

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA
RED DE DRENAJE SANITARIO Y
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL
FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO,
CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS.**

T E S I S

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

JOEL ROSAS CONTRÉRAS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o. Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2o. Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o. Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o. Br. Vitor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o. Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIO Licda. e Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO Ing. Julio Ismael Gonzales Podszueck
EXAMINADOR Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO Ing. Francisco Javier Gonzales López.



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.091.97
Guatemala, 8 de mayo de 1,997

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por este medio, le envío el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **Planificación y Diseño de la Red de Drenaje Sanitario y Red de Distribución de Agua Potable del Fraccionamiento San José Obrero, Cabecera Municipal de Esquipulas.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **JOEL ROSAS CONTRERAS**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el suscrito; y constituye un valioso aporte al problema que presenta la comunidad en mención.

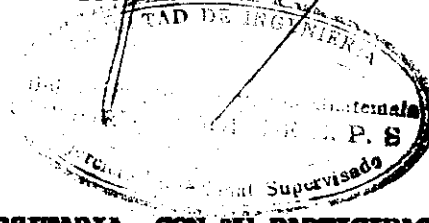
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo; esta **COORDINACION APRUEBA** su contenido, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: El Informe Final

1,995 AÑO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA, CON TU PARTICIPACION LA REFORMA AVANZA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Escuela de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO Y RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO, CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, del estudiante Joel Rosas Contreras, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Handwritten signature of Jack Douglas Ibarra Solórzano, with the name "J. DOUGLAS" visible.

Guatemala, mayo de 1,997



/bbdeb.

AGRACECIMIENTO :

A DIOS, por darme la capacidad de perseverar.

ACTO QUE DEDICO A :

Mis Padres :

José Delio Rosas Ortíz (+)

María Lucinda Leverón Contreras. (+)

Por su ejemplo de personas emprendedoras.

Mis Hermanos :

Elvis Salomón (+), Delio Roberto, María Elizabeth, Giovanni,

German y Elias Orlando.

Mi esposa :

Mirna Maribel.

Mis sobrinos.

Mis familiares.

Mis amigos.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

---A la Cooperativa San José Obrero (COOSAJO) por brindarme todo el apoyo incondicional para desarrollar, en el Fraccionamiento San José Obrero, los proyectos que se presentan en este documento.

--Al ing. Juan Merck Cos por compartir con mi persona sus conocimientos y experiencias de Ingeniería Civil; y también por su asesoramiento en el presente trabajo de tesis.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

INDICE GENERAL

| | No. Página |
|--|------------|
| GLOSARIO..... | 01 |
| ABREVIATURAS..... | 07 |
| INTRODUCCION..... | 09 |
| JUSTIFICACION..... | 11 |
| OBJETIVOS..... | 12 |
| CAPITULO UNO..... | 13 |
| 1.- Monografia..... | 13 |
| 1.1.- Ubicación..... | 13 |
| 1.2.- Vías de Acceso..... | 13 |
| 1.3.- Aspectos Climatológicos..... | 14 |
| 1.4.- Actividades Productivas..... | 14 |
| 1.4.1.- Agropecuaria..... | 15 |
| 1.4.2.- Comercial..... | 15 |
| 1.5.- Autoridades..... | 16 |
| 1.6.- Servicios Públicos..... | 16 |
| 1.7.- Aspectos Topográficos..... | 16 |
| 1.8.- Aspectos Demográficos..... | 17 |
| CAPITULO DOS..... | 18 |
| 2.- Investigación diagnóstica sobre las Necesidades de Infraestructura para las Areas que la COOSAJO Desarrolla..... | 18 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO TRES..... | 20 |
| 3.- Estudio de Población..... | 20 |
| CAPITULO CUATRO..... | 21 |
| 4.- Estudio topográfico..... | 21 |
| CAPITULO CINCO..... | 25 |
| 5.- Diseño de la Red de Drenajes de | |
| las Aguas Negras Domésticas..... | 25 |
| 5.1.- Consideraciones Generales..... | 25 |
| 5.2.- Parámetros de Diseño..... | 26 |
| 5.2.1.- Caudal Domiciliar..... | 26 |
| 5.2.2.- Caudal de Conexiones Ilicitas .. | 27 |
| 5.2.3.- Caudal de Infiltración..... | 28 |
| 5.2.4.- Caudal Comercial..... | 29 |
| 5.2.5.- Caudal Industrial..... | 29 |
| 5.2.6.- Factor de Caudal Medio..... | 29 |
| 5.2.7.- Factor de Harmond..... | 30 |
| 5.2.8.- Caudal de Diseño..... | 31 |
| 5.2.9.- Período de Diseño..... | 31 |
| 5.3.- Pendientes Máximas y Mínimas..... | 32 |
| 5.4.- Velocidad de Diseño..... | 33 |
| 5.5.- Fórmula de Maning..... | 33 |
| 5.6.- Velocidad de Arrastre..... | 34 |
| 5.7.- Factor de Rugosidad..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 5.8.- Factor de Area..... | 35 |
| 5.9.- Densidad de Población..... | 35 |
| 5.10.-Cotas Invert..... | 34 |
| 5.11.-Diámetros de Tubería..... | 39 |
| 5.12.-Pozos de Visita..... | 39 |
| 5.13.-Ejemplo de Cálculo..... | 40 |
| CAPITULO SEIS..... | 47 |
| 6.- Diseño de la Red de Distribucion de | |
| Agua Potable..... | 47 |
| 6.1.- Consideraciones Generales..... | 47 |
| 6.2.- Parámetros de Diseño..... | 49 |
| 6.2.1.- Período de Diseño..... | 49 |
| 6.2.2.- Población de Diseño..... | 50 |
| 6.2.3.- Dotación..... | 50 |
| 6.2.4.- Factores de Variaciones | |
| Normales..... | 52 |
| 6.2.4.1.- Factor de Hora Máximo..... | 52 |
| 6.2.4.2.- Factor de Día Máximo..... | 53 |
| 6.3.- Caudal Medio Diario..... | 53 |
| 6.4.- Caudal de Hora Máximo..... | 54 |
| 6.5.- Caudal de Día Máximo..... | 54 |
| 6.6.- Calculo de la Red de Distribucion por | |
| Medio del Método de Hardy Cross..... | 54 |

| | |
|---|-----------|
| 6.6.1.- Generalidades del Método..... | 54 |
| 6.6.2.- Aplicación del Método de Hardy Cross..... | 55 |
| 6.6.3.- Ejemplo..... | 57 |
| CAPITULO SIETE..... | 71 |
| 7.- Presupuestos..... | 71 |
| 7.1.- Presupuesto de Materiales y Mano de Obra del Drenaje de Aguas Negras..... | 71 |
| 7.2.- Presupuesto de Materiales y Mano de Obra de la Red de Distribucion de Agua Potable..... | 73 |
| CONCLUSIONES..... | 76 |
| RECOMENDACIONES..... | 78 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 80 |
| ANEXOS | |
| --Planos del Alcantarillado Sanitario. | |
| --Planos de la Red de Distribución de Agua Potable | |

GLOSARIO:

Acimut: El acimut verdadero de una visual a un objeto terrestre, es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El acimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.

Agua: El más abundante y conocido compuesto químico (H₂O), que posee la máxima significación para el sostenimiento de la vida sobre la tierra. El agua pura a la temperatura ordinaria es un líquido inodoro, insípido, transparente y prácticamente incoloro.

Aguas Negras: Se les llama también aguas residuales y son las aguas impuras, no potables, procedentes tanto de las viviendas como de los establecimientos industriales y comerciales.

Agua Potable: Es el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.

Ambiente: Condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar.

Area: Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.

Acueducto: Conducto artificial destinado al transporte de agua, que une las fuentes de aprovisionamiento (captación) con las grandes ciudades. El empleo del término acueducto queda restringido, generalmente, a los conductos de longitud y tamaño relativamente grandes. Las tuberías más pequeñas suelen recibir el nombre de tuberías de conducción o conductos de abastecimiento.

Alcantarillado: Conducto subterráneo o sumidero, fabricado para recoger las aguas residuales y darles paso.

Azolamiento: Obstrucción de un conducto o tubería, por sedimentación de sólidos.

Bombeo: Es obligar a los fluidos a pasar de un lugar a otro más alto, por medio de una bomba.

Captación: Estructura que permite recoger y entubar las aguas de la fuente abastecedora.

Caudal o Gasto: Cantidad de agua que corre por una tubería en cada unidad de tiempo.

Censo : Proporciona información sobre el número, distribución y composición de la población, en un momento determinado, y facilita una exacta descripción de los cambios ocurridos con el correr del tiempo.

Cota de Terreno : Número, que en los planos topográficos, indica la altura de un punto, ya sobre el nivel del mar, o sobre otro plano de referencia.

Curva de Nivel : Línea que une puntos de igual cota o elevación. Se emplea en los dibujos para figurar el relieve del terreno.

Demografía : Análisis comparativo y descripción estadística de los movimientos y procesos vitales de la población humana. La demografía general, se encarga de realizar análisis comparativos que permitan elaborar teorías generales o principios referentes a los factores y procesos que influyen sobre una población dada y las tendencias que en la misma ocurren.

Dotación : Es el volumen de consumo de agua por persona por día.

Enfermedad Contagiosa : Toda enfermedad originada por bacterias o por cualquier otro tipo de microorganismos. La tuberculosis y la fiebre amarilla son enfermedades contagiosas porque sus agentes causales pueden transmitirse de la persona enferma a la sana.

Excretas o Excremento . Residuos de alimento que después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano

Fétido . Que arroja de sí mal olor

Gasto o Caudal . Cantidad de líquido o gas que en determinadas circunstancias, pasa por un orificio o por una tubería en cada unidad de tiempo.

Germen Patógeno . Son los microorganismos capaces de originar enfermedades.

Infraestructura : Obra subterránea o estructura que sirve de base de sustentación de otra. Las partes de la infraestructura que distribuyen las cargas de los edificios, transmitiéndolas al terreno, se conocen como cimientos.

Inocuo : Que no hace daño

Laxativa . Sustancias que evacúan el estomago sin llegar a purgar

Lindero : Línea que divide unas propiedades de otras.

Medio Ambiente . Conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc , que rodean a las personas

Meridiano: Circulo máximo de la esfera celeste, que pasa por los polos del mundo y por el zenit y nadir de punto de la tierra a que se refiere, ocupando el ecuador en ángulos rectos.

Nivelación: Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos altimétricos, por medio de los cuales, se determinan elevaciones o niveles de puntos determinados.

Pendiente: Grado de la inclinación de un terreno, medido por el ángulo que forma con la horizontal. Más frecuentemente, se mide por el número de unidades de longitud que gana en altura por cada cien unidades de la misma clase medidas horizontalmente en la extensión del terreno de que se trata.

Permeabilidad: Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua través de sus poros.

Pérdida de carga: Disminución de la presión, dentro de la tubería, debido a la fricción.

Perfil: Delineación de la superficie de la tierra según su latitud y altura, referidas a puntos de control.

Poligonal : Nombre genérico de cualquier figura plana que consta de más de ⁶ cuatro lados.

Topografía : Arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.

ABREVIATURAS :

| | | |
|-------------|----|--------------------------------------|
| --A. | -- | Area |
| --AMT | = | Altura mínima por tráfico. |
| --C | = | Coefficiente de escorrentia. |
| --CH | -- | Cota invert de inicio. |
| --Cm | -- | Centímetro |
| --Correc | = | Corrección. |
| --COOSAJO | = | Cooperativa San José Obrero. |
| --CT | -- | Cota de terreno. |
| --D | = | Diametro. |
| --d | = | Tirante. |
| --DGOP | = | Dirección General de Obras Públicas. |
| --Dot. | = | Dotación. |
| --Dot.Com. | = | Dotación comercial. |
| --Dot Ilic. | = | Dotación ilícita. |
| --DT | = | Diámetro interno de la tubería. |
| --ET | = | Espesor de la pared de la tubería. |
| --FH | = | Factor de Harmod. |
| --FHM | = | Factor de hora máximo. |
| --FQM | = | Factor de caudal medio. |
| --Ha. | = | Hectárea. |
| --Hf. | = | Pérdida de carga. |
| --Hab. | = | Habitante. |

| | | |
|----------|---|--|
| --I | = | Intensidad de lluvia. |
| --INFOM | = | Instituto Nacional de Fomento Municipal. |
| --km. | = | Kilómetro. |
| --L | = | Longitud. |
| --m | = | Metro. |
| --mca | = | Metros columna de agua. |
| --n | = | Coefficiente de rugosidad. |
| --PVC | = | Cloruro de Polivinilo. (material del tubo plástico). |
| --Q | = | Caudal a sección llena. |
| --q | = | Caudal de diseño. |
| --Qilic. | = | Caudal ilícito. |
| --QDM | = | Caudal de día máximo. |
| --QMD | = | Caudal medio diario. |
| --Rec. | = | Recorrido. |
| --Rh | = | Radio Hidráulico. |
| --v | = | Velocidad del caudal de diseño. |
| --V | = | Velocidad a sección llena. |
| --Viv | = | Vivienda. |
| --S | = | Pendiente del terreno. |
| --Seg. | = | Segundos. |

INTRODUCCION :

En toda comunidad, la salud colectiva es la base de su existencia y de su mayor o menor prosperidad. La salud pública está mayormente asegurada mediante el control de las enfermedades y en especial de su prevención, aplicando un control científico a las condiciones desfavorables, tales como los agentes de infección; las enfermedades transmisibles son las que en este caso requieren ser bien controladas, ya que ellas se extienden a través de medios básicos de subsistencia como el agua, los alimentos y el aire.

Por ser el agua el elemento más necesario a la vida y a las actividades de la sociedad, los sistemas de abastecimiento de agua son primordiales, en consecuencia, para toda colectividad. Cuando una ciudad dispone de limitada cantidad de agua para su abastecimiento, tiene problemas de salubridad, problemas de desarrollo de sus industrias y aun de su apariencia estética. De aquí que en primer término se haga necesario suministrar agua a los conglomerados en cantidad suficiente y calidad adecuada.

Afortunadamente, en nuestra época se dispone de los elementos esenciales como materiales, equipos, conocimientos, etc., que hacen posible la construcción de los sistemas para conducir y distribuir adecuadamente el agua necesaria para las actividades de esos conglomerados. También se poseen los conocimientos para hacer que esas aguas llenen las condiciones sanitarias básicas, tales como características físico-químicas no perjudiciales a la salud.

Una de las fuentes de contaminación del agua superficial y subterránea está constituida por las aguas negras o servidas . Las aguas negras son portadoras de gérmenes patógenos, por lo que están asociadas con enfermedades infectocontagiosas, como por ejemplo las gastrointestinales. Además, desde el punto de vista estético, las aguas negras causan mal aspecto y producen olores fétidos, que se generan por la descomposición de las materia orgánica. Por lo que la evacuación de las aguas negras es uno de los problemas que el hombre civilizado ha tenido siempre.

En este estudio se desarrollará el proyecto del sistema que sirve como medio de conducción o transporte de las aguas negras del Fraccionamiento San José Obrero, hacia un sitio seguro y alejado del casco urbano para su tratamiento y disposición final adecuada, como también se desarrollará el proyecto de la red de distribución de agua potable para proveer a la población de un servicio tan indispensable.

JUSTIFICACION :

La no evacuación de las aguas servidas a través de un sistema adecuado generará contaminación del medio ambiente, y también, mal aspecto. Además, las heces humanas no solo tienen significado desde el punto de vista estético y urbanístico, sino también en cuanto a la salud, en relación con la transmisión de enfermedades infecciosas entéricas.

Por otro lado, también existe la necesidad de disponer de agua potable para consumo humano, o sea, agua libre de microorganismos patógenos y de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, y también libre de tóxicos.

Por lo anterior, se hace imperativo el diseño y construcción de la red de distribución de agua potable, y de la red de alcantarillado sanitario, para el mejoramiento de las condiciones sanitarias de los habitantes del fraccionamiento.

OBJETIVOS.**OBJETIVOS GENERALES:**

- a.- Planificar y diseñar la red de drenaje sanitario del fraccionamiento San José Obrero.
- b.- Planificar y diseñar la red de distribución de agua potable.
- c.- Proveer a la COOSAJO el apoyo técnico y asesoría en los diferentes proyectos que impulsa

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- a.- Evitar la proliferación de los insectos portadores de enfermedades
- b.- Evitar los malos olores y el mal aspecto provocado por las aguas negras estancadas
- c.- Realizar el diseño de la red de agua potable y drenajes.
- d.- Elaborar los planos correspondientes.
- e.- Elaborar el presupuesto de materiales y mano de obra de los proyectos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor y Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de Tesis del estudiante Joel Rosas Contreras, titulado PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO Y OBRERO. CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.



Guatemala, mayo de 1,997.

JDIS/bbde



Vertical text or markings along the right edge of the page, possibly a page number or reference code.

CAPITULO UNO.

1.- MONOGRAFIA.

1.1.- UBICACION :

El municipio de Esquipulas colinda al Norte con Quezaltepeque , Santa María Olopa y Camotán (municipios del departamento de Chiquimula) ; al Oriente con Santa Rosa de Copán y Ocotepeque (Honduras); al Sur con Metapán (El Salvador) y al poniente con Concepción Las Minas (municipio del departamento de Chiquimula).

Esquipulas, la cabecera municipal de Esquipulas, está ubicada a 222km de la ciudad capital de Guatemala y a 55km de la cabecera departamental, Chiquimula.

El Fraccionamiento San José Obrero pertenece a la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula y está localizado al noreste de la ciudad. Su topografía es bastante plana (pendiente aproximada 3.00%) y su suelo que es bastante duro, está constituido por una mezcla de arcilla blanca y roca.

1.2.- VIAS DE ACCESO :

El Fraccionamiento San José Obrero dista a dos kilómetros de la ciudad de Esquipulas y se llega por la ruta Guatemala - Honduras de la carretera Panamericana ; siendo éste su acceso principal. Además existen dos vías de

acceso alternas : una que pasa por el Barrio San Sebastián y por la Colonia Linda Vista y la segunda que pasa por el Barrio Chacalapa y se complementa con la ruta Guatemala - Honduras.

1.3.- ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS :

El clima es templado y muy húmedo, la temperatura media anual del ambiente es de 21.3 grados centígrados y la humedad relativa está alrededor del 83% (según estación INSIVUMEH—ESQUIPULAS).

La época lluviosa comprende los meses de Mayo a Octubre. La zona ecológica es de un bosque muy húmedo, subtropical templado ; de acuerdo a la clasificación Holdriège.

1.4.- ACTUVIDADES PRODUCTIVAS :

Los habitantes de Esquipulas tienen una diversidad de ocupaciones, gracias a que este lugar cuenta con varios atributos favorables al desarrollo económico. Entre estos atributos se tienen:

- a.- Es un centro de veneración del Santo Cristo y práctica de la Fé Católica.
- b.- Sus condiciones topográficas y climatológicas son favorables al desarrollo urbano y agrícola.
- c.- Su posición geográfica.

Estas características generan diversidad de fuentes de trabajo de tipo fabril, industrial y comercial.

1.4.1.- AGROPECUARIA ;

Entre los principales cultivos están el maíz, frijol, arroz y café ; y en menor escala el tomate y chile pimiento.

En cuanto a lo pecuario están la producción de leche y sus derivados, como el queso y la crema; pollo de engorde, gallina ponedora y engorde de cerdos.

1.4.2.- COMERCIAL :

La actividad comercial se ha incrementado considerablemente en cuanto a los artículos y servicios que se ofrecen a los peregrinos y turistas, tales como :

- a.- Servicios de hotelería.
- b.- Servicios bancarios.
- c.- Medios de transporte.
- d.- Comedores.
- e.- Ventas de artículos religiosos, etc.

1.5.- AUTORIDADES :

El fraccionamiento San José Obrero es jurisdicción municipal de Esquipulas, por lo que sus habitantes están sujetos a las disposiciones del alcalde municipal de esa localidad. El consejo municipal está integrado por : el alcalde, tres síndicos y cuatro concejales.

1.6.- SERVICIOS PUBLICOS :

En el fraccionamiento, 200 lotes cuentan con servicios de drenaje de aguas negras domiciliarias y agua potable. Para la segunda parte de dicha lotificación se harán, en este estudio, los diseños correspondientes para dotarla de los servicios de drenaje domiciliar y agua potable. La calle principal de este fraccionamiento cuenta con la infraestructura necesaria para dotar a las viviendas del servicio telefónico, por lo que la COOSAJO, propietaria de la lotificación adquirió 15 líneas telefónicas las que serán asignadas a las personas que lo soliciten y construyan su vivienda en este fraccionamiento.

También la COOSAJO ha solicitado al INDE el estudio respectivo para la introducción del servicio de energía eléctrica y alumbrado público.

1.7.- ASPECTOS TOPOGRAFICOS :

Su topografía es ligeramente plana con una pendiente aproximada de 3.00% en la mayor parte del fraccionamiento.

En la sección Sur - Este se incrementa la pendiente, formando una hondonada respecto al resto del fraccionamiento, lo que representa una gran dificultad para la construcción del sistema de drenaje de aguas negras, considerando la dureza del terreno.

1.8.- ASPECTOS DEMOGRAFICOS ;

Según datos aportados por el censo de 1994, en el área urbana de la cabecera municipal viven 15641 habitantes distribuidos en 4122 viviendas, y en todo el municipio 32041 habitantes que viven en 7918 viviendas. La densidad de habitantes por vivienda para la cabecera municipal es de 3.79, equivalente a 4 habitantes por vivienda, sin embargo, según sondeo realizado en las viviendas del fraccionamiento, se estableció que la densidad de habitantes por vivienda es de 6. De manera que para este estudio la densidad de vivienda a utilizar será de 6hab/viv.

CAPITULO DOS.

2.- INVESTIGACION DIAGNOSTICA SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA PARA LAS AREAS QUE LA COOSAJO DESARROLLA :

a.- Para el Fraccionamiento San José Obrero, como para cualquier otro lugar , es muy importante la promoción de la limpieza y eliminación de los desechos hasta lugares alejados del centro de actividad. Solo con estas practicas puede mantenerse el medio ambiente en condiciones aceptables e inócuas ; para lograr esto, es necesario contar con sistemas y procedimientos regulados adecuadamente. Asi por ejemplo : el alcantarillado para evacuar las aguas negras a fin de proteger la salud de la población y mantener el medio ambiente es indispensable, ya que ello generará el bienestar de los habitantes.

b.- Con el desarrollo del suministro de agua a la población y debido al uso del agua para arrastrar o transportar los desechos caseros, es necesario encontrar métodos para el tratamiento de aguas negras antes de la disposición final de las mismas ; entonces, para la conservación de las fuentes de abastecimiento de agua, prevención de enfermedades y molestias, etc., será necesario el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas negras, cuya función, es la eliminación de sólidos orgánicos e inorgánicos, en cantidades suficientes, asi como mejorar la calidad del agua del efluente.

c.- En otro orden de necesidades se sabe que el agua potable es un servicio básico para la vida, por lo que se requiere que sea sanitariamente segura y agradable a los sentidos . Para lograr esto se deberá diseñar y construir el sistema de abastecimiento de agua potable, que contribuirá al mejoramiento de las condiciones sanitarias de los vecinos del lugar.

d.- También entre los trabajos y obras que se ejecuten para poner en condiciones de habitabilidad el fraccionamiento, se deberá facilitar el drenaje de las calles a través de un bombeo mínimo del 3%, con una pendiente no menor del 0.5% y no mayor del 10% ; además construir un sistema de cunetas para evacuar adecuadamente las aguas pluviales hacia desfogues naturales.

e.- En el área recreacional, que tiene una pendiente aproximada del 5%, se requiere ubicar y construir las plataformas (balompié, baloncesto y parqueo) a la altura adecuada, de acuerdo a la rasante de la calle, en el ingreso a la plataforma. Luego la construcción de los muros de contención para estabilizar los taludes de corte y terraplén.

CAPITULO TRES.

3.- ESTUDIOS DE POBLACION :

Para desarrollar un proyecto de agua potable o alcantarillado sanitario es indispensable conocer la población actual y futura a la que se va a beneficiar. En este caso se diseña para un sistema saturado, por lo que conociendo de antemano la cantidad de lotes, el número de servicios asignados al área deportiva, a la escuela y a la iglesia, se proyecta dicha población.

En la ciudad bajo estudio se tiene:

195 servicios para vivienda

4 servicios para el área deportiva

5 servicios para la escuela

3 servicios para la iglesia

esto hace un total de 207 servicios necesarios para cubrir la demanda de evacuación de las aguas negras por medio de un sistema de alcantarillado.

Además también se conoce la densidad de habitantes por vivienda (6hab/viv), por lo que fácilmente se puede estimar la población futura a servir, así :

$$\text{Población futura} = 207 \times 6 = 1242 \text{ hab.}$$

CAPITULO CUATRO.

4.- ESTUDIO TOPOGRAFICO :

Aqui se estableció con precisión las posiciones horizontal y vertical de una red de monumentos de referencia, destinada a servir de base para la ubicación de construcciones diversas.

En este estudio las mediciones de las distancias se hicieron con cinta y plomada en uno o los dos extremos, tratando de mantener la cinta lo más horizontal posible al momento de la lectura.

En cuanto a planimetría, el levantamiento topográfico para la poligonal, se desarrolló utilizando el método de la conservación del acimut, por la facilidad que presenta este método al momento de calcular las proyecciones meridianas y paralelas, ya que los senos y los cosenos de los ángulos acimutales dan los signos correctos de tales proyecciones; para la orientación en cada línea de la poligonal se utilizó el sistema de vuelta de campana. La magnitud del error lineal de este levantamiento topográfico es de 0.17m y la precisión es igual a 0.00011, la que se considera correcta, ya que es menor que la establecida por la Ley de Agrimensura : (0.003). Los datos obtenidos en este levantamiento se utilizaron para calcular las coordenadas totales, las que a su vez sirvieron para dibujar la poligonal. Los registros de la libreta de campo aparecen en la tabla No. 1.

TABLA No. 1

| EST. | P.O. | DISTANCIA | ACIMUT |
|------|------|-----------|------------|
| A | 0 | 011.13 | 220°51'50" |
| A | B | 413.26 | 010°10'00" |
| B | 1 | 011.89 | 229°41'30" |
| B | 2 | 063.14 | 253°57'50" |
| B | C | 150.99 | 003°08'00" |
| C | 3 | 044.65 | 314°28'50" |
| C | D | 204.90 | 099°55'40" |
| D | 4 | 046.06 | 032°56'40" |
| D | E | 085.21 | 195°32'30" |
| E | 5 | 034.96 | 083°12'20" |
| E | F | 161.27 | 184°11'00" |
| F | 6 | 044.99 | 085°29'40" |
| F | G | 095.95 | 202°17'10" |
| G | 7 | 044.97 | 064°26'40" |
| G | 8 | 030.12 | 101°13'00" |
| G | 9 | 003.93 | 068°12'00" |
| G | H | 049.78 | 287°07'10" |
| H | I | 185.24 | 189°11'40" |
| I | 10 | 047.60 | 140°19'30" |
| I | J | 043.45 | 266°00'30" |
| J | 11 | 055.24 | 171°53'50" |
| J | 12 | 006.23 | 222°50'10" |
| J | A | 093.68 | 258°03'40" |

En el levantamiento de altimetría, se determinaron las elevaciones respecto a un plano de referencia, arbitrariamente seleccionado, utilizando el método de nivelación diferencial compuesto.

La nivelación se realizó para conocer las diferencias de elevaciones o desniveles del área del fraccionamiento. Estas diferencias de elevaciones se utilizaron para la elaboración de planos que muestran la configuración general del terreno (plano de curvas) y también para situar obras de construcción de acuerdo a las elevaciones planeadas.

Para desarrollar la nivelación fue necesario establecer puntos de liga, sobre los cuales se toma una lectura sustractiva (LS) y una lectura aditiva (LA). Estos puntos de liga se establecieron cuando el estadal quedó por encima o por debajo del plano o línea visual del aparato, o cuando la visual ya no es muy precisa debido a la distancia.

La libreta de campo para la nivelación de la primera calle del fraccionamiento, aparece en la tabla No. 2. De igual manera se registró la información de la nivelación de las otras calles.

TABLA No. 2

| EST. | L. A. | A. I. | L. S. | COTA |
|------|-------|-------|-------|--------|
| BM0 | 0.40 | 100.4 | | 100.00 |
| 000 | | | 0.86 | 99.54 |
| 020 | | | 0.64 | 99.76 |
| 040 | | | 0.54 | 99.8 |
| 060 | | | 0.64 | 99.76 |
| 070 | | | 0.87 | 99.53 |
| 080 | | | 1.48 | 98.92 |
| 090 | | | 2.64 | 97.76 |
| 100 | 0.28 | 97.08 | 3.60 | 96.80 |
| 110 | | | 1.18 | 95.90 |
| 120 | | | 2.07 | 95.01 |
| 128 | | | 3.05 | 94.03 |
| 130 | 0.36 | 94.18 | 3.26 | 93.82 |
| 140 | | | 1.46 | 92.73 |
| 150 | | | 2.04 | 92.14 |
| 160 | | | 2.57 | 91.61 |

REGRESO PARA CHEQUEO

| | | | | |
|-----|------|--------|------|-------|
| 160 | 3.40 | 95.01 | | 91.61 |
| | 3.26 | 97.79 | 0.48 | 94.53 |
| | 3.39 | 100.85 | 0.33 | 97.46 |
| 000 | | | 1.32 | 99.53 |

CAPITULO CINCO.

5.- DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

DOMESTICAS :

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES :

Las aguas negras domésticas son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población después de haber sido impurificadas por diversos usos.

Esta red de alcantarillado se diseñó para recolectar y evacuar las aguas domésticas a un zanjón natural que va dar al río "El Milagro", uniéndose aguas abajo con las aguas negras de la ciudad de Esquipulas. Las aguas negras domésticas, son típicas de las zonas en donde no se efectúan operaciones industriales o solo en muy corta escala.

La dotación de agua potable se ha considerado de 150 lt/hab/ida, tomando en cuenta el número de habitantes, el clima, las costumbres y el nivel de vida de los habitantes.

El diseño del alcantarillado se desarrolló, siguiendo criterios técnicos de construcción para darle protección a la obra, e hidráulicos para lograr el adecuado funcionamiento y condiciones de autolimpieza del sistema, y de esta manera prolongar o cumplir el período de diseño.

Se reconoce que utilizando métodos hidráulicos, para la evacuación de la materia orgánica proveniente de las actividades de limpieza de las viviendas, se difunde la contaminación fecal, sin embargo la comodidad dentro de la casa para el usuario es innegable, entre otras cosas por no tener que manipular el mismo sus excretas. Un sistema hidráulico se justifica si se tiene suficiente agua, si hay voluntad de pago de los usuarios para cubrir el costo de las instalaciones de recolección, conducción y tratamiento, y es conveniente ya que evita la contaminación desmedida del suelo y los cuerpos de agua receptores

5.2.- PARAMETROS DE DISEÑO :

5.2.1.- CAUDAL DOMICILIAR :

El drenaje domiciliar o doméstico es destinado exclusivamente para evacuar las aguas negras de origen doméstico, y no deberán, en ningún caso drenar las aguas de lluvia en este sistema.

Muchos estudios o autores de proyectos de alcantarillado, estiman que el aporte de aguas negras, oscila entre el 60% y 80% del abastecimiento de agua potable. Para el presente caso, el caudal de aguas negras que se adopta es del 75% de la dotación, entonces :

$$Q_{dom} = (Dot. Agua * \#hab * Porcentaje) / 86400$$

$$Q_{dom} = (150 \text{ lt/hab/ida} * 1242\text{hab} * 0.75) / 86400$$

$$Q_{dom} = 1.617 \text{ lt/seg.}$$

5.2.2.- CAUDAL DE CONEXIONES ILICITAS :

Este caudal es producido por las aguas pluviales, que son evacuadas a través del alcantarillado doméstico o sanitario. Para efecto de diseño se ha considerado estimar, que un porcentaje de las viviendas de la localidad hacen conexiones ilícitas . Según investigaciones en América Latina, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, ha establecido que el caudal de conexiones ilícitas es de 50 lt/hab/día ; valor que se puede utilizar en el presente proyecto, debido a la poca información hidrológica de la región. Entonces se tiene:

$$Q_{ilicito} = (\text{Dot. Ilic.} * \#hab) / 86400$$

$$Q_{ilicito} = 50 \text{ lt/hab/día} * 1242 \text{ hab} / 86400$$

$$Q_{ilicito} = 0.719 \text{ lt/seg}$$

El caudal de conexiones ilícitas está directamente relacionado con la intensidad de lluvia; cuando se cuenta con la información hidrológica confiable, el cálculo del caudal ilícito, se hace utilizando la siguiente formula:

$$Q_{ilicito} = C * I * A / 360. \text{ Donde}$$

$$C = \text{Coeficiente de escorrentía} \quad [\%]$$

$$I = \text{Intensidad de lluvia} \quad [\text{mm/hora}]$$

$$A = \text{Area que es factible conectar} \quad [\text{Ha.}]$$

$$Q_{ilicito} = \text{Caudal ilícito} \quad [\text{m}^3/\text{seg}]$$

5.2.3.- CAUDAL DE INFILTRACION :

El caudal de infiltración es producido por el agua de la capa freática, que entra a la alcantarilla a través de las paredes y juntas de la tubería. La producción de este caudal está directamente relacionado con varios factores :

- a.- Distancia entre el nivel freático del agua subterránea y la tubería del alcantarillado.
- b.- Permeabilidad del terreno.
- c.- Tipo de juntas.
- d.- Calidad de supervisión de construcción y mano de obra utilizada.
- e.- Estación del año.

Esta caudal se calcula en función de la longitud de la tubería (incluyendo la longitud de la conexión domiciliar, que para este caso es de 4m por vivienda) y del tiempo. El caudal de infiltración suele variar entre 12000 y 18000 lt/km/día. Considerando que el Fraccionamiento San José Obrero, está ubicado en una de las partes más altas del valle de la localidad de Esquipulas, se asume que el factor de caudal de infiltración es de 12000 lt/km/día. Luego se tiene:

$$Q_{inf} = (\text{longitud tubería} * \text{factor infiltración}) / 86400$$

$$\text{Longitud tubería} = \text{long. colector} + \text{long. ramales} + 4 * \# \text{casas}$$

$$Q_{inf} = ((1472 + 207 * 4) * 12000 \text{ lt/km/día}) / 86400 * 1000$$

$$Q_{inf} = 0.316 \text{ lt/seg.}$$

5.2.4.- CAUDAL COMERCIAL :

Son las aguas negras que resultan de la actividades de limpieza de los comercios (hoteles, tiendas, comedores, balnearios, etc.). Por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar y puede estimarse entre 600 y 3000 lt/comercio/día.

Se estima que la actividad comercial en el fraccionamiento, se limita al funcionamiento de tiendas y comedores. Asumiendo un total de 5 comercios pequeños con una dotación de 600 lt/comercio/día se tiene:

$$\text{Caudal Comercial} = (\text{Dot.Com.} * \#\text{comercios}) / 86400$$

$$\text{Caudal Comercial} = 600 \text{ lt/com/ida} * 5 \text{ com.} / 86400$$

$$\text{Caudal Comercial} = 0.035 \text{ lt/seg.}$$

5.2.5.- CAUDAL INDUSTRIAL :

Es el agua de desecho de la actividad productiva de las industrias, como plantas procesadoras de alimentos, licoreras, plantas procesadoras de materia prima, etc. El fraccionamiento San José Obrero es de tipo residencial, por lo que no contará con industrias. Luego el caudal industrial es cero.

5.2.6.- FACTOR DE CAUDAL MEDIO (FQM) :

Es el cociente de la suma de los caudales a drenar, a través de la tubería que se diseña y la cantidad de habitantes a servir, así :

--Para el invierno se tiene:

$$FQM = (\text{sumatoria de caudales}) / (\#\text{habitantes})$$

$$FQM = (1.617 + 0.035 + 0.319 + 0.719) / 1242 \text{ hab}$$

$$FQM = 0.0022 \text{ (invierno)}$$

--Para verano se tiene:

$$FQM = (1.617 + 0.035 + 0.319) / 1242$$

$$FQM = 0.0016 \text{ (verano)}$$

El factor de caudal medio siempre deberá estar dentro de los límites

$$0.002 < FQM < 0.005$$

Si el cálculo del factor está dentro de los límites, se utiliza el calculado; de lo contrario se utiliza el límite más cercano al calculado, en este caso se utiliza el valor calculado para invierno, mientras que para verano se utiliza el límite más cercano al calculado, así:

$$\text{--Para el invierno } FQM = 0.0022$$

$$\text{--Para el verano } FQM = 0.0020$$

5.2.7.- FACTOR DE HARMOND (FH) :

Es un factor de seguridad, que involucra a la población a servir en un tramo determinado y que actúa, sobre todo, en las horas pico o de mayor utilización del drenaje.

El cálculo de este factor se efectúa a través de la fórmula de Harmond, así :

$$FH = (18 + \text{SQRT}(P)) / (4 + \text{SQRT}(P))$$

donde P = población en miles.

Este factor se calcula para cada tramo que se diseña.

5.2.8.- CAUDAL DE DISEÑO :

Al caudal de diseño también se le llama caudal máximo. Para calcular el caudal de diseño (q) que fluye por las tuberías en un momento dado, hay que afectar el factor de caudal medio por el factor de Harmond y por el número de habitantes, así :

$$q = FQM * FH * \#hab.$$

El caudal de diseño también se calcula para cada tramo de tubería que se diseña y deberá cumplir con la siguiente especificación :

$$q < Q ; \text{ donde}$$

q = caudal de diseño

Q = caudal a sección llena.

5.2.9.- PERIODO DE DISEÑO :

Es el tiempo durante el cual la obra dará servicio satisfactorio a la población. El periodo de diseño se estima en años. Se asume que el periodo de diseño para este estudio es de 25 años, considerando los siguientes factores :

- a.- Calidad de los materiales.
- b.- Calidad de la mano de obra.
- c.- Aspecto económico y crecimiento demográfico de la población.

d.- Capacidad de administración, operación y mantenimiento del sistema.

e.- Normas del INFOM y la DGOP.

El período de diseño es efectivo a partir de la fecha de construcción de la obra.

5.3.- PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS :

Para reducir costos por excavación la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno, sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir con las siguientes especificaciones hidráulicas que determinan la pendiente apropiada de la tubería :

a.- $q < Q$

donde: q = Caudal de diseño

Q = Caudal a sección llena

b.- $0.6 \text{ m/seg.} < v < 3.00 \text{ m/seg.}$

donde : v = Velocidad del caudal de diseño

c.- $0.1 < d/D < 0.75$

donde : d = tirante

D = Diámetro interno de la tubería.

5.4.- VELOCIDAD DE DISEÑO :

La velocidad del flujo dentro de la tubería, deberá ser tal que no permita la sedimentación de los sólidos que transporta el flujo, y por otro lado, que el flujo no erosione las paredes de la tubería .

La velocidad del flujo (v) deberá cumplir con la siguiente especificación hidráulica, para caudal doméstico o sanitario :

$$0.6 \text{ m/s} < v < 3.00 \text{ m/s}$$

5.5.- FORMULA DE MANING :

Esta fórmula es experimental y se deriva de la fórmula de Chezy ($V=C*(\text{SQRT}(Rh * S))$). Manning descubrió experimentalmente que :

$$C = (Rh^{1/6}) / n$$

Sustituyendo en la fórmula de Chezy y simplificando se tiene:

$$V = ((Rh^{2/3}) * S^{1/2}) / n$$

donde :

V = Velocidad del flujo. [m / s]

Rh = Radio hidráulico. [m]

S = Pendiente de la gradiente hidráulica. [m / m]

n = Coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter.

5.6. - VELOCIDAD DE ARRASTRE :

La velocidad de arrastre es la mínima velocidad del flujo, que evita que los sólidos se sedimenten y que de esta manera destruyan el sistema. Por lo tanto, la velocidad de arrastre es la que asegura un buen funcionamiento del sistema, cuando éste se encuentra funcionando en su límite más bajo, es decir, cuando el valor de la relación d/D es igual a 0.10

5.7.- FACTOR DE RUGOSIDAD :

Es un valor adimensional y experimental, que indica qué tan lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería a utilizar. Varía de un material a otro y se altera con el tiempo.

Los Valores de Factor de Rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, son :

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1.- Superficie de mortero de cemento | 0.011 --- 0.030 |
| 2.- Mampostería | 0.017 --- 0.030 |
| 3.- Tubo de concreto. Diam. <24" | 0.011 --- 0.016 |
| 4.- Tubo de concreto. Diam. >24" | 0.013 --- 0.018 |
| 5.- Tubería de asbesto cemento | 0.009 --- 0.011 |

5.8.- FACTOR DE AREA (FA):

Es la relación total entre el área total a drenar y la longitud total de la tubería del drenaje, y sus dimensionales son Ha/mt. Este factor debe estar comprendido en el siguiente intervalo :

$$0.0035 < FA < 0.0055$$

5.9.- DENSIDAD DE POBLACION :

Es la relación entre el número de habitantes a servir y el área a drenar. Sus dimensionales son Hab/Ha.

5.10.- COTAS INVERT :

Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería. Para el cálculo de las cotas invert se deben considerar las siguientes especificaciones físicas :

a.- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale una tubería, las dos de igual diámetro ; la cota invert de salida deberá estar por lo menos tres centímetros por debajo de la cota invert de entrada.

b.- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale una tubería y son de diferente diámetro ; la cota invert de salida estará por debajo de la cota invert de entrada, como mínimo, la diferencia de los diámetros.

c.- Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale una tubería, todas de igual diámetro ; la cota invert de salida deberá estar, como mínimo, tres centímetros por debajo de la cota invert más profunda de las tuberías que entran.

d.- Cuando a un pozo de visita entran dos o más tuberías y sale una y son de diferente diámetro ; la cota invert de salida deberá estar por debajo de las cotas invert de entrada de acuerdo a :

d.1.- Tres centímetros, como mínimo, por debajo de las tuberías de igual diámetro

d.2.- La diferencia de los diámetros, como mínimo, cuando los diámetros de las tuberías son diferentes.

d.3.- Se tomará como cota invert de salida la que de mayor profundidad.

e.- Cuando a un pozo de visita llega más de una tubería y sale más de una tubería :

e.1.- Solo una de las tuberías que salen es de seguimiento o continuidad ; todas las demás que salen son ramales o tramos iniciales.

e.2.- La altura máxima de cota invert de las tuberías de ramales iniciales deberá ser como mínimo la suma de :

-Altura mínima por trafico 1.00 (traf. liviano)

-Espesor de tubo 0.04 m.

-Diámetro de tubo 0.15 m.

La cota invert de inicio (CII) de ramal inicial se calcula así :

Cota Invert De Inicio (CII) = CT- AMT-ET-DT

donde :

CII = Cota invert de inicio,

CT = Cota de terreno,

AMT = Altura mínima por trafico,

ET = Espesor de la pared de la tubería,

DT = Diámetro interno de la tubería.

La cota invert de inicio se calcula para cada ramal inicial, considerando se respectiva cota de terreno.

Con el objetivo de minimizar el volumen de excavación, por la dureza del terreno, es este proyecto no se cumple con las alturas mínimas de cota invert de ramal inicial, por lo que se recomendó utilizar tubería mas resistente a la comprensión, hasta donde se cumpla con la cota invert de ramal inicial (1.19m).

Debido a que la pendiente de la tubería, en este caso, es contraria a la pendiente del terreno, se encontrará en una corta distancia, la cota invert de inicio que establece la especificación.

e.3 - La cota invert de salida del ramal de seguimiento se calculará de acuerdo a las anteriores especificaciones.

5.11.- DIAMETRO DE LA TUBERIA :

Según el INFOM y la DGC el diámetro mínimo a utilizar para drenaje sanitario es de 8" en el colector principal, mientras que para conexión domiciliar el diámetro mínimo a utilizar es de 6".

En este estudio se asume que el diámetro mínimo para el colector principal , será de 6" y de 4" para la conexión domiciliar, considerando los siguientes aspectos :

- a.- Dureza del terreno.
- b.- Tipo del alcantarillado (doméstico).
- c.- Minimizar la profundidad y ancho de las excavaciones.

La razón de utilizar un diámetro mínimo de 6" en el colector principal, es para disminuir las pendientes y con esto disminuir también el volumen de excavación, lo que al final representa economía en la ejecución del proyecto.

5.12.- POZO DE VISITA :

Son estructuras que se utilizan para darle ventilación y mantenimiento al sistema. La ubicación de un pozo de visita está determinada por una o más de las siguientes situaciones :

- a.- Intersección de dos o más colectores principales.
- b.- Cambio de pendiente y de dirección.
- c.- A cada 100 mt. en línea recta .
- d.- En el extremo superior o inicial de cada ramal.

Siempre que la diferencia de cotas invert, entre la tubería de entrada y de salida en un pozo de visita, sea mayor de 70 cm., deberá diseñarse un accesorio especial que encause el caudal con un mínimo de turbulencia.

5.13.- EJEMPLO DE CALCULO :

Tramo de calcular: PV2-----PV5

--Distancia = 48 m.

--Cotas de terreno :

inicial = 94.02 ; final = 94.40

--Pendiente del terreno (P) :

$$P = (\text{cota inicial} - \text{cota final}) / \text{distancia}$$

$$P = (94.02 - 94.40) * 100 / 48$$

$$P = -0.79\%$$

El signo negativo indica que la pendiente del terreno es contraria a la pendiente de la tubería.

--Cota invert de entrada = 93.13m.

Cuando en un mismo pozo de visita tributan dos o más tramos, se trabaja, en el siguiente tramo con la cota invert más profunda, o sea, con la que tenga el valor más pequeño.

--Cota Invert de salida = 93.10

El diámetro de entrada y salida son iguales, por lo que, se aplicó la primera especificación.

--Factor de caudal medio = 0.002 (verano)

--Cantidad de viviendas a servir :

$$\text{locales} = 4 ; \quad \text{acumuladas} = 28$$

--Densidad de vivienda = 6hab/viv.

--Cantidad de habitantes a servir = 168 hab.

Aquí se incluyen los habitantes de este tramo y los habitantes de los tramos anteriores que tributan a este tramo.

--Factor de Harmond :

$$FH = (18 - \sqrt{0.168}) / (4 + \sqrt{0.168})$$

$$FH = 4.17$$

--Caudal de diseño (q) :

$$q = FOM * FH * \#Hab$$

$$q = 0.002 * 4.17 * 168$$

$$q = 1.40 \text{ lt/seg. (verano)}$$

--Diámetro de tubería (D) = 6"

--Pendiente de tubería (S) = 0.8%

--Velocidad de fluido a sección llena (V) :

Utilizando la formula de Maning se tiene :

$$V = ((D * 0.0254)^{2/3} * S^{1/2}) / n * 4$$

$$V = ((6 * 0.0254)^{2/3} * 0.008^{1/2}) / 0.015$$

$$V = 0.67 \text{ m/seg.}$$

-- Caudal a sección llena (Q) :

De la ecuación de continuidad se tiene:

$$Q = VA ; \quad V = \text{velocidad} ; \quad A = \text{área de la sección}$$

$$Q = 0.67 * \pi * (0.0254 * 6 / 2)^2$$

$$Q=0.01231 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q=12.31 \text{ lt}/\text{seg}$$

$$q/Q = Q_{\text{dis}}/Q_{\text{seccion llena}}$$

$$q/Q = 1.4/12.31$$

$$q/Q = 0.11373$$

Para determinar el valor de las relaciones v/V y d/D , se busca en las tablas de relaciones hidráulicas el valor de q/Q , luego se leen los respectivos valores en la misma fila, en su respectiva columna, así se tiene:

$$v/V = 0.665$$

$$d/D = 0.23$$

Como siguiente paso se determina la velocidad del flujo a sección no llena, (v), así se tiene:

$$v = 0.665 * V$$

$$v = 0.665 * 0.67 \text{ m}/\text{s}$$

$$v = 0.44 \text{ m}/\text{s}$$

Chequeando este valor con la especificación hidráulica de la velocidad se tiene que no cumple, ya que la velocidad del fluido en la tubería es menor con respecto al límite inferior de la velocidad mínima, por lo que en este caso, se debe aumentar la pendiente de la tubería.

Para $S=2\%$, se tiene:

$$V = 1.07 \text{ m}/\text{s}$$

$$Q = 19.47 \text{ lt}/\text{seg}$$

$$q/Q=0.0719$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se tiene que :

$$v/V=0.557$$

$$d/D=0.18$$

La velocidad a sección no llena es :

$$v=0.557*1.07 \text{ m/s}$$

$$v=0.62 \text{ m/seg}$$

Chequeando especificaciones hidráulicas :

1.- Para caudales :

$$q < Q ; \quad (1.40 \text{ lt/seg}) < (19.47 \text{ ltseg}). \quad \text{Bien}$$

2.- Para velocidad :

$$0.6 \text{ m/s} < v < 3 \text{ m/s} ; \quad 0.6 < 0.62 < 3 \quad \text{Bien}$$

3.- Para diámetros :

$$0.10 < d/D < 0.75 ; \quad 0.10 < 0.18 < 0.75 \quad \text{Bien}$$

De lo anterior la pendiente (S) en este tramo queda así : $S=2\%$
(verano).

Verificando para invierno se tiene

$$--FOM=0.0022 \text{ (invierno)}$$

$$--FH= 4.17$$

Caudal de diseño (q) :

$$q = 4.17 * 0.0022 * 168$$

$$q = 1.54 \text{ lt/seg.}$$

Para la velocidad a sección llena se utiliza la ecuación de Manning .

$$V = 1.07 \text{ m/s}$$

Y de la ecuación de continuidad se tiene que :

$$Q = 19.47 \text{ lt/s} \quad (\text{caudal a sección llena})$$

$$q/Q = 1.54/19.47$$

$$q/Q = 0.079096$$

De las tablas de relaciones hidráulicas :

$$v/V = 0.600$$

$$d/D = 0.19$$

La velocidad a sección no llena es :

$$v = 0.600 * 1.07 \text{ m/s}$$

$$v = 0.64 \text{ m/s}$$

Chequeando relaciones hidráulicas :

- | | | | |
|-----|--------------------|--|------|
| 1.- | $q < Q$; | $1.540 \text{ t/s} < 19.47 \text{ lt/s}$ | bien |
| 2.- | $0.6 < v < 3$ | $0.6 \text{ m/s} < 0.64 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ | bien |
| 3.- | $0.1 < d/D < 0.75$ | $0.1 < 0.19 < 0.75$ | bien |

De lo anterior se concluye que la pendiente ($S=2\%$) es adecuada para este tramo en cualquier época del año.

Los datos y resultados de los cálculos para todos los ramales se presentan en la tabla No. 3

CAPITULO SEIS.

6.- DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE :

6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES :

El agua, elemento esencial para la vida, obliga a las comunidades a desarrollar programas para obtener, transportar y distribuir este liquido. Para asegurar su fácil uso y bajo condiciones sanitarias que resguarden la salud de los consumidores, es necesario obtenerlo en forma ininterrumpida.

El agua para que sea potable deberá ser clara, inodora, transparente e insípida (condiciones físicas) ; que no contenga sustancias tóxicas o venenosas (condiciones químicas) ; y que no esté contaminada (condiciones bacteriológicas). A toda fuente que se considere como de posible utilización, se le deberá tomar muestras para aplicarle los análisis fisico-químicos y exámenes bacteriológicos requeridos.

Existen limitaciones en cuanto a las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas, para eliminar la presencia de brotes epidémicos de origen hídrico ; así : Límites de color, olor, sabor y transparencia para evitar reacciones de parte de los consumidores. Limitaciones en cuanto a las concentraciones de sustancias tóxicas, que son perjudiciales al organismo. Contenido limite de minerales que comunican sabores desagradables, además de provocar disturbios fisiológicos perjudiciales al hombre, como la presencia de sulfatos de magnesio

o sodio (sales de Epsom y Glauber), que poseen propiedades laxativas al pasar de ciertos límites, a la vez que comunican al agua sabores amargos y desagradables. La dureza, que es la presencia de magnesio y calcio, consume excesivamente el jabón, y tiende, con la presencia de carbonatos, a adquirir propiedades depositantes que obstruyen los conductos. El cloruro de sodio, que en determinadas concentraciones le comunica un sabor salobre a las aguas. Los fluoruros, que pueden desfigurar el esmalte de los dientes de la población infantil, tiñéndoseles en forma muy notoria. El hierro y el manganeso, que comunican colores rojizo y marrón negruzco a las aguas.

El agua obtenida de la fuente (captación) , usualmente debe tratarse antes de que llegue a los consumidores. Los métodos usados para el tratamiento incluyen, entre otros, el uso de mallas, sedimentación, productos químicos, filtración a través de lechos de arena. La red de distribución de agua potable que se diseñó en este proyecto, se conectará al sistema que abastece a la población de Esquipulas, por lo que no será necesario hacer los análisis físico-químicos y bacteriológicos requeridos, ya que, La COOSAJO compró, a la municipalidad de Esquipulas, 200 títulos que le acreditan igual número de servicios de agua potable.

En este fraccionamiento el consumo, en su gran mayoría, se considera de tipo doméstico, y en menor escala será de tipo comercial (5 comercios pequeños : tiendas y comedores).

El agua para consumo domestico se utiliza en .

- Aseo personal
- Limpieza
- Lavado de ropa
- Cocina

6.2.- PARAMETROS DE DISEÑO :

6.2.1.- PERIODO DE DISEÑO :

Se considera como tal el tiempo (en años), durante el cual la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. El periodo de diseño es efectivo a partir del inicio del funcionamiento del proyecto.

El periodo de diseño se asume que es de 25 años considerando las siguientes situaciones :

- a.- La calidad de los materiales
- b.- La calidad de la mano de obra
- c.- Capacidad de administración, operación y mantenimiento des sistema
- d.- Aspecto económico y crecimiento demográfico de la población
- e.- Normas del INFOM y DGOP.

6.2.2.- POBLACION DE DISEÑO :

Este proyecto es exclusivo del Fraccionamiento San José Obrero, por lo que se conoce de antemano el número de habitantes a servir ; considerando este aspecto, el diseño se desarrollará con base a un sistema saturado. Para el cálculo de la población de diseño se consideran 191 servicios para vivienda, 25 servicios para el área deportiva, 25 servicios para la escuela, 5 servicios para la iglesia y 8 servicios para el centro de salud ; para un total de 254 servicios. Para nuestros cálculos vamos a considerar que son 254 viviendas.

La población de diseño será entonces :

$$\text{Pob.Dis.} = (\#viviendas) * (\text{Densidad de hab/vivienda})$$

$$\text{Pob.Dis} = 254\text{viv} * 6\text{hab/viv.}$$

$$\text{Pob.Dis} = 1524 \text{ habitantes.}$$

6.2.3.- DOTACION :

Es el volumen de agua que consume una persona. Este consumo estará afectado en proporción directa con :

- Número de habitantes.
- El mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales y/o industriales.
- Nivel de vida.

La dotación está formada por

- Caudal doméstico

--Caudal industrial

--Caudal comercial

--Caudal público.

A estos consumos se deberá agregar un porcentaje de pérdidas por fugas y mal uso del agua.

Factores que afectan la dotación :

--Tamaño de la ciudad

--Calidad del agua y su costo

--Continuidad del servicio

--La existencia de drenajes de aguas negras

Generalmente poblaciones pequeñas presentan consumos bajos en relación a ciudades grandes y bien desarrolladas debido a la ausencia de industrias y a veces también de un sistema de alcantarillado, también al bajo porcentaje del área recreacional que amerite riego y mantenimiento.

El consumo también puede estar influido por factores climatológicos y/o sociales . Por lo anterior y considerando especificaciones del INFOM, de la Dirección General de Obras Publicas y normas de urbanismo se establece que la dotación para este estudio será así :

Dotación = 150 lt/hab/día

La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de la población, con la finalidad de que ésta desarrolle sus actividades de la mejor forma posible. En la elección de la dotación, recae gran responsabilidad en la eficiencia con la que un acueducto prestará su futuro servicio. Las causas de la disminución de la vida útil en los acueductos, va desde una mala construcción de las obras, hasta un consumo muy superior a la dotación, inicialmente considerada.

6.2.4.- FACTORES DE VARIACIONES NORMALES :

Los factores de variaciones normales son dos :

- 1.- Factor de Hora Máximo
- 2.- Factor de Día Máximo

Conforme menor es la comunidad, más variable es el consumo. La variabilidad depende también de las costumbres de la población que se estudia. Existen amplias diferencias de consumo de agua entre las comunidades, por lo que los factores de variación normal son muy difíciles de cuantificar, sin embargo, los valores más usados están dentro de los siguientes intervalos :

Factor de Hora Máximo [2.....3]

Factor de Día Máximo [1.2.....2]

6.2.4.1.- FACTOR DE HORA MAXIMO :

La selección de este factor, se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. Para poblaciones grandes el consumo es

bastante uniforme por lo que el factor de hora máximo es pequeño ; mientras que para poblaciones pequeñas el consumo es muy variable por lo que el factor de hora máximo es grande. El consumo del agua no es uniforme durante todas las horas del día ; durante la noche es casi nulo y conforme las actividades de la población comienzan a desarrollarse, en el transcurso del día, se modifica el valor del consumo. El número de veces que se incrementa el caudal medio, para satisfacer la demanda, es conocido como Factor de Hora Máximo. Para este estudio, por no tener información, se asume que el Factor de Hora Máximo es de 2.5

6.2.4.2.- FACTOR DE DIA MAXIMO :

El coeficiente o factor de día de mayor consumo, está definido como la relación entre el valor del consumo máximo diario registrado en el año y el consumo medio diario relativo a ese año. En este estudio, por no tener información, se asume que el Factor de Día Máximo es de 1.5

6.3.- CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD) :

Se expresa en lt/seg., y está en función de la población futura a servir y la dotación, así se tiene :

$$QMD = (Pob.Fut. * Dotación) / 86400$$

$$QMD = (1524 \text{ Hab} * 150 \text{ lt/hab/día}) / 86400$$

$$QMD = 2.646 \text{ lt/seg}$$

6.4.- CAUDAL DE HORA MAXIMO (QHM) :

Se utiliza para diseñar la red de distribución, está en función del factor de hora máxima y el caudal medio diario, así se tiene:

$$QHM = FHM * QMD$$

$$QHM = 2.5 * 2.646 \text{ lt/seg}$$

$$QHM = 6.61 \text{ lt/seg}$$

6.5.- CAUDAL DE DIA MAXIMO (QDM) :

Se utiliza para diseñar la línea de conducción, está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario, así se tiene:

$$QDM = FDM * QMD$$

$$QDM = 1.5 * 2.646 \text{ lt/seg}$$

$$QDM = 3.97 \text{ lt/seg}$$

6.6.- CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION POR MEDIO DEL METODO DE HARDY CROSS :

6.6.1.- GENERALIDADES DEL METODO :

Es un método de tanteos, que consiste en suponer los caudales en todas las ramas de la red, a continuación hacer un balance de las pérdidas de carga calculadas. Para que los caudales en cada rama del circuito sean los correctos se habrá de cumplir que las pérdidas por cualquier ruta sean iguales. El método de Hardy Cross sirve para chequear las condiciones propuestas por el ingeniero diseñador de la red

Generalmente, es suficiente corregir los gastos hasta que las modificaciones a estos gastos, sean menores del 5% de diferencia, dependiendo de la precisión del diseño. Los gastos originalmente asumidos, no deben variar con esas correcciones en más del 10%, de lo contrario es preferible ajustar el diseño con nuevos diámetros.

6.6.2.- APLICACIÓN DEL METODO DE CROSS :

- 1.- Definir los puntos de consumo y sus respectivos gastos o consumos.
- 2.- Suponer los caudales iniciales para cada tramo, verificar que se cumpla el principio de continuidad en cada nudo. (Los caudales que llegan sean igual en valor a la suma de los caudales salientes.)
- 3.- Establecer la distancia de cada tramo.
- 4.- Asumir los diámetros, considerando la velocidad máxima en las tuberías, las presiones disponibles y la pérdida de carga tolerada en la red.
- 5.- Para cada tramo se calcula la pérdida de carga, así :

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.852}) / ((D^{4.87}) * (C^{1.852})); \text{ donde}$$

H_f = Pérdida de carga [m]

L = Longitud del tramo [m]

Q = Caudal [lt/seg]

D = Diámetro de la tubería [pulgadas]

C = Coeficiente de rugosidad.

En el presente proyecto se trabajará con tubo PVC por lo que el coeficiente de rugosidad será de 140 ($C=140$).

6.- Se suman las pérdidas de carga en cada circuito en el sentido de las agujas del reloj, teniendo en cuenta la colocación correcta de los signos. (Si la suma de las pérdidas de carga fuera nula, o casi nula, los caudales que provocan esta situación son los correctos).

7.- Se suman los valores H_f/Q ; calculando a continuación la corrección de los caudales de cada circuito, así:

$$\text{Corrección} = (\text{Sumatoria } H_f) / (-1.85 * (\text{Sumatoria } (H_f/Q)))$$

8.- Se corrige el caudal de cada una de las tuberías, así:

$$\text{Caudal Corregido} = \text{Caudal} - \text{Corrección}$$

Para los casos en que una tubería pertenezca a dos circuitos, debe de aplicarse como corrección al caudal supuesto, en esta tubería, la diferencia de las dos correcciones.

9.- Se continúa de forma análoga, hasta que los valores de las correcciones sean despreciables o los caudales corregidos no varien en más del 5%.

Fig. No. 1

USAC FACULTAD DE INGENIERIA

ALCANTARILLADO DOMESTICO

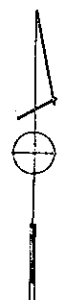
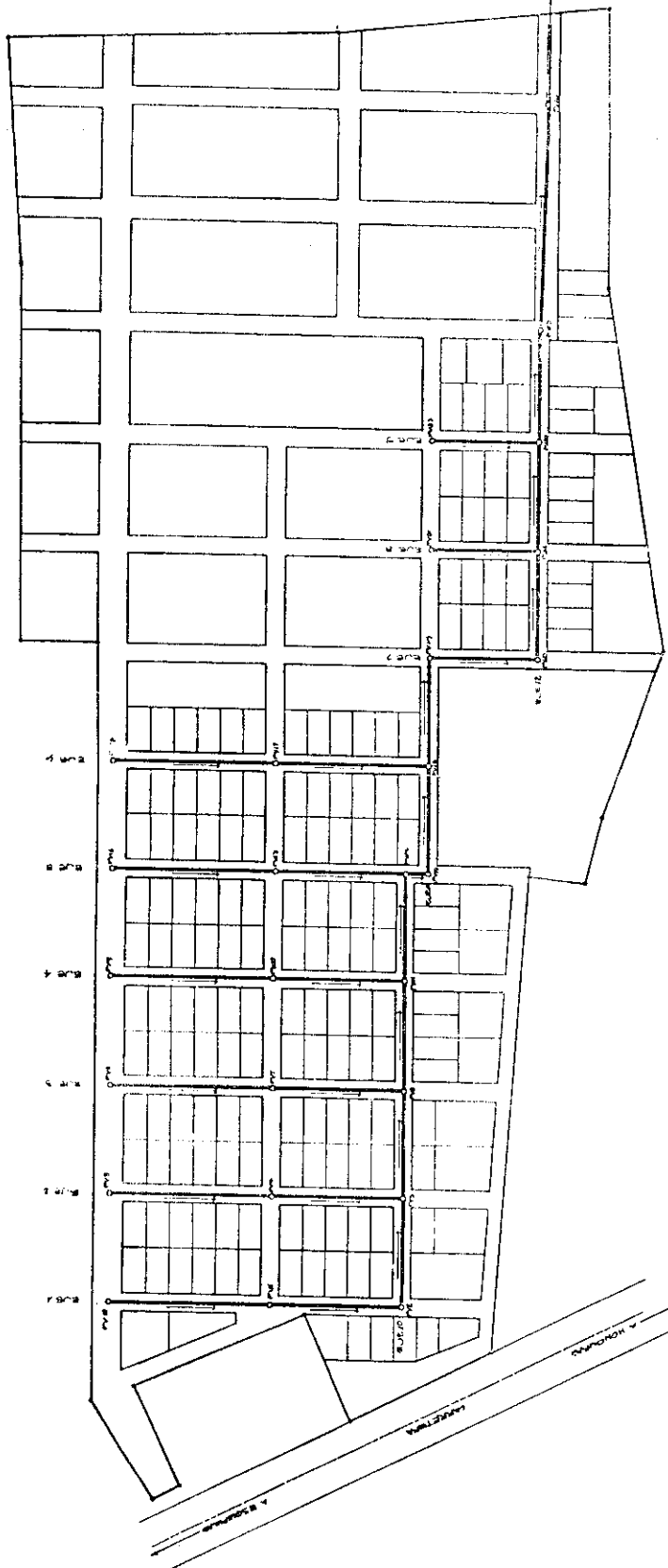
ESQUIPULAS

COOAJU

PLANTA DE CONJUNTO DEL MED DE ALCANTARILLADO DEL SAN JOSE OSERNO

ESCALA: 1:1000
FECHA: 26 AGOSTO 1988
PROYECTISTA: JOEL ROSAS CONTRERA

HOJA No. 1



Para asumir los diámetros se consideran las presiones disponibles y las pérdidas, así se tiene:

Para las presiones disponibles, tomando en cuenta las cotas de terreno y que la piezométrica en A vale 120 mca. se calculan y se anotan en la tabla No 4.

T A B L A No 4

| Estación | Cota de Terreno | Carga Disponible [maca] |
|----------|-----------------|-------------------------|
| A | 99.53 | 20.0 |
| B | 94.67 | 25.3 |
| C | 95.90 | 24.1 |
| D | 99.53 | 20.5 |
| E | 95.64 | 24.4 |
| F | 94.02 | 26.0 |
| G | 94.65 | 25.3 |
| H | 92.90 | 27.1 |
| I | 93.22 | 26.8 |
| J | 93.93 | 26.1 |

En este proyecto se pretende proveer el servicio con una presión de 15 mca como mínimo, por lo que la pérdida (Hf) de acuerdo a la disponibilidad de carga en cada recorrido del sistema, deberá ser menor que 10 mca ($H_f < 10 \text{ mca}$)

Ahora se calculan las pérdidas de carga en cada tramo, para cuatro diámetros de tubería con los caudales iniciales y distancias ya dados. Luego se elige la combinación mas adecuada, de acuerdo a la pérdida permitida (10 mca) en cada recorrido. Los datos y resultados de los cálculos se tabulan en la tabla No. 5

TABLA No. 5

Pérdida de Carga (Hf) por tramo

Diámetros en pulgadas

| Tramo | 1.5" | 2.0" | 2.5" | 3.0" |
|-------|------|------|------|------|
| AK | 28.2 | 6.9 | 2.34 | 1.0 |
| KB | 16.5 | 4.1 | 1.4 | 0.6 |
| BC | 3.9 | 1.0 | 0.3 | 0.1 |
| AD | 16.0 | 4.0 | 1.3 | 0.6 |
| DL | 7.8 | 1.9 | 0.6 | 0.3 |
| LC | 2.4 | 0.6 | 0.2 | 0.01 |
| CE | 3.9 | 1.0 | 0.3 | 0.1 |
| DF | 3.8 | 0.9 | 0.3 | 0.1 |

| | | | | |
|----|-----|------|------|------|
| FM | 7.8 | 1.9 | 0.6 | 0.3 |
| ME | 5.3 | 1.3 | 0.4 | 0.2 |
| EG | 4.5 | 1.1 | 0.4 | 0.2 |
| GP | 1.9 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
| PH | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| HI | 0.1 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| GJ | 1.2 | 0.8 | 0.1 | 0.04 |
| JR | 1.8 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
| IR | 0.1 | 0.02 | ---- | ---- |

La dimensional de las pérdidas de carga, en la anterior tabla, es en metros columna de agua [mca]

Las combinaciones o recorridos más adecuados de acuerdo a la pérdida permitida (14 mca) se anotan en la tabla No. 6.

TABLA No. 6.

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|----------|
| Rec | A | K | B | C | E | G | P | H | I | R | Hf Total |
| Hf | 1.0 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 7.7 mca |
| D | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | |
| Rec | A | K | B | C | E | G | J | R | | | Hf Total |
| Hf | 1.0 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | | | | 9.8 mca |
| D | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | | | |
| Rec | A | D | L | C | E | G | P | H | I | R | Hf total |
| Hf | 1.3 | 1.9 | 0.6 | 1.0 | 1.1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 6.8 mca |
| D | 2.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | |
| Rec | A | D | L | C | E | G | J | R | | | Hf Total |
| Hf | 1.3 | 1.9 | 0.6 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | | | | 8.9 mca |
| D | 2.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | | | |
| Rec | A | D | F | M | E | G | P | H | I | R | Hf Total |
| Hf | 1.3 | 0.9 | 1.9 | 1.3 | 1.1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 7.4 mca |
| D | 2.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | |
| Rec | A | D | F | M | E | G | J | R | | | Hf Total |
| Hf | 1.3 | 0.9 | 1.9 | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | | | | 9.5 mca |
| D | 2.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | | | | |

Donde

Rec = Recorrido

Hf = Pérdida de carga en el tramo

$H_f \text{ Total} = \text{Pérdida de carga en el recorrido}$

Se concluye que los diámetros son aceptables en las combinaciones anteriormente descritas, ya que, las pérdidas en cada combinación o recorrido son menores que 10 mca.

Ahora se chequeará, por medio del Método Iterativo de Hardy Cross, los diámetros anteriormente propuestos. Los datos necesarios para la aplicación del método de Hardy Cross, aparecen en la figura número dos. Los datos y los resultados de los cálculos se tabulan en una tabla de la siguiente manera (ver tablas del 7 al 12)

Para el circuito no. 1 PRIMERA ITERACION :

TABLA No. 7

| Tramo | D | Long | Qo | Hf | Hf/Qo | Correccion | Q1. |
|-------|-----|------|--------|-----------|----------|-------------------|-----------|
| A—K | 3 | 120 | 3.306 | 0.964317 | 0.291687 | 0.217726 | 3.523726 |
| K---B | 3 | 120 | 2.473 | 0.563277 | 0.227771 | 0.217726 | 2.690726 |
| B---C | 2 | 68 | 1.536 | 0.951831 | 0.619681 | 0.217726 | 1.753726 |
| A---D | 2.5 | 68 | -3.306 | -1.327884 | 0.401659 | 0.217726 | -3.088274 |
| D---L | 2 | 120 | -1.653 | -1.924318 | 1.164136 | 0.217726-0.071268 | -1.506542 |
| L---C | 2 | 120 | -0.872 | -0.588670 | 0.675080 | 0.217726-0.071268 | -0.725542 |
| Sumas | | | | -1.361447 | 3.380015 | | |

Como ejemplo del cálculo se tiene para el tramo A—K

$$H_f = (1773.811 * L * (Q^{1.852})) / ((D^{4.87}) * (C^{1.852}))$$

$$H_f = 1743.811 * 120 * (3.306^{1.852}) / ((3^{4.87} * (140^{1.852}))$$

$$H_f = 0.964317 \text{ mca}$$

$$H_f/Q_0 = 0.964317 / 3.306 = 0.291687$$

Para el circuito uno se tiene que la corrección es así :

$$\text{Corrección} = -(\text{Sumatoria } H_f) / (1.85 * \text{Sumatoria } H_f/Q)$$

$$\text{Corrección} = -(-1.361447) / 1.85 * 3.380015$$

$$\text{Corrección} = 0.217726$$

Para la corrección del caudal de un tramo que es común a dos circuitos, con el tramo D—L, que pertenece a los circuitos I y II, se procede así :

Para el circuito I :

$$\text{Corrección D--L} = (\text{Corrección Circuito I}) - (\text{Corrección Circuito II})$$

$$\text{Corrección D--L} = 0.217726 - 0.071268$$

$$\text{Corrección D--L} = 0.146458$$

Para el circuito II

$$\text{Corrección D---L} = (\text{Corrección Circuito II}) - (\text{Corrección Circuito I})$$

$$\text{Corrección D—L} = 0.071268 - 0.217726$$

$$\text{Corrección D—L} = -0.146458$$

El caudal por tramo que se utilizará en la siguiente iteración , es la suma del caudal actual respectivo y la corrección, así :

$$Q_1 = Q_0 + \text{Corrección}$$

$$Q_1 = 3.306 + 0.217726 = 3.523726 \text{ (Para el tramo AK)}$$

$Q_1 = 3.527726$ lt/seg. (Caudal del tramo A-K en la siguiente iteración)

Y así de esta manera se van corrigiendo los caudales para las siguientes iteraciones, hasta que se alcance la precisión deseada.

Para el circuito no. 2 PRIMERA ITERACION :

TABLA No. 8

| Tramo | D | Long | Qo | Hf | Hf/Qo | Corrección | Q1. |
|-------|---|------|--------|-----------|----------|-------------------|-----------|
| D—L | 2 | 120 | 1.653 | 1.924318 | 1.164137 | 0.071268-0.217726 | 1.506542 |
| L---C | 2 | 120 | 0.872 | 0.588670 | 0.675080 | 0.071268-0.217726 | 0.725542 |
| C---E | 2 | 68 | 1.549 | 0.966804 | 0.624147 | 0.071268 | 1.620268 |
| D---F | 2 | 58 | -1.653 | -0.930087 | 0.562666 | 0.071268 | -1.581732 |
| F—M | 2 | 120 | -1.653 | -1.924318 | 1.164136 | 0.071268 | -1.581732 |
| M---E | 2 | 120 | -1.341 | -1.306272 | 0.974103 | 0.071268 | -1.269732 |
| Sumas | | | | -0.680885 | 5.164219 | | |

Para el circuito no. 3 PRIMERA ITERACION :

TABLA No. 9

| Tramo | D | Long | Qo | Hf | Hf/Qo | Corrección | Q1. |
|-------|-----|------|--------|-----------|----------|------------|-----------|
| G—P | 2 | 120 | 1.005 | 0.459408 | 0.457122 | 0.265435 | 1.270435 |
| P---H | 2 | 120 | 0.693 | 0.230794 | 0.333036 | 0.265435 | 0.958435 |
| H---I | 1.5 | 68 | 0.303 | 0.134952 | 0.445386 | 0.265435 | 0.568435 |
| G---J | 1.5 | 58 | -1.000 | -1.231820 | 1.231820 | 0.265435 | -0.734565 |
| J—R | 1.5 | 120 | -1.000 | -1.847729 | 1.847729 | 0.265435 | -0.734565 |
| R---I | 1.5 | 120 | -0.192 | -0.086959 | 0.452909 | 0.265435 | 0.073435 |
| Sumas | | | | -2.341357 | 4.768002 | | |

Para el circuito 3 la TERCERA ITERACION es así :

TABLA No. 10

| Tramo | D | Long | Q2 | Hf | Hf/Q2 | Corrección | Q3. |
|-------|-----|------|-----------|-----------|----------|------------|-----------|
| G--P | 2 | 120 | 1.290683 | 0.730171 | 0.565724 | -0.000090 | 1.290593 |
| P--H | 2 | 120 | 0.978683 | 0.437377 | 0.446903 | -0.000090 | 0.978593 |
| H--I | 1.5 | 68 | 0.588683 | 0.461708 | 0.784307 | -0.000090 | 0.588593 |
| G--J | 1.5 | 58 | -0.714317 | -0.660622 | 0.924831 | -0.000090 | -0.714407 |
| J--R | 1.5 | 120 | -0.714317 | -0.990933 | 1.387246 | -0.000090 | -0.714407 |
| R--I | 1.5 | 120 | 0.093683 | -0.023023 | 0.245750 | -0.000090 | 0.093593 |

Sumas 0.000723 4.354762

Como se puede ver para el Circuito 3, en la tabla No. 10. los caudales de la segunda iteración se consideran aceptables, ya que la corrección en la tercera iteración es casi nula (0.00009). también la sumatoria de las pérdidas de carga es casi nula (0.000723).

Para el circuito no. 1 LA CUARTA ITERACION es así :

TABLA No. 11

| Tramo | D | Long | Q3 | Hf | Hf/Q3 | Corrección | Q4. |
|-------|-----|------|---------|-----------|----------|-------------------|-----------|
| A--K | 3 | 120 | 3.6044 | 1.131683 | 0.313973 | 0.007425 | 3.611821 |
| K--B | 3 | 120 | 2.7714 | 0.695583 | 0.250986 | 0.007425 | 2.778821 |
| B--C | 2 | 68 | 1.8344 | 1.322368 | 0.720874 | 0.007425 | 1.841821 |
| A--D | 2.5 | 68 | -3.0076 | -1.114489 | 0.370557 | 0.007425 | -3.000179 |
| D--L | 2 | 120 | -1.5200 | -1.647521 | 1.083867 | 0.007425-0.013973 | -1.526588 |
| L--C | 2 | 120 | -0.7390 | -0.433320 | 0.586328 | 0.007425-0.013973 | -0.745588 |

Sumas -0.045696 3.326585

USAC. FAC. DE INGENIERIA.

UNIDADE P.S

Fraccionamiento San José Obrero

Esquipulas

Chiquimula

Calculo : Joel Rosas Contreras

Asesor : Ing. Juan Merck Cos.

TABLA No. 3

| Ord. F.V. No. | AL F.V. No. | COTA TERRESTRE INICIAL | COTA TERRESTRE FINAL | LONGITUD INICIAL | LONGITUD FINAL | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION | ANGULO DE INCLINACION |
|---------------|-------------|------------------------|----------------------|------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 1 | 99.53 | 99.53 | 70 | 00.00 | 12 | 12 | 77 | 1.28 | 0.02 | 0 | 4.00 | 0.02 | 27.54 | 98.65 | 95.83 | 0.50 | 3.70 | 128.80 | |
| 1 | 2 | 99.53 | 94.02 | 60 | 9.18 | 12 | 24 | 144 | 4.20 | 1.21 | 0 | 4.60 | 0.79 | 29.53 | 95.80 | 93.13 | 3.71 | 0.89 | 107.20 | |
| 2 | 5 | 94.02 | 94.40 | 48 | 0.79 | 4 | 28 | 168 | 4.17 | 1.40 | 0 | 2.00 | 0.02 | 19.47 | 93.10 | 92.14 | 0.92 | 2.26 | 61.10 | |
| 3 | 4 | 98.62 | 98.75 | 76 | -0.19 | 12 | 11 | 73 | 4.76 | 0.03 | 0 | 4.00 | 0.03 | 27.54 | 97.60 | 94.85 | 1.69 | 3.93 | 138.00 | |
| 4 | 5 | 98.75 | 94.40 | 60 | 7.25 | 10 | 22 | 132 | 4.21 | 1.11 | 0 | 2.50 | 0.02 | 21.77 | 93.79 | 93.33 | 3.96 | 1.06 | 116.50 | |
| 5 | 8 | 94.40 | 95.32 | 48 | -1.92 | 4 | 54 | 324 | 4.00 | 2.03 | 0 | 1.20 | 0.02 | 15.08 | 92.11 | 91.59 | 2.29 | 3.79 | 116.70 | |
| 6 | 7 | 97.80 | 97.89 | 70 | -0.13 | 12 | 12 | 72 | 4.26 | 0.02 | 0 | 4.00 | 0.02 | 27.54 | 96.80 | 94.00 | 1.60 | 3.89 | 136.90 | |
| 7 | 8 | 97.89 | 95.32 | 60 | 4.28 | 10 | 22 | 132 | 4.21 | 1.11 | 0 | 2.50 | 0.02 | 21.75 | 93.07 | 92.57 | 3.92 | 2.86 | 155.99 | |
| 8 | 11 | 95.32 | 96.24 | 48 | -1.92 | 0 | 82 | 492 | 3.98 | 3.91 | 8 | 1.00 | 0.02 | 23.65 | 91.48 | 91.00 | 3.83 | 1.23 | 174.30 | |
| 9 | 10 | 96.63 | 97.48 | 70 | -1.21 | 15 | 12 | 72 | 4.28 | 0.02 | 0 | 4.00 | 0.02 | 27.54 | 95.65 | 92.83 | 1.66 | 4.05 | 158.20 | |
| 10 | 11 | 97.48 | 96.24 | 60 | 2.67 | 10 | 22 | 132 | 4.21 | 1.11 | 0 | 2.50 | 0.02 | 21.75 | 92.50 | 91.35 | 4.68 | 4.89 | 122.00 | |
| 11 | 14 | 96.24 | 96.76 | 48 | -1.68 | 0 | 110 | 660 | 3.94 | 5.10 | 8 | 0.70 | 0.00 | 24.81 | 90.95 | 90.00 | 5.79 | 6.15 | 219.00 | |
| 12 | 13 | 95.66 | 96.66 | 70 | -1.40 | 12 | 12 | 72 | 4.28 | 0.02 | 0 | 4.00 | 0.02 | 27.54 | 94.89 | 92.09 | 0.79 | 4.57 | 150.10 | |
| 13 | 14 | 96.66 | 96.76 | 60 | -0.17 | 10 | 22 | 132 | 4.21 | 1.11 | 0 | 2.50 | 0.02 | 21.75 | 92.50 | 90.60 | 3.66 | 6.15 | 249.40 | |
| 14 | 15 | 96.76 | 96.41 | 10 | 3.50 | 1 | 133 | 798 | 3.86 | 6.16 | 8 | 0.60 | 0.00 | 22.97 | 90.50 | 90.50 | 6.20 | 5.91 | 48.40 | |
| 15 | 18 | 96.11 | 95.61 | 18 | 1.60 | 0 | 133 | 798 | 3.86 | 6.16 | 8 | 0.60 | 0.00 | 22.97 | 90.17 | 90.18 | 5.91 | 5.16 | 218.90 | |
| 16 | 17 | 94.67 | 95.90 | 70 | 1.76 | 12 | 12 | 72 | 4.26 | 0.02 | 0 | 3.50 | 0.00 | 25.72 | 94.62 | 91.57 | 0.65 | 4.33 | 139.40 | |
| 17 | 18 | 95.90 | 95.64 | 70 | 0.37 | 12 | 24 | 144 | 4.20 | 1.21 | 0 | 2.00 | 0.00 | 19.52 | 91.74 | 90.18 | 4.36 | 5.46 | 267.10 | |
| 18 | 19 | 95.64 | 94.65 | 48 | 2.06 | 0 | 157 | 947 | 3.82 | 7.19 | 8 | 0.60 | 0.02 | 22.97 | 90.13 | 89.84 | 5.54 | 4.81 | 198.10 | |
| 19 | 20 | 94.65 | 93.93 | 48 | 1.56 | 0 | 160 | 960 | 3.80 | 7.57 | 8 | 0.50 | 0.00 | 20.97 | 89.81 | 89.57 | 4.64 | 4.30 | 176.60 | |
| 20 | 22 | 93.93 | 93.80 | 48 | 0.27 | 10 | 176 | 1056 | 3.78 | 7.99 | 8 | 0.50 | 0.01 | 20.97 | 89.54 | 89.30 | 4.89 | 4.50 | 170.50 | |
| 21 | 22 | 94.21 | 93.80 | 18 | 0.85 | 8 | 8 | 46 | 4.32 | 0.41 | 0 | 5.40 | 0.00 | 32.00 | 94.21 | 90.62 | 1.00 | 3.18 | 80.30 | |
| 22 | 21 | 93.80 | 93.69 | 48 | 0.23 | 5 | 189 | 1134 | 3.76 | 8.54 | 8 | 0.50 | 0.02 | 20.97 | 89.25 | 89.01 | 4.55 | 4.08 | 177.20 | |
| 23 | 24 | 93.63 | 93.69 | 18 | -0.13 | 8 | 8 | 46 | 4.32 | 0.41 | 0 | 5.40 | 0.00 | 32.00 | 92.63 | 90.04 | 1.60 | 3.65 | 89.30 | |
| 24 | 25 | 93.69 | 93.22 | 48 | 0.98 | 4 | 201 | 1206 | 3.75 | 9.03 | 8 | 0.50 | 0.02 | 20.97 | 88.96 | 88.72 | 1.75 | 4.50 | 177.20 | |
| 25 | 26 | 93.22 | 90.55 | 90 | 2.78 | 0 | 207 | 1242 | 3.74 | 9.28 | 8 | 0.50 | 0.03 | 20.97 | 88.69 | 88.21 | 4.53 | 2.34 | 263.80 | |

6.6.3.- EJEMPLO:

En la figura 2, se indican las distancias de cada tramo, los puntos de consumo con sus respectivos caudales, los caudales iniciales asumidos para cada tramo, las cotas de terreno en los puntos de consumo y el sentido del análisis.

En la figura 2, aparece la información necesaria para elegir los posibles diámetros de la tubería de la red de distribución de agua potable. Luego estos diámetros serán chequeados por medio del método de Hardy Cross.

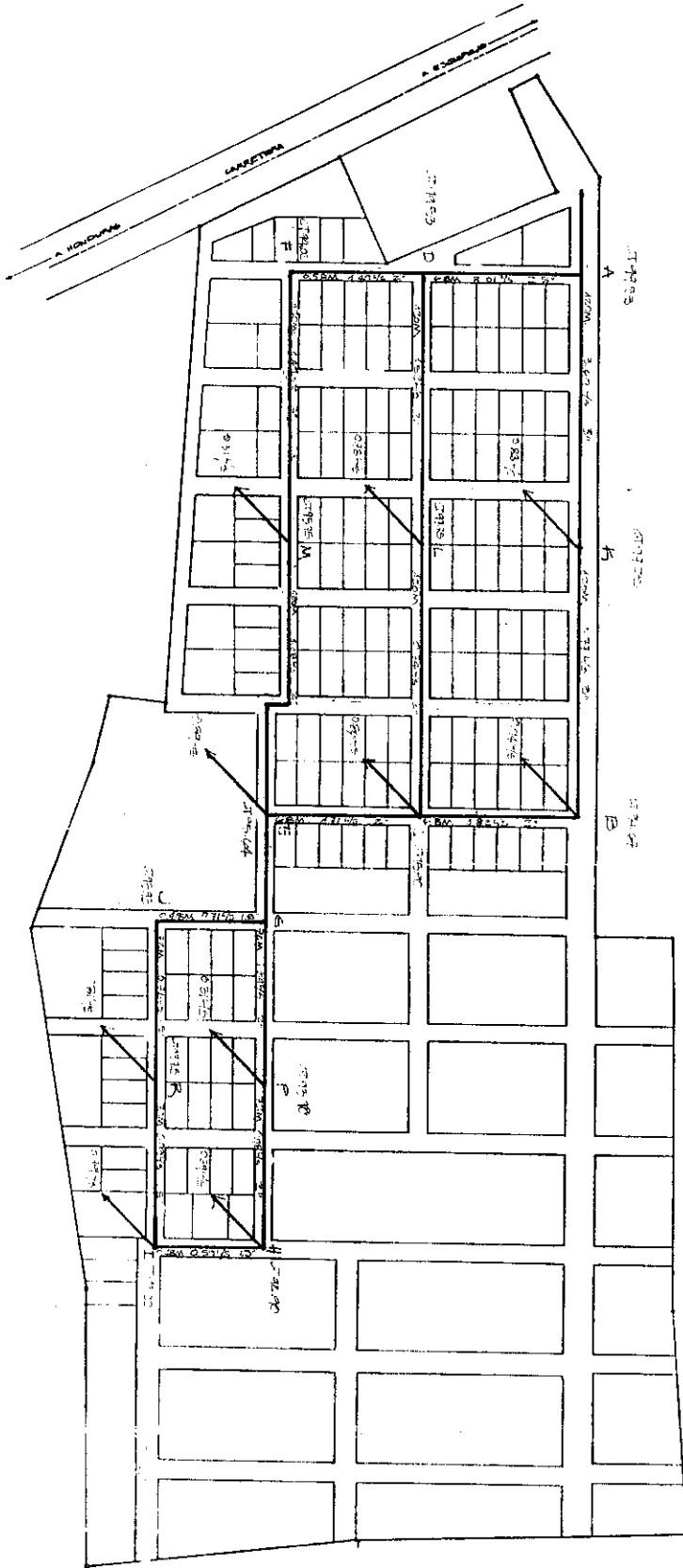


FIGURA No.
2.

USAC FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
REDO DE DISTRIBUCION AGUA POT.
ESQUIPULAS

PROPIETARIO:
COOAJAJO

CONTENIDO:
DISTANCIAS, CANTIDADES, CONSUMOS,
DIAMETROS Y
COTAS DE TERRENO.

ESCALA: 1:1000

FECHA:
28 AGOSTO 1998
CALCULO Y DISEÑO:
JOEL ROSAS CONTRERA

ASESOR:
ING. JUAN MERCK COS

HOJA No.
1
8

Para encontrar el valor de la piezométrica en A se tiene que

$$\text{Cota de terreno en A} = 99.53 \text{ m}$$

Presión en A = 20 m ; como sabemos que :

Piezométrica = Cota + Presión ; entonces

$$\text{Piezométrica en A} = 99.53 + 20.00 = 119.53 \text{ m.}$$

Para encontrar la piezométrica de cualquier otro punto, cuando se trabaja en sentido del flujo, se resta la pérdida de carga de la piezométrica ya conocida del punto anterior. Para encontrar la presión en un punto, se resta la cota de terreno de la piezométrica, así por ejemplo .

Para encontrar la presión y la piezométrica del punto K se tiene

$$\text{Piezométrica en A} = 119.53\text{m}$$

$$\text{Pérdida de carga en el tramo A—K} = 1.13\text{m}$$

$$\text{Cota de terreno en K} = 97.25\text{m}$$

$$\text{Piezométrica en K} = 119.53 - 1.13 = 118.40\text{m}$$

$$\text{Presión en K} = 118.40 - 97.25 = 21.15\text{m.}$$

Así de la misma manera para los demás puntos. En la tabla No. 13 se tabulan las presiones y valores de la piezométrica, como también los datos necesarios para el cálculo.

T A B L A No. 13

| Punto | Cota Terreno | Pérdida desde A | Presión | Piezométrica |
|-------|-----------------|--------------------|---------|--------------|
| A | 99.53 | 0.000 | 20.00 | 119.53 |
| K | 97.25 | 1.132 | 21.15 | 118.40 |
| B | 94.67 | 1.828 | 23.03 | 117.70 |
| C | 95.90 | 3.15 | 20.48 | 116.38 |
| E | 95.64 | 4.317 | 19.57 | 115.21 |
| G | 94.65 | 5.417 | 19.46 | 114.11 |
| P | 93.90 | 6.147 | 19.48 | 113.38 |
| H | 92.90 | 6.584 | 20.05 | 112.95 |
| I | 93.22 | 7.046 | 19.26 | 112.48 |
| D | 99.53 | 1.114 | 18.88 | 118.41 |
| L | 97.75 | 2.761 | 19.02 | 116.77 |
| F | 94.02 | 1.879 | 23.63 | 117.65 |
| M | 95.75 | 3.462 | 20.32 | 116.07 |
| J | 93.93 | 6.078 | 19.52 | 113.45 |
| R | 93.75 | 7.069 | 18.71 | 112.46 |

CAPITULO SIETE.7.- PRESUPUESTOS :7.1.- PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA DEL DRENAJE DE AGUAS NEGRAS :

Este presupuesto se integró considerando, en la medida de lo posible, las diversas situaciones que afectan económicamente la ejecución del presente proyecto : así también, se consideraron los precios que rigen en la región : de los materiales, de la mano de obra calificada y no calificada y arrendamiento de maquinaria y equipo. El ancho de la excavación es de 0.80m.

a.- MATERIALES :

| Material | Cantidad | Unidad | Precio Unita. | Precio Total |
|------------------------|----------|--------|---------------|--------------|
| Tubo de 4" PVC | 207 | Tubo | 75.00 | 15,525.00 |
| Codo de 4" PVC | 207 | Codo | 25.00 | 5,175.00 |
| Pegamento PVC | 001 | Galón | 400.00 | 400.00 |
| Tubo de 6" de Cemento | 982 | Tubo | 14.00 | 13,748.00 |
| Tubo de 8" de Cemento | 490 | Tubo | 19.00 | 9,310.00 |
| Tubo de 10" de Cemento | 200 | Tubo | 28.00 | 5,400.00 |
| Cemento | 950 | Bolsa | 26.00 | 24,700.00 |
| Piedrín | 60 | M3 | 100.00 | 6,000.00 |
| Arena | 60 | M3 | 55.00 | 3,300.00 |
| Hierro de 3/8" | 20 | qq | 117.00 | 2,340.00 |
| Hierro de 1/4" | 5 | qq | 120.00 | 600.00 |
| Selecto | 150 | M3 | 55.00 | 8,250.00 |

TOTAL MATERIALES.....Q 94,748.00

b.- MANO DE OBRA :

| Actividad | Cantidad | Unidad | Precio Unita. | Precio Total |
|---------------------|----------|----------|---------------|--------------|
| Topografía | 1472 | M.L. | 15.00 | 22.080.00 |
| Excavación | 5000 | M3 | 30.00 | 150.000.00 |
| Colocación de tubos | 1472 | Tubo | 20.00 | 29.440.00 |
| Pozos de Visita | 26 | Pozo | 1.000.00 | 26.000.00 |
| Conexión Domiciliar | 200 | Conexión | 70.00 | 14.000.00 |
| Relleno | 5000 | M3 | 15.00 | 75.000.00 |

TOTAL MANO DE OBRA.....Q.316.520.00

c.- SUMAS

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Total Materiales..... | Q.94.748.00 |
| (+) Total Mano de Obra..... | Q.316,250.00 |
| | Q.411,268.00 |
| (+) 10% Imprevistos..... | Q.41,126.80 |
| | Q.452,394.80 |
| (+) 12% Dirección Técnica..... | Q.54,287.38 |
| TOTAL..... | Q.506.682.18 |

El costo de la ejecución del proyecto del drenaje de las aguas negras es de QUINIENTOS SEIS MIL SEISCIENTOS OCHENTIDOS QUETZALES 18/100. De aquí resulta que el costo por vivienda es de DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTISIETE QUETZALES 74/100 (2447.74Q/Viv)

7.2.- PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE :

Este presupuesto se integró considerando, en la medida de lo posible, las diversas situaciones que afectan económicamente a la ejecución del presente proyecto. También se tomó en cuenta los costos en la región de materiales, mano de obra calificada y no calificada y arrendamiento de maquinaria y equipo.

Ancho de la excavación = 0.40m.

Profundidad de la excavación = 0.60m

Longitud total = 4704m.

a.- MATERIALES

| Material | Cantidad | Unidad | Precio Unita. | Precio Total |
|------------------------|----------|-----------|---------------|--------------|
| Tubo PVC de 3" | 40 | Tubo | 264.08 | 10.563.20 |
| Tubo PVC de 2.5" | 12 | Tubo | 178.40 | 2.140.00 |
| Tubo PVC de 2" | 146 | Tubo | 121.72 | 17.771.10 |
| Tubo PVC de 1.5" | 40 | Tubo | 78.25 | 3.130.00 |
| Tubo PVC de 1" | 546 | Tubo | 44.16 | 24.111.40 |
| Pegamento PVC | 2 | Galón | 500.00 | 1,000.00 |
| Reducidor de 3" a 2.5" | 1 | Reducidor | 30.00 | 30.00 |
| Reducidor de 2.5" a 2" | 2 | Reducidor | 25.00 | 50.00 |
| Reducidor de 3" a 2" | 1 | Reducidor | 30.00 | 30.00 |
| Reducidor de 2" a 1.5" | 2 | Reducidor | 20.00 | 40.00 |
| Te PVC de 3" | 2 | Te | 84.50 | 169.00 |

| Material | Cantidad | Unidad | Precio Unita. | Precio Total |
|-------------------------|----------|----------|---------------|--------------|
| Te PVC de 2.5" | 1 | Te | 66.40 | 66.40 |
| Te PVC de 2" | 3 | Te | 17.00 | 51.00 |
| Te PVC de 1.5" | 1 | Te | 12.40 | 12.40 |
| Te PVC de 1" | 35 | Te | 6.40 | 224.00 |
| Codo PVC de 2" | 2 | Codo | 14.50 | 29.00 |
| Codo PVC de 1.5" | 1 | Codo | 9.40 | 9.40 |
| Codo PVC de 1" | 9 | Codo | 5.20 | 46.80 |
| Cruz PVC de 2" | 2 | Cruz | 49.80 | 99.60 |
| Cruz PVC de 1" | 10 | Cruz | 22.68 | 226.80 |
| Llave de compuerta 3" | 3 | Llave | 300.00 | 900.00 |
| Llave de Compuerta 2.5" | 1 | Llave | 220.00 | 220.00 |
| Llave de Compuerta 2" | 5 | Llave | 120.00 | 600.00 |
| Llave de Compuerta 1" | 6 | Llave | 50.00 | 300.00 |
| Adaptador macho 3" | 6 | Adaptad. | 38.60 | 231.60 |
| Adaptador macho 2.5" | 2 | Adaptad. | 27.00 | 54.00 |
| Adaptador macho 2" | 10 | Adaptad. | 10.00 | 100.00 |
| Adaptador macho de 1" | 12 | Adaptad. | 4.10 | 49.20 |
| Tapón liso hembra 1" | 45 | Tapón | 3.80 | 171.00 |
| Cajas de concreto | 15 | Caja | 70.00 | 1,050.00 |
| Selecto | 130 | M3 | 55.00 | 7,150.00 |

TOTAL MATERIALES.....Q.70,626.70

b.- MANO DE OBRA

75

| Actividad | Cantidad | Unidad | Precio Unita. | Precio Total |
|--------------------|----------|--------|---------------|--------------|
| Topografía | 1423 | M.L. | 5.00 | 7,140.00 |
| Excavación | 1129 | M3 | 30.00 | 33,870.00 |
| Colocacion de tubo | 784 | Tubo | 7.00 | 5,488.00 |
| Colocacion de caja | 15 | Caja | 20.00 | 300.00 |
| Relleno | 1129 | M3 | 8.00 | 9,032.00 |

TOTAL MANO DE OBRA.....Q.55,830.00

c.- SUMAS

Total de Materiales.....Q.70,626.70
 (+) Total Mano de Obra.....Q.55,830.00
 Q.126,456.70
 (+) 10% Imprevistos.....Q.12,645.67
 Q.139,102.37
 (+) 12% Dirección TécnicaQ.16,692.28
 SUMA TOTAL.....Q.155,794.65

El costo de la ejecución del proyecto de la Red de Distribucion de Agua Potable es de CIENTO CINCUENTICINCO MIL SETECIENTOS NOVENTICUATRO QUETZALES 65/100. De aquí resulta que el costo por vivienda es de SEISCIENTOS TRECE QUETZALES 36/100 (613.36Q/Viv)

CONCLUSIONES :

- 1.- La ejecución del presente proyecto, que contiene el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y el diseño de la red de distribución de agua potable, ayudará a mejorar las condiciones de saneamiento ambiental de las 200 familias asentadas en el Fraccionamiento San José Obrero.

- 2.- El sistema de alcantarillado sanitario para el Fraccionamiento San José Obrero dará los resultados esperados, así como también funcionará según los criterios que se asumieron en el diseño, si y solo si, a este sistema se ingieren únicamente las aguas servidas.

- 3.- El ejercicio profesional supervisado constituyó, para mi formación académica, una excelente experiencia, al confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de soluciones técnicas, económicas y adecuadas a problemas reales.

- 4.- El procedimiento de selección de los diámetros, para la tubería de la red de distribución de agua potable, utilizado en este estudio, se considera aceptable, ya que da condiciones de diámetros que se justifican por medio del método iterativo de Hardy Cross.

5.- El costo por vivienda de los servicios de agua potable y drenajes se considera que están al alcance de los usuarios, según sondeo realizado en algunas de las viviendas actuales del fraccionamiento.

RECOMENDACIONES :

- 1.- Para la ejecución del presente proyectos se recomienda, a los habitantes del fraccionamiento San José Obrero, organizarse mediante un comité que regule los derechos y obligaciones de los usuarios.
- 2.- Cuando se ejecute el presente proyecto, se recomienda al comité contar con la dirección técnica adecuada, para garantizar que se cumpla con lo establecido en el mismo.
- 3.- Si el sistema de alcantarillado se construye por secciones, se recomienda al comité construir un tanque de descarga automática, en la parte alta de la sección que se construye, para evitar que se de un azolvamiento del sistema.
- 4.- El sistema hidráulico del alcantarillado, hace más cómoda la vida de los usuarios dentro de sus casas, pero contamina los cuerpos de agua receptores, por lo que se recomienda a las autoridades o al comité, dar, por lo menos, un tratamiento primario a las aguas negras, antes de ser diluidas en dichos cuerpos receptores.
- 5.- Se recomienda al comité dar el tratamiento adecuado, a las aguas de la fuente abastecedora, para cumplir con las condiciones sanitarias que resguarden la salud de los usuarios.

6.- Se recomienda al comité concientizar a los habitantes del fraccionamiento San José Obrero, en el hecho de no evacuar las aguas pluviales a través del sistema de alcantarillado sanitario, para lograr el eficiente funcionamiento de dicho sistema.

7.- Se recomienda al comité del fraccionamiento, capacitar a una brigada de operarios, en servicio permanente, que controle la adecuada operación de los sistemas y dar, a estos mismos sistemas, el mantenimiento necesario para su normal funcionamiento.

BIBLIOGRAFIA :

- a.- De León, Toledo Mario José,
Porrás, Palacios Mario R.,
Estudio Sobre las Condiciones de Distribución de Agua Potable
en la Cabecera Municipal de San Lucas Tolimán,
Tesis de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1995.
- b.- Apuntes de Ingeniería Sanitaria,
Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1995.
- c.- Steel, E. W.
Terence J Mcghee,
Abastecimiento de Agua y Alcantarillado,
Editorial Gustavo Gili S.A.,
Quinta Edición, Barcelona, 1981.
- d.- Brinker, Rusell,
Wolf, Paul R.,
Topografía Moderna,
Editorial Harla, Sexta edición, México, 1982.

- e.- Vides, Tobar Amando,
Análisis y Control de Costos de Ingeniería,
Editorial Piedra Santa, Segunda edición,
Guatemala, 1978.
- f.- Hidalgo, Aguilar Manuel Adolfo,
Diseño e Introducción de Agua Potable a la Aldea Dia de Reyes del
Municipio de Santa Bárbara del Departamento de Suchitepequez,
Tesis de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Guatemala, 1986.
- g.- Cabrera, Riepele Ricardo Antonio,
Apuntes de Ingeniería Sanitaria II,
Tesis de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Guatemala, 1989.
- h.- Giles, Ronald,
Mecánica de Fluidos e Hidráulica,
Editorial Mcgraw Hill, Serie Schaum, Segunda edición,
México, 1990.

PLANOS DE

RED DE ALCANTARILLADO

SANITARIO.

ANEXOS

Para el circuito no. 2 la CUARTA ITERACION es así : TABLA No. 12 ⁶⁷

| Tramo | D | Long | Q3 | Hf | Hf/Q3 | Corrección | Q4. |
|-------|---|------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|
| D--L | 2 | 120 | 1.520040 | 1.647521 | 1.083867 | 0.013973-0.007425 | 1.526588 |
| L---C | 2 | 120 | 0.739040 | 0.433320 | 13586328 | 0.013973-0.007425 | 0.745588 |
| C---E | 2 | 68 | 1.714436 | 1.166691 | 0.680510 | 0.013973 | 1.728409 |
| D---F | 2 | 58 | -1.48756 | -0.765079 | 0.514317 | 0.013973 | -1.47359 |
| F--M | 2 | 120 | -1.48756 | -1.582923 | 1.064105 | 0.013973 | -1.47359 |
| M---E | 2 | 120 | -1.17556 | -1.023601 | 0.870733 | 0.013973 | -1.16159 |

Sumas -0.124073 4.799860

Como se puede observar, para los circuitos 1 y 2, en la cuarta iteración las correcciones modifican al caudal en menos del 5%, la sumatoria de las pérdidas de carga es casi nula, por lo que se consideran aceptables los caudales obtenidos en la tercera iteración.

Para concluir se puede indicar que las codiciones propuestas, en cuanto a diámetros, son aceptables. Luego la red dedistribucion queda como se muestra en la figura No. 3.

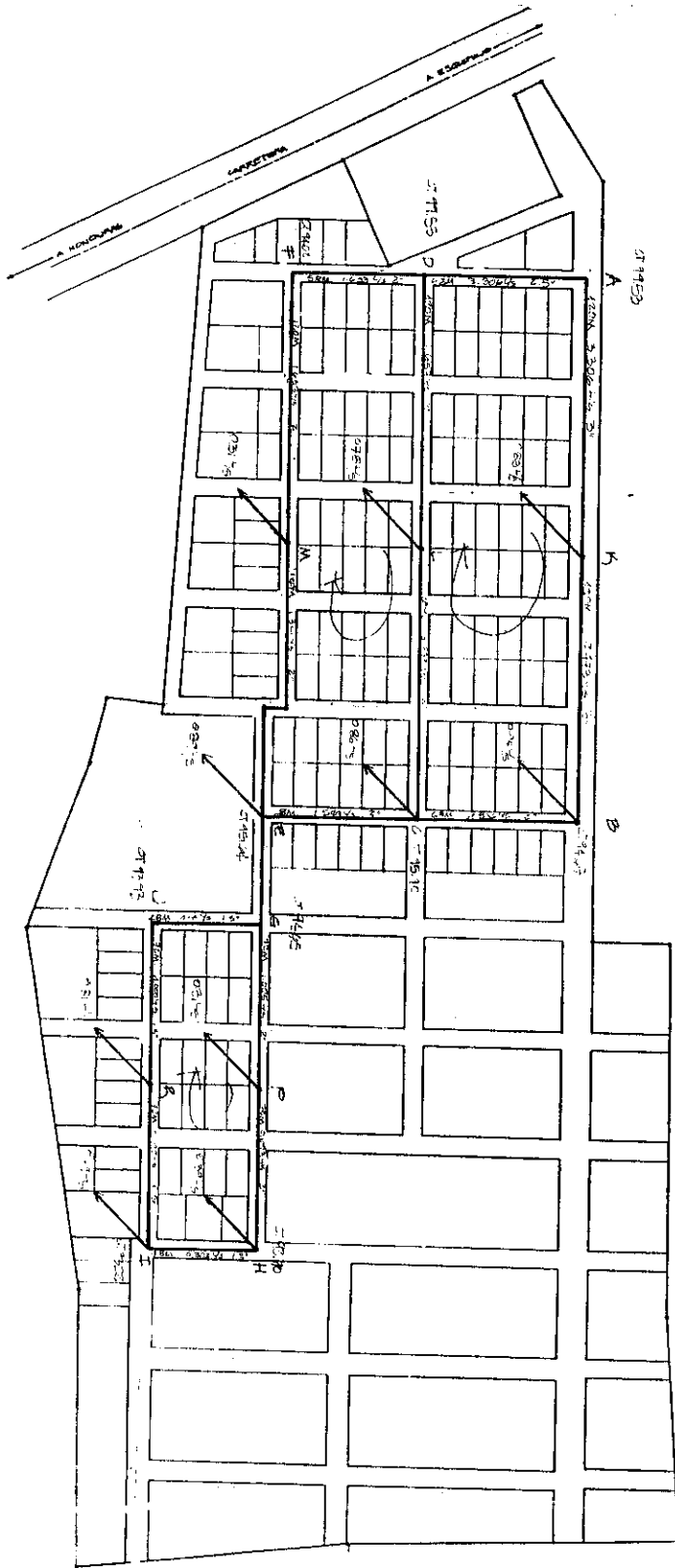


FIGURA
No. 2.

USAC FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
UBICACION: **ESQUIPULAS**

PROPIETARIO:
COOSAJO

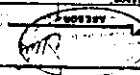
CONTENIDO:
DISTANCIAS, ANCHOS,
DIAMETROS Y CONEXIONES

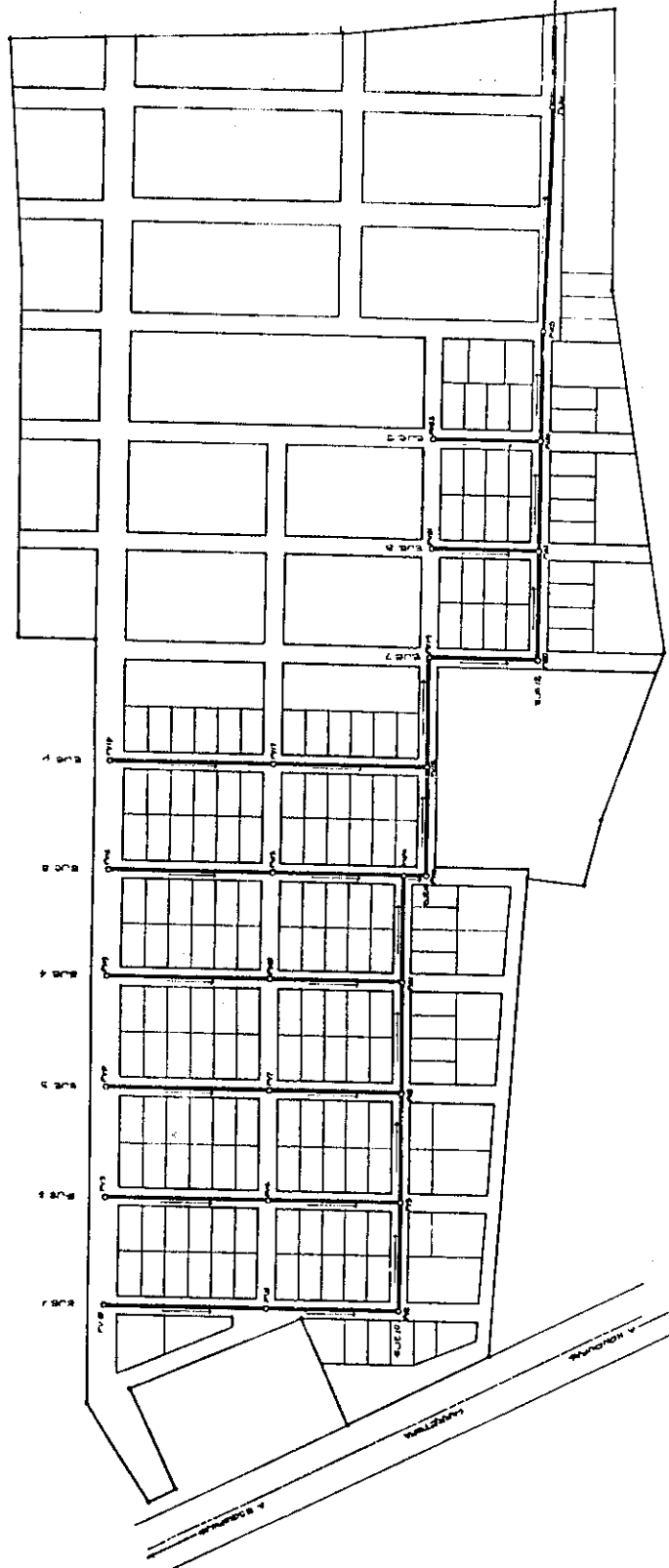
ESCALA:
1:1000

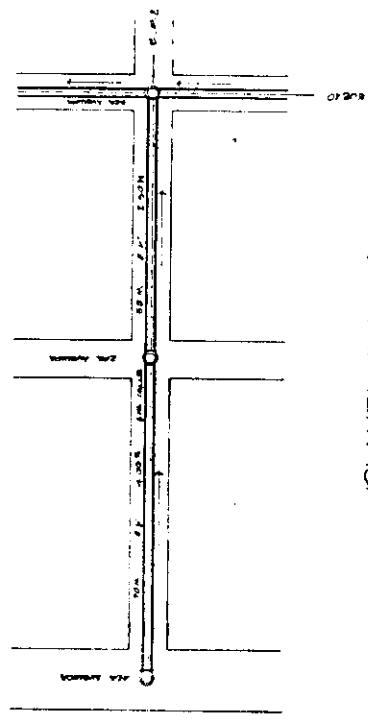
FECHA:
28 AGOSTO 1986
DISEÑO Y REALIZACION:
JOEL ROSAS CONTRERA

PROYECTADO POR:
[Signature]
ING. JUAN MERCE COS

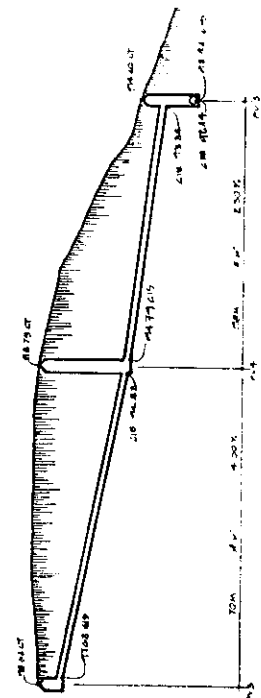
HOJA No.
1
8

| | | | | |
|---------------|---|---|--------------------------------|--|
| HOJA N.º 1 |  | ESCALA: 1:1000 FECHA: 28 AGOSTO 1986 DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERA MR. JUAN MENCH COS | PROYECTO: COOSAJÓ PROMOTOR: | INSTITUCIÓN: ESQUIPULAS PROYECTO: ALICANTARRILADO DOMESTICO |
| | | CONTRATO: PLANTA DE CONJUNTO DEL MED. DE ALICANTARRILADO DEL FRACCIONAMIENTO SAN JOSE ORBERO | USAC FACULTAD DE INGENIERIA | |

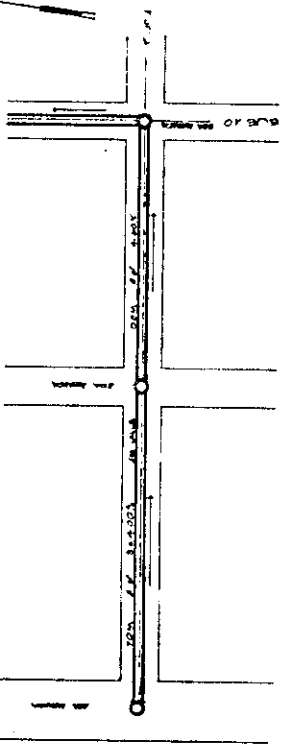




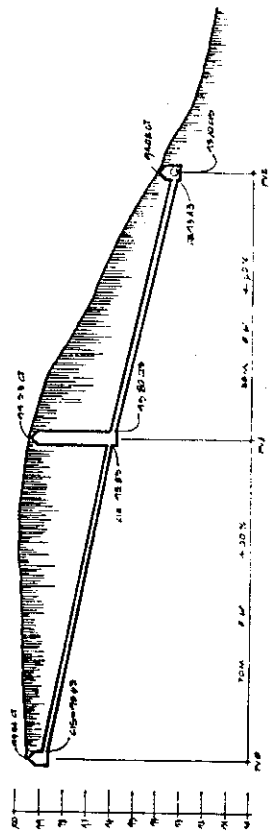
PLANTA EJE 2
ESCALA 1:500



PERFIL EJE 2
ESC. HOR. 1:500
ESC. VER. 1:100



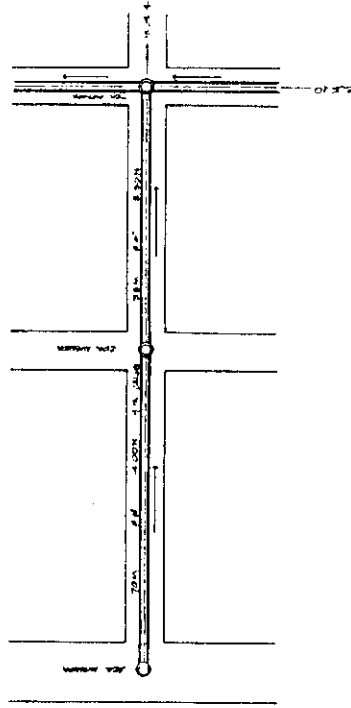
PLANTA EJE 1
ESCALA 1:500



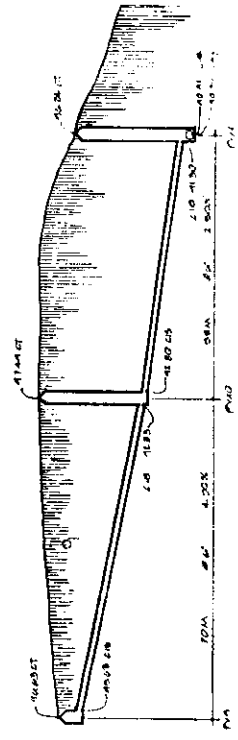
PERFIL EJE 1
ESC. HOR. 1:500
ESC. VER. 1:100

| REFERENCIAS | |
|-------------|------------------------|
| 0 | PLAN DE UBICACION |
| 1 | PROYECTO GENERAL |
| 2 | PROYECTO DE ALICATADO |
| 3 | PROYECTO DE TUBERIAS |
| 4 | PROYECTO DE MANIFESTOS |
| 5 | PROYECTO DE CAJAS |

| | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------|
| USAC FACULTAD DE INGENIERIA | PROYECTO | ALCANTARILLADO DOMESTICO |
| | UBICACION | ESQUIPULAS |
| PROGRAMA | PROYECTO | COSSAJO |
| | CONTENIDO | PLANTAS Y PERFILES |
| FRACIONAMIENTO SAN JOSE OBERO | FECHA | 28 AGOSTO 1996 |
| | DISEÑADOR | JOEL ROSAS C |
| ESCALA | PROYECTO | 1:500 |
| | PLANTA | 1:500 |
| HOJA NO. | 3 | 8 |

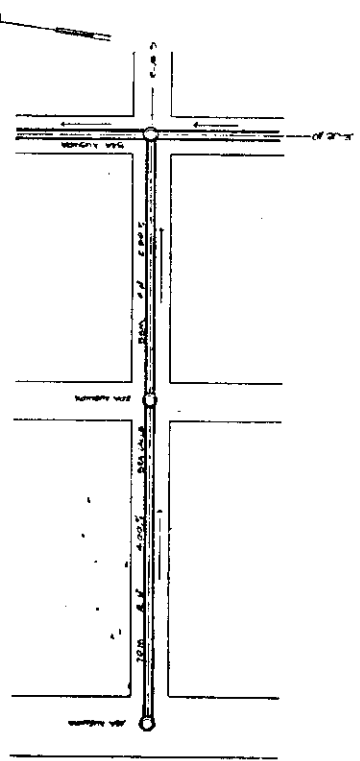


PLANTA EJE 4
ESCALA 1:500

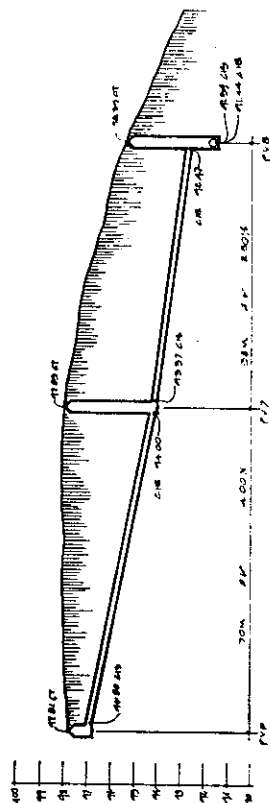


PERFIL EJE 4
Escala 1:500

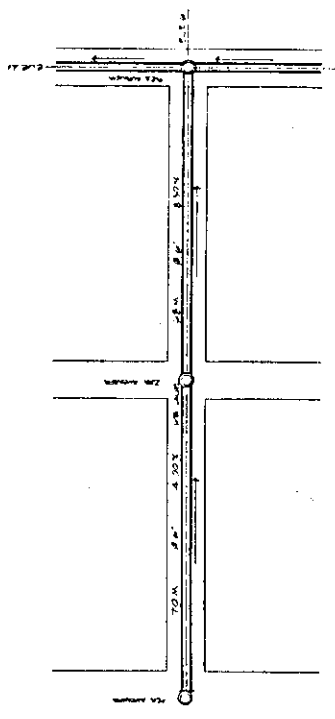
| REFERENCIAS | |
|-------------|--|
| 1 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 2 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 3 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 4 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 5 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 6 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 7 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 8 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 9 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |
| 10 | PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE SAN CARLOS |



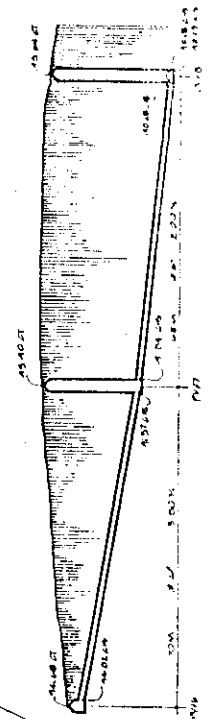
PLANTA EJE 3
ESCALA 1:500



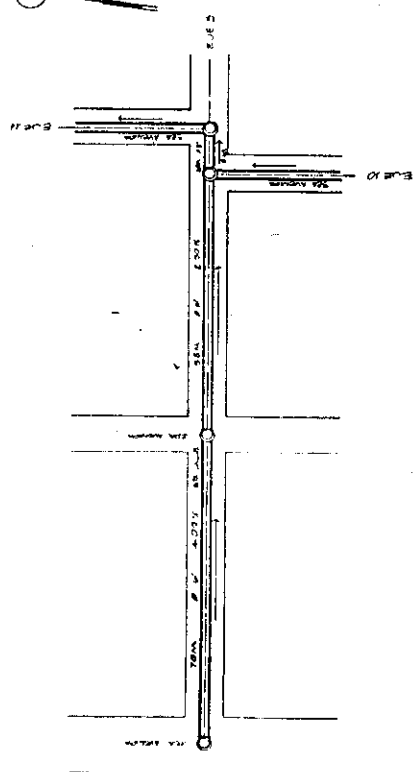
PERFIL EJE 3
Escala 1:500



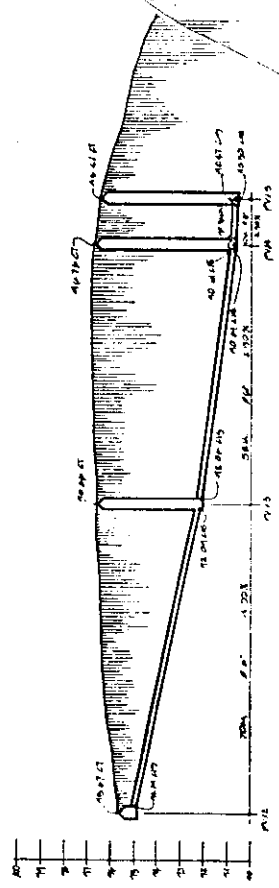
PLANTA EJE 6
 ESCALA: 1:500



PERFIL EJE 6
 ESC. VER. 1:500
 ESC. HOR. 1:500



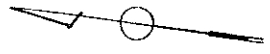
PLANTA EJE 5
 ESC. 1:500

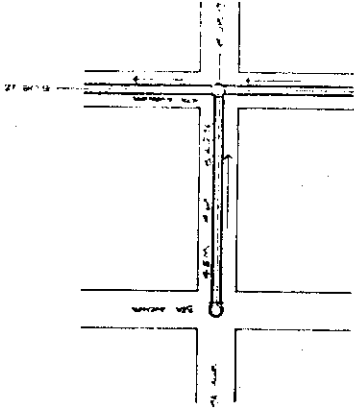


PERFIL EJE 5
 ESC. VER. 1:500
 ESC. HOR. 1:500

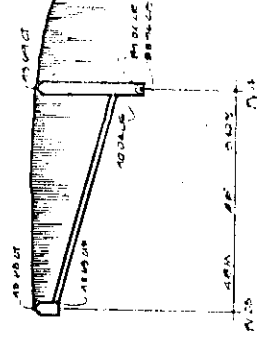
REFERENCIAS

| | |
|----|----------------------|
| 1 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 2 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 3 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 4 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 5 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 6 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 7 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 8 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 9 | PROYECTO DE VIVIENDA |
| 10 | PROYECTO DE VIVIENDA |

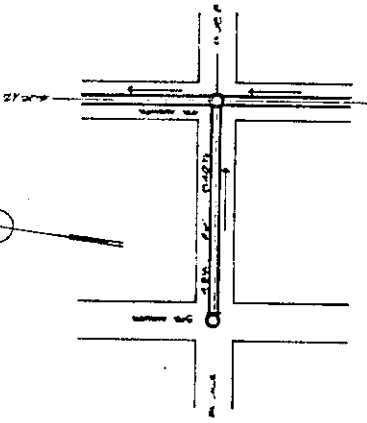




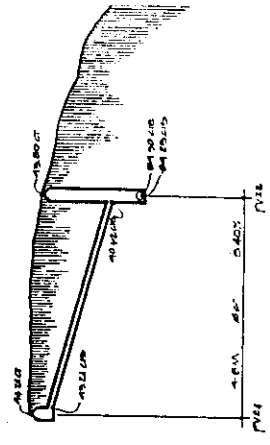
PLANTA EJE 9
 ESCALA 1:500



PERFIL EJE 9
 ESC. HOR. 1:500
 ESC. VER. 1:25

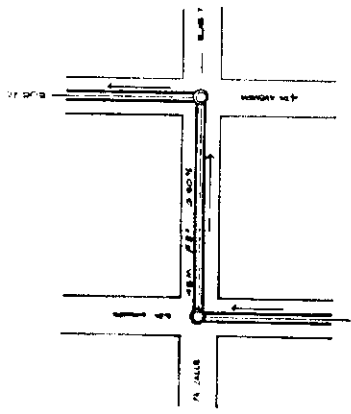


PLANTA EJE 8
 ESCALA 1:500

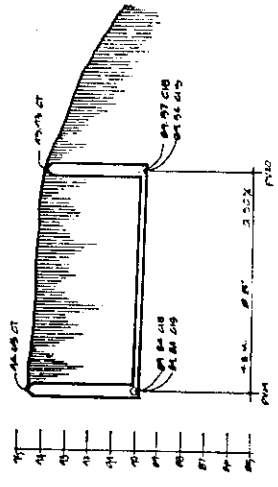


PERFIL EJE 8
 ESC. HOR. 1:500
 ESC. VER. 1:25

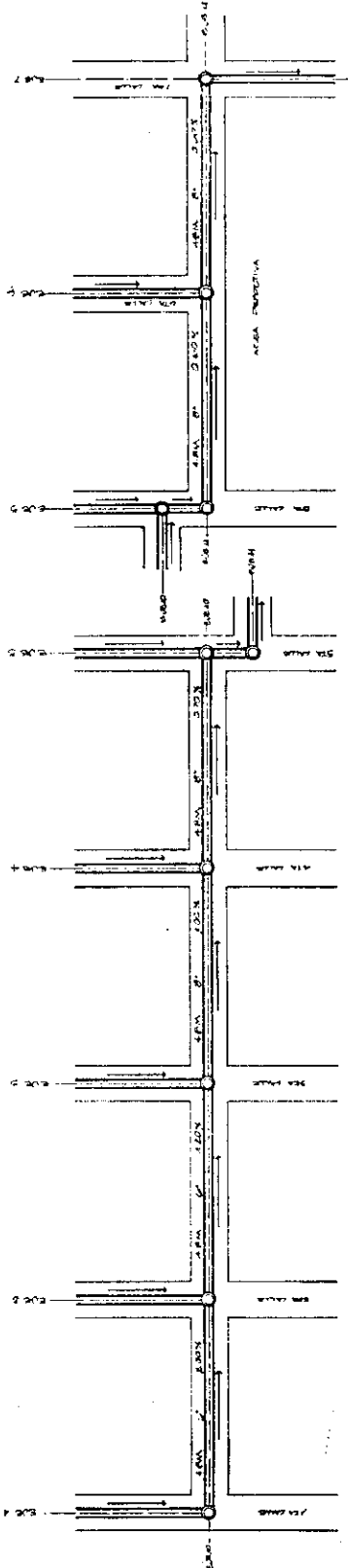
| | |
|-----------------|--------------------------|
| 0 | |
| PROYECTO | ALCANTARILLADO DOMESTICO |
| DISEÑO Y DIBUJO | JOEL ROSAS CONTRERAS |
| ASISTENTE | JUAN MERCE COS |
| FECHA | 29 AGOSTO 1968 |
| LUGAR | ASERON |
| ESCALA | INDICADA |
| HOJA No. | 5 |



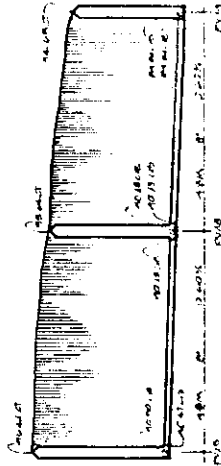
PLANTA EJE 7
 ESCALA 1:500



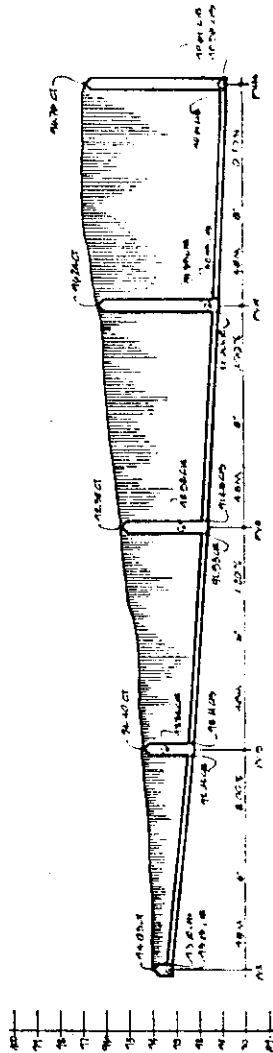
PERFIL EJE 7
 ESC. HOR. 1:500
 ESC. VER. 1:25



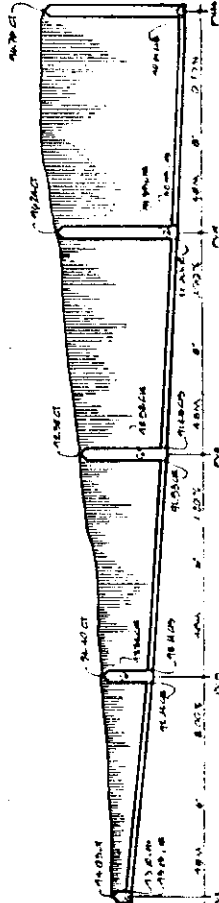
PLANTA EJE II
 ESCALA 1:500



PERFIL EJE II
 ESC. HOR. 1:500
 ESC. V. 1:100



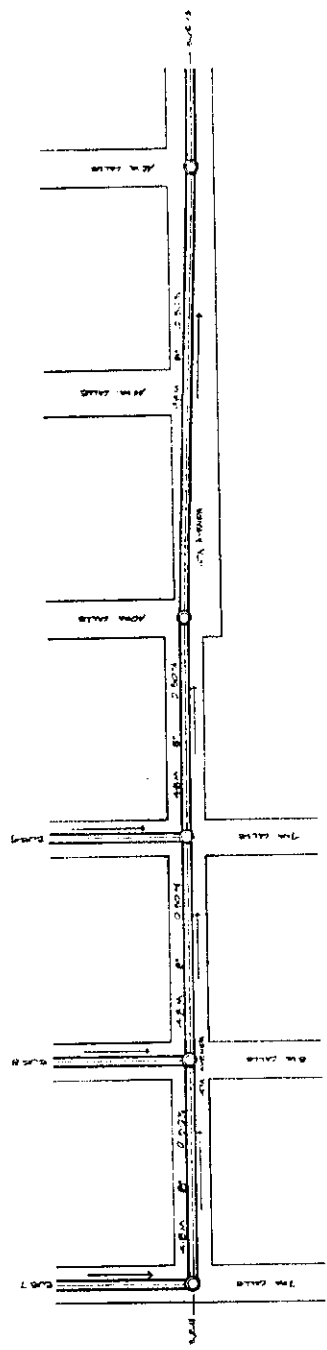
PLANTA EJE IO
 ESCALA 1:500



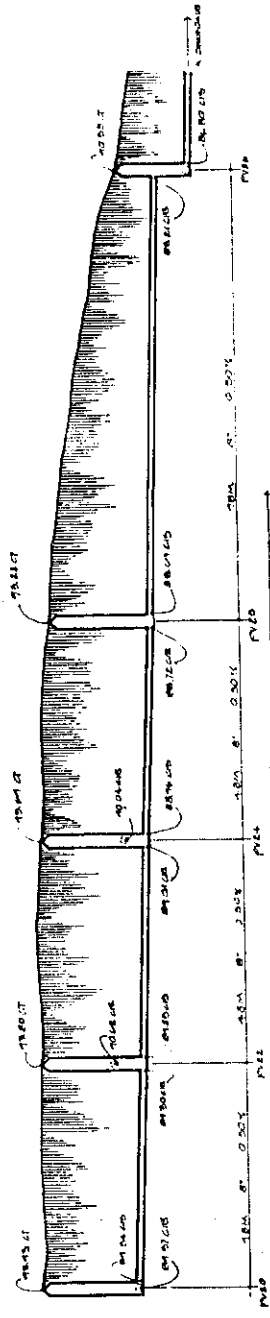
PERFIL EJE IO
 ESCALA HOR. 1:500
 ESCALA V. 1:100

| REFERENCIO | |
|------------|---------------------------|
| 1 | 1. LINEA DE TUBERIA |
| 2 | 2. MANHOLE |
| 3 | 3. CANTARILLO |
| 4 | 4. MUR |
| 5 | 5. CANTARILLO DE BAYONETA |
| 6 | 6. CANTARILLO DE BAYONETA |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|---------------|
| USAC FACULTAD DE INGENIERIA | PROYECTO AL CANTABILADO DOMESTICO | FRACCIONAMIENTO COOSAJO | CONTRATO PLANTA Y PERFIL | CLIENTE FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO | DISEÑADOR JOEL RIVAS CONTRERAS | HOJA NO. 7 |
| | ESCUELA ESQUIPULAS | FECHA 28 AGOSTO 1998 | LUGAR INDIADA | DISEÑO 28 AGOSTO 1998 | DISEÑADOR JOEL RIVAS CONTRERAS | HOJA NO. 7 |



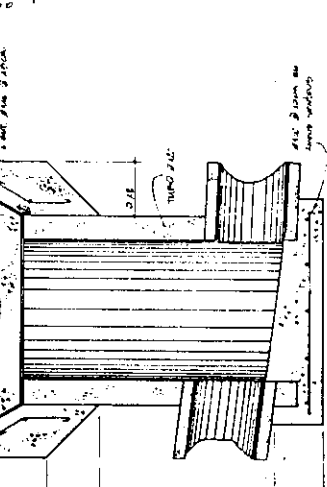
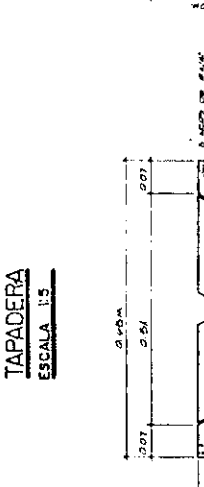
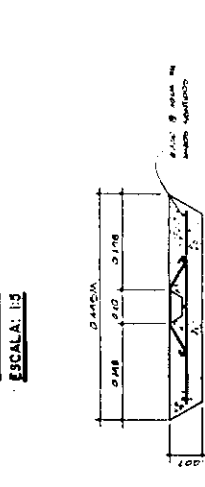
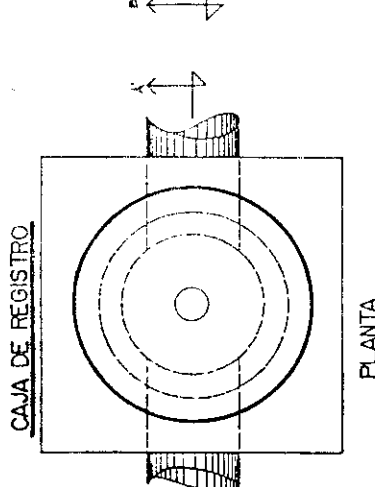
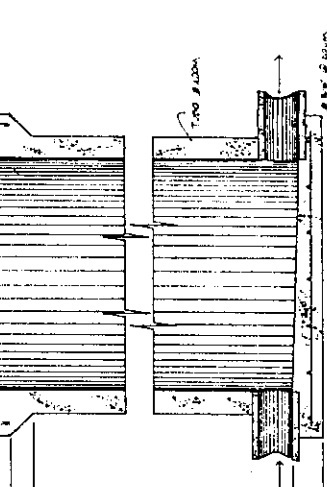
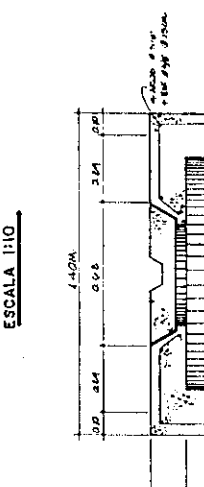
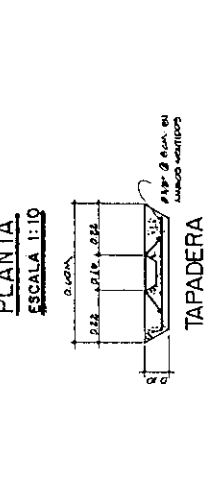
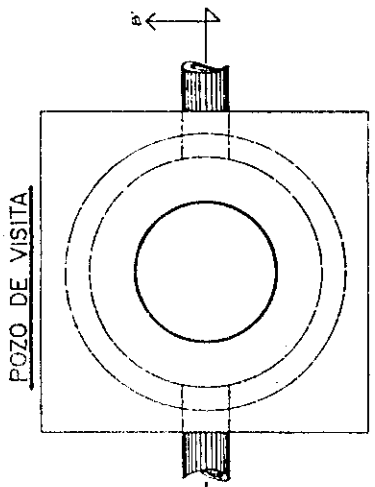
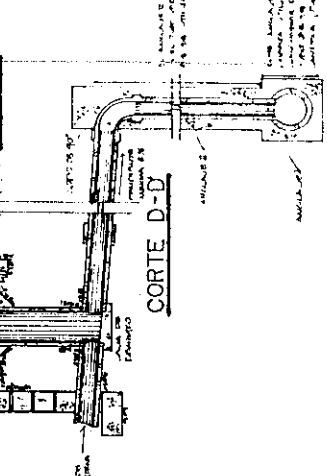
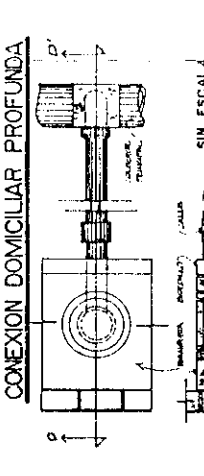
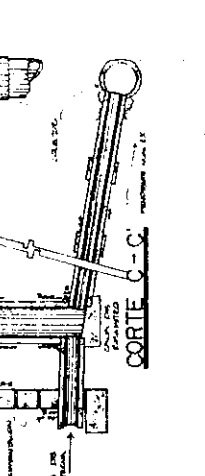
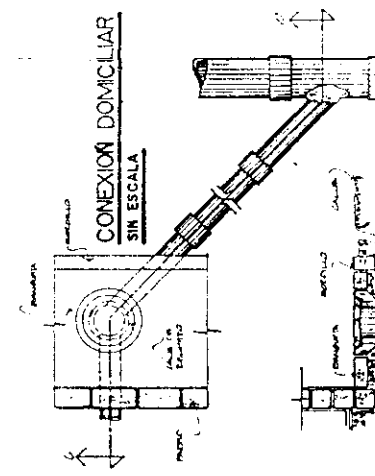
PLANTA EJE 12
 ESCALA 1:500



PERFIL EJE 12
 ESC. HOR. 1:500
 ESC. VER. 1:100

| | |
|---|------------------------|
| 0 | TIPO DE SUELO NATURAL |
| 1 | POZO DE VISITA |
| 2 | SANAZON DEL PAGO |
| 3 | LOTA DE TERRENO |
| 4 | LOTA INVENT. DE SUTANA |
| 5 | LOTA INVENT. DE SALLON |

| | | | | | |
|---|---------------|-----------------------------|------------------------------------|--|---------------------|
| HOLA NO. 5 | LÍNEA LÍNEADA | FECHA: 28 AGOSTO 1966 | PROYECTO: ALcantarillado DOMESTICO | PROFESOR: COSSAJO | PROYECTO: EQUIPULAS |
| | | INDICADA | FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO | PROPIETARIO: FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO | PROYECTO: EQUIPULAS |
| AUTOR: DEL ROSAS CONTRERAS ING. JUAN MEXICK COS | | CLASIFICACION: A | USAC FACULTAD DE INGENIERIA | | |
| CONTRATO: DETALLES | | USAC FACULTAD DE INGENIERIA | | | |



USAC FACULTAD DE INGENIERIA
 ALcantarillado DOMESTICO
 EQUIPULAS

PROYECTO: FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO
 PROPIETARIO: FRACCIONAMIENTO SAN JOSE OBRERO

FECHA: 28 AGOSTO 1966
 CLASIFICACION: A

CONTRATO: DETALLES

INDICADA

DEL ROSAS CONTRERAS ING. JUAN MEXICK COS

ALCANTARILLADO

CONEXION DOMICILIAR SIN ESCALA

CORTE C-C

CONEXION DOMICILIAR PROFUNDA

CORTE D-D

POZO DE VISITA

PLANTA ESCALA 1:10

TAPADERA ESCALA 1:10

CORTE B-B ESCALA 1:10

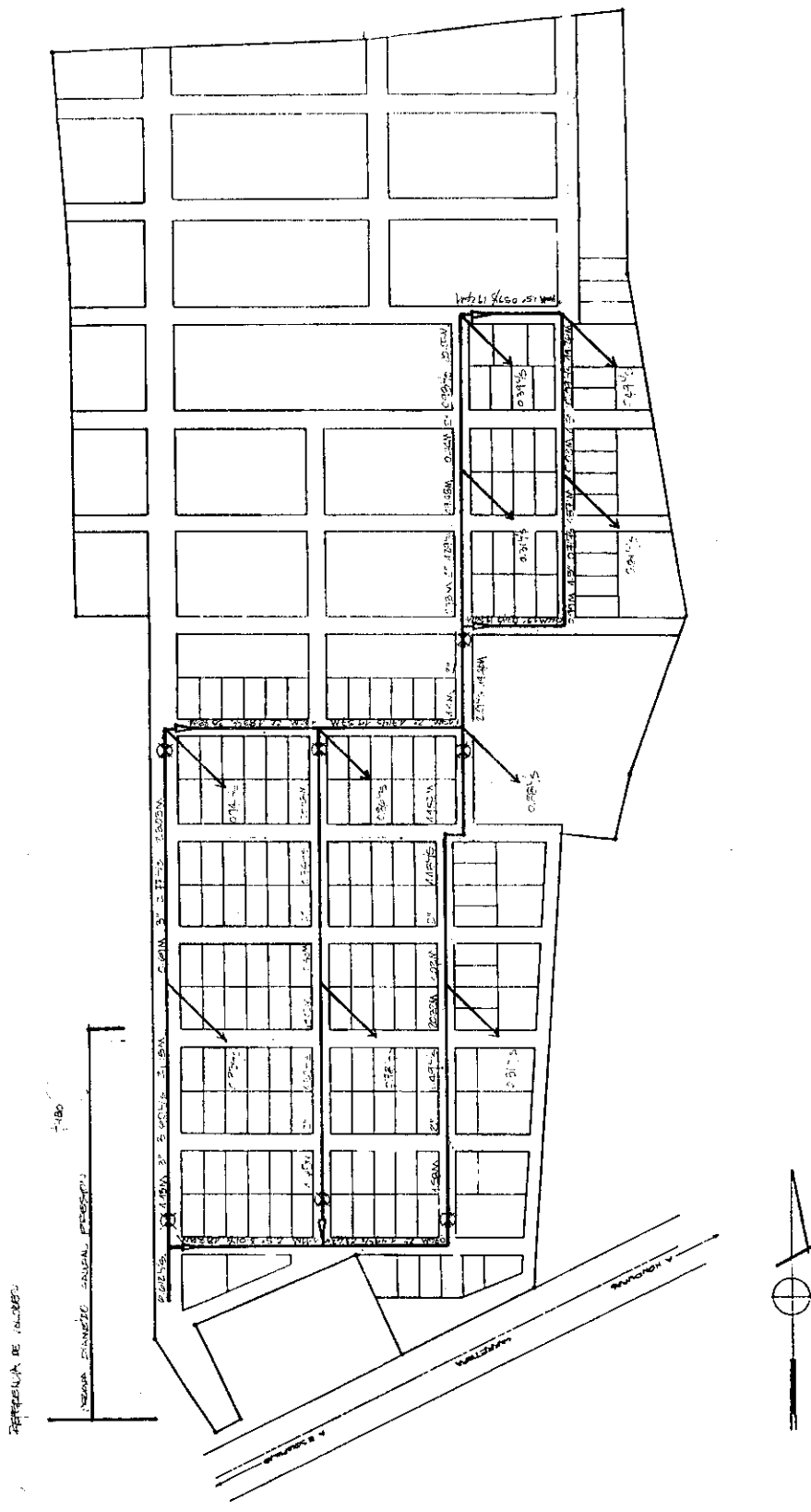
CAJA DE REGISTRO

PLANTA ESCALA 1:5

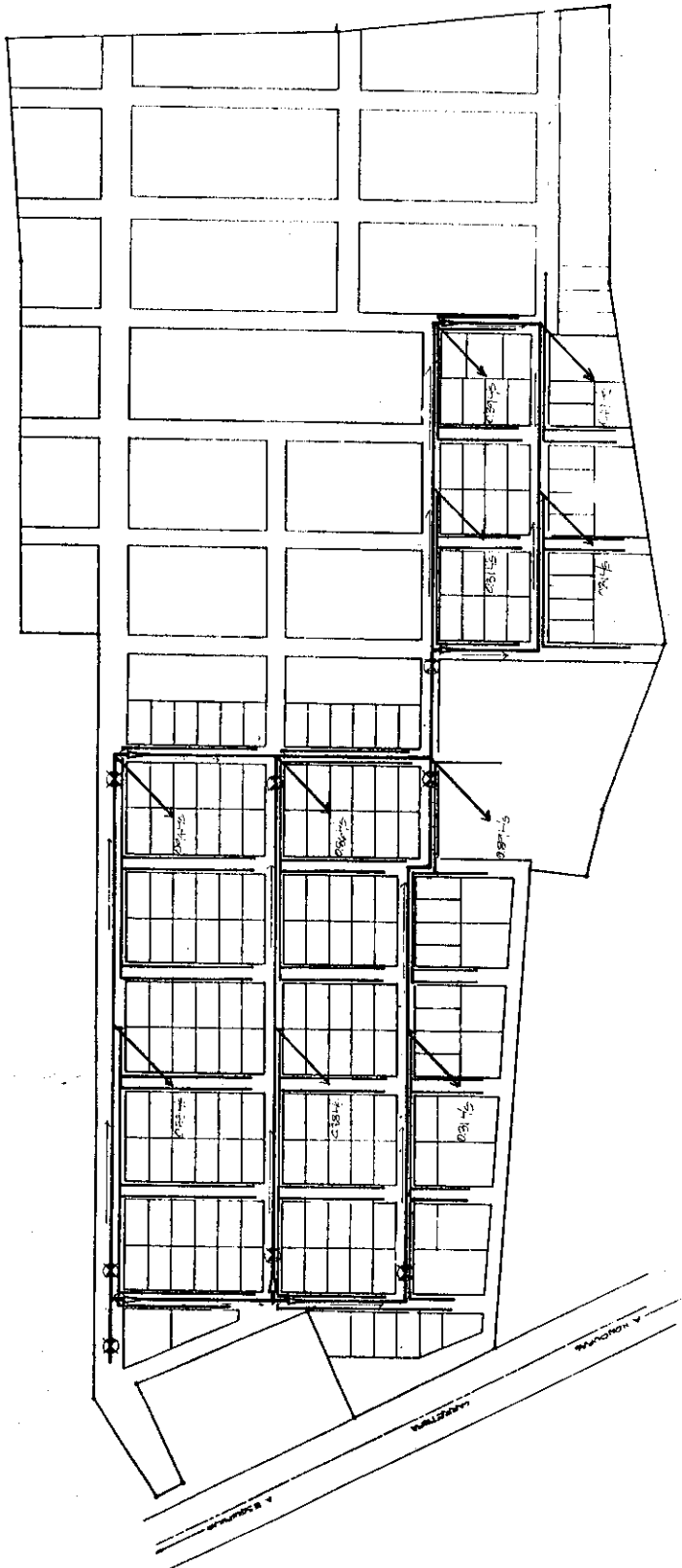
TAPADERA ESCALA 1:5

CORTE A-A ESCALA 1:5

| | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|
| HOJA N.º 1 | | ESCALA: 1:1000 | FECHA: 26 AGOSTO 1988 | PROYECTO: FACULTAD DE INGENIERIA | PROYECTO: FACULTAD DE INGENIERIA | PROYECTO: FACULTAD DE INGENIERIA |
| | | DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS | DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS | DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS | DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS | DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS DISEÑADO POR: JOEL ROSAS CONTRERAS |



| | | | | | |
|--------------------------------|---|----------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| HOJA N.º | 2 | ESCALA: 1:1000 | FECHA: 28 AGOSTO 1988 | PROYECTO: REDES DE DISTRIBUCION | UNIVERSIDAD: ESQUERUPULAS |
| | | | PROYECTANTE: JOEL ROSAS CONTRERA | PROYECTANTE: COBASJO | PROYECTANTE: COBASJO |
| CATEDRA: REDES DE DISTRIBUCION | | | CATEDRA: REDES DE DISTRIBUCION | | |



FRACCIONAMIENTO SAN JOSE CEBEAO

