

24. 112



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"Procesamiento Electronico Aplicado al Diseño  
de Sistemas de Alcantarillado de Aguas Negras"**

**T E S I S**  
**Que para obtener el título de**  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
**p r e s e n t a**  
**ALVARO VIRGILIO HERACLES MUÑOZ MENDOZA**

**México, D. F.**

**1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E.

	BREVE HISTORIA. . . . .	1
	PROBLEMATICA. . . . .	2
	OBJETIVOS. . . . .	4
CAPITULO I	METODO CONVENCIONAL. . . . .	9
	I.1 Generalidades. . . . .	9
	I.2 Datos Básicos de Proyecto. . . . .	9
	I.2.a Determinación de la Población de Proyecto. . . . .	9
	I.2.b Aportación. . . . .	10
	I.2.c Fórmulas de Cálculo. . . . .	10
	I.2.d Velocidad Máxima y Mínima. . . . .	11
	I.2.e Profundidad Máxima y Mínima. . . . .	12
	I.3 Proyecto. . . . .	13
	I.3.a Planeación del Sistema. (Loca- lización de Colectores y Sub- colectores) . . . . .	13

I.3.b	Trazo de la Red. . . . .	13
I.3.c	Cálculo Geométrico (Pendientes y Elevaciones). . . . .	14
I.3.d	Cálculo Hidráulico (Gastos, Diámetros y Velocidades). . . . .	14
I.3.e	Catálogo de Cantidades de Obra y Presupuesto. . . . .	15

CAPITULO II	ANALISIS DE TIEMPOS. . . . .	16
II.1	Consideraciones Generales. . . . .	16
II.2	Método Convencional. . . . .	16
II.3	Procesamiento Electrónico. . . . .	17

CAPITULO III	PROCESAMIENTO ELECTRONICO. . . . .	19
III.1	Diagrama de Bloque. . . . .	22
III.2	Diagrama de Flujo. . . . .	30
III.3	Subrutinas. . . . .	56
III.3.a	Subrutina "CTRMO". . . . .	56
III.3.b	Subrutina "CGTOS". . . . .	59
III.3.c	Subrutina "CVRLS". . . . .	62
III.3.d	Subrutina "FNCHID". . . . .	69
III.3.e	Subrutina "DETLTC". . . . .	70
III.3.f	Subrutina "CDEL". . . . .	71

III.4	Codificación. . . . .	74
III.4.a	Codificación Programa. . . . .	75
III.4.b	Codificación Subrutinas. . . . .	80
III.5	Resultados. . . . .	86
III.5.a	Matriz "PLPZO". . . . .	86
III.5.b	Matriz "PEND". . . . .	88
III.5.c	Matrices "QMM", "QM", "QMD" y "QMN". . . . .	89
III.5.d	Matrices "VMAX", "VMIN". . . . .	90
III.5.e	Matriz "DIAM". . . . .	90

CAPITULO IV      INSTRUCTIVO DE USO. . . . . 91

IV.1	Parámetros de Proyecto. . . . .	91
IV.2	Ingreso de Datos. . . . .	94
IV.2.a	Matriz "NPOZO". . . . .	95
IV.2.b	Matrices "ELEV", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H".	96
IV.2.c	Matriz "LACUM". . . . .	98
IV.2.d	Matriz "ALTRB". . . . .	100
IV.2.e	Parámetros Independientes. . . . .	101

CAPITULO V      EJEMPLO PRACTICO. . . . . 105

V.1	Comparación de Resultados. . . . .	106
V.1.a	Diseño Método Convencional. . . . .	106
V.1.b	Trazo de Líneas. . . . .	112
V.1.c	Clasificación de Pozos. . . . .	114

V.1.d	Ingreso de Datos. . . . .	119
V.1.e	Resultados. . . . .	120
V.1.f	Conclusiones. . . . .	140

## BREVE HISTORIA.

En la humanidad, la historia de los Sistemas de Alcantarillado está íntimamente ligada a la historia de las ciudades. Las primitivas agrupaciones humanas se transformaban en Villorrios, que posteriormente darían paso a las Urbes, incrementando la complejidad de sus problemas, en los que las soluciones individuales quedaban obligadas a dejar paso a soluciones colectivas.

La necesidad elemental de conseguir un Abastecimiento de Agua Potable o de eliminar los desechos domésticos, ya no podía resolverse con carácter unitario y en ese momento, se planteó la existencia de Servicios Públicos que debían ser construidos en función de las necesidades colectivas, mediante el estudio y la debida Planeación por técnicos que fueran adquiriendo una propia especialización.

En su origen, los primeros Sistemas de Alcantarillados de la que hoy son grandes ciudades, surgieron como obras de defensa contra las aguas de lluvia, que al concentrarse sin salida natural, provocaban grandes inundaciones de consecuencias devastadoras.

El hombre, en forma Comunal, construyó conductos superficiales para darle salida artificiosa, como se consta en la mayoría de las Urbes Europeas; o conductos cerrados como se encuentran en Meso-América. Posteriormente, esos canales o ductos, serían utilizados para la eliminación por alejamiento de las Aguas Negras Domésticas. Pero a su vez, dicha conducción provoca pro-

blemas que son resueltos mediante el ingenio del Hombre, originándose así avances técnicos que coadyudan al progreso de las sociedades.

Estos Sistemas primarios, por lo general, decargaban los desechos domésticos en las aguas de ríos, lagos o mares cercanos a la localidad, condición que provocaba polución del medio receptor. Sin embargo, ésta situación no representó mayores problemas sanitarios hasta este siglo, pues los procesos naturales de oxigenación permitían la degradación rápida de las materias orgánicas contaminantes.

Al incrementarse tanto la industria como las concentraciones masivas humanas, el proceso natural de purificación de las aguas dejó de ser suficiente, y como consecuencia, los medios receptores empezaron a contaminarse. Este grave problema de tipo sanitario, originó una nueva necesidad: substituir el proceso natural de purificación con un tratamiento artificial de regeneración o cuando menos, hacer perder a las aguas lo máximo posible de su toxicidad. De ahí la conveniencia de separar las Aguas Negras de las Aguas Pluviales, pues solamente las primeras requieren el tratamiento citado.

#### PROBLEMATICA.

En su proceso histórico, las poblaciones urbanas en México, inician con un precario abastecimiento de Agua Potable que se va complementando posteriormente con obras escalonadas de ampliación que nunca llegan a equilibrar los servicios con los incrementos demográficos,



incrementándose, cada día más, la diferencia entre las posibilidades y las necesidades. Esta situación se agudiza al contemplar el problema que en paralelo con el incremento de los Sistemas de Agua Potable, aparece en toda su magnitud: El desalojo de las Aguas Servidas a una Población. En ese momento, se requiere la construcción de una red de conductos para eliminar las Aguas Negras que se producen del uso del Agua Potable. Hasta ahora, en la mayoría de nuestras ciudades, esos Sistemas primarios de Alcantarillado, son construidos sin base en proyectos integrales, funcionando defectuosamente y en la actualidad sobrepasados en su capacidad de transporte y requiriendo modificaciones y ampliaciones si es que no su completa substitución por el deterioro e insuficiencia que demuestran.

Conservadoramente, puede estimarse que el 60% de los habitantes de México carecen del beneficio de un Sistema eficiente de Alcantarillado Sanitario. La magnitud del problema es un reto a la Ingeniería Mexicana que debe proponer planteamientos que faciliten su solución.

Aparte de encontrar nuevos procedimientos apoyados en la tecnología propia, basada en nuestras propias experiencias y necesidades, una manera evidente e inmediata de facilitar el trabajo, consiste en encontrar nuevos métodos de aplicación de los elementos que actualmente dispone la técnica; como el que se propone en el presente trabajo, para que utilizándolos a su máxima capacidad, se pueda llegar a determinar dos puntos esenciales dentro de los procesos eficientes de elaboración de proyectos de Alcantarillados, y que son:

- . Elaboración de Proyectos integrales que representen el plan maestro para la ejecución escalonada del Sistema durante el plazo de tiempo que se fije en dicho proyecto.
- . Reducción de los tiempos de elaboración de los Proyectos que representa:
  - . Economía en el empleo del personal especializado del que no está sobrado nuestro País en la actualidad.
  - . Incremento de la capacidad de realización de número de Proyectos.
  - . Reducción del costo de dichos Proyectos.

**OBJETIVOS.**

Este trabajo tiene como objetivo el plantear la posibilidad de utilizar el procesamiento electrónico como -- auxiliar de cálculo en la elaboración de un Proyecto - de Alcantarillado de Aguas Negras.

Cada Proyecto de Alcantarillado, tiene sus propias -- características que los hacen diferentes entre sí, por lo que se hace muy difícil suplir al Ingeniero Especialista en la determinación de las especificaciones concretas para cada estudio o en la planeación de cada - sistema que depende de las condiciones de la zona del Proyecto.

La experiencia demuestra que la actividad especializada representa el mayor grado de dificultad en la elaboración de un Proyecto de Alcantarillado, e inversamen-

te es el elemento de menor importancia en cuanto a lo que factor tiempo se refiere.

Para corregir esta evidente contradicción, se propone la aplicación de la computadora, obteniéndose básicamente las tres siguientes ventajas fundamentales:

Reducción del tiempo total de elaboración del Proyecto.

Reducción tiempo horas - especialista.

Nueva metodología de Proyecto.

**Reducción del Tiempo Total de elaboración del Proyecto.**

De acuerdo al análisis que se hace en el capítulo II - de este estudio, utilizando la computadora, sustituyendo las actividades de Cálculo Geométrico y Cálculo -- Hidráulico de la Red, por la de Codificación de datos Procesamiento e interpretación de resultados, se obtiene una reducción en tiempo efectivo de elaboración del Proyecto, que puede estimarse conservadoramente en una reducción del 40% sobre el requerido aplicando el método convencional.

En estos aspectos del Proyecto, incide el presente estudio, haciendo notar que con una ligera ampliación - del programa, resuelve así mismo, las actividades referentes a Estimación de Cantidades de Obra y Presupuesto, con un todavía mayor ahorro del tiempo efectivo de elaboración del Proyecto.

### **Reducción Tiempo Horas- Especialista.**

En la práctica actual, el Ingeniero especialista no solo realiza las actividades básicas del Proyecto, sino que la mayoría de los casos, ejecuta todos los aspectos técnicos complementarios que por su calidad reiterativa no requieren de una caracterizada especialización, como son los Cálculos Geométricos e Hidráulicos de la Red, y en los que, además, concurre la circunstancia que son los que absorben el mayor porcentaje de tiempo. La utilización de la Codificación y Procesamiento, libera al especialista para que pueda concentrarse en los problemas de planeación y trazo, lográndose con ello una mayor eficiencia y alto rendimiento de producción.

### **Nueva Metodología de Proyecto.**

Establecido lo anterior, puede determinarse una nueva metodología en la elaboración de Proyectos de Alcantarillado, basada en la coordinación de dos unidades fundamentales de trabajo:

- a).- Unidad de planeación, compuesta por reducido cuerpo técnico de alto grado de especialización y experiencia, dedicada exclusivamente a las siguientes actividades:

- Determinación de Datos Básicos.
- Elaboración de Especificaciones.  
Técnicas para cada proyecto.
- Planeación General del Sistema.
- Localización de Colectores y Subcolectores.

### Trazo de la Red.

b).- Unidad de Procesamiento, compuesta por un --  
cuerpo técnico auxiliar, dedicado a las acti-  
vidades de:

Codificación.

Procesamiento Electrónico.

Interpretación de Resultados.

Vaciado de Resultados.

Ambas unidades laborarían en estrecha coordinación, in-  
tercambiándose el flujo de información que resultara -  
de sus respectivas actividades.

Se establece así, una amplísima posibilidad de incremen-  
to de producción de Proyectos de Sistemas de Alcantari-  
llado, utilizando la actual capacidad de Ingenieros es-  
pecializados en esta rama de la Ingeniería.

Aparecen así, dos nuevas ventajas con la aplicación -  
del método que se propone en este estudio:

Abatimiento del Costo del Proyecto.

Capacitación del Cuerpo Técnico Auxiliar.

La economía del factor tiempo determinado anteriormen-  
te, debe reflejarse automáticamente en el factor costo  
en el mismo importante porcentaje, economía a aplicar  
por una parte en mejorar o incrementar los honorarios  
del personal técnico, y por otra, permitir la elabora-  
ción de un número mayor de Proyectos, con un mismo pre-  
supuesto global, en beneficio de la Nación.

### **Capacitación del Cuerpo Técnico Auxiliar.**

Simplificando el cargado proceso de elaboración manual de las actividades no especializadas, se libera tiempo de la Unidad de Planeación del que una parte puede y debe destinarse a actualización y superación del Cuerpo Técnico Especializado, y otra a la transmisión de conocimientos al Cuerpo Técnico auxiliar, para que estos últimos vayan complementando o supliendo en su momento a los primeros.

I.- METODO CONVENCIONAL.

I.1.- Generalidades:

El proyecto de un Sistema de Alcantarillado Sanitario requiere de una serie de investigaciones previas que serán comunes para cualquier procedimiento de elaboración que se utilice.

Esta información permitirá la determinación de los datos técnicos en que se apoyará el proyecto. Por ello, siguiendo el método convencional ésta primera etapa consistirá fundamentalmente en:

- Levantamientos Topográficos.
- Estudios Demográficos.
- Determinación de la dotación.
- Levantamiento de la Red construida.

Estas consideraciones no competen al presente estudio, por lo que solamente se enuncian a título de antecedente.

I.2.- Datos Básicos de Proyecto.

I.2.a.- Determinación de la Población de Proyecto.

De la información obtenida, aplicando los procedimientos de Proyección lineal, geométrica, de índices de natalidad, fecundidad, mortalidad, etc, o por cualquier procedimiento directo que se emplee y con el plazo de vida útil de la obra que se establezca se fijará la po

blación futura para la que se diseñará la capacidad del Sistema. La experiencia ha determinado en México un plazo de 15 a 20 años a partir del año en que se estima la construcción de la obra.

#### I.2.b.- Aportación.

Partiendo de la suposición de que no todo el caudal de agua con que se dota a la población revierte a las líneas de desagüe del drenaje, se estima en un 75-80% de la dotación.

#### I.2.c.- Fórmulas de Cálculo.

El flujo de las aguas de desecho no tiene carácter regular, dependiendo del uso horario que está haciendo la población del agua que llega a sus hogares. A lo largo de las 24hs, se establecen básicamente dos ciclos de variación equivalente, que va de una consideración de Gasto Mínimo a una de Gasto Máximo, que responde a una demanda creciente a determinadas horas muy superior a la de Gasto Medio. Por ello, se establecen las consideraciones de Q min, Medio, Máximo y Máximo Maximorum. El Gasto Medio se establece con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{\text{Aportación} \times \text{Población}}{86,400}$$

Es decir, representa el flujo regularizado a lo largo del día.

El Gasto Máximo se establece según la fórmula experimental de "Harmon":



$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad (P = \text{Población en miles})$$

que representa el incremento normal de los dos ciclos diarios de acuerdo con la demanda. Esta fórmula, es aplicable para localidades con una población hasta de 100,000 habitantes, en cuyo término, el coeficiente de Harmon se considera constante con un valor de 2.

El Gasto Máximo Maximorum se obtiene de aplicar un coeficiente extra al Gasto Máximo, que depende del criterio del proyectista, a objeto de impedir como norma general, que el Sistema trabaje en condición de tubo lleno, ya que las características de funcionamiento en un canal circular son óptimas con un tirante de 7/8 del diámetro del tubo. Además, se considera este factor para cubrir la posibilidad de absorber una aportación no prevista como la de aguas pluviales provenientes de azoteas o patios, así como coladeras instaladas en calles, y gastos de infiltración. El factor para Gasto Máximo Maximorum puede variar de 1.25 a 2.0.

El Gasto Mínimo se estima experimentalmente como la mitad del Gasto Medio. En aquellos tramos donde no existe régimen hidráulico establecido como en cabeceros, se establece un Gasto Mínimo igual a 1.5 lt/seg. que produce la descarga de un mueble sanitario.

#### 1.2.e.- Velocidad Máxima y Mínima.

En el tipo usual de tuberías de concreto para sistemas de drenaje, se ha establecido como norma general una -

velocidad mínima de 0.45 a 0.60 m/seg, velocidad que impide el depósito de materias suspendidas y con ello azolves que deteriorarían o impedirían el funcionamiento de la Red.

La Velocidad Máxima se determina en 3.0 m/seg, velocidad que asegura que no se verificarán fenómenos de erosión que deteriorarían rápidamente la estructura de las tuberías.

Se debe considerar que estas velocidades no son a tubo lleno, sino para las condiciones reales de trabajo, característica que permite una mejor fluidez en el diseño del Sistema.

#### I.2.f.- Profundidad Máxima y Mínima.

La Profundidad Mínima está influenciada por dos consideraciones generales, el permitir la instalación de tuberías de agua potable, ductos de servicios públicos por encima de las tuberías de drenaje y además, disponer de un colchón mínimo de 3 pies (aproximadamente 90 cm), profundidad establecida experimentalmente que transforma las cargas concentradas de la superficie del terreno en cargas uniformemente repartidas sobre el lomo del tubo. En conclusión, la Profundidad Mínima para tuberías de 0.20m, será de 1.10m.

La Profundidad Máxima recomendable también está influenciada por dos consideraciones: La exigida por características topográficas que en ocasiones obligan a un desarrollo en contrapendiente o bien, en zonas montañosas o de gran pendiente, en las que es necesario pro-

fundizar la instalación de la tubería para permitir -- una adecuada conexión de predios localizados en las -- partes bajas de la calle, a una distancia de 20m. desde el interior de los mismos.

El valor máximo recomendado es de 6 a 7m. de profundidad, dependiendo de la clase de material donde deba -- instalarse la tubería. En casos críticos, deberá estudiarse otras soluciones más factibles.

### I.3.- Proyecto.

#### I.3.a.- Planeación del Sistema.

Es de importancia capital una correcta planeación general del Sistema que debe tomar en consideración las -- características topográficas de la localidad y la adecuada localización de las líneas principales; Colectores y Subcolectores, con tendencia a conectar lo más -- rápidamente posible la Red a ellos mismos, y estos, a su vez, a los Emisores, evitando en lo posible paralelismo entre dichas líneas, logrando la integración de un flujo lo más estabilizado posible.

#### I.3.b.- Trazo de la Red.

En función de la localización de los Colectores, se di -- seña el trazo de la Red, que depende también de las -- características topográficas. Es adecuado utilizar el llamado sistema de "peine" en terrenos planos, ya que permite la formación rápida de Colectores regularizando el régimen hidráulico, aunque se sacrifique el fun-

### **cionamiento en Atarjeas.**

En terrenos con mejores características de pendiente, es aconsejable el Sistema llamado de "Bayoneta", que permite alargar las atarjeas con buen funcionamiento hidráulico y poca profundidad de instalación, trabajando cada una de ellas como pequeñas líneas colectoras con velocidades medias regulares.

#### **1.3.c.- Cálculo Geométrico (Pendientes, Profundidades de Plantilla, etc).**

Con el método y el equipo que se disponga, partiendo de las especificaciones que se hayan determinado en los datos básicos de proyecto, se calcula la pendiente de cada tramo de la Red, con base en el desnivel entre las dos estructuras de visita que limitan el tramo, y la profundidad determinada para cada caso. Establecida la pendiente, se calculará la elevación de la plantilla en las estructuras citadas.

#### **1.3.d.- Cálculo Hidráulico (Gastos, Diámetros y Velocidades).**

En cada tramo de la Red, en función de la acumulación de habitantes a servir y la aportación, se calcularán los gastos Mínimo, Medio, Máximo y Máximo Maximorum, que ya establecidos y con la pendiente que nos dió el cálculo geométrico, determinará el diámetro requerido para el transporte de dichos gastos, una vez determinado, se comprobará la Velocidad Máxima y Mínima, que en caso de estar comprendida dentro del rango que marcan los parámetros, dará por definitivo el diseño supuesto.

### I.3.e.- Cantidades de Obra y Presupuesto.

Aceptadas las características de funcionamiento hidráulico, se da por definitivo el diseño geométrico, y partiendo de las profundidades y ancho de zanjas reglamentados para los diferentes diámetros, se calcularán el volumen de excavaciones, cantidades de tubería de diferentes diámetros, rellenos apisonados y a volteo, estructuras de visita y demás elementos que permitan formular el catálogo de cantidades de obra, base para la elaboración del presupuesto correspondiente aplicando los precios unitarios deducidos para cada concepto, de acuerdo con las características especiales de cada localidad.

## II.- ANALISIS DE TIEMPO.

### II.1.-Consideraciones Generales.

En la elaboración de un Proyecto de Alcantarillado, como en cualquier otro tipo de obras de ingeniería, se complementan diferentes actividades que se llevan a cabo, cada una de ellas en un intervalo de tiempo, que sumados en su totalidad, representan el tiempo total de realización de ese Proyecto.

En Proyectos de Alcantarillado, esas actividades pueden establecerse de la siguiente manera:

- a).- Estudios Básicos.
- b).- Planeación del Sistema.
- c).- Trazo de la Red y Localización de Colectores y Subcolectores.
- d).- Cálculo Geométrico de la Red.
- e).- Cálculo del Funcionamiento Hidráulico.
- f).- Determinación de cantidades de obra
- g).- Presupuesto.

### II.2.- Método Convencional.

En función de la determinación de actividades del inciso anterior, podemos establecer la siguiente tabla de tiempos relativos para cada una de ellas, partiendo del factor unidad:

ACTIVIDAD	FACTOR
a).- Estudios Básicos.	5 %
b).- Planación del Sistema.	10 %
c).- Trazo de la Red.	10 %
d).- Cálculo Geométrico.	40 %
e).- Cálculo del Funcionamiento H.	15 %
f).- Determinación de cant. de obra	15 %
g).- Presupuesto.	5 %
T O T A L	100 %

Estos porcentajes han sido proporcionados por técnicos especializados y de amplia experiencia en la Ingeniería Sanitaria.

Puede observarse que las actividades que requieren experiencia y especialización, concretamente las primeras tres mencionadas, solamente absorben un 25% del total tiempo, y en cambio, las actividades técnicas complementarias absorben el 75% restante, mediante un proceso repetitivo que no requiere especialización y que puede manejarse a través de una herramienta poderosa en este aspecto de la Ingeniería: la computadora.

### II.3.-Procesamiento Electrónico.

En las actividades donde se requiere especialización técnica, no es recomendable cambiar el procedimiento

convencional, ya que el factor tiempo no es determinante en el total requerido por el Proyecto, no así en las actividades iterativas que además, representan el mayor porcentaje del tiempo. Aplicando la computadora, solamente en el cálculo geométrico e hidráulico del Proyecto, se obtiene las estimaciones del cuadro inferior.

Conservadoramente, se puede afirmar que el uso de la computadora representa un ahorro efectivo del 40% del tiempo estimado según el método convencional.

ACTIVIDAD	FACTOR
a).- Estudios Básicos.	5 %
b).- Planeación del Sistema.	10 %
c).- Trazo de la Red.	10 %
d).- Codificación de Datos.	10 %
e).- Procesamiento.	1 %
f).- Interpretación de Resultados.	4 %
g).- Det. de Cant. de Obra.	15 %
h).- Presupuesto.	5 %
TOTAL	60 %



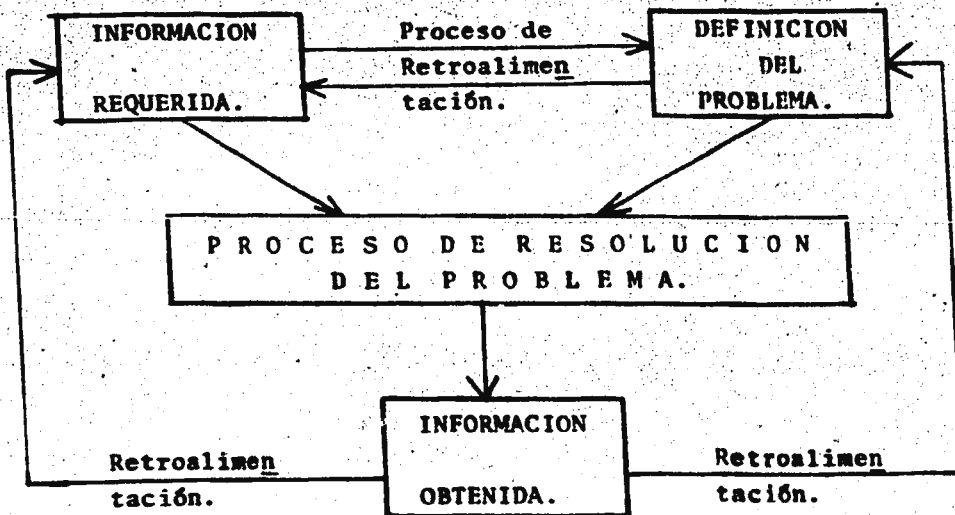
### III.- PROCESAMIENTO ELECTRONICO.

Para la resolución de un problema ya sea de naturaleza ingenieril o de cualquier otra índole, utilizando una computadora como herramienta, hay que elaborar un programa o serie de instrucciones, en lenguaje entendible para ella, que la programen para llevar a cabo dicho proceso. Este programa, se debe idear partiendo de ciertas bases que tienen su origen en un proceso mental.

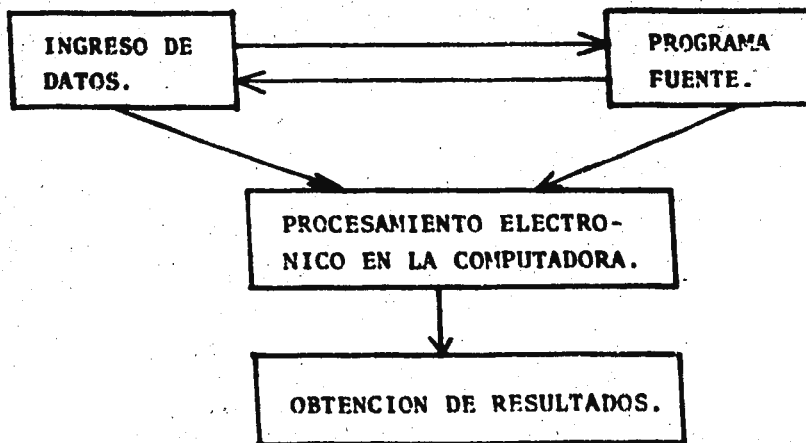
El primer paso que hay que seguir, es definir perfectamente que problema se desea resolver con el procesamiento electrónico, la información con que se cuenta y por último, los resultados que se esperan obtener con este programa. Estos tres puntos son retroalimentados asimismo de acuerdo al avance en la resolución del problema. Se cuenta con ciertos datos, se procesan, se observan qué falta o qué información sobra, se obtienen resultados; también se observa qué falta, o qué ciertos datos no son útiles. Se afina el procesamiento y así se continúa sucesivamente hasta que se logra una metodología de resolución bien definida. Con esta información, se fijarán más tarde, los límites, restricciones y posibilidades del programa buscado.

En este punto es donde deberá aparecer una combinación entre el especialista, que conoce sobre el problema a resolver, y el analista o programador, que conoce y sabe qué puede y qué no puede hacer un programa de computadora, para que los dos, de común acuerdo,

**PROCESO MENTAL.**



**ANALOGIA EN EL PROCESAMIENTO ELECTRONICO.**



continuen con el siguiente paso en la elaboración de un Programa: La idealización completa de éste en un Diagrama de Bloque.

El caso ideal claro, es aquel en que una sola persona, se conjugan, el conocimiento del problema y lo que puede hacer la computadora, pero muchas veces esto no es posible y entonces, se hace indispensable, la inter-relación entre dos personas.

### III.1.-Diagrama de Bloque.

Hecho lo anterior, se presenta la necesidad de plantear, a grandes rasgos, la metodología de resolución del problema, que, para el caso que nos atañe, es la obtención de profundidades de plantilla, pendientes, velocidades, gastos, y por último, diámetros comerciales de tubería, todo ello, afectado claro, por especificaciones y restricciones que intervienen en la resolución de cualquier Sistema de Alcantarillado.

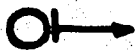
La obtención de estos resultados, a través del programa de computadora, se realiza partiendo de la base que el trazo de la Red ( Cabezas de Atarjea, Subcolectores, Colectores, Emisores, Pozos de visita, etc.) ya ha sido hecha por un especialista, por las razones mencionadas en otros capítulos.

El Programa funciona, medularmente, procesando cada tramo de tubería por separado, de acuerdo al pozo donde comienza el tramo y el pozo en que termina. Este procedimiento se utiliza para poder agrupar en líneas, los diferentes pozos o cruceros, líneas que a su vez, vienen siendo los diferentes ramales de la Red. Es así, como se llega a la definición de los 8 tipos de pozos presentados en la figura III.1.

Las líneas, a su vez, agrupan los pozos como se presenta en la figura III.2.

La numeración de los pozos puede hacerse indistintamente.

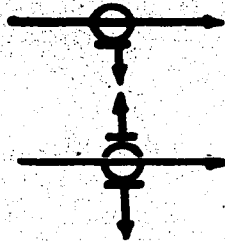
POZOS TIPO "A"



POZOS TIPO "B"



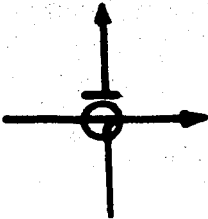
POZOS TIPO "C"



POZOS TIPO "D"



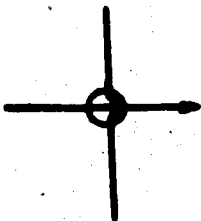
POZOS TIPO "E"



POZOS TIPO "F"



POZOS TIPO "G"



POZOS TIPO "H"

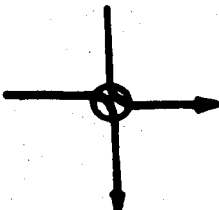


FIGURA III.1 Clasificación de Pozos

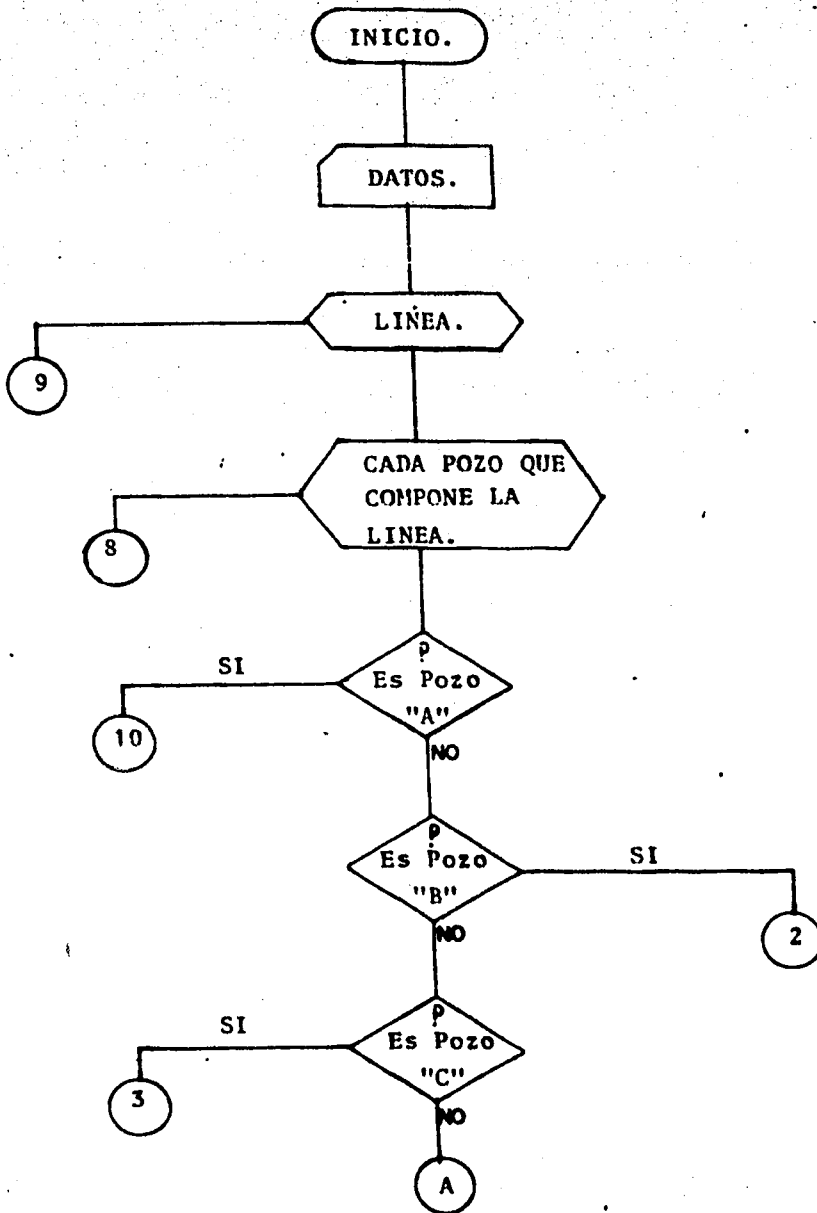
Con estos datos auxiliares, se puede pasar al resumen de la información con que se cuenta:

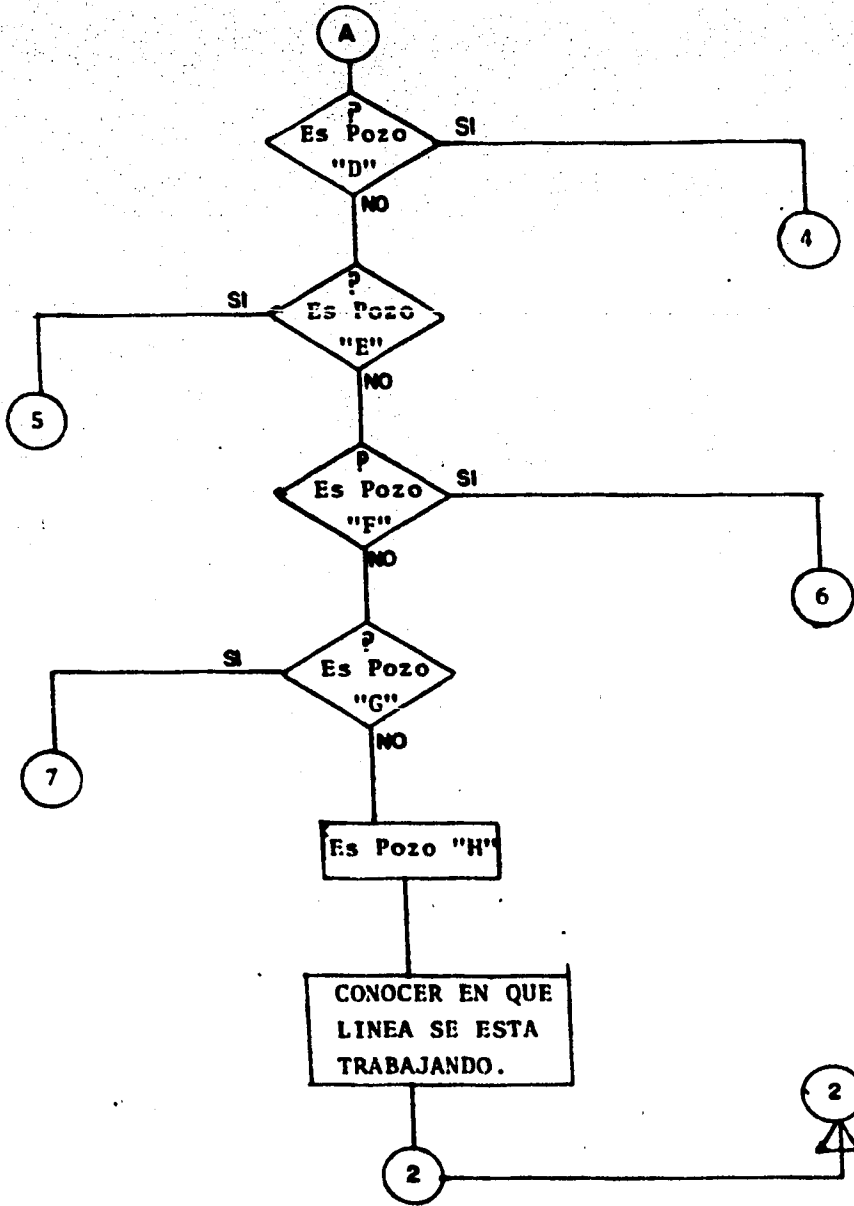
- . Levantamientos topograficos, por lo tanto, elevaciones de todos los cruceros en la zona urbana.
- . Localización de Pozos de Visita.
- . Longitudes entre Pozos de Visita.
- . Tipos de Pozo.
- . Lineas compuestas por diferentes Pozos.
- . Restricciones o especificaciones, traducidas en pendientes mínimas, fórmula de Manning, "n" de Manning, Coeficiente de Harmon, etc.

Con ésta información, e introduciéndola como datos en el programa, para obtener los resultados antes mencionados, podemos pasar a la elaboración del Diagrama de Bloque.

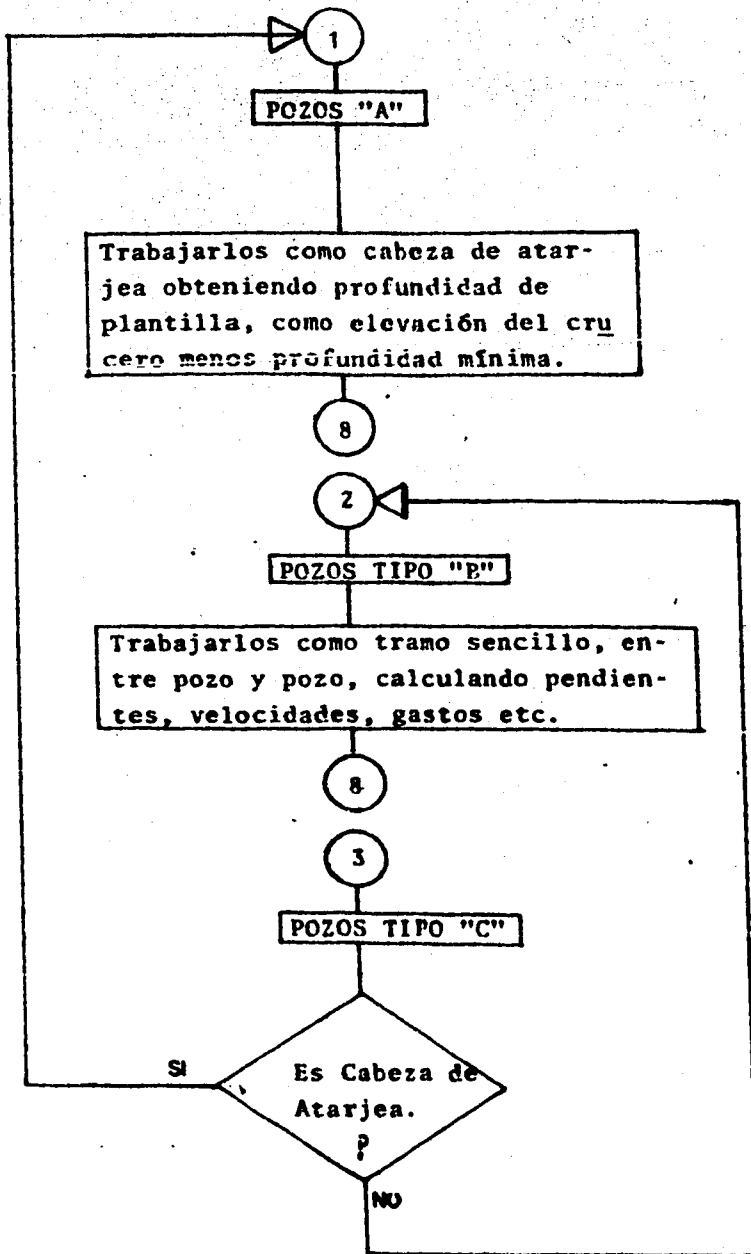
# DIAGRAMA DE BLOQUE

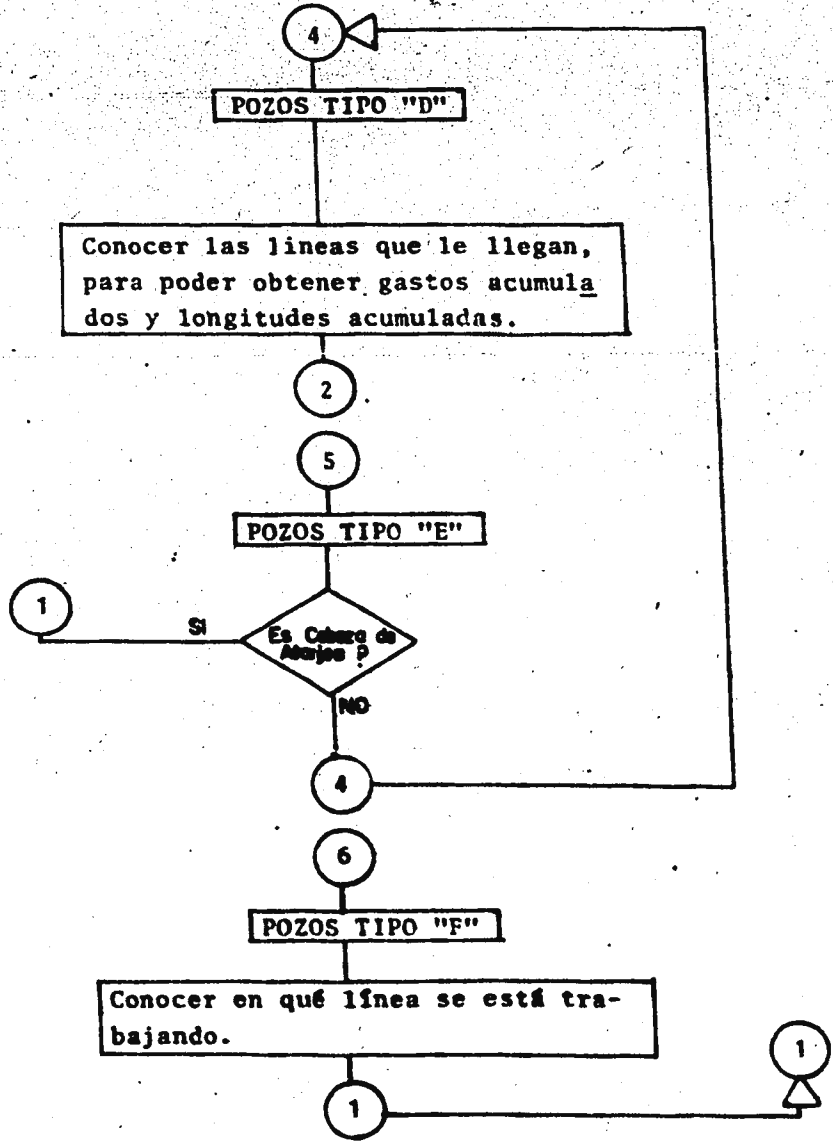
25

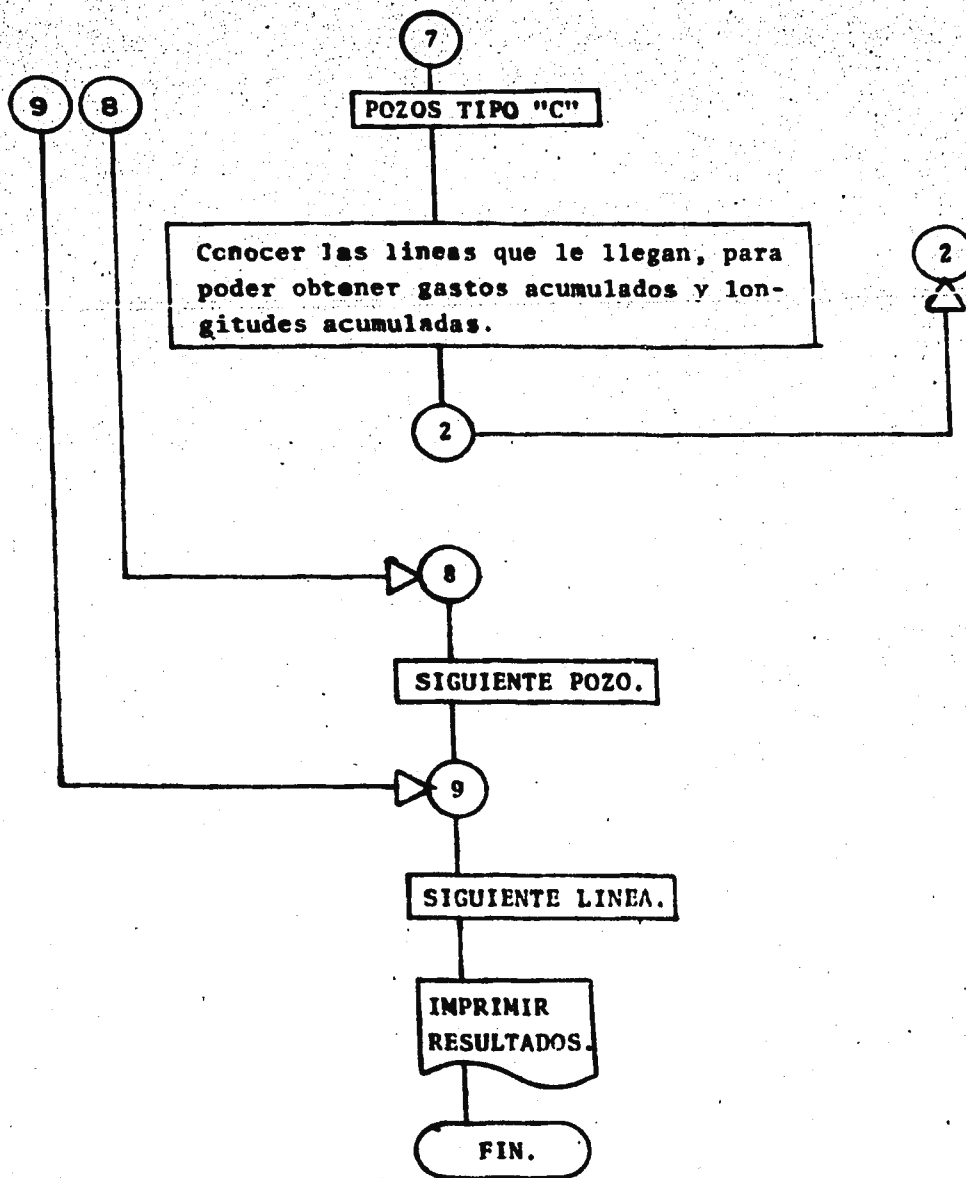








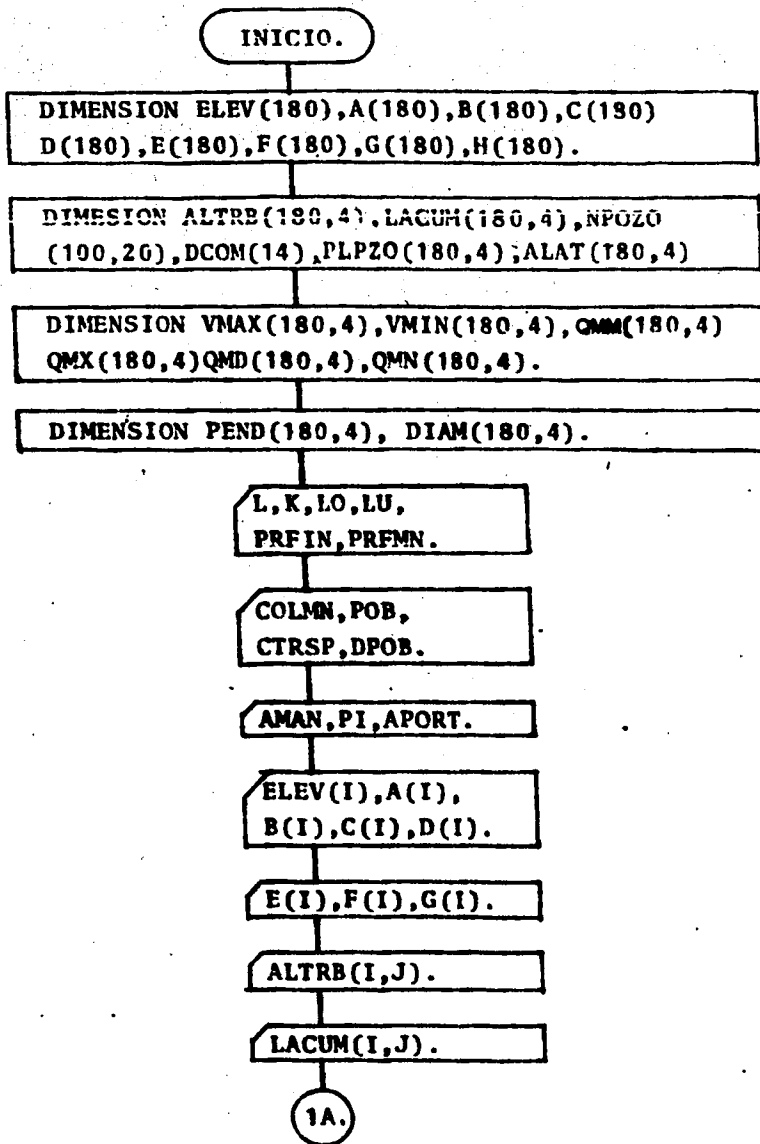


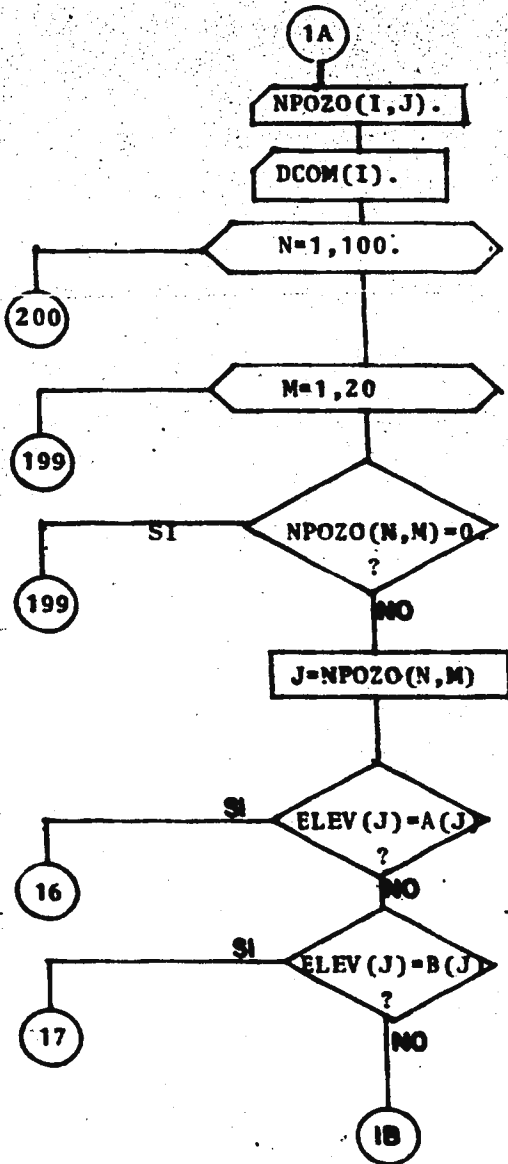


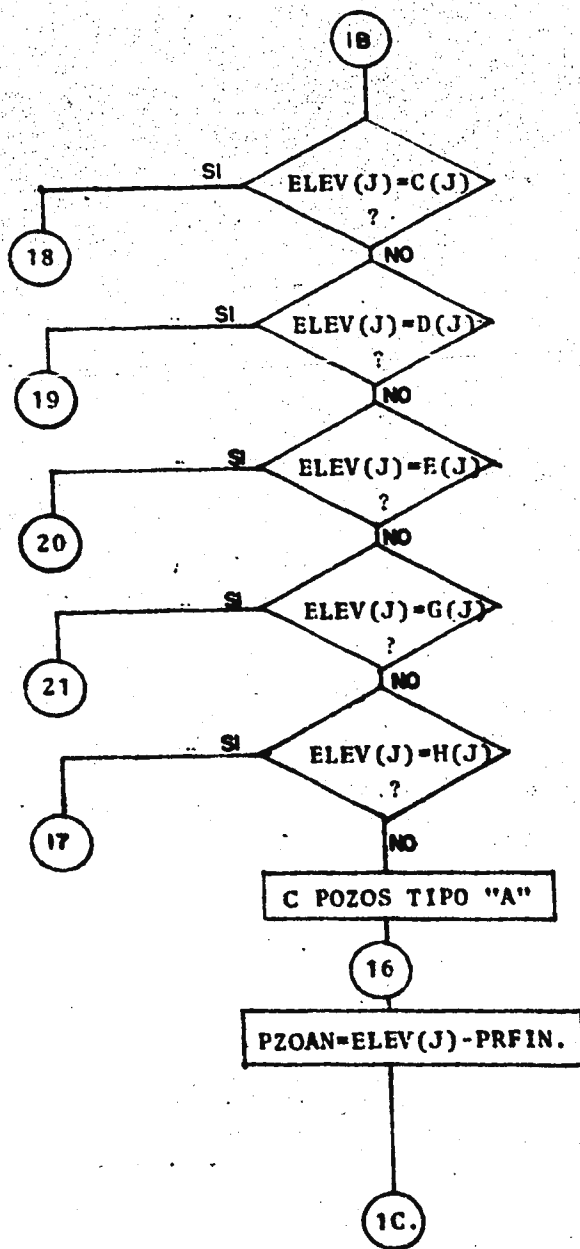
### III.2.- Diagrama de Flujo.

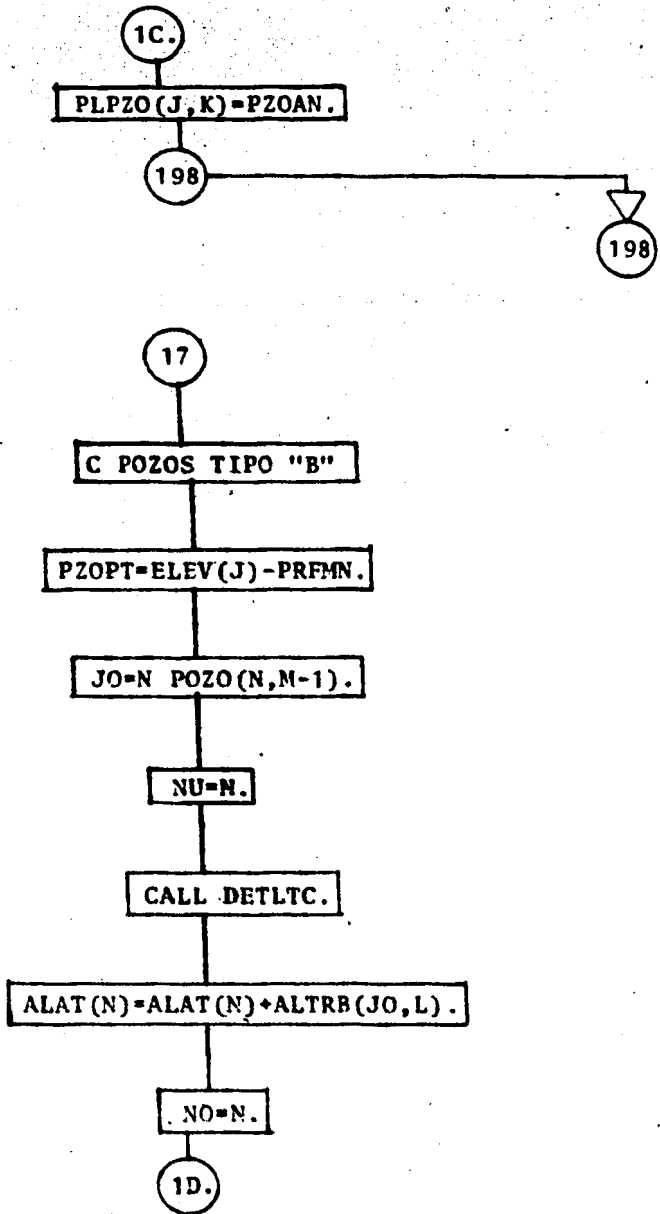
Ya con el programa plasmado a grandes rasgos en el Diagrama de Bloque, se procede a la elaboración del Diagrama de Flujo, donde se darán las instrucciones ya en detalle y orientadas a la codificación del programa en Lenguaje FORTRAN IV.

# DIAGRAMA DE FLUJO.

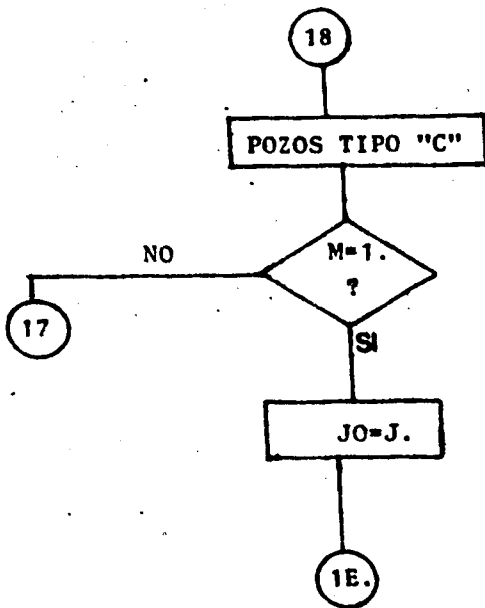
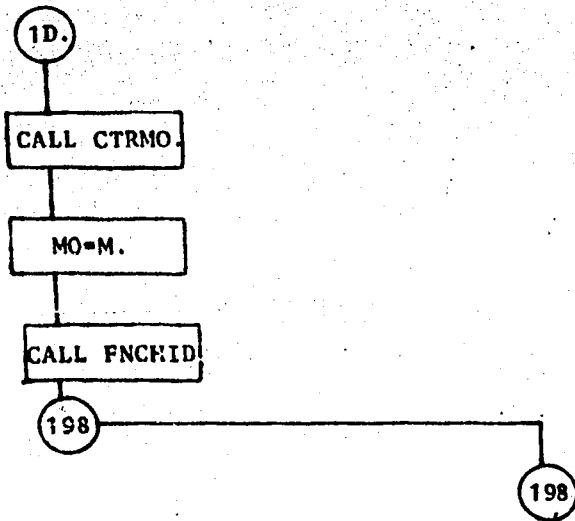


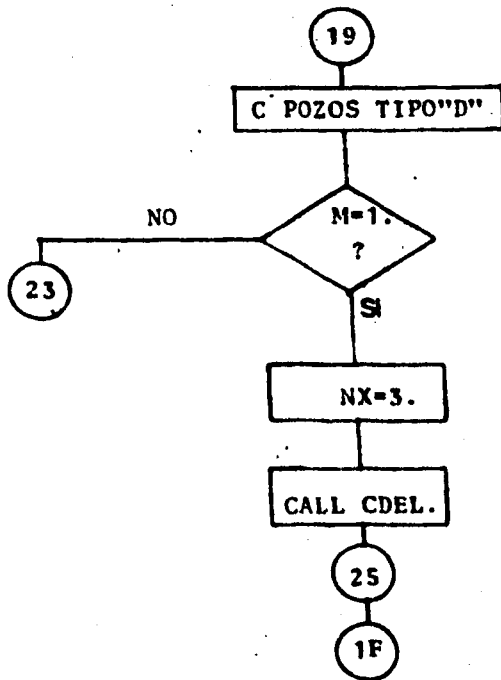
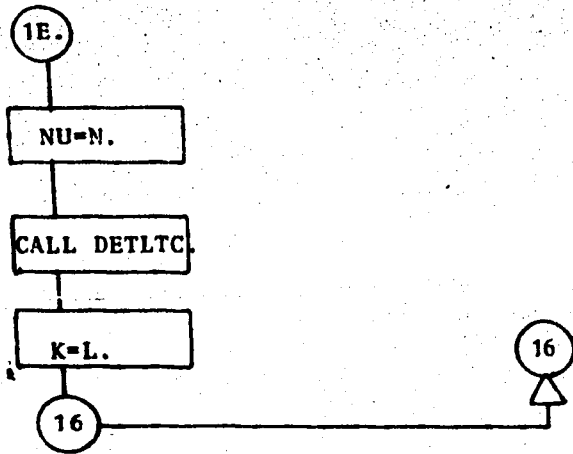


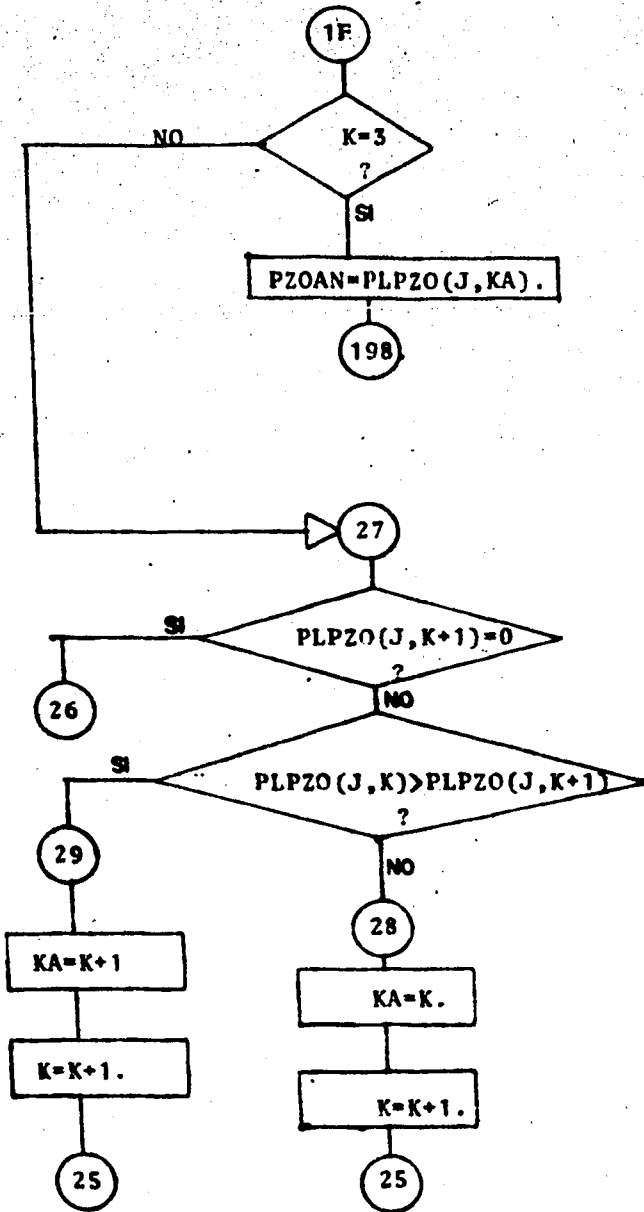


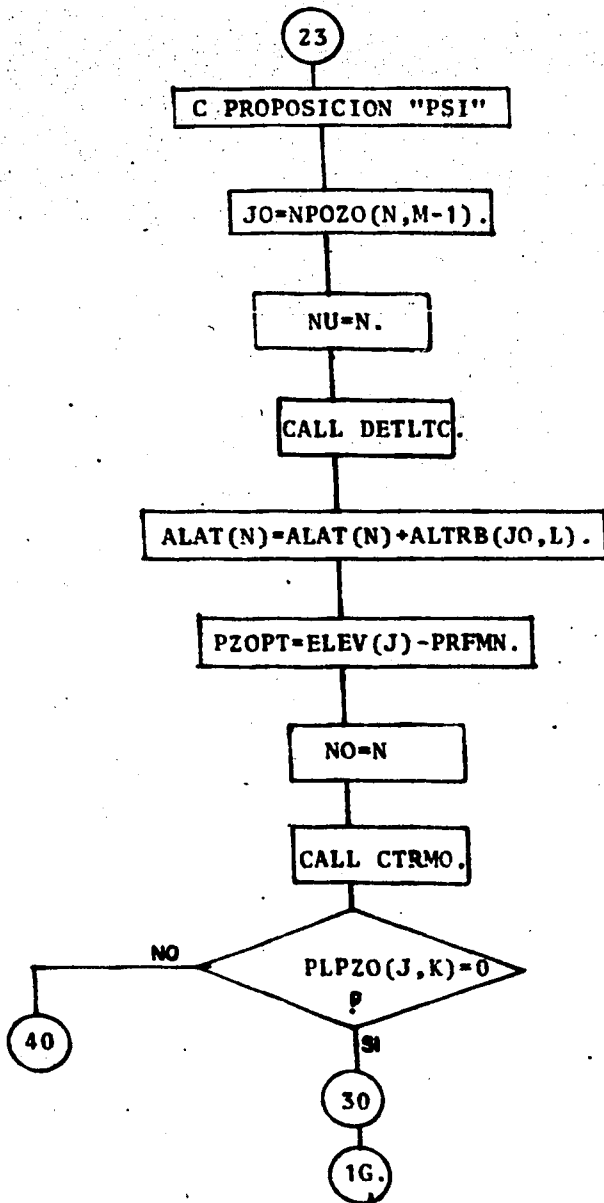


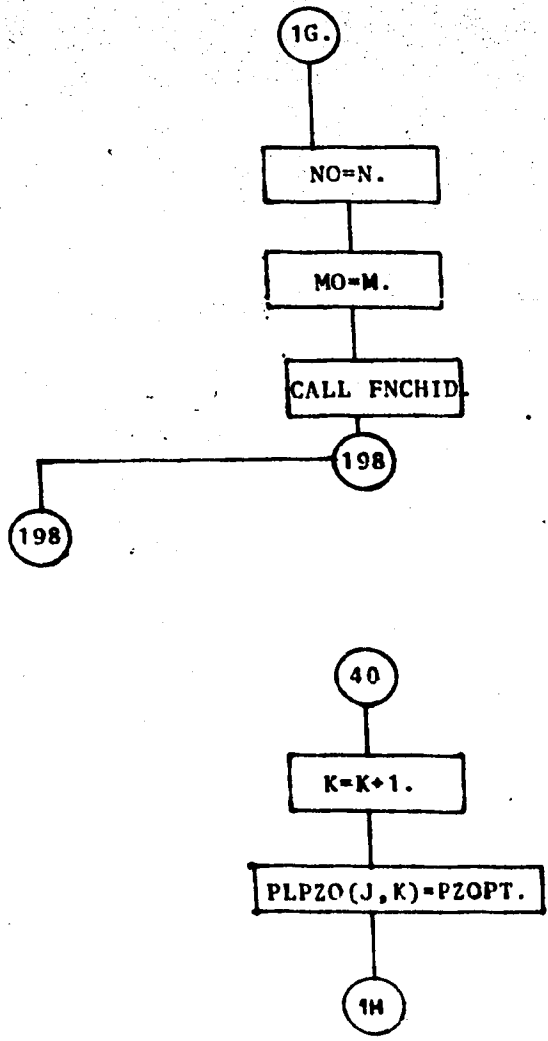


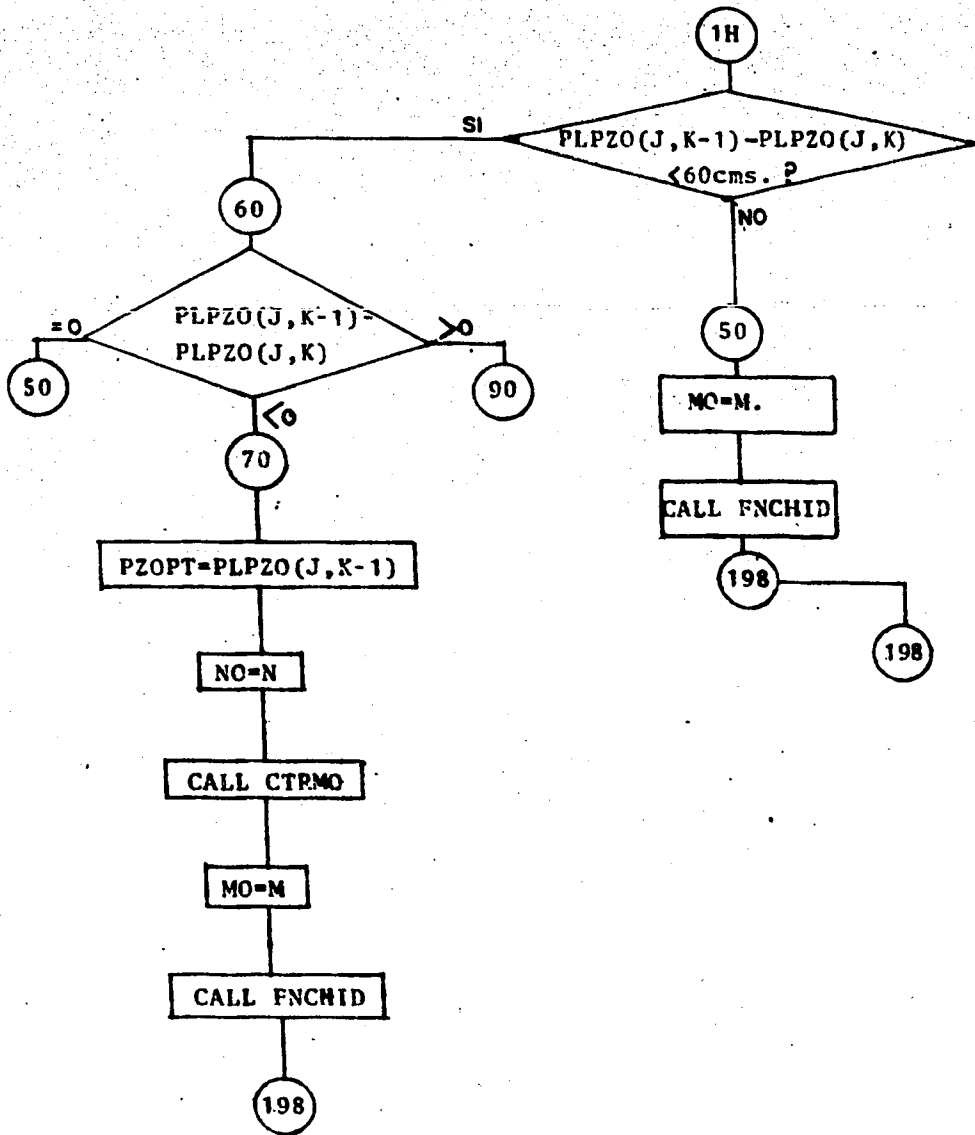


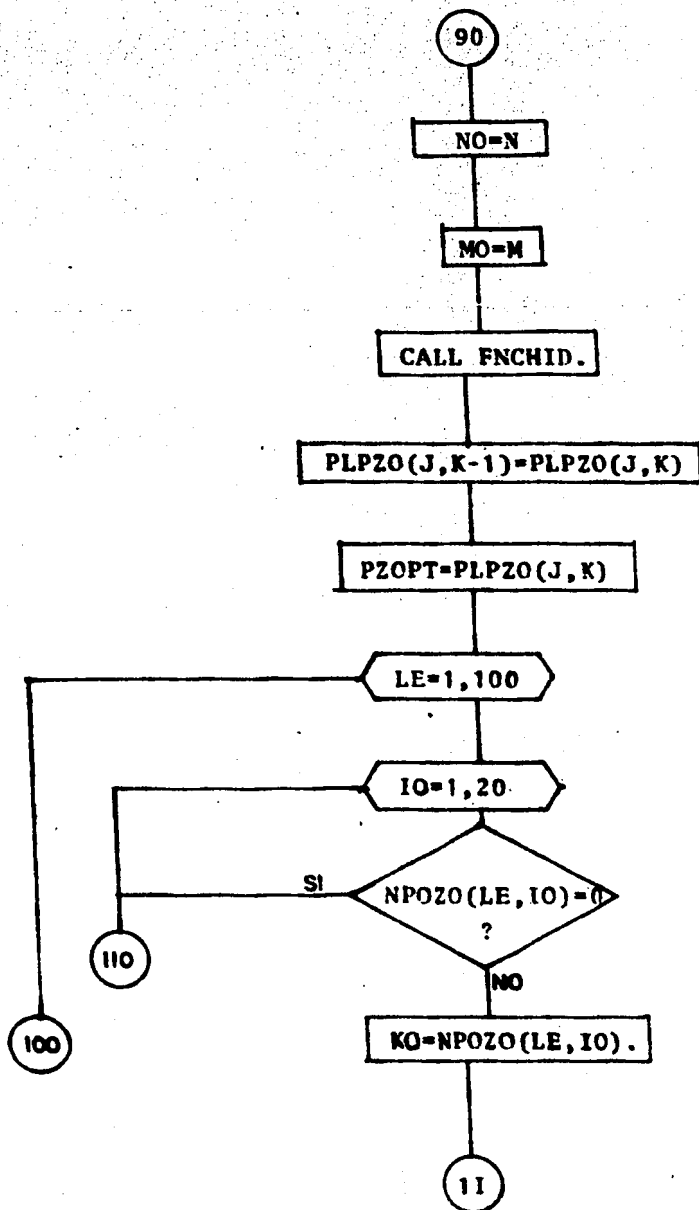


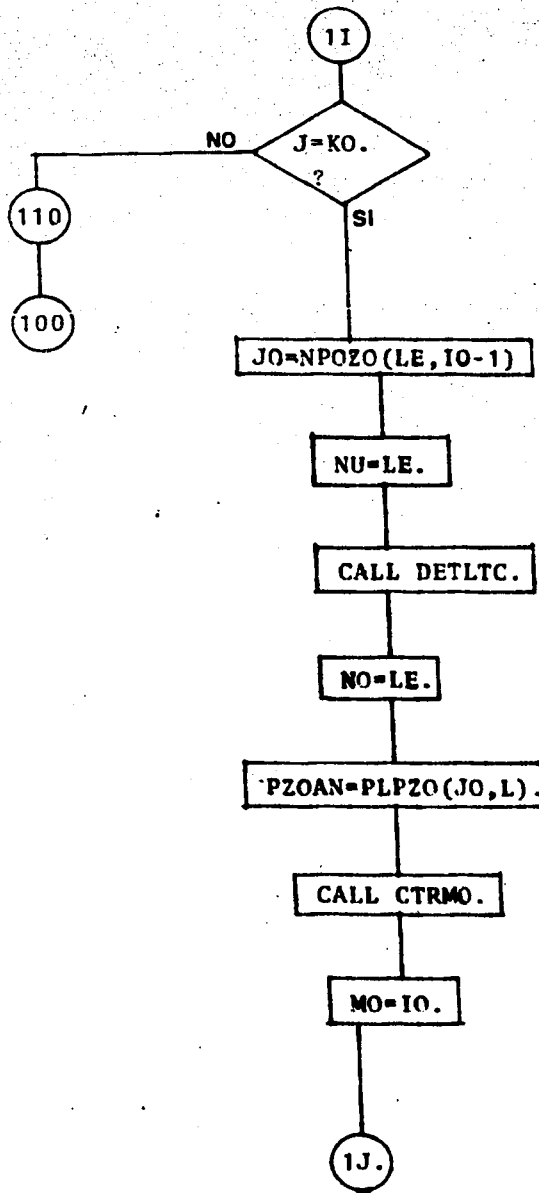




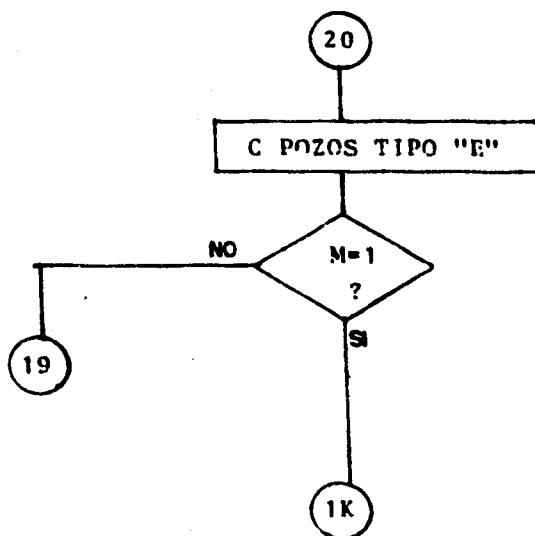
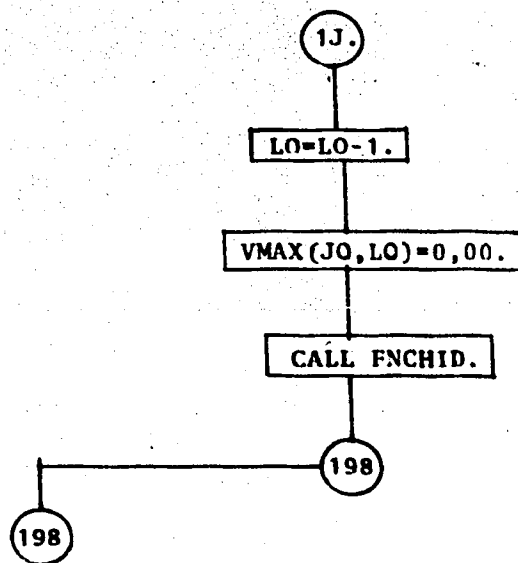


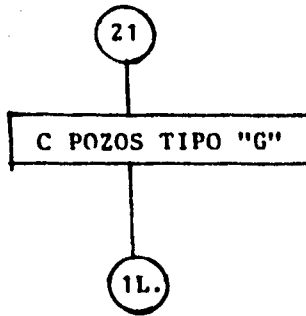
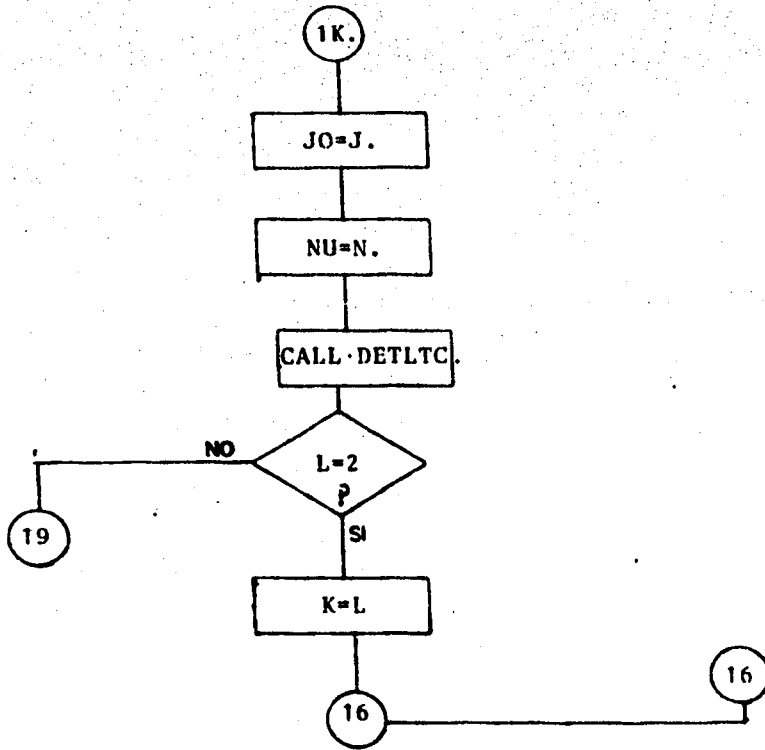


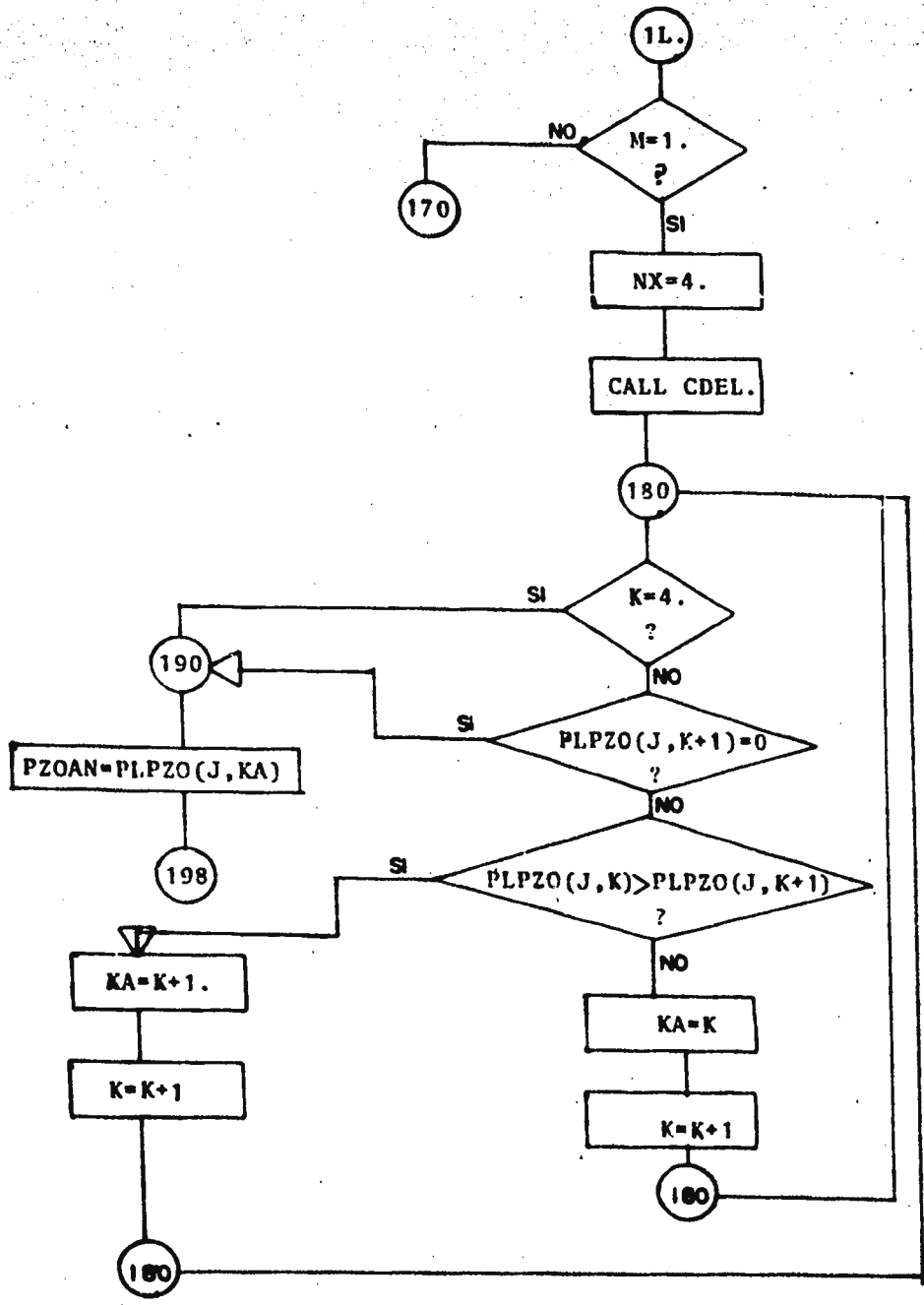


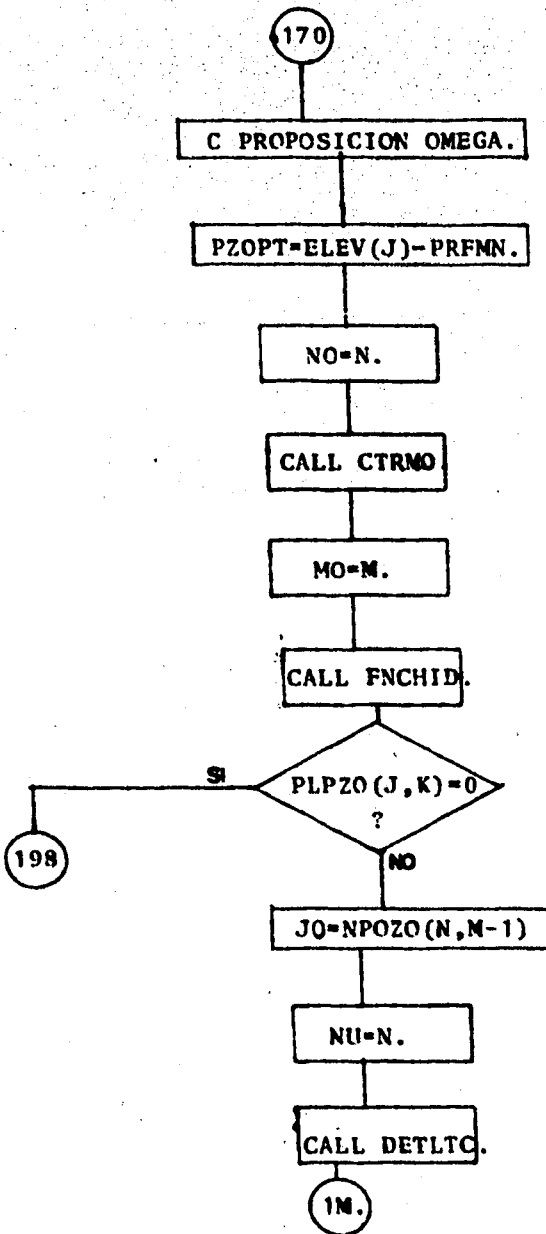


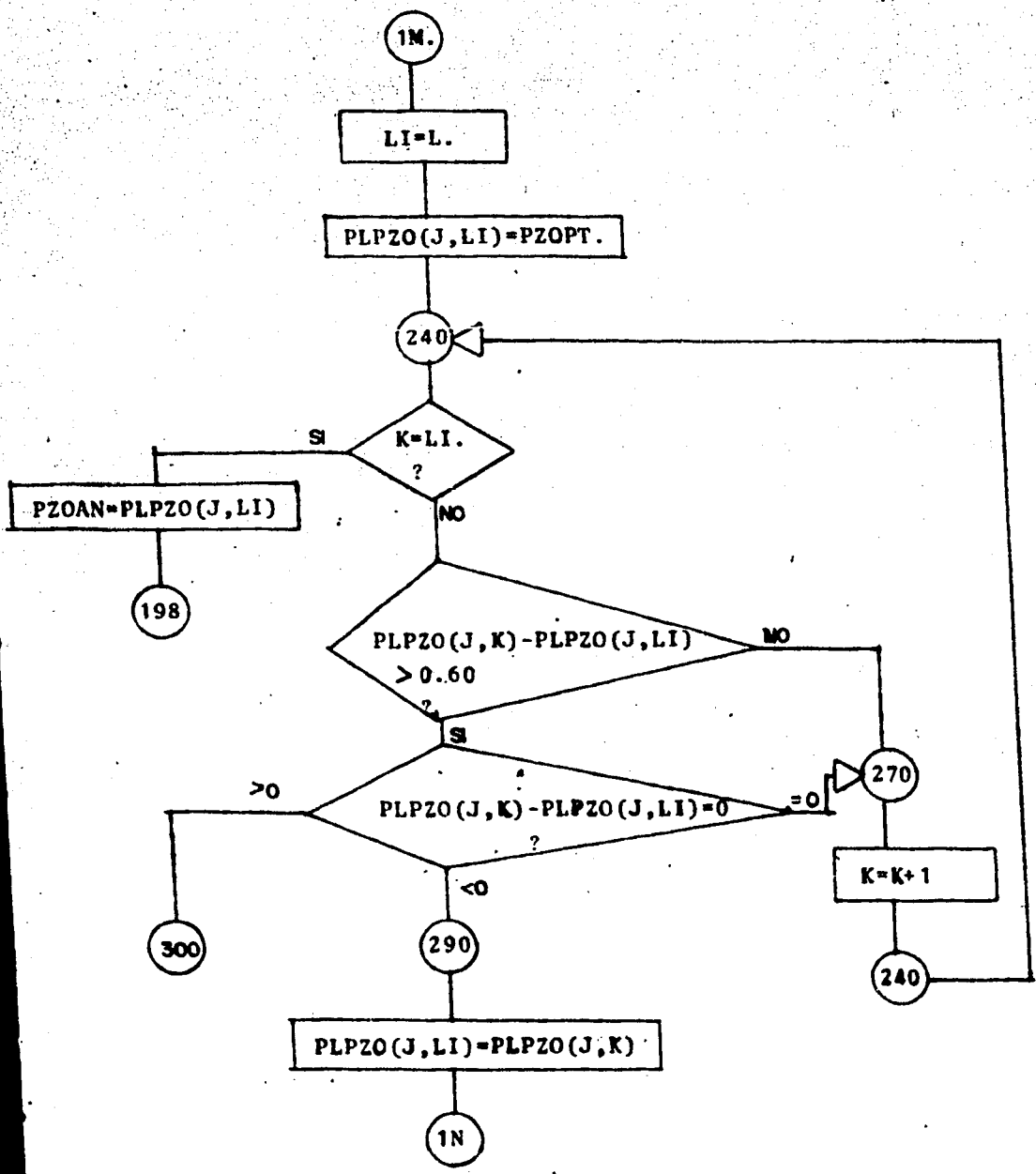


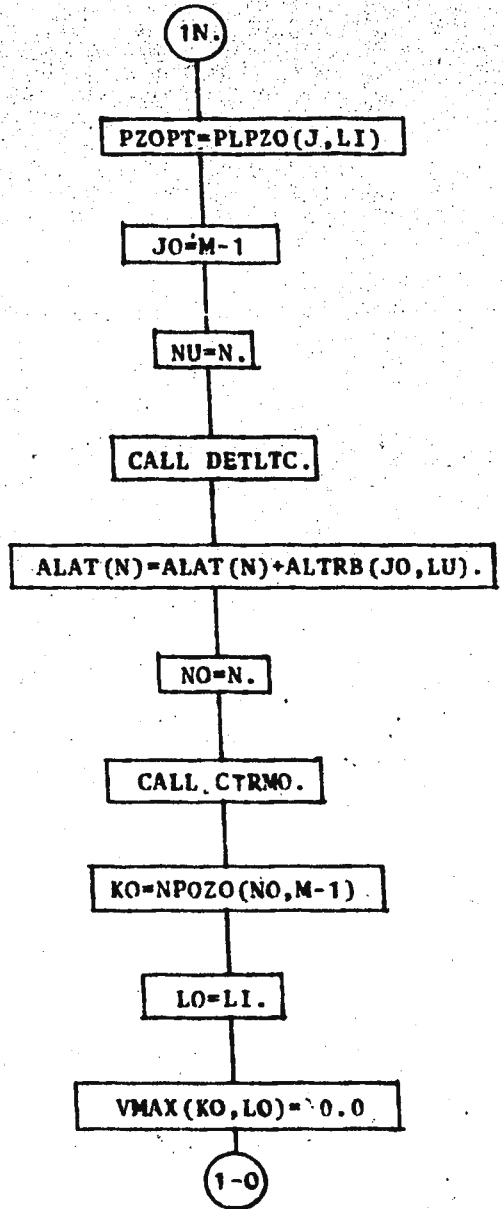


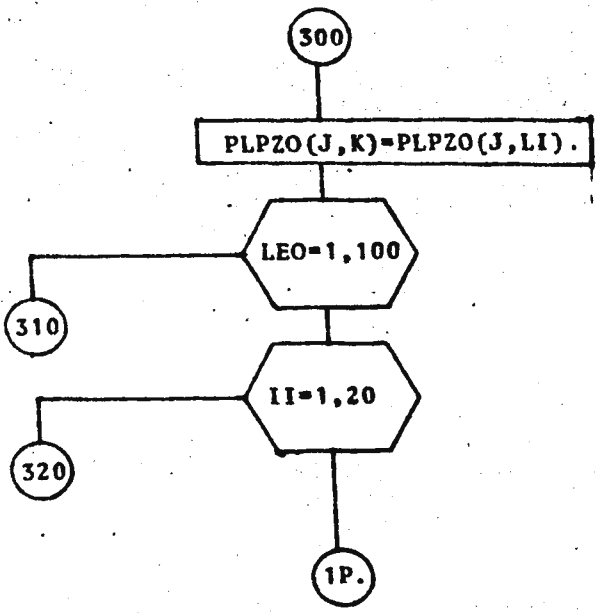
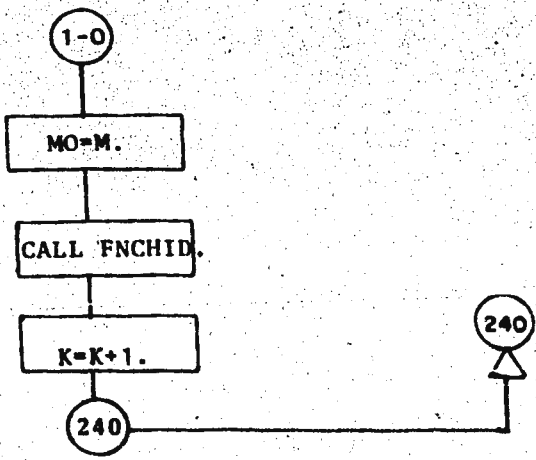


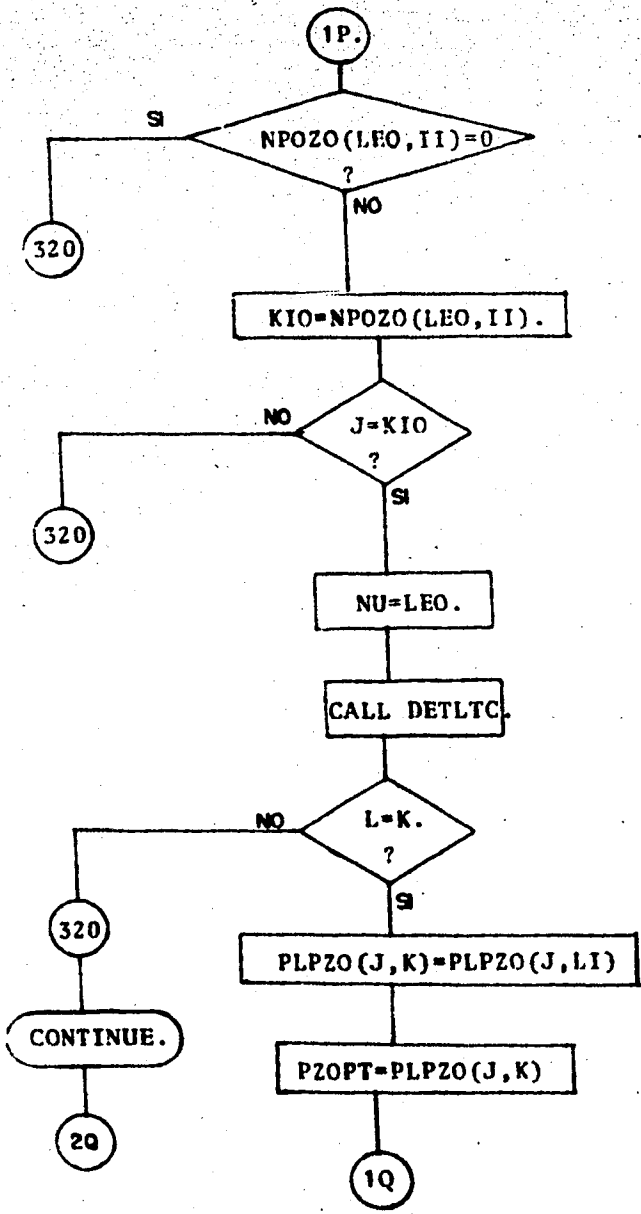




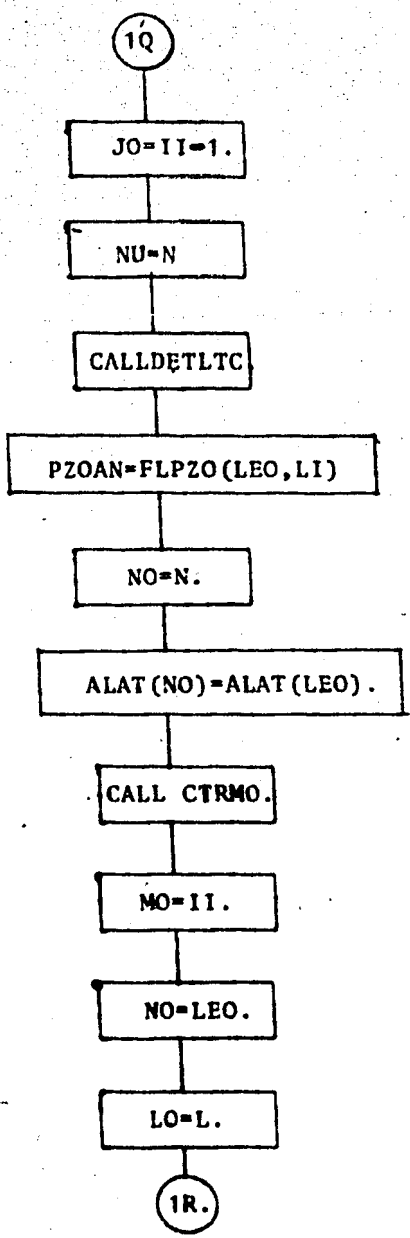
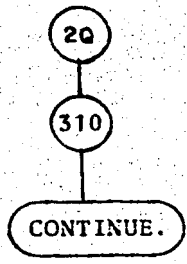


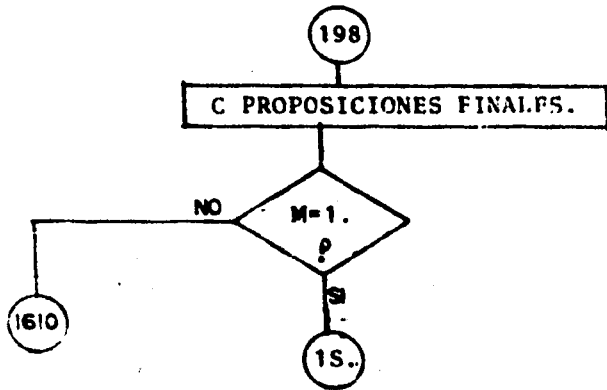
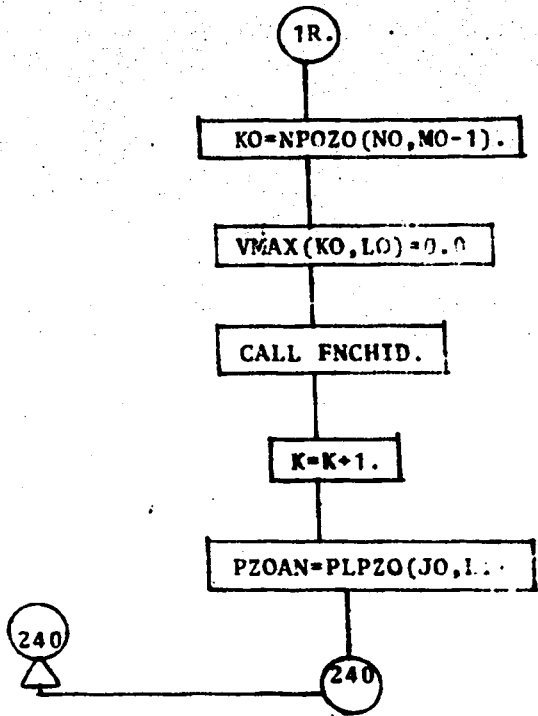


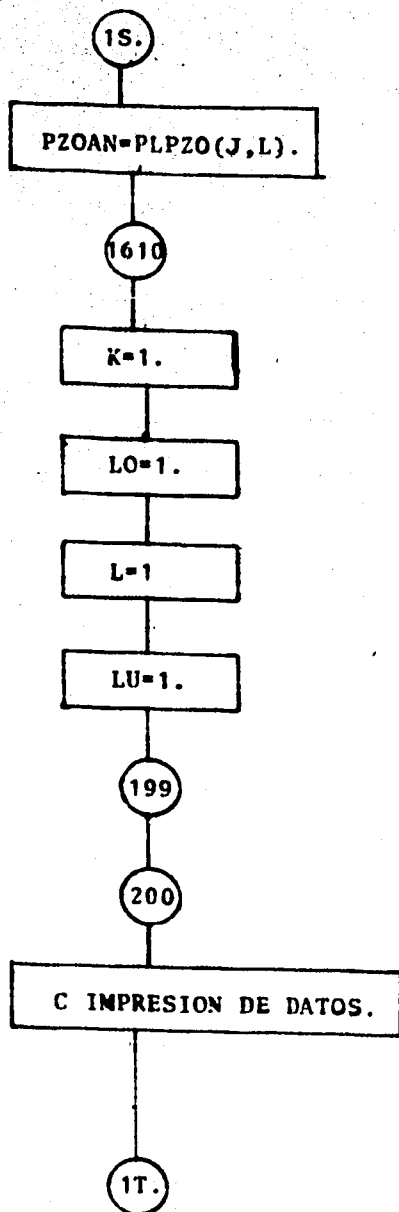


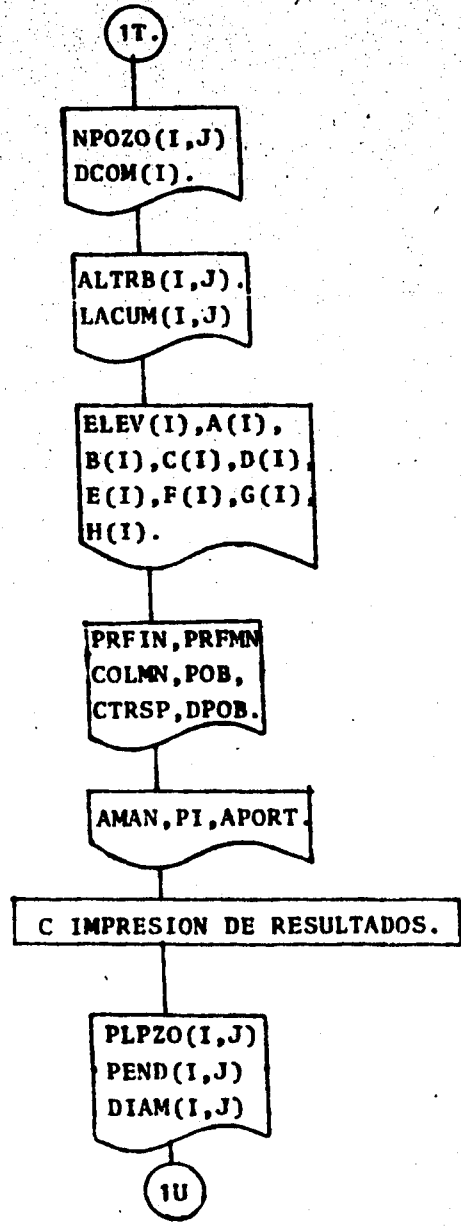


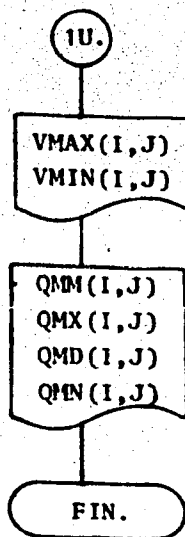






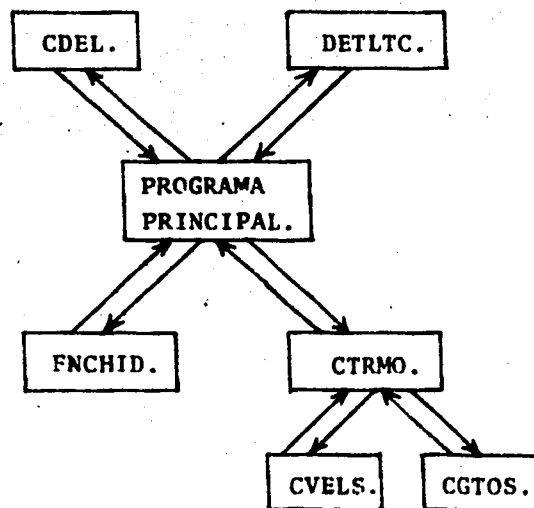






### III.3.- Subrutinas.

El Programa Principal, expuesto en detalle en el Diagrama de Flujo, se complementa con 4 Subrutinas principales, de las cuales, una de ellas, se complementa a su vez, con otras 2 Subrutinas secundarias, como se ilustra en la siguiente figura:



#### III.3.a.- Subrutina "CTRMO".

Esta Subrutina, cuyo nombre proviene de " Cálculo de Tramo ", funciona principalmente con dos pozos:

" PZOAN " y " PZOPT ",

que significan Pozo Anterior y Pozo Posterior, respectivamente. Las dos variables, provenientes del programa principal, son en realidad, los valores de las plantillas de la tubería, en su extremo anterior y posterior. El Subprograma empieza restando las dos variables y dividiendo la diferencia entre la longitud correspondiente al tramo; de esta forma, se obtiene la pendiente, como se puede apreciar en la figura III.3.

Si la pendiente es negativa o es menor que la mínima por especificación, de acuerdo al inciso "Parámetros de Proyecto", vistos más adelante en otro capítulo de este trabajo, se da la instrucción de fijar como pendiente, la mínima permitida y continuar con el proceso.

Como siguiente paso, se llama a la Subrutina "CGTOS", que significa "Cálculo de Gastos", y que precisamente, calcula los gastos que transitarán por la tubería del tramo, de acuerdo a las longitudes acumuladas, desde el gasto Máximo Máximorum, hasta el gasto Mínimo, utilizando un procedimiento mecánico que se explica más adelante.

Con los gastos ya calculados, la Subrutina "CTRMO", pasa a calcular las velocidades del agua en la tubería. Esto se hace para el gasto Máximo Máximorum y para el gasto Mínimo. Para ello llama a la Subrutina "CVELS" la cual, con los datos de pendiente del tramo, diámetro de la tubería y gasto, calcula la velocidad utilizando la fórmula de Manning.

Ya con el dato de la velocidad del flujo, proporciona

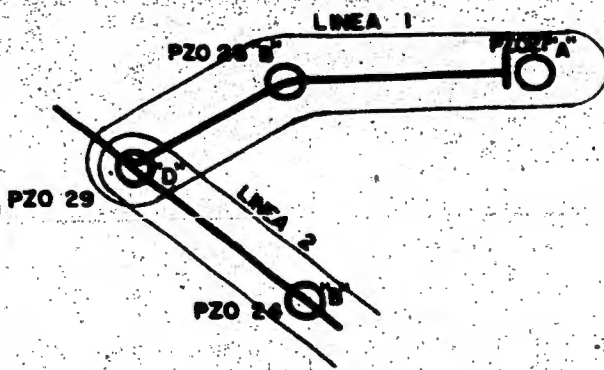


Figura III.2. Agrupamiento de Pozos en Lineas.

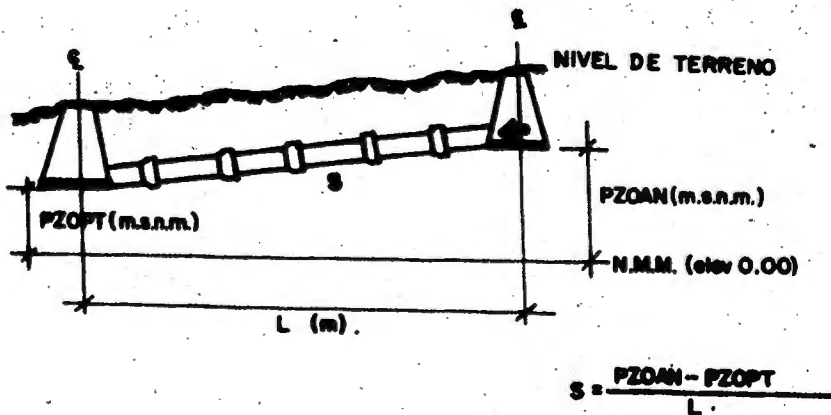


Figura III.3. Subrutina "CTRMO".



do por la Subrutina "CVELS", se procede a checar si está dentro de los rangos permitidos, de acuerdo a las restricciones fijadas al inicio del programa. Si la velocidad es muy pequeña y cae por debajo del mínimo aceptable, se incrementa la pendiente de la tubería en un milésimo y se recalcula la velocidad. Por el contrario, si la velocidad del agua dentro de la tubería es muy alta, se procede a disminuir la pendiente en un milésimo y se checa si la profundidad del colchón de relleno entre la clave del tubo y la superficie del terreno es mayor que la mínima permitida. Si esta condición ocurre, se recalcula de nuevo la velocidad llamando a "CVELS". Si la profundidad del colchón de relleno es menor que la mínima, se deja la pendiente original y se cambia de diámetro comercial de tubería al siguiente de dimensiones mayores; y de nuevo se recalcula la velocidad.

De esta forma, se obliga a que las velocidades esperadas, de acuerdo a los gastos calculados, caigan dentro del rango permitido para que la tubería no se erosionen ni se azolve.

En este punto, termina la Subrutina "CTRMO", para regresar el control de la computadora al programa original.

### III.3.b.- Subrutina "CGTOS".

El nombre de esta Subrutina proviene de "Cálculo de Gastos", y se llega a ella a través de la Subrutina "CTRMO".

En esta Subrutina, como su nombre lo indica, se calculan los gastos que supuestamente pasarán por la tubería en diseño.

Para iniciar el cálculo del Gasto Medio, que es del que se parte para la determinación de los demás gastos, se necesita la siguiente información:

- a).- Densidad de población, proporcionada directamente a la computadora como dato, a través de la variable "DPOB", y calculada como:

$$DPOB = \frac{\text{Población de Proyecto.}}{\text{Longitud Total de Tubería en la Red.}}$$

- b).- Longitud Tributaria de cada tramo de cálculo, proporcionada directamente como dato, a través de la variable "ALTRB".
- c).- Longitud acumulada total, calculada por la computadora como la suma de la longitud tributaria del tramo, más la longitud acumulada de los tramos anteriormente calculados y que conectan al tramo en diseño. Esta variable, lleva el nombre de "ALAT".
- d).- Número de Habitantes Servidos, calculado por la computadora como el producto de la multiplicación de la Densidad de Población por la longitud acumulada total de tubería y que se trabaja bajo el nombre de "ANHS".

$$ANHS = ALAT \times DPOB.$$

e).- Aportación por Habitante, proporcionada directamente como dato, a través de la variable "APORT".

f).- Población Servida en miles, calculada por la computadora bajo el nombre de "PMIL"

$$PMIL=ANHS/1000.00$$

g).- Coeficiente de Transporte, proporcionado directamente como dato, a través de la variable "CTRSP".

h).- Fórmulas empleadas, proporcionadas como instrucciones algebraicas integradas, en el lenguaje de computadora:

$$QMDO=ANHS \times APORT/86,400.$$

$$QMNO=QMDO/2.0$$

$$QMXO=QMDO \times HARM.$$

donde:

$$HARM=1.0+\frac{14}{4+\sqrt{PMIL}}$$

y por último:

$$QMAXM=CTRSP \times QMXO.$$

donde:

CTRSP= Coeficiente de Transporte

De ésta forma, los diferentes gastos son calculados para después ser revisados y saber si son mayores que los especificados en las restricciones. Si son mayores, la Subrutina continúa, si no lo son, los iguala con los mínimos especificados y en ese momento termina el subprograma, regresando el control a la Subrutina "CTRMO".

### III.3.c.- Subrutina "CVELS".

El nombre de ésta Subrutina proviene de "Cálculo de Velocidades", precisamente por la función que tiene: Calcula la velocidad del flujo a lo largo de una supuesta tubería. Para lograr ésto, se parte de la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

donde son conocidos:

- a).- El gasto, proporcionado directamente por la variable "Q" a través de la Subrutina "CTRMO"; antes calculado en la Subrutina "CGTOS".
- b).- La pendiente, al igual que el gasto, proporcionada directamente por la variable "S", a través de la Subrutina "CTRMO".
- c).- Coeficiente de Manning, proporcionado a la computadora como dato, bajo el nombre de la variable "AMAN".

De ésta forma, las incógnitas, en la ecuación de Manning, son: el Area Hidráulica "A" y el Radio Hidráulico " $R_h$ ", las dos, funciones del tirante del agua

dentro del tubo, funcionando como canal.

Si de un lado de la igualdad se dejan las incógnitas, y del otro las variables conocidas, la ecuación queda:

$$\frac{Q n}{S^{1/2}} = A R_h^{2/3}$$

$$\text{Constante} = A R_h^{2/3}$$

pero sabemos que el área (A) y el Radio Hidráulico ( $R_h = \frac{A}{P}$ , donde P=Perímetro mojado) están determinados

por el tirante "Y", por lo tanto, sólo se procede a dar un valor inicial a "Y", calcular A y  $R_h$ , obtener el producto  $A R_h^{2/3}$  y compararlo con la constante que tenemos. Si son aproximadamente iguales, se da por bueno el tirante supuesto y se procede a calcular la velocidad, directamente como:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Es en este momento, cuando el control de la computadora regresa a la Subrutina "CTRMO", para continuar con el cálculo. Si el producto no es aproximadamente igual a la constante, se incrementa el tirante, se recalcula  $A R_h^{2/3}$  y se compara de nuevo con la constante. Así se procede sucesivamente hasta que se cumpla la condición anterior. Si el tirante se incrementa hasta que llega a la clave del tubo y el producto sigue siendo muy diferente a la constante, el control

de la computadora se translada a un acumulador ("MI") que se incrementa en una unidad. Esto es con el fin de cambiar el diámetro comercial del tubo al subsecuente mayor. Con el nuevo diámetro, trabajando bajo el nombre de la variable "DMTRO", se vuelve a repetir el ciclo asignándole un valor inicial a "Y".

Para calcular el área hidráulica "A" y el Radio Hidráulico " $R_h$ ", ésta Subrutina contempla los tres casos posibles de flujo: aquellos en los que el tirante es menor que el Radio "R" del tubo, aquellos en que es igual y por último, aquellos en los que es mayor. Esto se ilustra en la figura III.4.

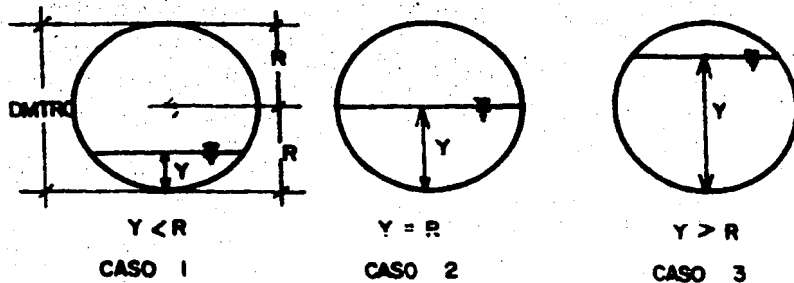
Caso 1.- Para el cálculo del Perímetro mojado "p" se utiliza la fórmula  $P = \theta \cdot R$ , donde  $\theta$  se expresa en radianes (Fig. III.5)

Para el cálculo del Area Hidráulica, se utiliza la fórmula:

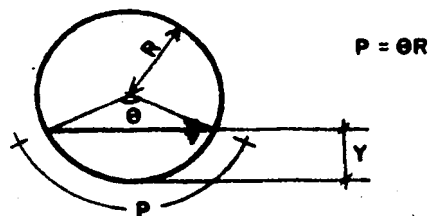
$$A = \frac{1}{2} R^2 (\theta - \text{sen } \theta)$$

Para determinar  $\theta$ , se utiliza la función trigonométrica "coseno", ilustrado en la Fig. III.6

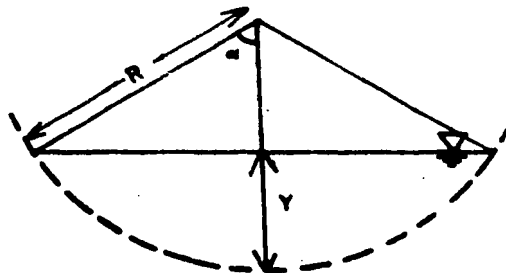
Como se aprecia en la figura,  $\alpha$  es perfectamente determinable, porque "R" se conoce y a "Y" se le había asignado un valor previamente.



**Fig. III.4. Casos posibles de conducción en Tuberías.**



**Fig. III.5. Cálculo del Perímetro Mojado ( Caso 1 ).**



$$\Theta = 2\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{R - Y}{R}$$

$$\alpha = \arccos \frac{R - Y}{R}$$

**Fig. III.6. Cálculo del ángulo "Θ" (Caso 1).**

Caso 2.- Este es el caso más sencillo, pues se trata de exactamente media circunferencia, en el caso del perímetro mojado y medio círculo, en el caso del Area Hidráulica:

$$A = \pi R^2 \left( \frac{1}{2} \right)$$

$$P = 2\pi R \left( \frac{1}{2} \right)$$

Caso 3.- Dentro de éste caso, se pueden contemplar 2 más, que facilitan el cálculo de "A" y "P"; cuando el tubo va completamente lleno, es decir cuando,  $Y = 2R = DMTRO$ ; y cuando el tirante está en el rango  $R < Y < DMTRO$ . En la primera opción, el área y el perímetro se calculan como:

$$A = \pi R^2$$

$$P = \pi DMTRO = 2\pi R$$

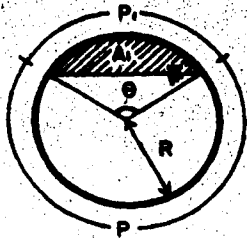
En la segunda alternativa, éstos parámetros se calculan como se ilustra en la figura III. 7. y con las fórmulas siguientes:

$$P = \text{Perímetro Total} - P_1$$

$$\text{Perímetro Total} = 2\pi R$$

$$P_1 = \theta R$$





$P = \text{Perímetro Total} - P_1$   
 $\text{Perímetro Total} = 2\pi R$   
 $P_1 = \theta R$   
 $A = \text{Área Total} - A_1$   
 $A = \pi R^2 - 1/2 R^2 (\theta - \text{sen } \theta)$

$$\theta = 2\alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{Y-R}{R}$$

$$\alpha = \text{ang.} \cos \frac{Y-R}{R}$$

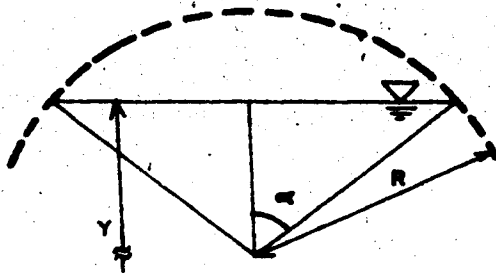


Fig. III.7. Cálculo del Área Hidráulica, Perímetro Mojado y ángulo "θ" (Caso 3).

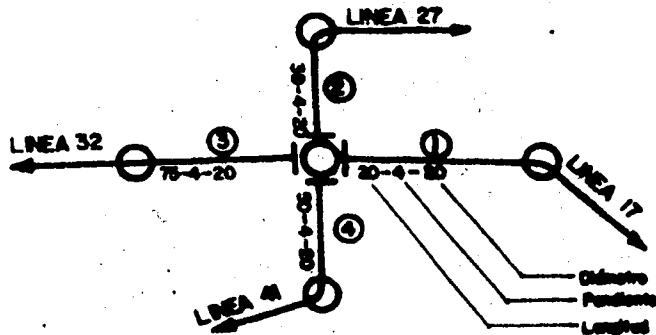


Fig. III.8. Posibles Longitudes Tributarias en un pozo.

$$A = \text{Area Total} - A_1$$

$$A = \pi R^2 - \frac{1}{2} R^2 (\theta - \text{sen } \theta)$$

$$\theta = 2\alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{Y - R}{R}$$

$$\alpha = \text{ang cos } \frac{Y - R}{R}$$

Es así como ésta Subrutina entrega a la Subrutina "CTRMO", como resultado de su procesamiento, los valores de las variables "V" y "DMTRO", que, si caen dentro del rango de aceptación marcado por las restricciones, la Subrutina "CTRMO" terminará su función y pasará estas mismas variables, más las calculadas por ella misma, al programa principal, donde de acuerdo al tipo de pozo que se esté trabajando, se continuará con el cálculo o se termina. Si se termina se dan por buenos todos los valores obtenidos y resta "guardarlos", cada uno en su correspondiente "casillero". Para lograr ésto, se llama a la Subrutina "FNCHID".

#### III.3.d.- Subrutina "FNCHID".

Esta Subrutina, cuyo nombre proviene de "Funcionamiento Hidráulico", se encarga de colocar los valores correspondientes a las variables obtenidas, en el casillero de que se trate. El primer paso es obtener el subíndice del elemento "NPOZO", así se obtendrá, en realidad, el No. de pozo que se esté calculando.

Hay que hacer notar, que los valores se almacenarán en el pozo correspondiente al pozo anterior. Por ejemplo, si se está trabajando en el tramo 27-28 de la Línea 1 de la figura III.2, los valores de velocidad Máxima, Mínima, Gasto Máximo Maximorum, Máximo, Medio, Mínimo, Pendiente y Diámetro, correspondientes a éste tramo, se almacenarán en:

Pzo Num	" VMAX "			
1				
2				
.				
.				
26	0.76	0.85	0.00	0.00
27	0.93	0.00	0.00	0.00
28	0.88	1.55	2.00	0.99
.				
.				
.				

De ésta manera, las matrices "VMAX", "VMIN", "PEND", "QMM", "QMX", "QMD", "QMN", "DIAM", y "PLPZO" se van llenando. Estas matrices, como se explicará más adelante, es el formato de entrega de resultados con el que se ha programado a la computadora.

### III.3.e.- Subrutina "DETLTC".

El nombre de ésta Subrutina, proviene de "Determinación

de la Longitud Tributaria Correspondiente" y esencialmente consiste en encontrar el subíndice que indica el pozo en que se está trabajando; todo ello, unido a un contador de tal manera que la variable "L" puede representar los subíndices 1, 2, 3 ó 4, ya que como máximo, un pozo puede tener 4 longitudes tributarias, como en el caso de una cabeza de atarjea como se muestra en la figura III.8.

Por ejemplo: Si se está trabajando en la línea 34, el pozo 29 tiene 2 longitudes tributarias, y la primera de ellas corresponde a la línea 32, entonces la Subrutina "DETLTC" dará valor a la variable "L" de dos. ( Fig. III.9 ).

#### III.3.f.- Subrutina "CDEL".

El nombre de esta Subrutina, proviene de "Cálculo de Longitudes" y entra en funcionamiento cuando en el proceso de resolución, se llega a un pozo en el que concurren dos o tres líneas, como ocurre con los pozos tipo "D", "E", o "G".

Para ello esta Subrutina, utiliza la matriz de acumulación de longitudes "ALAT" (Longitudes acumuladas to tales), asignándole a cada elemento, el valor de la longitud total del tramo a calcular, la cual se calcula como la suma de la longitud propia de cada una de las líneas que llegan al pozo en estudio, más la tributaria correspondiente. En la figura III.10 se ejemplifica esto.

- 1 Longitud Tributarie corespunzătoare al traseu 29-14 de la Lînea 34
- 2 Longitud Tributarie corespunzătoare al traseu 29-30 de la Lînea 32

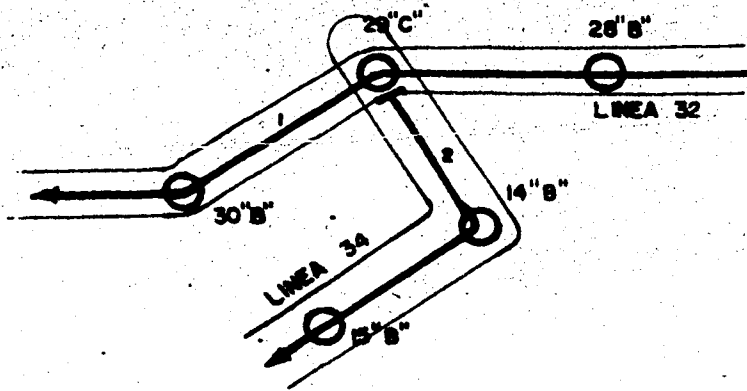


Figura II.9. Subrutina "DETLTC".

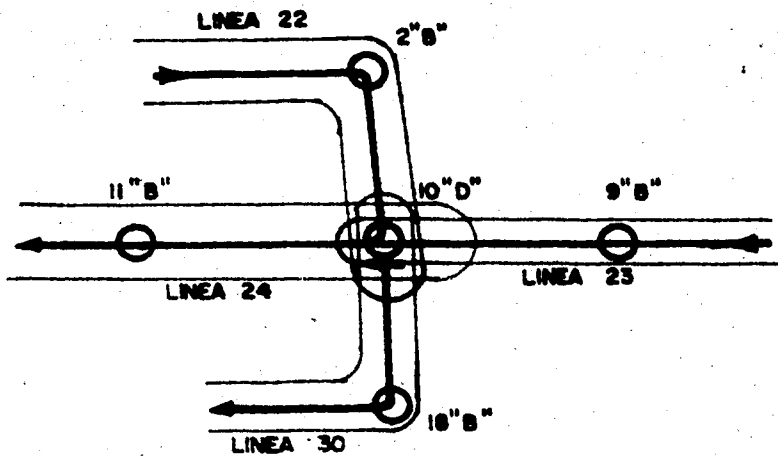


Figura III.10. Subrutina "CDEL".

La figura muestra la concurrencia de las líneas 22 y 23 al pozo 10, tipo "D"; y se desea calcular el tramo 10 - 11 de la línea 24.

El primer paso, es encontrar las líneas que concurren; el segundo paso, es sumar las longitudes acumuladas de esas dos líneas, y por último, encontrar la longitud tributaria correspondiente y también sumarla.

Con ésta longitud total, se entra a la Subrutina "CGTOS", para el cálculo de los gastos acumulados correspondientes.

#### III.4.- Codificación.

Después del Diagrama de Flujo, el siguiente paso en la elaboración de un programa de computadora es la "Codificación". La "Codificación" es pasar el Diagrama de Flujo al lenguaje de computadora correspondiente. El lenguaje que se utilizó en este trabajo es el lenguaje "FORTRAN IV" que significa "el IV de su tipo en la serie de lenguajes FORMULA TRANSLATION". Se eligió este lenguaje por ser el de tipo científico y el más usado en problemas de ingeniería.

A continuación, se presenta la codificación del programa principal y se continúa con la de cada una de las Subrutinas que lo complementan.

```

COMMON ELEV(100), AC(100), BC(100), CC(100), DC(100), EC(100), FC(100), GC(100),
COMMON ALTRC(100,4), LA: UN(100,3), WPOZC(100,20), JCONC(14), PLPZC(100,
COMMON VNA(100,1), VNY(100,2), GNC(100,4), GNC(100,4), GND(100,4), GND
COMMON P, L, A, V, H, I, S, G, R, A, C, H, G, N, X, G, N, D, G, N, U, S, C, N, T, R, U, G, V, P, Z, O, A, N, P, Z, U, P, T
COMMON P, R, I, N, P, R, F, I, N, O, P, O, S, C, T, R, S, P, C, O, L, U, M, A, P, O, R, T, A, M, A, N, P, I
COMMON L, O, L, U, S, T, J, O, S, H, I, J, O, L, A, I, N, E, N, U, M, A, A, L, G, I, E, N, X, H, M, K, O, M, C
COMMON P, R, I, N, A, M, E, H, A, N, N, O, T, A, N, A, N, T, N, T, E, Y, A, A, L, F, A, P, R, H, D, E, S, H

```

```

PROGRAMA FICHID
C 0478) PRELIMINARES:
HEAD(3,10) L, K, L, O, LU, PR, IN, PPF, 4N, C, N, L, H, N, P, O, B, C, T, R, S, P, C, P, U, B, A, M, A, N, P, I, A, P, O, R, T

```

- 10 FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)
- 11 HEAD(3,10) (ELEV(I), AC(I), BC(I), CC(I), DC(I), EC(I), F(I), G(I), H(I), I-1, 100)
- 12 FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)
- 13 FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)
- 14 FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)
- 15 FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)

```

C CALCULO DE POZOS:
DO 200 N=1,100
DO 199 M=1,20
IF (NPOZC(N,4)) .EQ. 0) GO TO 199
J=NPOZC(N,M)

```

```

C FORMATE(4,15,15,2, F10,2, F5,2, F10,2, F5,2, F10,4, F5,1)
IF (ELEV(J).EQ.A(J)) GO TO 17
IF (ELEV(J).EQ.B(J)) GO TO 18
IF (ELEV(J).EQ.C(J)) GO TO 19
IF (ELEV(J).EQ.D(J)) GO TO 20
IF (ELEV(J).EQ.E(J)) GO TO 21
IF (ELEV(J).EQ.F(J)) GO TO 22
IF (ELEV(J).EQ.G(J)) GO TO 23
IF (ELEV(J).EQ.H(J)) GO TO 24
IF (ELEV(J).EQ.I(J)) GO TO 25

```

```

C POZOS TIPO "A"
16 PZCAN=ELEV(J)-PRFIN
PLPZC(J,N)=PZCAN

```

GO TO 192

```

C POZOS TIPO "B"
17 PZCPT=ELEV(J)-PRFHN

```

```

J0=NPOZC(N,4-1)
NUM=N
CALL DETLYC
IF (ELEV(J).EQ.H(J)) LU=L
ALATC(N)=ALAT(4)+ALTRC(J0,LU)
NUM=N
CALL CTWRG
NUM=N
CALL FCHID
GO TO 192

```



```

C PZNS TYPE "C"
10 IF(N.EQ.1)GO TO 22
   GO TO 17
12 JO=J
   CALL DETLTC
   N=L
   GO TO 16
C PZNS TYPE "D"
19 IF(N.EQ.1)GO TO 24
   GO TO 23
24 N=J
   CALL COEL
25 CONTINUE
   IF(N.EQ.3)GO TO 26
   GO TO 18
26 PZOH=PLPZO(J,KA)
   GO TO 18
27 IF (PLPZO(J,K+1).EQ.0.0)GO TO 26
28 IF (PLPZO(J,K)-PLPZO(J,K+1))28,28,29
   N=N+1
   GO TO 25
29 N=N+1
   GO TO 25
C PROPOSITION PSI
23 JO=NPZO(N-N-1)
   N=N
   CALL DETLTC
   IF (ELEV(JO).EQ.C(JO))LU=L
   ALA(N)=ALA(N)+ALTRN(C JO,LU)
   PZOPT=ELEV(J)-PRFM
   N=N
   CALL CTRM
   IF (PLPZO(J,K).EQ.0.0)GO TO 30
   GO TO 49
36 N=N
   NO=N
   CALL FNCHID
   GO TO 198
49 N=N+1
   PLPZO(J,K)=PZOPT
59 NO=N
   CALL FNCHID
   GO TO 198
63 IF (PLPZO(J,K-1)-PLPZO(J,K))70,80,70
96 GO TO 99
76 PZOPT=PLPZO(J,K-1)

   N=N
   CALL CTRM
   N=N
   CALL FNCHID
   GO TO 198
98 N=N
   NO=N
   CALL FNCHID
   ED 100 LE=1-124
   ON 110 TO=1-21
   IF (NPZO(LE-1))=0.0)GO TO 109
   K=NPZO(LE-1)
   IF (J.EQ.K)GO TO 120

```

```

GO TO 100
120 IF (N.EQ.1) GO TO 140
    JO=PPZO(LI-T)
    NO=LI
    CALL DETLIC
    PZGM=PLPZO(JO-LI)
    PZPT=PLPZO(J,K)
    NO=LI
    NO=TO
    CALL CTRNO
    K=N-1
    VMAX(JU-K)=0.0
    CALL FICHTD
    GO TO 198
110 CONTINUE
100 CONTINUE

```

```

C
PZOS TIPO "E"
20 IF (N.EQ.1) GO TO 140
    GO TO 19
    JO=J
    CALL DETLIC
    PZGM=PLPZO(JO-LI)
    GO TO 19
150 GO TO 16

```

```

E
PZOS TIPO "C"
21 IF (N.EQ.1) GO TO 160
    GO TO 170
160 KX=4
    CALL CDCL
    CONTINUE
    IF (N.EQ.4) GO TO 190
    GO TO 210
190 PZGM=PLPZO(J,KA)
    GO TO 198
210 IF (PLPZO(J,K+1).EQ.0) GO TO 190
    IF (PLPZO(J,K)-PLPZO(J,K+1)) 220,220,230
220 K=N-1
    K=N-1
    GO TO 180
230 K=N-1
    K=N-1
    GO TO 180

```

```

EE
PRPOSICION "OMEGA"
170 PZGPT=ELEV(J)-PRFNN
    NO=N

```

```

CALL CTRNO
NO=N
CALL FICHTD
IF (PLPZO(J,K).EQ.0.0) GO TO 198
JO=N

```

```

CALL DETLIC
LI=L
PLPZO(J,LI)=PZOPT
240 CONTINUE
IF (N.EQ.LI) GO TO 250
    GO TO 240
250 PZGM=PLPZO(J,LI)
    GO TO 198
260 IF (ABS(PLPZO(J,K)-PLPZO(J,LI))>0.60) 270,270,280
270 K=N-1

```

GO TO 240  
290 IF (PLPZO(J,K)-PLPZO(J,LI)),290,270,300

290 PLPZO(J,LI)=PLPZO(J,K)  
PZOPI=PLPZO(J,LI)  
JO=M-1  
CALL DEVLTC  
ALAT(N)=ALAT(N)+ALP6(JO,LU)  
NO=M  
CALL CTMNO  
NO=MPOZOC(NO,M-1)  
LO=1  
VMAX(NO,LO)=6.0  
NO=M  
CALL FNCHID  
K=K+1

GO TO 240  
300 PLPZO(J,K)=PLPZO(J,LI)  
DO 100 LEQ=1,100  
DO 120 FI=1,20  
IF (MPOZOC(LEQ,FI),EQ,C)GO TO 320  
MPOZOC(LEQ,FI)  
IF (J-EQ,KIO)GO TO 330  
GO TO 320

330 NO=LEQ  
CALL DEVLTC  
VALL,EQ,100 TO 340  
GO TO 320

340 PLPZO(J,K)=PLPZO(J,LI)  
PZOPI=PLPZO(J,K)  
JO=I-1  
CALL DEVLTC  
ALAN=PLPZO(LEQ,FI)  
ALAT(NO)=ALAT(LEQ)  
CALL CTMNO  
NO=LEQ  
NO=1  
LO=1  
NO=MPOZOC(NO,NO-1)  
VMAX(NO,LO)=6.0  
CALL FNCHID  
K=K+1  
PZOAN=PLPZO(JO,LI)

GO TO 240  
350 CONTINUE  
360 CONTINUE

C PROPOSICIONES FINALES  
190 CONTINUE

K=1  
LO=1  
LU=1  
190 CONTINUE  
290 CONTINUE

C FINAL DE PROCESO

C IMPRESION DE DATOS  
WRITE(6,35C)

35C 1 5 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



## SUBROUTINE CTRNO

```

COMMON ELEV(100), AC129), B(100), C(100), D(100), E(100), F(100), G(100),
1H(100)
COMMON ALTRB(100,4), L4CUN(100,3), NPOZC(100,20), OCON(14), PLPZC(100,
14), ALAT(100)
COMMON VMAX(100,6), VMIN(100,4), GMM(100,4), GMX(100,4), GMD(100,4), GM
10(100,4), PFMD(100,4), CIAM(100,4)
COMMON VELNA, VELNT, SHAN, SHXC, SHDN, SHNO, S, SHTR, S-V, PZOAN, PZOPT
COMMON PAFIN, PAFIN, DPOB, CTRSP, COLNN, APORT, ANAN, PI
COMMON L-R, LQ, LU, GT, J-NO, 41, J0, LA, I, KI, NU, NA, ALG, IL, NX, N, KO, NO
COMMON PHIL, ANHS, HARN, T, AR, ART, R, TETA, ALFA, PH, DESH
COMMON GN, LIN

```

```

GT=S-PZOAN-PZOPT
IF (DESH=1) GO TO 860
906 S=0.001
GO TO 890
908 DESH=ALTRB(JO,...)
IF (S=0.001) GO TO 890
909 CONTINUE
CALL CVELS
910 CONTINUE
S=SHAN
CALL CVELS
920 CONTINUE
IF (V=0.001) GO TO 930
940 S=0.001

```

```

IF (S=0.001) GO TO 950
950 S=0.001
970 CONTINUE
GT=1.0
CALL CVELS
GO TO 920
960 PZOPT=PZOAN-S-ALTRB(JO,L)
COMMON=ELEV(J)-PZOPT
IF (COLNN=PMFMN) GO TO 990
980 S=0.001
GO TO 970
990 GO TO 910
930 VELNA=V

```

```

Q=GMNO
GN=1.0
CALL CVELS
IF (V=0.001) GO TO 1000
1000 S=0.001

```

```

GO TO 910
VELNT=V
PZOPT=PZOAN-S-ALTRB(JO,L)

```

```

GT=0.0
SH=0.0
RETURN
END

```

## SUBROUTINE CGTOS

```

COMMON ELEV(100), AC(100), BC(100), CC(100), DC(100), EC(100), FC(100), GC(100),
1H(100)
COMMON ALTTRD(100,4), LA:UNC(100,3), NPOZC(100,2), DCON(14), PLPZU(100,
14), ALAT(100)
COMMON VWAR(100,4), VMI(100,4), QMNC(100,4), QMNC(100,4), QMNC(100,4), QM
1M(100,4), PEND(100,4), DIANC(100,4)
COMMON VELWA, VCLSI, QNAC, QMNC, QMDO, QMNU, S, CNTPO, Q, V, P, ZUAN, PZUPT
COMMON PRFIN, PRFIN, DPOI, CYRSP, COLM, APOR, AMAN, PI
COMMON L, S, LO, LV, CT, J, Q, NI, J, LA, NI, NU, NA, ALG, IC, NX, N, KU, MO
COMMON PHIL, ANNS, HARN, T, AR, ART, R, T, TA, ALFA, P, RB, DESN

```

```

ANNS=ALAT(ND)*373
Q100=ANNS*APORT/86400.00
QMDO=QMDO/2.0
PHIL=ANNS/100.0
HARN=L*Q*(14.07*(1.0+SQRT(PHIL)))
QMNO=QMNO*HARN
QMAXP=CYRSP*QMNO

```

```
1020 IF (HARN-1.5)1023,1020,1030
```

```

QMNO=1.5
CO YG 1040

```

```
1030 CONTINUE
IF (HARN-1.5)1050,1050,1060
```

```

QMNO=1.5
CO YG 1040

```

```
1060 CONTINUE
IF (HARN-1.5)1070,1070,1080
```

```

QMNO=1.5
CO YG 1040

```

```
1090 CONTINUE
IF (HARN-1.5)1090,1090,1040
```

```

QMNO=1.5
1040 CONTINUE

```

```

RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CYELS
COMMON ELEV(100), A(100), B(100), C(100), D(100), E(100), F(100), G(100),
IM(100)
COMMON ALTR(100,4), LACUNC(100,3), MPOZOC(100,20), DCNC(14), PLPZC(100,
14), ALAT(100)
COMMON PHAX(100,4), VMT(100,4), GMM(100,4), GMX(100,4), GMD(100,4), GM
IM(100,4), PDMDC(100,4), OIAC(100,4)
COMMON VEL, H, VELS, I, MA, M, Q, QD, QND, QMD, S, CMTRO, P, V, PZCAN, PZOFT
COMMON PAFIN, PAFR, DPGB, CYRSP, COLM, APORT, ANAN, PI
COMMON L, K, LG, LU, GT, J, AD, MI, JD, LA, J, KI, NU, NA, ALG, IL, NX, N, KO, PC
COMMON PHIL, ANNS, HARM, Y, AN, ART, W, TETA, ALFA, P, RH, CLSN
COMMON GH, LIN

```

C  
C

```

IF(CABS(GT-1.0)-LT-0.01)GO TO 1230
IF(CABS(GM-1.0)-LE-0.001)GO TO 1199
GO TO 1099
1109 Y=0.0
      GN=0.1110
1099 NI=1
1100 CONTINUE
      V=C*U
1110 CONTINUE
IF(DMTR0-3.0)1120,1120,1130
1120 V=V+C*U
      GO TO 1140
1130 CONTINUE
IF(DMTR0-6.1)1150,1150,1160
1150 V=V+C*2.5
      GN=V*U
1160 CONTINUE
      R=ENTPO/2.0
IF(CABS(Y-DMTR0)+E-0.001)GO TO 1210
IF(CABS(Y-LT-0.001)GO TO 1200
IF(CR-Y,GT-0.001)GO TO 1180
R=PI*(R+0.001)*2.0
R=PI*(DMTR0/2.0)
GO TO 1190
1210 R=PI*(R+0.2)
      R=PI*(DMTR0)
      GO TO 1190
1200 R=PI*(R+0.2)
      TETA=ATAN((SORT((R+2)-(CABS(C-Y))**2))/CABS(R-Y))
      AP=AP+(C-0.3)*(R+2)*((2.0+TEYA)-SIN(2.0+TEYA))
      P=PI*(DMTR0-2.0)*TEYA
      GO TO 1190
1190 TETA=ATAN((SORT((R+2)-(CABS(R-Y))**2))/CABS(R-Y))
      AR=0.5*(R+2)*((2.0+TEYA)-SIN(2.0+TEYA))
      P=2.0*TEYA
      APH=AP*(R+0.5*(SIN(2.0)))
      ANG=AMAN*0.5*(SIN(2.0))
1190 RH=AR/P
IF(CAP*(RH+0.2-0.3))GE(CG-0.5*(AMAN+0.5*(S=0.5)))GO TO 1220
IF(Y,ED,DMTR0)GO TO 1230
GO TO 1110
1230 CONTINUE
NI=NI+1
DMTR0=DCUNC(4)
V=C*U
GO TO 1110
1220 V=0.7*AP
RETURN
END

```

SUBROUTINE DETLT:

```

COMMON ELEV(100), A(100), BC(100), CC(100), DC(100), E(100), F(100), G(100),
1H(100)
COMMON ALTR(100-4), LACUM(100-3), NPOZO(100-20), DCON(14), PLPZ(100-
10), ALAT(100)
COMMON VMAX(100-5), VMIN(100-4), GMX(100-4), GMX(100-4), GMD(100-4), GM
1H(100-4), PENO(100-4), OIAM(100-4)
COMMON VELRA, VELI, QNAMM, QNRD, QNRD, QNRD, S, DMTPO, Q, V, PZQAN, PZQPT
COMMON PFIN, PFIN, DPOB, CTASP, COLMM, APORT, ANAN, PI
COMMON L, N, LO, LU, GT, J, NO, NI, JO, LA, I, RI, NU, NA, ALG, TE, NX, N, KO, MO
COMMON PHIL, ANHS, HARN, V, AN, AR, R, TETA, ALFA, PRH, DFSH
COMMON GN, LIN

```

177

```

DO 1240 LA=1,100
ON 1240 LA=1-20
IF(NPOZO(LA-1), EQ, 0) GO TO 1250
NI=NPOZO(LA-1)
IF(NI-EO, 0) GO TO 1260
ON 1260 LA=1-20
IF(LA=NU) 1270, 1280, 1270
GO TO 1290
IF(LA=FO) 1300 TO 1290
GO TO 1250
LU=LU+1
CONTINUE
CONTINUE
CONTINUE

```

RETURN  
END



SUBROUTINE CDEL

```

COMMON ELCV(190), AL(180), B(180), CC(180), CC(180), E(180), F(180), G(120),
1H(180)
COMMON ALTR3(180,4), LACUNC(186,5), WPOZO(100,2), DCNM(14), PLPZO(180,
14), ALAT(120)
COMMON VVAR(180,6), VMIN(186,4), DM4(180,4), DMX(186,4), DMJ(180,4), CM
1K(180,6), PEND(18,6), DIAN(186,4)
COMMON VELWA, VELVI, DMAM, DMXL, DMJ, DMNU, S, CHTRU, Q, V, P, ZUAN, PZUPI
COMMON PAFIN, PAFM, DPDE, CTRSF, COLYN, APURT, AYAN, PI
COMMON L, T, LO, LU, ST, J, NO, MI, JJ, L, I, NC, NU, NA, ALG, IL, NX, N, KU, MD
COMMON PHIL, ANHS, KARM, T, AR, ART, R, T, TA, ALFA, P, RH, CFSN
COMMON GH, LIN

```

C

```

1310 NA=1
    ALG=4.0
    C=ATINUE
    IF=LACUNC(J,NA)

    IF (ALAT(IE).EQ.0.0) GO TO 1300
    ALG=ALG*ALAT(IE)
    NA=NA+1
    IF (NA.EQ.NX) GO TO 1320
    GO TO 1310
1320 ALAT(N)=ALG

    GO TO 1330
1330 ALG=0.0
1330 C=ATINUF
    R=TUFA
    END

```

## SUBROUTINE FNCMTD

```

COMMON ELEV(130), AC(100), B(100), C(100), D(100), E(100), F(100), G(120),
1 IN(100)
COMMON ALTR3(100,4), LACUM(100,3), WPOZ0(100,20), DCOM(14), PLP70(102,
14), ALAT(100)
COMMON VMAX(130,4), VMINC(100,4), QM4(100,4), QM5(100,4), QM6(100,4), Q4
1 IN(100,4), PENO(100,4), JIANC(100,4)
COMMON VELMA, VEL4, CHA IN, QM7, QM8, QM9, QM10, S, CHTRU, G, V, PZUAN, PZUPT
COMMON PRFIN, PRF4, N, OPN0, CYSP, COLM, APORT, AMAN, PI
COMMON L, K, LO, LU, GT, J, NO, NI, JJ, LA, I, RI, NU, NA, ALG, IE, NX, N, KO, MO
COMMON PHIL, ANHS, HARN, V, AN, ART, R, TETA, ALFA, P, RH, DESN
COMMON GH, LIN

```

```

C
1340 FLPZU(J,K)=PZUPT
CONTINUE
K0=NPOZ0(N0,M0-1)
IF(VMAX(K0,LO).EQ.0.0)GO TO 1350
LO=LO+1
GO TO 1340
1350 VMIN(K0,LO)=VELMA
VMIN(K0,LO)=VELMI
PEN0(K0,LO)=S-1.0
QM7(K0,LO)=QMA IN
QM8(K0,LO)=QM4
QM9(K0,LO)=QM5
QM10(K0,LO)=QM6
OTAN(K0,LO)=DATAJ/10.0
PZUAN=PZUPT
RETURN

```

```

C
FINAL DE SUBRUTINAS

```

```

END

```

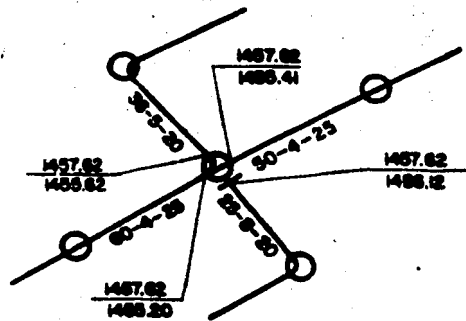
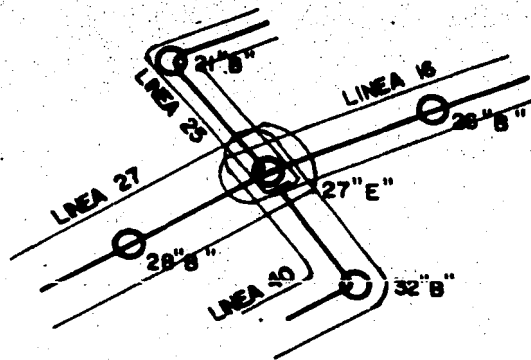
### III.5.- Resultados.

En cualquier programa de computadora, el formato de presentación de resultados es muy importante, pues de ésta manera, cuando se maneja una cantidad grande de información, el poder hallar los datos que se requieren con relativa facilidad, conduce a la comprensión rápida y clara de la resolución del problema hecha por la computadora a través del programa. Con éste fin, se implementaron las matrices "PLPZO", "PEND", "QMM", "QM", "QMD", "QMN", "VMAX", y "VMIN", que más adelante se explicará en detalle, la función de cada una de ellas.

#### III.5.a.- Matriz "PLPZO".

El nombre de ésta matriz, proviene de "Plantilla Pozo". Es una matriz de "n" renglones x 4 columnas, donde "n" es el número de pozos de que conste el proyecto. En ésta matriz, se almacenan las elevaciones, en m.s.n.m. de cada una de las plantillas de los pozos, resultantes del cálculo hecho por la computadora.

Si se desea obtener la elevación de la plantilla del pozo 24, bastará observar, en la matriz "PLPZO", el renglón 24. Las cuatro columnas proporcionan la posibilidad de que en un pozo existan más de 1 plantilla, alternativa que se presenta cuando existen estructuras especiales como cajas de caída o cuando en un pozo existen varias cabezas de atarjea, como ocurre en el ejemplo de la figura III.11, donde se presentan las plantillas de las tuberías en un tramo resuelto



### SIMBOLOGIA

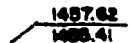


- |   |                    |  |
|---|--------------------|--|
|  | 1457.62<br>1486.41 | elev. terreno (m.s.n.m.)<br>elev. planta (m.s.n.m.)                    |
|  |                    | Cabeza de Aterjes.   |
|  | 50-4-25            | 50 - longitud en m<br>4 - pendiente (milésimas)<br>25 - diámetro (cms) |

Figura III.11. Ejemplo de agrupamiento, clasificación y resolución de pozos.

por la computadora.

En el manejo interno de la información procesada, los resultados se almacenan en la matriz "PLPZO" como sigue:

Pozo No.	Matriz "PLPZO"			
1				
2				
.				
.				
26				
27	1455.41	1455.62	1455.20	1456.12
28				
.				
.				

### III.5.b.- Matriz "PEND".

El nombre de ésta matriz, proviene de "Pendiente", y análogamente a la matriz "PLPZO", ésta matriz consta de "n" renglones por cuatro columnas, donde "n" es el número de pozos de que está compuesto el proyecto. En ésta matriz, se almacenan las pendientes de cada tramo existentes entre pozo y pozo, resultado del procesamiento electrónico.

Los resultados se colocan en el casillero correspondiente al pozo anterior del tramo. Si se desea obtener la pendiente del tramo comprendido entre los pozos 10 - 11 por ejemplo, bastará observar el renglón No. 10 de la matriz. Las cuatro columnas, como en la

matriz "PLPZO", contemplan la posibilidad de que en un renglón se coloquen más de una pendiente.

En el ejemplo de la figura III.11, los resultados se almacenarán en la matriz "PEND" de la siguiente forma:

Pozo No.	Matriz "PEND".			
1				
2				
.				
.				
26				
27	4	5	4	8
28				
.				
.				

### III.5.c.- Matrices "QMM", "QM", "QMD", "QMN".

Estas matrices significan respectivamente: Gasto Máximo Maximorum, Gasto Máximo, Gasto Medio y Gasto Mínimo.

Como en las otras 2 matrices anteriores, ésta matriz consta de "n" renglones por 4 columnas, donde "n" es el número de pozos de que se compone el proyecto.

En ésta matriz, se colocan los resultados que provienen principalmente de la Subrutina "CGTOS", con los diferentes gastos que supuestamente transitarán por las tuberías.

### III.5.d.- Matrices "VMAX" y "VMIN".

Los nombres de éstas matrices significan Velocidad Máxima y Velocidad Mínima respectivamente. Los resultados almacenados en ésta matriz provienen directamente de la Subrutina "CTRMO", y como en las anteriores, se colocan de acuerdo al No. de pozo correspondiente al pozo anterior, en el cálculo del tramo; también aquí se observa la posibilidad de que un pozo tenga más de un dato de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima, es por eso que las matrices constan de "n" renglones por 4 columnas.

### III.5.e.- Matriz "DIAM".

En ésta matriz, como su nombre lo indica, se almacenan los diámetros comerciales de las tuberías correspondientes al cálculo de los tramos, haciéndolo de acuerdo al No. de pozo correspondiente al "pozo anterior". Los resultados provienen directamente de la Subrutina "CVELS" y "CTRMO"

#### IV.- INSTRUCTIVO DE USO.

En éste capítulo, se hace una presentación resumida de la forma en que se debe usar el programa, el formato de entrada de datos, los parámetros que deben observarse y la manera de introducirlos a la computadora como variables. Se dan lineamientos generales, se describe la forma de atacar el problema para su solución y por último, como parte complementaria a éste capítulo, en el siguiente se presenta un ejemplo práctico, el programa de computadora usado en un proyecto real, los resultados y comparaciones.

##### IV.1.- Parámetros de Proyecto.

En éste inciso se presentan, a grandes rasgos, lo que podrian ser indicaciones generales de parámetros que rigen un proyecto de Alcantarillado; Indicaciones generales porque cada localidad, tiene condiciones topográficas, climatológicas, económicas y sociales diferentes, por ello mismo, en consecuencia, cada diseño de una Red de Alcantarillado es diferente, tanto por la disposición de tuberías, estructuras especiales, localización de Sub-colectores, Colectores y Emisores, como por parámetros de proyecto.

Los principales parámetros de proyecto que toma en cuenta un especialista en el momento de elaborar los Sistemas Sanitarios son:

- a).- Colchón Mínimo, que se considera de 90cm. entre la clave del tubo y la superficie del te



rreno, pues si se toma en cuenta que las cargas en el seno del terreno van disminuyendo a medida que se profundiza en una relación de talud de  $60^\circ$  con respecto a la horizontal, se llega a la conclusión que a esa profundidad, cualquier carga puntual se transforma en una carga uniformemente repartida sobre una superficie de  $1\text{m} \times 1\text{m}$ , condición que se supone fácilmente absorbible por la tubería.

- b).- Profundidad Inicial, que es con la que se inicia el cálculo de una Cabeza de Atarjea y generalmente es de  $1.20\text{m}$ , que es la suma del colchón mínimo ( $0.90\text{m}$ ) más el diámetro de la tubería ( $0.20\text{m}$ ), dando holgura de  $10\text{cm}$ . para que ésta restricción se cumpla también para tubos hasta de  $30\text{cm}$ .  $\emptyset$ .
- c).- Profundidad Mínima: Es la que se utiliza en todos los demás pozos como primera aproximación; si se cumplen las restricciones de velocidad se toma como buena esta profundidad, si no, se profundiza o se calcula con menos pendiente. Generalmente tiene un valor de  $1.50\text{m}$ ;  $1.20$  de profundidad inicial (colchón mínimo + diámetro de tubería) y  $30\text{cm}$ . de holgura. Esta profundidad se toma de  $1.50\text{m}$ . para poder pasar sobre el tubo de aguas negras o otros ductos, como agua potable, electricidad, teléfonos, etc, además, ésta profundidad permite una conexión de Albañal desde una longitud de  $20\text{m}$ . con una pendiente de  $1.5 \text{ ó } 2 \%$ ,

tomando en cuenta los 60cm. de profundidad obligatorios en registros.

- d).- Aportación.- Usualmente, se considera una aportación individual al Sistema de Alcantarillado del 75 al 80% de la dotación, sin embargo, esto depende de los usos que la población dé al agua.

En el caso de la localidad de Silacayoapan, Oax, la dotación es de 200 lts/hab/día, por lo que se considera que la aportación a la Red en diseño es de 150 lts/hab/día.

- e).- Coeficiente de transporte.- En el caso que nos atañe se considera un Coeficiente de Transporte de 1.50, es decir, el Sistema es diseñado con 50% de holgura para garantizar su correcto funcionamiento cuando la población haya crecido lo suficiente para alcanzar el número de habitantes de proyecto; que la población pueda tener un margen de crecimiento un poco mayor y que su aportación sea aún absorbible por el Sistema; por último, que las aguas pluviales sean conducidas en parte por las redes de drenaje cuando sea requerido.

Por supuesto, este Coeficiente de Transporte también depende de las características de la localidad y las políticas de diseño que en ese momento sean tomadas en cuenta por el especialista.

#### IV.2.- Ingreso de Datos.

Para introducir los datos con que la computadora trabajará programada para la resolución de Sistemas de Alcantarillado, primero, hay que definir o determinar varias matrices, es decir, dejar los datos ordenados de tal forma, que sean fácilmente manejables para codificarlos, de acuerdo a un formato predeterminado. El orden en que se deben colocar éstos datos, agrupados como matrices, es el mismo orden en que se lean y que es el siguiente:

##### 1).- Parámetros Independientes:

L  
K  
LO  
LU  
PRFIN  
PRFMN  
COLMN  
POB  
CTRSP  
DPOB  
AMAN  
PI  
APORT

##### 2).- Matrices "ELEV", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H".

3).- Matriz "ALTRB".

4).- Matriz "LACUM".

5).- Matriz "NPOZO".

6).- Matriz "DCOM".

la explicación y manejo de cada una de estas matrices es el objetivo de este capítulo.

#### IV.2.a.- Matriz "NPOZO".

Esta matriz es la que se forma con el agrupamiento de los pozos que corresponden a cada ramal o línea del Sistema.

La matriz, de "n" renglones por "m" columnas es la que identifica el subíndice de cada pozo que forma la línea y donde "m" es el número mayor de pozos que forma una línea. Por ejemplo, si en todo el Sistema, la línea más larga está compuesta por 20 pozos, el número de columnas de la matriz "NPOZO" será 20. En el caso de las demás líneas que tengan un número menor de pozo, las columnas restantes se completarán con ceros.

Por otra parte, "n" es el número de líneas que componen todo el Sistema Sanitario. Si por ejemplo, en la Red existen 198 líneas, la matriz "NPOZO" constará de 198 renglones.

De esta manera, la computadora empieza a analizar la primera línea del Sistema, y hasta que termina con su último pozo, continúa con la siguiente línea y así sucesivamente hasta llegar al último pozo de la última línea.

Como se puede observar en el inciso "Ingreso de Datos" del capítulo siguiente "Ejemplo Práctico", primero se recomienda agrupar los datos en columnas, como sigue:

Línea	Pozos que la componen.								
1	4	33	28	14	35				
2	1	2	3	25	28	45	4	9	8
3									
4									
.									
.									
.									

ya que se tiene este agrupamiento, si se utilizan tarjetas para el ingreso de datos, el formato, como se puede observar en las instrucciones del programa, es de: "FORMAT (20 I 4)", es decir, 20 campos "I" (Punto fijo o variables sin punto ni cifras decimales) de 4 lugares cada uno. Si tomamos en cuenta que cada tarjeta de datos consta de 80 columnas útiles, vemos que este campo ocupa toda la tarjeta. Así, para que la máquina lea las líneas con sus correspondientes pozos del ejemplo anterior, se perforarán las tarjetas de acuerdo a la figura IV.1.

#### IV.2.b.- Matriz "ELEV", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H"

La matriz "ELEV" está compuesta por las elevaciones de todos y cada uno de los pozos de la Red, ordenados de acuerdo al subíndice del pozo y en columna, así, la matriz "ELEV", al igual que las matrices "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H", consta de "n" renglones por una columna, donde "n" es el número de pozos de que consta todo el Sistema de Alcantarillado.

Las matrices "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H",

se forman también con las elevaciones de los pozos, solo que de acuerdo al tipo de pozo de que se trate, según la clasificación de pozos que utiliza este programa y definida en capítulos anteriores. De esta manera, si el pozo No. 45 es un pozo tipo "C" y su elevación en m.s.n.m. es de 1549.51, en la matriz "ELEV" aparecerá, en el renglón 45, esta elevación, así como en el renglón 45 de la matriz "C". En las demás matrices, "A", "B", "D", "E", "F", "G" y "H", aparecerán ceros. Ejemplo:

Pzo No.	ELEV	A	B	C	D	E	F	G	H
1									
2									
.									
.									
43									
44									
45	1549.51	0.0	0.0	1549.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46									
.									
.									

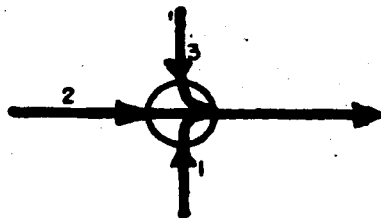
Claro que para poder agrupar en estas matrices estos datos, se necesita, primero, tener el trazo de la Red hecho por un especialista, segundo, haber agrupado en líneas los pozos, y por último, determinar el tipo de pozo que compone cada línea.

El formato de entrada de estas matrices a la máquina, es de "F16.2,8F8.2", quiere decir: 1 campo "F" (Punto

flotante o de número fraccionario de 16 lugares, donde 2, son para cifras decimales, otro para el punto decimal y los 13 restantes, para las cifras enteras) y 8 campos "F" de 8 lugares cada uno con 2 decimales. De ésta forma, si se quiere codificar el ejemplo anterior, se perforará la tarjeta No. 45 como se muestra en la figura IV.2.

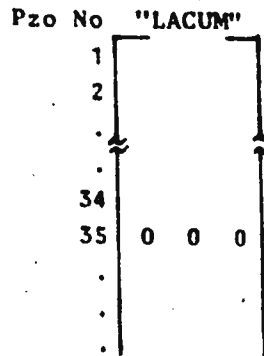
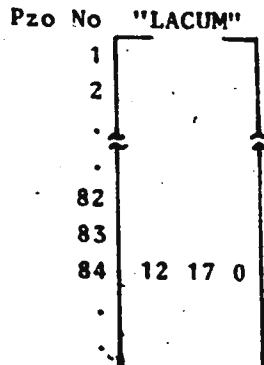
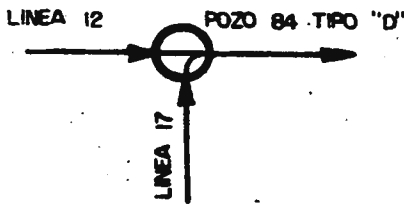
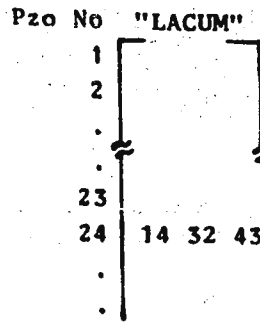
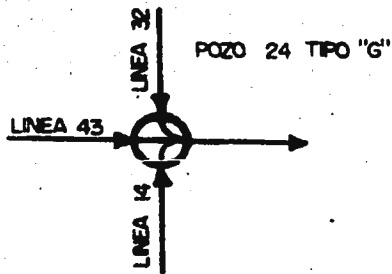
#### IV.2.c.- Matriz "LACUM".

El nombre de ésta matriz significa "Longitud acumulada" y está compuesta por los subíndices de las líneas que empalman en un pozo. Así, el número máximo de líneas que pueden llegar a un pozo son 3, en el caso del pozo tipo "G", como se muestra en la figura:



Entonces el número máximo de columnas de ésta matriz es tres. El número de renglones depende de la cantidad de pozos que compongan el Sistema, y en el caso de pozos a los que no les llegue más de una línea, en su renglón correspondiente, las tres columnas deberán tener "ceros". En el caso de pozos a los que solo lleguen 2 líneas, en el renglón correspondiente de la matriz "LACUM", en la primera y segunda columna, aparecerán los subíndices correspondientes de ellas, y en

la tercera columna, aparecerá "cero". Ejemplos:





La codificación de esta matriz se hace con un campo "FORMAT ( I20, 2I10, I20, 2I10)" significa: primero, un campo "I" de 20 lugares, seguido de 2 campos "I" de 10 lugares cada uno, para después repetirse esta serie de campos otra vez. De esta manera, en una sola tarjeta de datos, con 80 columnas disponibles, es posible perforar 2 pozos, es decir, 6 datos. Los primeros 3 campos, corresponderán al pozo impar y los otros 3 al par. Si quisiéramos codificar por ejemplo el pozo 84, de los ejemplos anteriores, se haría como se muestra en la figura IV.3.

IV:2.d.- Matriz "ALTRB".

Esta matriz, cuyo nombre proviene de "Longitud Tributaria" proporciona a la computadora las longitudes tributarias de cada tramo, almacenadas en el pozo anterior de éste. El número máximo de longitudes tributarias que puede tener un tramo, como en el caso de los pozos tipo "F", es cuatro, así, el número de columnas de esta matriz es cuatro, mientras que el número de renglones depende del número de pozos que tenga el proyecto. Por ejemplo, de la figura III.8, la matriz "ALTRB" almacenará los datos de la siguiente manera:

Pzo No.	Matriz "ALTRB"			
1				
2				
.				
.				
37				
38	20.00	39.00	75.00	50.00
:				
.				

La codificación de ésta matriz, es con un formato, FORMAT (8 F 10.2). Significa dos series de cuatro campos "F" cada una, donde a su vez, cada campo "F" (de punto flotante) consta de 10 lugares, tres de los cuales son para decimales (dos para cifras y uno para el punto decimal). Las dos series de cuatro campos cada una, están definidas así para que en una sola tarjeta, de ochenta columnas disponibles, se puedan codificar dos pozos. La primera serie será para el pozo impar y la segunda para el par. De ésta manera, si se desea codificar el ejemplo anterior, se perforará la tarjeta No. 38 del grupo de tarjetas de la matriz "ALTRB", como aparece en la figura IV.4.

#### IV.2.e.- Parámetros Independientes.

Es aquí donde a la computadora se le ingresan los datos independientes entre sí, como son:

- . Constantes ciegas, que sirven solo como indicadores para la metodología de resolución interna del programa durante el procesamiento:

L=1

K=1

LO=1

LU=1

- . Profundidad Inicial, que es la profundidad con la que inicia la computadora el cálculo de un tramo cuyo pozo anterior es una Cabeza de Atarjea y que depende de los parámetros de proyecto. Entra bajo el nombre de la variable "PRFIN"

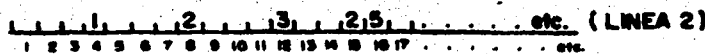
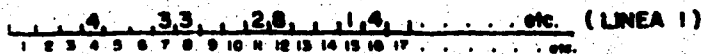


Figura IV.1. Matriz "NPOZO".

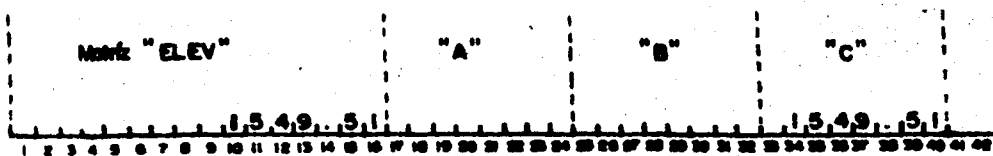


Figura IV.2. Matrices "ELEV", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" y "H".

2a mitad de la tarjeta de datos, correspondiente al Pozo 84 (Pozos pares)



Figura IV.3. Matriz "LACUM".

Pozo 38

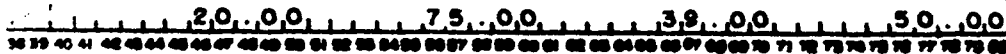


Figura IV.4. Matriz "ALTRB".

- . Colchón Mínimo, que es la profundidad menor a la que puede quedar un tramo de tubo sin considerar que las cargas en la superficie lo afecten, y que entra bajo el nombre de la variable "COLMN".
- . Profundidad Mínima, es la profundidad inicial con que empieza la computadora a hacer el cálculo del tramo, y depende exclusivamente de los "Parametros de Proyecto". Esta profundidad entra a la máquina bajo el nombre de la variable "PRFMN".
- . Población.- En ésta variable, "POB", se introduce el dato de la población proyectada para el proyecto, de acuerdo a algún método visto en capítulos anteriores.
- . Coeficiente de Transporte.- De acuerdo a los parámetros de proyecto se determina el Coeficiente de Transporte, mismo que se introduce a la computadora bajo la variable "CTRSP".
- . "DPOB".- Esta variable representa la Densidad de población, que se expresa como el cociente de la población total de proyecto sobre la longitud total de tubería.

$$DPOB = \frac{POB}{LONG. TOTAL DE TUBERIA}$$

- . Coeficiente de Fricción.- El Coeficiente de

Fricción utilizado en la fórmula de Manning, la comunmente llamada "n de Manning", entra a la computadora bajo el nombre de la variable "AMAN" y cuyo valor es de  $n=0.013$ , que corresponde al factor de fricción para concretos en alcantarillados.

- . Número Adimensional " $h_p$ ", que entra bajo el nombre de la variable "PI" y con el valor numérico redondeado de 3.1416.
- . Aportación.- De acuerdo a la aportación, determinada en los parámetros de Proyecto, se define la variable "APORT", y que servirá para el cálculo de gastos en el programa.

Para la codificación de éstos "Parámetros Independientes", se utiliza el siguiente formato:  
 "FORMAT ( 4I5, 3F5.2, F10.2, F5.2, F10.2, F5.2, F10.4, F5.1 ) que haciendo la correspondiente correlación entre campos "F" (punto flotante) y variable, tenemos:

4I5	Correspondientes a:	L,K,LO,LÜ.
3F5.2	"	": PRFIN, COLMN, PRFMN
F10.2	"	": POB
F5.2	"	": CTRSP
F10.2	"	": DPOB
F5.2	"	": AMAN
F10.4	"	": PI
F5.1	"	": APORT

En el siguiente capítulo, se ve cómo se codifican los valores numéricos de éste inciso.

## V. - EJEMPLO PRACTICO.

En éste capítulo se prueba la bondad del programa, aplicándolo a un proyecto real, el de la localidad de Silacayoapan, Oaxaca, en el municipio del mismo nombre, cuya Población de Proyecto es de 7,593 habitantes y su aportación es de 150.0 lts/hab/día. El proyecto ya está totalmente resuelto por el método convencional, sin embargo, para la aplicación del programa de computadora, solo se considera que la Red de tubería, pozos de visita y sentidos de escurrimiento ya han sido determinados por un especialista, por lo tanto, el proceso de resolución, empieza en el trazo de líneas y continúa de ahí en adelante en la clasificación de pozos, numeración de los mismos, etc; en resumen, determinación de datos según el capítulo anterior. Continúa el ingreso de datos a la computadora según formatos predeterminados, procesamiento electrónico, obtención de resultados y por último, la comparación de éstos; los obtenidos a través del Cálculo electrónico, con los obtenidos del método convencional para, finalmente, llegar a conclusiones sobre éste método.

El ejemplo a procesar ha sido dividido en 2 partes, debido a la configuración propia del terreno y el trazo de líneas. El proceso se ejemplifica solo para la primera parte del proyecto, ya que el fin de ésta tesis no es ser un trabajo voluminoso, y el proceso se vuelve repetitivo para la otra mitad del Sistema Sanitario. Por ésta misma razón, no se presentan todos los datos ordenados y codificados; sin embargo, es po

sible checar ésta información con el plano correspondiente.

V.1.- Comparación de Resultados.

V.1.a.- Diseño Método Convencional.

Localidad: SILACAYOAPAN.

Municipio: SILACAYOAPAN.

Estado: OAXACA.

Memoria Descriptiva.- Generalidades.

Situada a una distancia de 270 Kms. de la capital del Estado de Oaxaca, sobre el eje carretero Oaxaca-Pinotepa Nacional-Acapulco, se desarrolla sobre pavimento a lo largo de 240 Kms. y 30 Kms. sobre terracerías.

Sus coordenadas geográficas corresponden a 17°32' Lat. N, y 98°05' Long. W.

La altura sobre el nivel del mar corresponde a 1,500m.

El clima es templado - húmedo con estación de lluvias definida entre los meses de Junio a Septiembre, con vientos nominantes del Sur.

Actualmente la población cuenta con servicio de agua potable, distribuida por tubería con tomas domiciliarias y una dotación estimada de 200 l/hab/día.

Silacayoapan, es cabecera del municipio del mismo nombre, formando un tipo de comunidad cuya economía se

se basa en la agricultura.

La localidad dispone de escuela primaria y secundaria con un censo estimado de 250 alumnos en total. En el aspecto salud, cuenta con centro de Asistencia de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dispone de servicios de telégrafo, teléfono y correo, careciendo de rastro, mercado, así como de sistema de alcantarillado.

Cuenta con servicio de corriente eléctrica con voltaje de alta y baja tensión.

Proyecto.- Estudio de Población.

El censo de población de 1970, arroja los siguientes datos:

Población del Municipio	—————	9,400 hab.
Población de la Localidad	—————	2,552 hab.

Aplicando el método de proyección de población de Tasa de Crecimiento ( Supervivencia - Fertilidad ), desarrollado por la Organización de Naciones Unidas, y aplicando en México por el Banco de México, se obtienen los siguientes resultados:

1970	—————	2,552 hab.
1975	—————	2,919 hab.
1980	—————	3,459 hab.
1985	—————	4,211 hab.
1990	—————	5,197 hab.
1995	—————	6,332 hab.
2000	—————	7,593 hab.



Las características del Proyecto y el uso obligado de diámetros comerciales para las tuberías de la Red de Atarjeas, permiten una Capacidad del Sistema para una población supuesta de 10,000 hab.

Proyecto.- Trazo.

La accidentada topografía del lugar obligó a un trazo del Sistema acorde con el trazo de las calles y su pendiente natural resolviéndose con dos Colectores que sirven a la siguiente población de proyecto:

COLECTOR I	_____	4,140 hab.
SUBCOLECTOR	_____	3,260 hab.
Total	_____	7,400 hab.

Proyecto.- Vertido.

El Proyecto contempla el vertido en barranca aledaña a la localidad, sin provocar aparentes problemas de contaminación en su desalojo.

Proyecto.- Tratamiento.

No existe la posibilidad de utilizar terrenos para el tratamiento de las aguas negras mediante lagunas de oxidación y además no se afecta sanitariamente a ninguna área de cultivo y menos zonas habitacionales cercanas por lo que aceptando las características económicas de la localidad y sus habitantes, no debe obligarse al establecimiento de plantas de tratamiento, por no ser necesarias, en la primera etapa de cons-

### trucción de este Sistema de Alcantarillado.

En una segunda etapa de construcción, se propone un tratamiento primario consistente en un tanque Inhoff y los correspondientes lechos de secado.

#### Datos de Proyecto.- Sistema.

Las características socio-económicas de la población obligan a considerar un Sistema de Alcantarillado Sanitario Separado para Aguas Negras, calculando un factor de seguridad de 1.5 veces del Q max. como aportación máxima extraordinaria y aceptando la especificación de un Q min. de 1.5 l/seg. para los casos excepcionales donde no existe régimen hidráulico superior.

#### Datos de Proyecto.- Gastos.

Se utilizaron las fórmulas de Harmon:

$$M = 1 + \frac{14}{8 + \sqrt{P}}$$

$$Q \text{ med} = \frac{P \times A}{86,400}$$

$$Q \text{ max} = M \times Q \text{ med}$$

$$Q \text{ min} = 0.5 \times Q \text{ med}$$

#### Datos de Proyecto.- Velocidades.

La configuración topográfica de la zona de rigurosas pendientes, obliga a velocidades toleradas que en al-

gún caso excepcional alcanza 3.0 m/seg., que pueden permitirse porque solo ocurren en condiciones de trabajo con la aportación del sistema a 20 años de término, por lo que el riesgo normal de erosión en las tuberías es mínimo. Impedirlo representa inversiones inmediatas más fuertes y un funcionamiento hidráulico deficiente en los primeros años de servicio en caso de obligarse a utilizar cajas de caída. Los diámetros y velocidades se calcularon utilizando la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

ALCANTARILLADO .- FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO.

CANAL	LONGITUDES				GASTOS				TURO LLENO				VELS.		
	PROPIA	TRIBUT	ACUMUL	POBLACION	MINIMO	MEDIO	MAXIMO	I.EMAX	S	D	Q	V	V. MIN	V. MAX	
COLECTOR	1er Pozo	271	4164	4435	3060	2.7	5.3	18.2	27.3	17	25	74	1.6	0.8	1.5
"	6o. Pozo	50		4485	3095	2.7	5.4	18.5	27.8	30	25	110	2.1	0.8	1.8
"	7o. Pozo	30	1035	5507	3800	3.3	6.6	23.4	35.1	30	30	160	2.4	1.0	1.9
"	8o. Pozo	46	447	6000	4140	3.6	7.2	23.9	35.9	1	30	60	0.9	0.5	0.9
	EMISOR														
SUBCOLECTOR	1er Pozo	162	2852	3014	2080	1.8	3.6	12.9	19.3	4	25	38	0.8	0.4	0.8
"	3er Pozo	54	532	3600	2484	2.2	4.3	15.1	22.6	29	25	100	2.1	0.8	1.7
"	4o. Pozo	24	253	3877	2675	2.3	4.6	16.0	24.0	4	25	38	0.8	0.4	0.8
"	5o. Pozo	115	555	4547	3173	2.8	5.5	18.8	28.2	36	30	180	2.6	1.1	1.9
"	6o. Pozo	66		4613	3183	2.8	5.6	19.2	28.7	10	30	100	1.4	0.7	1.2
"	7o. Pozo	112		4725	3260	2.9	5.7	19.4	29.1	25	30	150	2.2	0.9	1.7
	EMISOR														
EMISOR		200	10725	10925	7593	6.6	13.2	40.6	60.9	2	38	80	0.7	0.4	0.8

### V.1.b. - Trazo de Líneas.

Las líneas son trazadas de acuerdo a los ramales correspondientes, empieza en una cabeza de atarjea o un pozo al que le lleguen más de una línea, y termina en un pozo en el que se empalmen, aparte de la propia línea, otra u otras dos. Las consideraciones que hay que hacer, son las siguientes:

Los pozos tipo "B" no serán principios ni finales de línea, la línea se trazará continúa. figura V.1.

En pozos tipo "C", la línea continuará normalmente y en la cabeza de atarjea, empezará una línea nueva. La línea de cabeza de atarjea debe tener un Subíndice mayor que la otra línea, como se puede apreciar en la figura III.9.

La línea terminará en pozos tipo "D", "E" o "G", los que a su vez, podrán ser comienzos de otra línea diferente. Esto se muestra en la figura III.10.

Por último, para los pozos tipo "H", las correspondientes líneas continúan sin afectación. fig. V.2.

Hechas las consideraciones anteriores, se procede al trazo o determinación de las "líneas"; ya con el trazo hecho, el siguiente paso es numerar y clasificar los pozos.

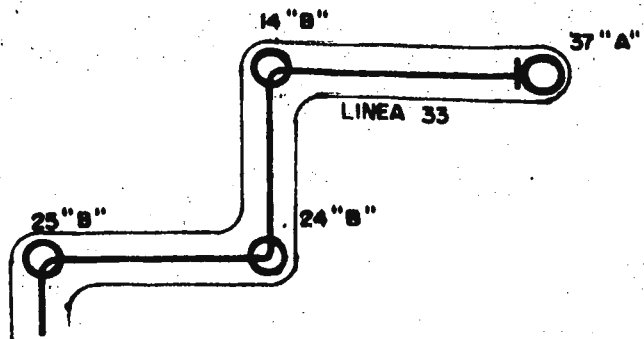


Figura V.1. Trazo de líneas en Pozos tipo "B".

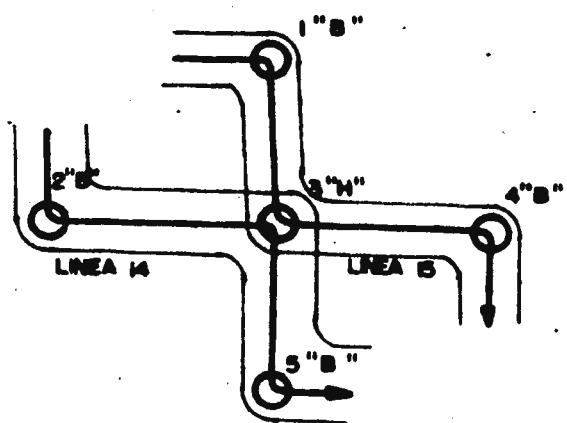


Figura V.2. Trazo de líneas en Pozos tipo "H".

### V.1.c.- Clasificación de Pozos.

Los pozos se clasificarán de acuerdo a su tipo, como se vió en el capítulo III.- "Procesamiento Electrónico" (Inciso 1.- "Diagrama de Bloque") en pozos o cruces tipo "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G" o "H"; y a la vez se numerarán. Para la numeración de pozos no existe restricción alguna.

De ésta manera, y habiendo dado los dos pasos anteriores, se procede a ordenar los datos y después a codificarlos. En la tabla V.1 y V.2, se presentan varios ejemplos de los primeros pozos ordenados y codificados, así como las primeras líneas.

De igual manera, se procede para la longitud tributaria de cada tramo, cuidando que en la matriz "ALTRB", la primera longitud corresponderá a la línea de subíndice menor y así sucesivamente. Asimismo, se presenta en la tabla V. 3, ejemplos de ordenación y clasificación. Los ejemplos de codificación, se presentarán en el inciso siguiente "Ingreso de Datos".

Para las matrices "LACUM" y "DCOM", se agrupan y ordenan los datos de acuerdo al subíndice de pozo en el que converjan dos o más líneas.

Se presentan ejemplos de ordenación y clasificación de éstas dos matrices en las tablas V.4,V.5.

En la matriz "LACUM", los espacios en blanco, corresponden a pozos a los que no converge más que la línea

INDEX	PZC A	PZC B	PZC C	PZC D	PZC E	PZC F	PZC G	PZC H
1	1556.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1556.26	0.00
2	1551.66	0.00	1551.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1548.45	0.00	1548.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1544.22	0.00	1544.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1540.00	0.00	1540.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1540.41	0.00	1520.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1500.38	0.00	1500.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1492.15	0.00	0.00	0.00	1492.15	0.00	0.00	0.00
9	1556.25	0.00	1556.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1551.24	0.00	1551.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1550.00	0.00	1550.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	1542.98	0.00	1542.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1536.51	0.00	1536.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	1529.96	0.00	1529.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1526.84	0.00	1526.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	1524.13	0.00	1524.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	1514.55	0.00	1514.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1509.83	0.00	1509.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	1499.44	0.00	1499.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	1491.55	0.00	1491.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	1490.78	0.00	1490.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	1486.25	0.00	0.00	0.00	1486.25	0.00	0.00	0.00
23	1472.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1472.97	0.00	0.00
24	1472.44	0.00	1472.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	1470.00	0.00	1470.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLE V. 1.



PC26 ALMENO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	23	24	25	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26	27	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	29	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	30	31	32	33	34	35	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	28	37	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	36	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	26	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	26	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	33	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	37	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	33	41	42	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	40	44	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	43	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	36	46	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	45	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	46	49	50	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	47	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	42	52	53	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	55	56	57	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	54	58	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	51	59	60	61	165	166	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA V.2.

P20 NUN

LENGKUT DITREUTAN

1	66.00	115.00	1.00	0.00
2	63.00	0.00	1.00	0.00
3	48.00	0.00	1.00	0.00
4	20.00	0.00	1.00	0.00
5	65.00	0.00	1.00	0.00
6	70.00	0.00	1.00	0.00
7	68.00	0.00	1.00	0.00
8	16.00	0.00	1.00	0.00
9	103.00	0.00	1.00	0.00
10	110.00	0.00	1.00	0.00
11	70.00	0.00	1.00	0.00
12	62.00	0.00	1.00	0.00
13	25.00	0.00	1.00	0.00
14	26.00	0.00	1.00	0.00
15	46.00	0.00	1.00	0.00
16	140.00	0.00	1.00	0.00
17	24.00	0.00	1.00	0.00
18	28.00	0.00	1.00	0.00
19	122.00	0.00	1.00	0.00
20	26.00	0.00	1.00	0.00
21	60.00	0.00	1.00	0.00
22	15.00	0.00	1.00	0.00
23	17.00	16.00	1.00	0.00
24	42.00	0.00	1.00	0.00
25	140.00	0.00	1.00	0.00

TABLA V.3.

P20 NUN

LUNG ACIP

1	U	0	0
2	U	0	0
3	U	0	0
4	U	0	0
5	U	0	0
6	U	0	0
7	U	0	0
8	1	1	0
9	U	0	0
10	U	0	0
11	U	0	0
12	U	0	0
13	U	0	0
14	U	0	0
15	U	0	0
16	U	0	0
17	U	0	0
18	U	0	0
19	U	0	0
20	U	0	0
21	U	0	0
22	2	4	0
23	U	0	0
24	U	0	0
25	U	0	0

TABLA V.4.

PLAN CONFENCIAL

2:00  
2:50  
3:00  
3:20  
4:50  
6:10  
7:00  
9:10  
10:70  
12:20  
15:20  
18:30  
21:30  
31:50

TABLA V.5.

POB MINIMA	COLLONN	MINIMO	POBLACION	PORT	COEF TRANSP	ENSIDAD DE POBLACION	POCF INIC
(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)
1.50	0.90	7593.00	150.00	1.50	1.43	1.20	

TABLA V.6.

propia, y al igual que en la matriz "ALTRB", la primera columna corresponde al subíndice menor de las líneas que se unen en el pozo.

En la matriz "DCOM", los datos que aparecen son los diámetros comerciales correspondientes a tuberías de concreto.

Por último, en la tabla V. 6, aparecen los parámetros independientes para esta localidad.

En resumen, en el plano anexo, se puede observar el trazo y clasificación de líneas y pozos respectivamente, explicados en este inciso.

#### V.1.d.- Ingreso de Datos.

El ingreso de datos a la computadora no es más que la codificación y perforación en tarjetas de la información agrupada y ordenada según el inciso anterior.

Se presentan a continuación, ejemplos de codificación de estos datos. La perforación es exactamente la misma que la codificación, por lo que no tiene caso que aparezca en este trabajo.

La primera serie de datos que se le introducen a la máquina, son los parámetros independientes, definidos en el inciso de "Parámetros de Proyecto", y que para la localidad de "Silacayoapan", Oax., están resumidos en la tabla V. 6. Estos parámetros, aparecen codificados en la tabla No. V. 7.

La segunda serie de datos que lee la computadora, es la matriz "ELEV", "A", "B", "C", "D", "E" y "F". Los primeros treinta pozos aparecen en la tabla V. 8.

La tercera serie de datos, es la correspondiente a la matriz "ALTRB", como se muestra en la tabla V. 9.

En cuarto término, aparece la tabla V10 correspondiente a la codificación de la matriz "LACUM". Es interesante observar que como el primer pozo del proyecto al que se le unen dos o más líneas es el pozo No.8, los primeros valores de esta matriz, diferentes de "ceros" están precisamente ubicados en el renglón No. 8, que traducido a las tarjetas de datos, como en cada tarjeta se perforan dos pozos, los primeros valores aparecen en la tarjeta No.4, que en relación a las hojas de codificación, equivale al renglón No.4.

El quinto paso, es la codificación de la matriz "NPOZO" cuya hoja de datos aparece en la tabla V.11, De igual manera, se recomienda el análisis de estas líneas y pozos numerados correspondientes, paralelamente con el plano donde aparecen las mismas líneas trazadas.

Por último, en la tabla V.12, aparece la matriz "DCOM" codificada y lista para perforar.

#### V.1.e.- Resultados.

Después de la lectura del programa y la correspondiente información sobre el trazo, clasificación y numeración de pozos, así como los parámetros de proyecto por la



**TABLA V.9**

66.00	1.15.00		63.00	
28.00			50.00	
65.00			90.00	
88.00			76.00	
133.00			110.00	
90.00			88.00	
55.00			56.00	
46.00			100.00	
54.00			58.00	
122.00			36.00	
60.00			15.00	
77.00	3.6.00		42.00	
120.00			114.00	
50.00			74.00	36.00
62.00			20.00	
66.00			84.00	
122.00			75.00	
75.00			74.00	
74.00	4.0.00		40.00	
75.00	1.00.00		45.00	
40.00			78.00	30.00
95.00			78.00	
54.00			80.00	
24.00			115.00	
45.00			93.00	
15.00			25.00	







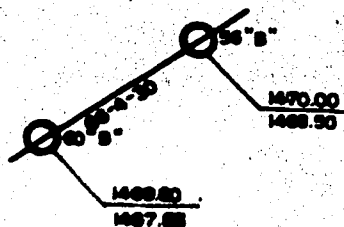
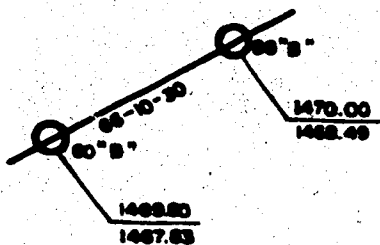
computadora, se inicia el siguiente paso: el procesamiento electrónico para más tarde dar paso a la "impresión de resultados". Hay muchos y muy variados medios con los que cuenta una computadora para entregar los resultados de un procesamiento electrónico, como podrían ser pantalla, disco, teletipo etc, sin embargo, por ser el más común, éste programa ordena a la computadora imprimir los datos en papel. Para el proyecto del Alcantarillado Sanitario de la localidad de "Silacayoapan", Oax., los resultados obtenidos de la computadora son los que se presentan al final de este inciso.

Como se puede apreciar en los resultados anteriores, y analizándolos de acuerdo al inciso III.5 "Resultados". se puede apreciar que las profundidades de plantilla, diámetros de tubería y pendiente, no difieren mucho entre sí, los obtenidos con el método convencional con los obtenidos a raíz del empleo de éste programa de computadora; y con la ventaja de que aquí, además, se obtiene el funcionamiento hidráulico simulado de cada tramo. A continuación, se presentan algunas comparaciones de tramos resueltos por el método convencional y otros resueltos por el procesamiento electrónico.

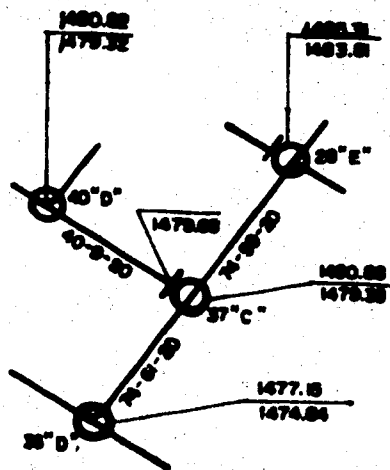
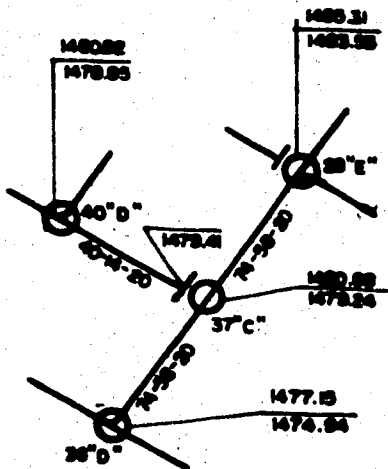
TRAMO LINEA XXIV POZOS Nos. 56-60

DISEÑO CONVENCIONAL

DISEÑO PROCESAMIENTO ELECTRONICO



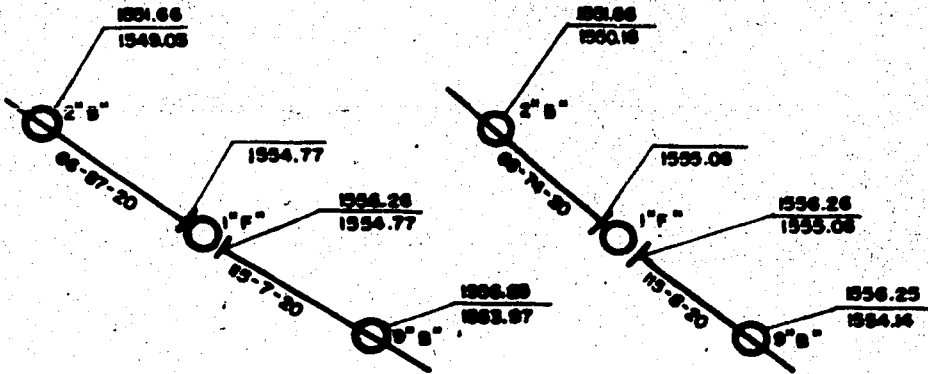
TRAMOS LINEAS IX, XXIV, POZOS Nos. 28, 37, 38, 40



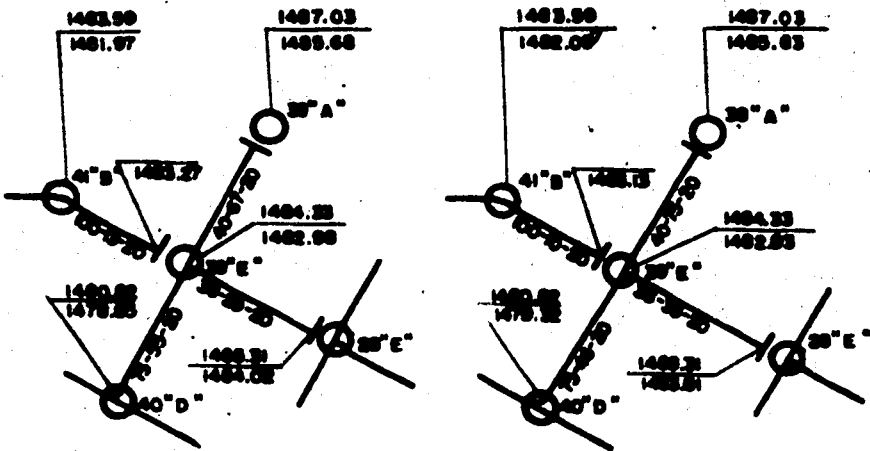
TRAMOS LINEAS I Y II POZOS Nos. 1,2,9

DISEÑO CONVENCIONAL

DISEÑO PROCESAMIENTO ELECTRONICO



TRAMOS LINEAS X, XI, XII, XIV POZOS Nos. 28, 39, 39, 40, 41



FERLITADOS

FOLIO	NUM	PLANTILLA DE POZOS(S)			VEL MAX(C/S)				VEL MIN(C/S)			
1	1555.00	C.00	n.00	0.00	0.917	C.400	0.000	0.000	0.917	0.500	0.000	0.000
2	1550.10	C.00	n.00	0.00	0.676	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
3	1546.95	C.00	0.00	0.00	1.477	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
4	1542.72	C.00	n.00	0.00	1.065	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
5	1538.50	C.00	n.00	0.00	1.477	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
6	1518.91	C.00	n.00	0.00	1.904	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
7	1498.80	C.00	n.00	0.00	1.528	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
8	1490.65	1490.65	n.00	0.00	1.122	C.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000
9	1554.14	C.00	n.00	0.00	0.835	C.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000
10	1549.74	C.00	n.00	0.00	0.862	C.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000
11	1548.50	C.00	n.00	0.00	1.461	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
12	1541.40	C.00	n.00	0.00	1.728	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
13	1535.01	C.00	n.00	0.00	1.892	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000
14	1528.40	C.00	n.00	0.00	1.496	C.000	0.000	0.000	0.917	0.000	0.000	0.000

15	1575.34	C.00	0.00	0.00	1.592	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
16	1522.63	C.00	0.00	0.00	1.810	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
17	1513.03	C.00	0.00	0.00	1.923	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
18	1508.33	C.00	0.00	0.00	2.007	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
19	1497.90	C.00	0.00	0.00	1.776	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
20	1490.05	C.00	0.00	0.00	1.240	C.000	0.000	0.000	C.501	0.000	C.000	0.000
21	1489.20	C.00	0.00	0.00	1.730	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
22	1484.75	1484.75	0.00	0.00	1.822	C.000	0.000	0.000	C.561	0.000	C.000	0.000
23	1451.77	C.00	0.00	0.00	C.502	C.502	0.000	0.000	C.501	0.502	C.000	0.000
24	1450.94	C.00	0.00	0.00	C.917	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
25	1428.50	C.00	0.00	0.00	1.020	C.000	0.000	0.000	C.501	0.000	C.000	0.000
26	1407.40	C.00	0.00	0.00	1.089	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
27	1408.55	C.00	0.00	0.00	C.852	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
28	1403.81	1404.11	0.00	0.00	1.613	C.502	0.000	0.000	C.917	0.502	C.000	0.000
29	1400.72	C.00	0.00	0.00	1.581	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
30	1404.05	C.00	0.00	0.00	1.156	C.000	0.000	0.000	C.570	0.000	C.000	0.000
31	1403.85	C.00	0.00	0.00	1.935	C.000	0.000	0.000	1.680	0.000	0.000	0.000
32	1479.63	C.00	0.00	0.00	1.271	C.000	0.000	0.000	C.433	0.000	C.000	0.000
33	1476.51	C.00	0.00	0.00	1.562	C.000	0.000	0.000	C.484	0.000	C.000	0.000
34	1475.54	C.00	0.00	0.00	C.883	C.000	0.000	0.000	C.472	0.000	C.000	0.000
35	1475.22	C.00	0.00	0.00	C.912	C.000	0.000	0.000	C.492	0.000	C.000	0.000
36	1474.84	1474.84	0.00	0.00	C.933	C.000	0.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
37	1479.30	1479.60	0.00	0.00	1.731	C.502	0.000	0.000	C.917	0.502	C.000	0.000
38	1475.23	C.00	0.00	0.00	C.917	C.000	0.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
39	1422.83	1423.13	0.00	0.00	C.787	C.529	0.000	0.000	C.917	0.502	C.000	0.000
40	1479.32	1479.32	0.00	0.00	C.797	C.000	0.000	0.000	C.501	0.000	C.000	0.000

41	1472.05	C.00	0.00	0.00	C.483	C.000	C.000	C.000	C.502	0.000	0.000	0.000
42	1471.75	1472.21	0.00	0.00	1.115	C.500	C.000	C.517	C.917	0.500	0.000	3.305
43	1477.70	1477.70	0.00	0.00	1.122	C.000	0.000	0.500	C.502	0.000	C.000	0.943
44	1472.32	C.00	0.00	0.00	C.590	C.000	C.000	C.000	C.502	0.000	C.000	0.000
45	1474.15	1474.15	0.00	0.00	1.535	C.000	C.000	0.000	C.643	0.000	C.000	4.535
46	1474.54	C.00	0.00	0.00	C.952	C.000	C.000	0.000	C.522	0.000	C.000	0.000
47	1471.75	1471.75	0.00	0.00	C.984	C.000	C.000	0.000	C.480	0.000	C.000	0.000
48	1473.21	C.00	0.00	0.00	C.400	C.000	0.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
49	1472.85	C.00	0.00	0.00	C.550	C.000	0.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
50	1472.53	C.00	0.00	0.00	C.620	C.000	0.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
51	1471.65	1471.65	0.00	0.00	2.015	C.000	0.000	0.000	1.011	0.000	C.000	0.000
52	1471.20	C.00	0.00	0.00	C.605	C.000	C.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
53	1470.75	C.00	0.00	0.00	C.484	C.000	C.000	0.500	C.502	0.000	C.000	2.971
54	1475.00	1475.00	0.00	0.00	1.091	C.000	C.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
55	1470.90	C.00	0.00	0.00	C.345	C.000	C.000	C.000	C.502	0.000	C.000	0.000
56	1470.14	C.00	0.00	0.00	C.492	C.000	C.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
57	1475.40	C.00	0.00	0.00	C.590	C.000	C.000	C.000	C.502	0.000	C.000	0.000
58	1472.50	C.00	0.00	0.00	1.785	C.000	C.000	0.000	C.917	0.000	C.000	0.000
59	1472.50	C.00	0.00	0.00	1.021	C.000	C.000	0.000	C.571	0.000	C.000	0.000
60	1472.24	C.00	0.00	0.00	1.043	C.000	C.000	0.000	C.502	0.000	C.000	0.000
61	1477.75	C.00	0.00	0.00	1.582	C.000	C.000	0.000	C.777	0.000	C.000	0.000
165	1476.50	C.00	0.00	0.00	1.065	C.000	C.000	0.000	C.482	0.000	C.000	0.000
166	1476.42	C.00	0.00	0.00	2.432	C.000	C.000	0.000	1.095	0.000	C.000	0.000
167	1473.47	C.00	0.00	0.00	C.000	C.000	C.000	0.000	C.000	0.000	C.000	0.000

P2C NUM

GASTO MAX (LTS/S)

GASTO MAX (LTS/S)

P2C NUM	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)	GASTO MAX (LTS/S)
1	1.500	1.709	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
2	1.099	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
3	2.014	0.000	0.000	0.000	1.610	0.000	0.000	0.000
4	3.106	0.000	0.000	0.000	2.097	0.000	0.000	0.000
5	4.304	0.000	0.000	0.000	2.909	0.000	0.000	0.000
6	5.675	0.000	0.000	0.000	3.750	0.000	0.000	0.000
7	6.834	0.000	0.000	0.000	4.556	0.000	0.000	0.000
8	8.090	0.000	0.000	0.000	5.927	0.000	0.000	0.000
9	9.737	0.000	0.000	0.000	2.491	0.000	0.000	0.000
10	10.291	0.000	0.000	0.000	3.529	0.000	0.000	0.000
11	10.534	0.000	0.000	0.000	4.356	0.000	0.000	0.000
12	10.728	0.000	0.000	0.000	5.152	0.000	0.000	0.000
13	10.864	0.000	0.000	0.000	5.643	0.000	0.000	0.000
14	10.208	0.000	0.000	0.000	6.138	0.000	0.000	0.000
15	10.813	0.000	0.000	0.000	6.542	0.000	0.000	0.000
16	11.116	0.000	0.000	0.000	7.411	0.000	0.000	0.000
17	11.812	0.000	0.000	0.000	7.875	0.000	0.000	0.000
18	12.254	0.000	0.000	0.000	8.369	0.000	0.000	0.000
19	12.098	0.000	0.000	0.000	5.359	0.000	0.000	0.000
20	12.249	0.000	0.000	0.000	5.652	0.000	0.000	0.000



21	15.298	0.000	0.000	0.000	10.158	0.000	0.000	0.000
22	17.017	0.000	0.000	0.000	11.944	0.000	0.000	0.000
23	15.000	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
24	15.000	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
25	15.015	0.000	0.000	0.000	2.010	0.000	0.000	0.000
26	15.174	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
27	15.017	0.000	0.000	0.000	1.678	0.000	0.000	0.000
28	15.183	1.500	0.000	0.000	2.522	1.500	0.000	0.000
29	15.108	0.000	0.000	0.000	6.472	0.000	0.000	0.000
30	15.160	0.000	0.000	0.000	12.106	0.000	0.000	0.000
31	15.059	0.000	0.000	0.000	12.639	0.000	0.000	0.000
32	15.069	0.000	0.000	0.000	13.312	0.000	0.000	0.000
33	21.423	0.000	0.000	0.000	14.262	0.000	0.000	0.000
34	22.009	0.000	0.000	0.000	14.873	0.000	0.000	0.000
35	23.100	0.000	0.000	0.000	15.460	0.000	0.000	0.000
36	23.289	0.000	0.000	0.000	23.526	0.000	0.000	0.000
37	15.170	1.500	0.000	0.000	5.147	1.500	0.000	0.000
38	15.000	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
39	15.076	1.500	0.000	0.000	1.550	1.500	0.000	0.000
40	15.065	0.000	0.000	0.000	2.377	0.000	0.000	0.000
41	15.183	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
42	15.005	1.500	0.000	2.203	2.203	1.500	0.000	1.500
43	15.043	0.000	0.000	5.962	5.962	0.000	0.000	1.957
44	15.075	0.000	0.000	0.000	3.116	0.000	0.000	0.000
45	15.035	0.000	0.000	29.023	29.023	0.000	0.000	8.982

46	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.25	0.00	0.00	0.00
47	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
48	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
49	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
51	21.0739	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
52	20.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
53	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
54	23.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
55	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
56	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
57	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
58	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.20	0.00	0.00	0.00
59	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
60	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
61	14.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
165	4.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
166	30.075	0.0000	0.0000	0.0000	0.30	0.00	0.00	0.00
167	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00

FAC NUM

GASTO MEDIO (LTS/S)

GASTO MIN(LTS/S)

1	1.500	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
2	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
3	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
4	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
5	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
6	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
7	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
8	1.547	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
9	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
10	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
11	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
12	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
13	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
14	1.606	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
15	1.720	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
16	1.769	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
17	1.803	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
18	1.847	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
19	1.890	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
20	1.939	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000

21	1.188	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
22	1.117	0.000	0.000	0.000	1.659	0.000	0.000	0.000
23	1.500	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
24	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
25	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
26	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
27	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
28	1.291	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
29	1.701	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
30	1.366	0.000	0.000	0.000	1.683	0.000	0.000	0.000
31	1.339	0.000	0.000	0.000	1.765	0.000	0.000	0.000
32	1.739	0.000	0.000	0.000	1.869	0.000	0.000	0.000
33	1.042	0.000	0.000	0.000	2.021	0.000	0.000	0.000
34	1.278	0.000	0.000	0.000	2.114	0.000	0.000	0.000
35	1.414	0.000	0.000	0.000	2.267	0.000	0.000	0.000
36	1.073	0.000	0.000	0.000	3.537	0.000	0.000	0.000
37	1.075	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
38	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
39	1.500	1.500	0.000	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000
40	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
41	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	0.000
42	1.500	1.500	0.000	1.500	1.500	0.000	0.000	0.000
43	1.557	0.000	0.000	1.500	1.500	1.500	0.000	52.487
44	1.500	0.000	0.000	0.000	1.500	0.000	0.000	36.884
45	1.082	0.000	0.000	1.491	1.500	0.000	0.000	0.000
46	1.292	0.000	0.000	0.000	1.646	0.000	0.000	44.556

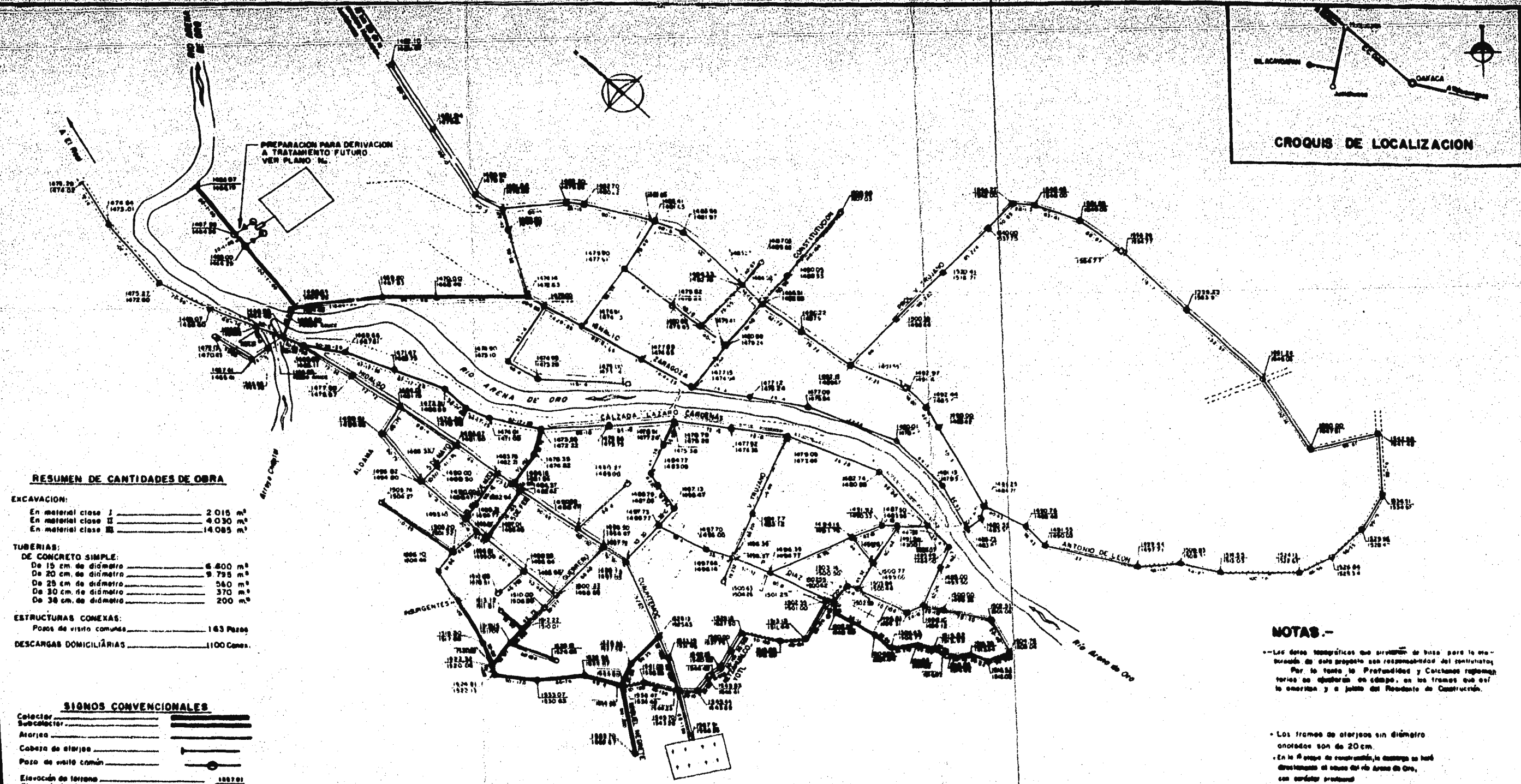


1	74.242	0.000	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
2	50.652	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
3	151.071	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
4	07.400	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
5	230.471	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
6	224.356	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
7	73.373	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
8	27.395	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
9	33.053	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
10	11.273	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
11	70.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
12	73.373	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
13	117.091	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
14	52.714	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
15	56.913	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
16	73.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
17	07.407	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
18	177.138	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
19	07.672	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
20	21.389	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
21	72.300	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00

22	40.067	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
23	14.545	23.056	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
24	50.005	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
25	31.250	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
26	100.053	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
27	54.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
28	50.065	35.556	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
29	77.194	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
30	10.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
31	60.039	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
32	10.033	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
33	20.034	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
34	20.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
35	20.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
36	40.000	0.000	0.000	0.000	0.25	0.00	0.00	0.00
37	60.051	9.000	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
38	70.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
39	40.000	10.400	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
40	20.272	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
41	10.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
42	40.062	11.222	0.000	0.000	0.20	0.20	0.00	0.00
43	20.063	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00
45	10.015	0.000	0.000	0.250	0.25	0.00	0.00	0.00







**RESUMEN DE CANTIDADES DE OBRA**

**ENCAVACION:**

En material clase I	2 015 m <sup>3</sup>
En material clase II	4 030 m <sup>3</sup>
En material clase III	14 085 m <sup>3</sup>

**TUBERIAS:**

**DE CONCRETO SIMPLE:**

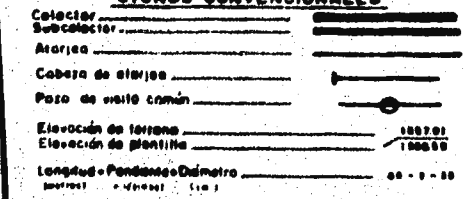
De 15 cm. de diametro	6 400 m <sup>3</sup>
De 20 cm. de diametro	9 735 m <sup>3</sup>
De 25 cm. de diametro	540 m <sup>3</sup>
De 30 cm. de diametro	370 m <sup>3</sup>
De 36 cm. de diametro	200 m <sup>3</sup>

**ESTRUCTURAS CONEXAS:**

Pozos de visita comunes ..... 163 Pzcs

DESCARGAS DOMICILIARIAS ..... 1100 Casas.

**SIGNOS CONVENCIONALES**



**DATOS DE PROYECTO**

Población 1970 (censo)	2552 hab
Población 1980 (estimada)	3459 hab
Población 2000 (proyecta)	7893 hab
Capacidad del Sistema	10000 hab
Longitud de Red	10925 m
Datación	150 Lts/hab/día
Aportación	180 Lts/hab/día
Sistema	Separado Agua Negra
Tratamiento	Primario en Futuro
Disposición Final	Río Arroyo de Oro

**FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO**

Fórmulas: **Hazen y Manning**

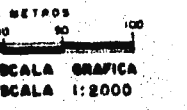
Factor de capacidad: **1.5**

Gastos:

Mínima	6.6 Lts/seg
Medio	13.2 Lts/seg
Máximo	40.6 Lts/seg
1.5 Máximo Pico	60.9 Lts/seg

Velocidades:

Mínima	0.45 m/seg
Máximo	3.00 m/seg



**NOTAS.-**

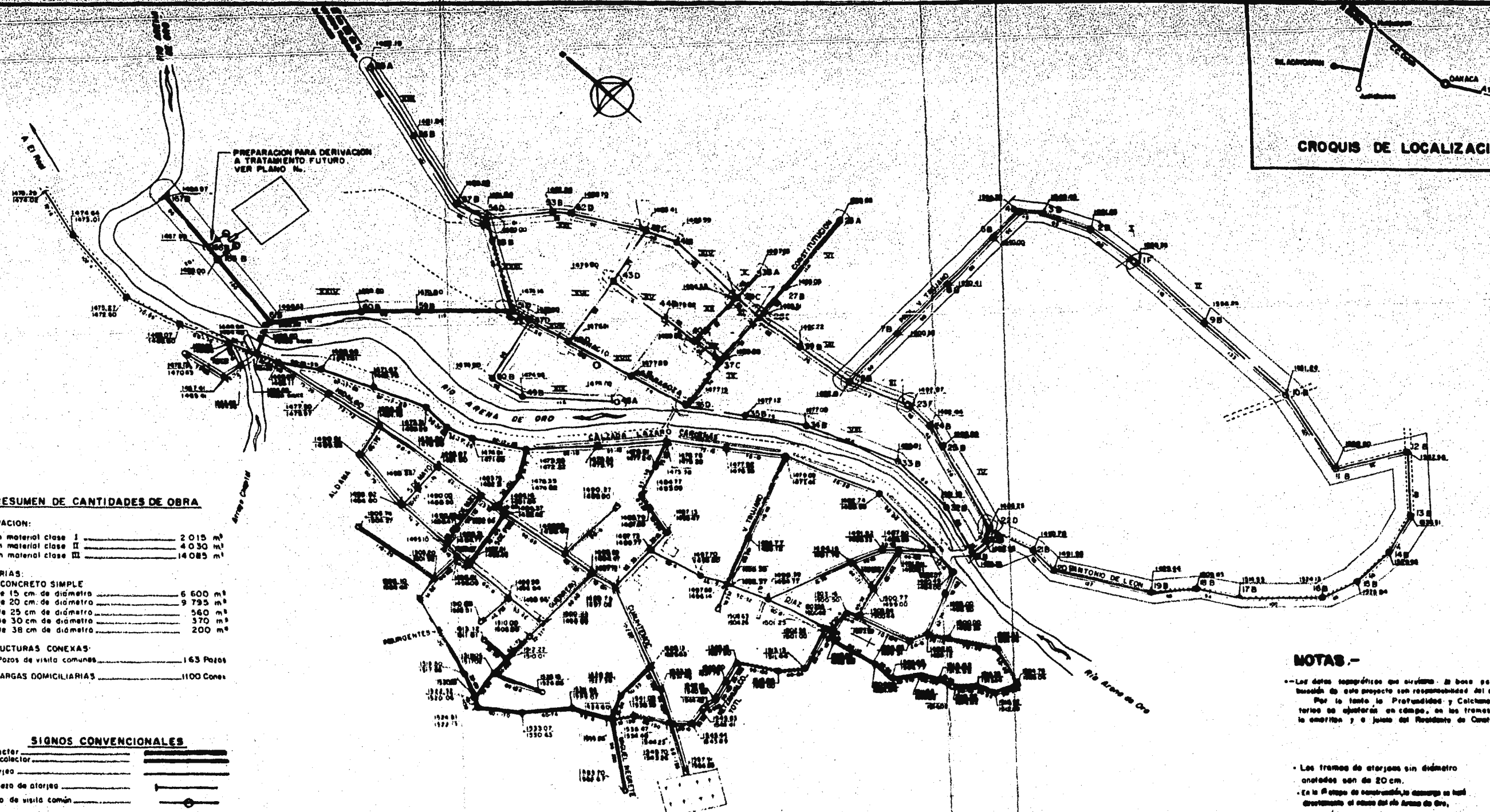
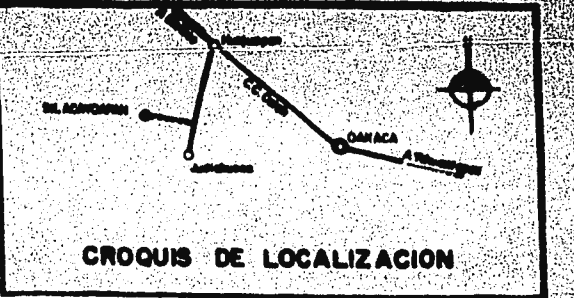
- Las datos topográficos que sirven de base para la elaboración de este proyecto son responsabilidad del contratista. Por lo tanto, la Profundidad y Colchones reglamentarios se ajustarán en campo, en los tramos que así lo ameritan y a juicio del Residente de Construcción.
- Los tramos de alarjes sin diámetro anotados son de 20 cm.
- En la etapa de construcción, la descarga se hará directamente al cauce del río Arroyo de Oro, con arroyo pretreated.

**U.N.A.M.**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SILACAYAPAN, OAX.**  
**DISEÑO SISTEMA DE ALCANTARILLADO**  
**METODO CONVENCIONAL**

**ALVARO V.H. MUÑOZ MENDOZA.**  
**INGENIERO PROFESIONAL**

**México, D.F. Julio de 1981**



**RESUMEN DE CANTIDADES DE OBRA**

**EXCAVACION:**

En material clase I	2015 m <sup>3</sup>
En material clase II	4030 m <sup>3</sup>
En material clase III	14085 m <sup>3</sup>

**TUBERIAS:**

DE CONCRETO SIMPLE

De 15 cm. de diametro	6 600 m <sup>3</sup>
De 20 cm. de diametro	9 793 m <sup>3</sup>
De 25 cm. de diametro	560 m <sup>3</sup>
De 30 cm. de diametro	370 m <sup>3</sup>
De 38 cm. de diametro	200 m <sup>3</sup>

**ESTRUCTURAS CONEXAS:**

Pozos de visita comunes	163 Pozos
-------------------------	-----------

**DESCARGAS DOMICILIARIAS** ..... 1100 Conex

**SIGNOS CONVENCIONALES**

Colector	—
Subcolector	—
Atarjea	—
Cabeza de atarjea	—
Pozo de visita común	—
Elevación de terreno	1957.91
Elevación de plantilla	1904.99
Longitud-Pendiente-Diametro	00 - 2 - 00
Línea Número	XXX
Número y tipo de Pozo	100

**DATOS DE PROYECTO**

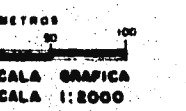
Población 1970 (censo)	2552 hab
Población 1980 (estimada)	3459 hab
Población 2000 (proyecto)	7593 hab
Capacidad del Sistema	10000 hab
Longitud de Red	10988 m
Dotación	150 Lit/hab/día
Apertación	150 Lit/hab/día
Sistema	Separada Agua Negra
Tratamiento	Primario en futuro
Disposición Final	Río Arana de Oro

**FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO**

Formulas	Horton y Manning
Factor de capacidad	1.5
Gastos:	
Mínimo	6.6 lit/seg
Medio	13.2 lit/seg
Máximo	40.6 lit/seg
1.5 Máximo Procto	60.9 lit/seg
Velocidades:	
Mínimo	0.45 m/seg
Máximo	3.00 m/seg

**NOTAS -**

- Las datos topográficos que sirven de base para la obra, basados de este proyecto son responsabilidad del contratista. Por lo tanto la Profundidad y Colchamos requeridos se ajustarán en campo, en los tramos que así lo ameritan y a juicio del Residente de Construcción.
- Los tramos de atarjeas sin diámetro anotados son de 20 cm.
- En la etapa de construcción se asegura el buen funcionamiento al cauce del río Arana de Oro, con un caudal promedio.



**U.N.A.M.**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

EN ACAPULCO, OAX.  
DISEÑO SISTEMA DE ALCAANTALLADO METODO  
PROGRAMADO ELECTRONICO.

ALVARO V.H. MURGOZ MENDOZA  
TESIS PROFESIONAL

México, D.F. Junio de 1981

### V.1.f. Conclusiones.

Como se puede apreciar en los ejemplos anteriores, el diseño del Sistema de Alcantarillado hecho utilizando el programa que se presenta en este trabajo con el realizado con el Método Convencional no difiere mucho, y en la mayoría de los tramos, el diseño mediante proceso electrónico es más ligero, es decir, las plantillas de tuberías y pozos de visita están más superficiales, lo que repercute directamente en cantidades de obra y subsecuentemente, en el costo del proyecto.

En general, por las razones tanto arriba expuestas, como las expuestas en capítulos anteriores, se comprueba que la utilización de un programa de computadora para la resolución mecánica de los Sistemas de Alcantarillado, no solo es factible, sino altamente recomendable. Sin embargo, para complementar este programa, es necesario elaborar otros más que se integren a él, como el que se utilizaría para calcular cantidades de obra y presupuestos, estructuras especiales o el elaborado para transitar avenidas por el Sistema pre-diseñado, provenientes de lluvias en la región y así obtener un diseño más fino. Aunque en localidades situadas en regiones muy lluviosas, las aguas pluviales representan un serio problema de inundaciones, sería incosteable pretender conducir todas las aguas por un Sistema de Alcantarillado combinado, ya que se trata de un fenómeno transitorio y en la mayoría de las localidades mexicanas, por su topografía natural, el agua de lluvia se desaloja a sí misma buscando las partes bajas del terreno. Sin embargo, en ciudades, zonas urbanas, fraccionamientos, etc. pudiera justificarse, en ocasiones el

diseño de Alcantarillados pluviales o Alcantarillados combinados. Esta situación se plantea igualmente cuando nos referimos a la instalación de plantas de tratamiento altamente sofisticadas, aunque se hace obligado señalar que debido al crecimiento industrial y demográfico del país, es urgente dar a las Aguas de Desecho, un tipo de tratamiento funcional, sin aspectos de operación complicados y acordes con las características de cada localidad, que permita el re-uso de esas aguas, ya que nuestro país no puede permitirse el lujo de desperdiciar sus aguas, y mucho menos el tirar en cauces secos, un agua que cuesta mucho sacrificio económico el extraerlas y conducir las para dotación de las Poblaciones. Este problema de tratamiento que se plantea como complemento del estudio, representa otro reto a la Ingeniería Mexicana, que para resolverlo, requiere de toda la capacidad y experiencia de los técnicos mexicanos dedicados por muchos años a esta especialidad.

En nuestro país, la Política ha sido dedicar las máximas posibilidades económicas a resolver el abastecimiento del agua potable, dejando a un lado la obligatoriedad de su evacuación después de su uso. Ello ha provocado un desequilibrio cada vez mayor entre el número de Mexicanos que disfrutan con mayor o menor eficiencia, de un sistema entubado de Agua Potable, con respecto a los que disponen del correspondiente Alcantarillado. Debe cambiarse este criterio y considerar el Alcantarillado como parte inherente a un Sistema integral de Servicio Público General, partiendo de la base que no debe instalarse un solo tramo de tubería de Agua, sin su correspondiente de desalojo. La experien-

cia demuestra que incluso, podfa pensarse en una prioridad del Alcantarillado, ya que cualquier concentración humana, aún no disponiendo de un Sistema entubado de Agua Potable, de alguna manera se proveerá de la misma, para sobrevivir, provocando los desechos domésticos, que al no tener adecuada evacuación, representan los graves riesgos sanitarios de cuyas consecuencias para la salud, nos hablan las estadísticas.