23	57.97	621.78	2	76	1.48	670.50	58	1.68	244.46	241.35	3.11	
80-90	52	0.20	7.22		0.59	27.82	57.20	630.98	2	76	1.48	670.50	59	1.68	244.67	241.25	3.42	
81				20.00											244.36	243.46	0.90	
81-82	37	0.36	0.36		0.55	20.55	69.21	38.07	4	30	1.12	79.51	15	1.12	244.22	243.31	0.91	
82-83	43	0.44	0.80		0.77	21.32	67.63	82.66	2	38	0.93	105.60	25	1.03	244.54	243.22	1.32	
83-84	43	0.00	0.80		0.77	22.09	66.13	80.84	2	38	0.93	105.60	25	1.01	244.74	243.13	1.61	
84-90	37	0.00	0.80		0.31	22.40	65.55	80.13	9	38	1.98	224.01	16	1.78	244.67	242.80	1.87	C=1.55
90															244.67	241.25	3.42	
85				20.00											244.39	243.49	0.90	
85-86	73	0.18	0.18		1.53	21.53	67.21	18.48	2	30	0.80	56.22	12	0.71	244.28	243.34	0.94	
86-89	39	0.49	0.67		0.58	22.11	66.10	67.66	4	30	1.12	79.51	21	1.26	244.44	243.18	1.26	
87				20.00											244.38	243.48	0.90	
87-88	61	0.29	0.29		1.28	21.28	67.71	30.00	2	30	0.80	56.22	15	0.82	244.33	243.36	0.97	
88-89	18	0.21	0.50		0.17	21.45	67.37	51.47	10	30	1.78	125.71	13	1.68	244.44	243.18	1.26	
89-90	41	0.08	1.25		0.52	22.63	65.14	124.41	4	38	1.32	149.34	27	1.47	244.67	243.02	1.65	C=1.77
90															244.67	241.25	3.42	
90-93	45	0.21	9.48		0.45	28.27	56.62	820.15	2	91	1.67	1,083.95	60	1.82	244.73	241.16	3.57	
91				20.00											244.76	242.96	1.80	
91-92	59	0.29	0.29		0.66	20.66	68.97	30.56	7	30	1.49	105.18	11	1.29	244.56	242.55	2.01	
92-93	33	0.38	0.67		0.37	21.03	68.21	69.82	7	30	1.49	105.18	18	1.59	244.73	242.32	2.41	C=1.16
93															244.73	241.16	3.57	
93-95	36	0.00	10.15		0.36	28.63	56.17	871.15	2	91	1.67	1,083.95	62	1.85	244.67	241.09	3.58	
94				20.00											244.58	242.78	1.80	
94-95	63	0.29	0.29		0.62	20.62	69.06	30.60	9	30	1.69	119.26	11	1.39	244.67	242.21	2.46	C=1.12
95															244.67	241.09	3.58	
95-96	55	0.32	10.76		0.55	29.18	55.50	912.50	2	91	1.67	1,083.95	64	1.86	244.68	240.98	3.70	
96-97	55	0.00	10.76		0.55	29.73	54.86	901.84	2	91	1.67	1,083.95	64	1.86	244.45	240.87	3.58	
97-105	19	0.40	11.16		0.19	29.92	54.64	931.62	2	91	1.67	1,083.95	65	1.87	244.52	240.83	3.69	
98				20.00											244.32	243.42	0.90	
98-99	65	0.50	0.50		1.36	21.36	67.54	51.60	2	30	0.80	56.22	23	0.90	244.61	243.29	1.32	
99-101	39	0.00	0.50		0.82	22.18	65.96	50.39	2	30	0.80	56.22	22	0.90	244.42	243.21	1.21	
100				20.00											244.27	243.37	0.90	

TRAMO	LONG. (M)	AREA		TIEMPO DE ENTRADA (min)	TIEMPO DE ESCURR. (min)	TIEMPO DE CONCENT. (min)	INTEN- SIDAD (mm/hr)	GASTO CALCULADO (LPS)	PEND. (MIL)	DIAM. (CM)	A TUBO LLENO		TIRANTE REAL (CM)	VELOC. REAL (M/SEG)	COTA TERRENO (M)	COTA PLANTILLA (M)	PROF. (M)	CAIDA (M)
		PROPIA (HA)	ACUM (HA)								VEL. (M/SEG)	GASTO (LPS)						
100-101	23	0.31	0.31		0.26	20.26	69.84	33.08	7	30	1.49	105.18	11	1.33	244.42	243.21	1.21	
101-102	36	0.14	0.95		0.40	22.58	65.22	94.66	7	30	1.49	105.18	22	1.69	244.29	242.96	1.33	
102-104	43	0.57	1.52		0.27	22.85	64.73	150.33	16	38	2.63	298.68	19	2.65	244.42	242.27	2.15	
103				20.00											244.49	243.59	0.90	
103-104	84	0.28	0.28		1.76	21.76	66.76	28.56	2	30	0.80	56.22	15	0.80	244.42	243.42	1.00	C=1.15
104															244.42	242.27	2.15	
104-105	36	0.21	2.01		0.30	23.16	64.19	197.14	9	38	1.98	224.01	28	2.23	244.52	241.95	2.57	C=1.12
105															244.52	240.83	3.69	
105-107	45	0.10	13.27		0.37	30.28	54.22	1,099.28	3	91	2.04	1,327.56	64	2.27	244.52	240.70	3.82	
106				20.00											244.17	242.37	1.80	
106-107	53	0.42	0.42		0.59	20.59	69.12	44.35	7	30	1.49	105.18	14	1.43	244.52	242.00	2.52	C=1.30
107															244.52	240.70	3.82	
107-108	17	0.00	13.69		0.14	30.42	54.06	1,130.81	3	91	2.04	1,327.56	65	2.28	244.45	240.65	3.80	
108-110	19	0.09	13.78		0.16	30.58	53.89	1,134.60	3	91	2.04	1,327.56	65	2.29	244.59	240.59	4.00	C=0.75
110															244.59	239.84	4.75	
109				20.00											244.24	242.44	1.80	
109-110	34	0.32	0.32		0.23	20.23	69.91	34.18	20	30	2.52	177.78	9	1.92	244.59	241.76	2.83	C=1.92
110															244.59	239.84	4.75	
110-146	7	0.00	14.10		0.06	30.63	53.83	1,159.59	3	91	2.04	1,327.56	66	2.31	244.59	239.82	4.77	
111				20.00											244.37	243.47	0.90	
111-112	33	0.24	0.24		0.69	20.69	68.91	25.27	2	30	0.80	56.22	14	0.78	244.35	243.40	0.95	
112-113	63	0.00	0.24		1.32	22.01	66.28	24.30	2	30	0.80	56.22	14	0.77	244.11	243.27	0.84	
113-114	17	0.38	0.62		0.29	22.30	65.73	62.27	3	30	0.97	68.85	22	1.11	244.26	243.22	1.04	
114-115	45	0.07	0.69		0.81	23.11	64.28	67.77	2	38	0.93	105.60	22	0.99	244.32	243.13	1.19	
115-116	83	0.30	0.99		1.49	24.59	61.81	93.49	2	38	0.93	105.60	28	1.05	244.32	242.96	1.36	
116-118	40	0.55	1.54		0.64	25.23	60.82	143.10	2	45	1.04	165.75	32	1.18	244.46	242.88	1.58	
117				20.00											244.24	243.34	0.90	
117-118	42	0.33	0.33		0.88	20.88	68.52	34.55	2	30	0.80	56.22	17	0.84	244.46	243.26	1.20	C=0.38
118															244.46	242.88	1.58	
118-120	40	0.00	1.87		0.52	25.76	60.04	171.54	3	45	1.28	203.01	32	1.43	244.27	242.76	1.51	
119				20.00											244.17	243.27	0.90	
119-120	22	0.34	0.34		0.46	20.46	69.40	36.05	2	30	0.80	56.22	17	0.85	244.27	243.23	1.04	C=0.47
120															244.27	242.76	1.51	
120-121	41	0.44	2.65		0.54	26.29	59.26	239.96	2	61	1.28	373.06	35	1.36	244.40	242.68	1.72	
121-122	21	0.30	2.95		0.27	26.57	58.88	265.38	2	61	1.28	373.06	38	1.39	244.32	242.64	1.68	
122-123	19	0.00	2.95		0.25	26.81	58.54	263.84	2	61	1.28	373.06	38	1.38	244.28	242.60	1.68	
123-125	40	0.59	3.54		0.52	27.34	57.83	312.78	2	61	1.28	373.06	43	1.42	244.41	242.52	1.89	
124				20.00											244.28	243.38	0.90	
124-125	27	0.33	0.33		0.57	20.57	69.17	34.88	2	30	0.80	56.22	17	0.84	244.41	243.33	1.08	C=0.81
125															244.41	242.52	1.89	
125-127	40	0.00	3.87		0.52	27.86	57.14	337.89	2	61	1.28	373.06	46	1.44	244.29	242.44	1.85	
126				20.00											244.39	243.49	0.90	
126-127	57	0.19	0.19		1.19	21.19	67.88	19.70	2	30	0.80	56.22	12	0.72	244.29	243.38	0.91	C=0.94
127															244.29	242.44	1.85	
127-129	45	0.45	4.51		0.48	28.34	56.53	389.56	3	61	1.56	456.90	43	1.75	244.62	242.31	2.31	
128				20.00											244.44	243.54	0.90	
128-129	39	0.25	0.25		0.82	20.82	68.65	26.22	2	30	0.80	56.22	14	0.78	244.62	243.46	1.16	C=1.15
129															244.62	242.31	2.31	
129-130	41	0.13	4.89		0.44	28.77	55.99	418.33	3	61	1.56	456.90	46	1.77	244.95	242.19	2.76	
130-131	19	0.02	4.91		0.20	28.98	55.74	418.19	3	61	1.56	456.90	46	1.77	244.81	242.13	2.68	
131-132	19	0.03	4.94		0.20	29.18	55.50	418.90	3	61	1.56	456.90	46	1.77	244.63	242.07	2.56	
132-135	16	0.00	4.94		0.17	29.35	55.30	417.37	3	61	1.56	456.90	46	1.78	244.47	242.02	2.45	
133				20.00											244.24	243.34	0.90	
133-134	52	0.46	0.46		1.09	21.09	68.09	47.85	2	30	0.80	56.22	21	0.89	244.41	243.24	1.17	
134-135	8	0.00	0.46		0.17	21.26	67.75	47.62	2	30	0.80	56.22	21	0.88	244.47	243.22	1.25	C=1.20
135															244.47	242.02	2.45	
135-137	45	0.11	5.51		0.51	29.86	54.70	460.53	2	76	1.48	670.50	47	1.58	244.27	241.93	2.34	

