

5
2^{ej.}



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

"PARTICIPACION DE LA TOPOGRAFIA EN EL PROYECTO
DE RIEGO AGRICOLA DE SAN JUAN CUITITO, OAX."

T E S I S
Que para obtener el Titulo de
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
p r e s e n t a

JOSE GUADALUPE LOZANO ROMERO



México, D. F.

Noviembre 1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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

	Pág.
PREFACIO.	1
CAPITULO I.- INTRODUCCION.	
I.1.- Aspectos Socioeconómicos del Poblado de San Juan Cuititó, Oaxaca.	4
I.1.1.- Localización y vías de comunicación.	4
I.1.2.- Demografía.	6
I.1.3.- Nivel de vida y bienestar social.	7
I.1.4.- Recursos naturales.	9
I.1.5.- Formas de producción.	12
I.2.- Generalidades del Proyecto de Riego.	13
I.2.1.- Objeto del proyecto.	13
I.2.2.- Finalidad de los estudios realizados.	14
CAPITULO II.- CONSIDERACIONES TOPOGRAFICAS PARA PROYECTOS HIDROAGRICOLAS.	17
II.1.- Cuenca de captación.	18
II.2.- Vaso de almacenamiento.	21
II.3.- Boquillas.	26
II.4.- Zona de riego.	30
CAPITULO III.- CONTROL TOPOGRAFICO HORIZONTAL.	34
III.1- Reconocimiento	34
III.2.- Personal y equipo	34
III.3.- Revisión y ajuste del tránsito.	35
III.4.- Orientación astronómica.	41
III.4.1.- Azimut astronómico de una línea.	43
III.5.- Determinación y cálculo del azimut.	47
III.6.- Levantamiento de la poligonal.	53
III.6.1.- Cálculo de la poligonal de apoyo.	64

	Pág.
CAPITULO IV.- CONTROL TOPOGRAFICO VERTICAL.	68
IV.1.- Revisión y ajuste del nivel.	68
IV.2.- Concepto y métodos de nivelación.	73
IV.3.- Nivelación diferencial y de perfil	79
IV.4.- Secciones transversales	81
Plano Anexo 1	93
CAPITULO V.- LEVANTAMIENTO PARCELARIO.	94
V.1.- Concepto de catastro.	94
V.2.- Levantamiento parcelario.	97
Plano Anexo 2	97
CAPITULO VI.- ANTEPROYECTO DE LA ZONA DE RIEGO.	98
VI.1.- Zona de riego	98
VI 2.- Sistema de distribución.	102
VI.3.- Localización de canales de riego.	103
VI.4.- Estructuras en los canales principal y lateral.	110
VI.5.- Determinación de la capacidad de los canales	113
VI.6.- Determinación de la capacidad de los canales del proyecto de riego agrícola San Juan Cuicatlan, Oax.	118
VI.7.- Planta de bombeo.	119
Planos anexos 3 y 4	121
CAPITULO VII.- CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123

P R E F A C I O

El territorio nacional se caracteriza por ser extremadamente montañoso y accidentado (66% tiene pendientes superiores al 25%), la desigual distribución de sus recursos hidráulicos en el espacio y en el tiempo, la concentración de la población en las zonas donde las reservas de este recurso se está agotando, litorales muy extensos y una variedad de climas que van desde los desérticos hasta los de alta precipitación y las cumbres nevadas, hasta las selvas y pantanos en las zonas subtropicales y las condiciones de aridez de más de las dos terceras partes de nuestro territorio hacen que sea de vital importancia el conocimiento y el aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos disponibles que, como todos sabemos, se caracteriza por su disponibilidad limitada, lo que se agrava por su creciente contaminación.

La situación brevemente descrita, trae consigo una demanda ascendente de obras de infraestructura y de servicios en regiones donde las dificultades y obstáculos son cada vez mayores, tanto en el orden institucional como por la naturaleza del terreno. La problemática anterior presenta para cualquier profesionista muy variadas facetas, así tenemos que en el sector agrícola, que es uno de los pilares más importantes en el desarrollo del país, aunadas a las condiciones y limitantes fisiográficas anteriores, adolece de una desorganización social y económica, la cual es más notoria que en el ambiente urbano en donde hay menos obstáculos para el desarrollo.

Para promover un mejor y más rápido desarrollo en las comunidades rurales, el trabajo previo que sirve de piedra angular y en el que se apoya todo proyecto, sin lugar a dudas, lo constituye la investigación de las condiciones socioeconómicas en que ésta se encuentra.

Si consideramos el número de sitios que se requieren estudiar en forma preliminar, así como la escasa e irregular disponibilidad de los recursos agua, suelo y la limitación de los recursos económicos, se hace indispensable que en cada sitio de estudio se efectúe un análisis preliminar que muestra la factibilidad técnica y económica de manera rápida y expedita, permitiendo obtener una visión de conjunto, lo más realista posible del proyecto, suponiéndolo construido y operando.

Dadas las anteriores coyunturas, la selección de los proyectos factibles sólo se puede realizar si se apoya esta actividad en un marco metodológico para recabar y sistematizar la información indispensable que nos permita conocer en forma general las características fisiográficas y socioeconómicas que privan en la localidad en que se ha solicitado o detectado un posible aprovechamiento para riego, ya que esto constituye la primera etapa de los estudios subsecuentes.

En estas condiciones, el ingeniero topógrafo y el geodesta, no solo se encuentra en su actividad profesional con problemas de tipo técnica, sino que en su obligación por trabajar para la superación del país, se enfrenta también con problemas sociales y económicos que si bien no son estrictamente su campo de acción, sí le es necesario contar con una visión amplia de los parámetros técnicos, así como de

los diversos indicadores socioeconómicos que intervienen en el estudio de los proyectos hidroagrícolas en sus diversas fases y etapas con la finalidad de que esto le permita participar interdisciplinariamente con profesionales de otras áreas en el análisis de las diferentes alternativas para la realización de Proyectos de Desarrollo Rural y en esta forma contribuir al desarrollo de las Comunidades Rurales de nuestro país .

C A P I T U L O I.- INTRODUCCION

1.1.- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL POBLADO DE SAN JUAN CUITITO, OAXACA.

1.1.1.- LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION.

Geográficamente, el área se encuentra comprendida en el paralelo 17° 39' de latitud Norte y el Meridiano 97° 45' al Oeste del Meridiano de Greenwich, (datos obtenidos de la carta topográfica de INEGI, correspondiente a la región de Tezoatlán de Segura y Luna, Oax.). Fig. (1.1). Su elevación sobre el nivel del mar es de 1 540 metros. Debido a no contar con un banco de nivel cercano, se efectuó una nivelación con altímetro desde el poblado de Huajuapán de León.

Territorialmente se localiza al Noroeste del Estado de Oaxaca en la zona denominada Mixteca Oaxaqueña, dentro del Municipio de Tezoatlán de Segura y Luna. El área estudiada comprende una extensión aproximada de 150 has. encontrándose en la margen izquierda del Río Salado que lo limita al Norte.

Para comunicar a la zona de estudio con la población de Huajuapán de León, se sigue la Carretera Federal No. 190, Huajuapán de León-Oaxaca y a 8 km. de Huajuapán se toma un camino que lleva a la población de Tezoatlán de Segura y Luna, de éste último poblado, parte otro camino de terracería que tiene una longitud de 20 km. para llegar a San Juan Cuitito.



1.1.2.- DEMOGRAFIA.

De acuerdo a los XI Censos de Población y Vivienda de 1990 llevados a cabo por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), la población contaba con un total de 367 habitantes de los cuales 171 son hombres y 196 mujeres, en un porcentaje de 46.6 % y 57.4% respectivamente.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.- Esta es de 92 habitantes de los cuales, 89 se consideran ocupados, 61 en el Sector Primario, 8 en el Sector Secundario y 20 en el Terciario; 134 corresponden a la población económicamente activa.

NATALIDAD Y MORTALIDAD.- La registrada en San Juan Cuititó es de 3.0% con una tasa de mortalidad del 1.0%.

Los decesos en esta región, principalmente en la población infantil, tienen su origen en los padecimientos gastrointestinales, por la ingestión de agua cruda y la falta de higiene, destacando la amibiasis, la disentería y en segundo lugar se cita la gripe y sus complicaciones.

MOVIMIENTOS MIGRATORIOS.- Son constantes y anuales en el período no agrícola. Se estima que de un 24% a un 30% de la población se traslada a Torreón Coahuila, al Distrito Federal y a los Estados Unidos de Norteamérica como braceros, con el objeto de incrementar sus ingresos, dado que en esa época del año no es posible encontrar ocupación en su lugar de origen, debido a que el 98% de las tierras son de temporal.

1.1.3.- NIVEL DE VIDA Y BIENESTAR SOCIAL.

ALIMENTACION.- El régimen alimenticio detectado es deficiente, de un nivel de subsistencia. Consumen básicamente maíz, frijol y huevo; leche y carne cuando más, dos o tres veces al mes; complementan esa precaria dieta con atole de maíz.

INGRESOS.- El 66% de las personas entrevistadas, percibían un ingreso mensual de 200,000.00 y apenas el 34.0% obtenía, entre \$ 220,000.00 y \$ 250,000.00 mensual, ingreso que en la mayoría de los casos se refiere al que percibe el jefe de familia del cual dependen un promedio de cinco gentes.

Las fuentes de empleo detectadas en la región, cabecera municipal y poblado, aparte del agrícola, fueron pequeños talleres de artesanías de fabricación de materiales para construcción, de ropa, pequeñas tlapalerías, panaderías y misceláneas, mercado, así como algunas oficinas de carácter gubernamental estatal, (Presidencia Municipal, Ayudantías, etc.).

SERVICIO MEDICO.- Se dá en forma no continua, a través de la Secretaría de Salud. Las personas utilizan con mucha frecuencia la automedicación. Cuando la enfermedad se agrava, se trasladan al poblado más próximo, que sí cuenta en forma permanente con asistencia médica, tanto privada como institucional, en este caso, al poblado de Huajuapán de León.

EDUCACION.- El poblado cuenta con una escuela primaria oficial. La población escolar es de 115 alumnos, divididos en los seis grados. Cien personas entre los seis y catorce años saben leer y escribir, diez de éstos no saben.

En general la población alfabeta de quince años y más, es de 146 personas, y la analfabeta se cuenta en un número aproximado de 45.

Cabe resaltar los siguientes aspectos de la educación:

- a).- La población bilingüe con edades mayores de 15 años que habla la lengua indígena y el español, es aproximadamente de 81 personas.
- b).- La deserción escolar es muy acentuada, ya que 87 personas de más de 15 años de edad no concluyeron su educación primaria.
- c).- La población con edades mayores de 15 años sin instrucción es de 41 personas y la que ha tenido estudios de postprimaria es de 11 .

VIVIENDA.- El total de viviendas habitadas es de sesenta y nueve, dieciocho de ellas constan de un solo cuarto y las restantes, de dos cuartos, incluyendo cocina, el 10% tienen piso de tierra y las restantes son de concreto, ladrillo, etc. Los materiales que predominan en las construcciones son el adobe y la teja. Su mobiliario es el indispensable y consta de mesas, sillas, una o dos camas, (por lo general catres), radio y plancha.

Contadas personas tienen muebles de sala, no faltando en ellas la televisión.

VESTIDO Y CALZADO.- El vestuario característico está confeccionado en tela de caqui y de mezclilla.

En cuanto al calzado, se pudo apreciar que aproximadamente el 50% de la población usa zapatos, el 40% huaraches y el 10% anda descalzo.

SERVICIOS PUBLICOS.- Catorce viviendas cuentan con agua entubada y sólo existen seis hidrantes distribuidos en toda la población. Las viviendas no cuentan con drenaje.

Se dispone de luz eléctrica para uso doméstico, pero en lo referente al servicio de alumbrado público, se ofrece en forma discontinua por la Comisión Federal de Electricidad, debido a la falta de pago por este servicio.

INTEGRACION SOCIAL.- Al igual que en el resto del país, el centro que aglutina a la comunidad es la unidad familiar, los hijos ayudan en las labores del campo y del hogar; de la observación directa se pudo captar que la mayor parte de la población arraiga en el poblado y por tradición una vez que integran una nueva familia, el padre les hereda parte de su dotación de tierras, lo que está causando la pulverización de las parcelas ejidales, que son su principal y casi única fuente de subsistencia.

I.1.4.- RECURSOS NATURALES.

TOPOGRAFIA.- La zona corresponde a una meseta modelada por el Río Salado, y en la actualidad sujeto a un importante proceso de erosión debido a que la vegetación ha sido totalmente talada.

La pendiente media de la zona es del 4% en la parte de la meseta y de 18% en la inclinada.

Los suelos son de formación "Insitu" por la acción de los agentes del intemperismo obrando sobre las calizas cretácicas que afloran en la región y constituyen el material de origen.

En la actualidad los suelos de las zonas que presentan mayor pendiente, son sumamente delgadas debido a que han sufrido los efectos de la erosión causada por las aguas de lluvia y favorecida por la ausencia de vegetación y por la falta de obras de protección del suelo contra la erosión.

HIDROGRAFIA.- Esta zona pertenece a la Cuenca Hidrológica del Río Balsas. Las aguas que caen en el área y zonas vecinas, escurren por el sistema de arroyos que forman el Río Salado, afluente del Mixteco, uno de los formadores del Río Mezcala. Fig. (1.1).

CLIMA.- La temperatura media en los meses de abril y mayo es de 24.5° C. en enero y diciembre es de 19.4° C.

La precipitación pluvial anual es de 612.5 mm. De mayo a octubre con un total de 556.1 mm. y de noviembre a abril con un total de 56.4 mm., presentándose irregularidad en el período lluvioso.

La evaporación media anual actual, es de 2 610.8 mm., por lo que se observa que en ningún mes del año la lluvia es mayor que la evaporación, por lo que se puede considerar un clima seco con nulo excedente de agua, semicálido.

Esta distribución de la época de lluvias, indica que hay más de seis meses muy secos, tres secos y solamente tres meses muy húmedos, por lo que el riego es necesario para

que se practiquen otros cultivos en la época que no llueve, con la finalidad de que los habitantes aumenten sus ingresos.

Las características superficiales sobresalientes de los suelos en este proyecto son su textura arcillosa y arcillo limosa, su coloración café grisáceo claro y su pedregosidad superficial, sin que la zona pueda llegar a considerarse pedregosa.

PEDREGOSIDAD.- Todos los suelos la tienen mayor o menor grado, consistente en fragmentos de rocas calizas e ígneas.

En muchas parcelas se han retirado a mano las piedras y se han colocado sobre sus linderos.

En la zona norte del área no sólo existen abundantes piedras superficiales, sino también roca aflorante, indicándose como zona cerril.

VEGETACION.- La vegetación natural se encuentra totalmente perturbada, ya que los agricultores la talaron para utilizar la tierra en la agricultura ayudando con ello a la erosión y al acarreo de los suelos fértiles; en la actualidad el espesor del terreno vegetal es muy pequeño.

Es indudable que el suelo y el clima tuvieron gran influencia sobre las especies vegetales que poblaron la región, que otrora se veía el pino, el cedro, el nogal y otros, pero a su vez, la vegetación mediante su acumulación superficial y el proceso de descomposición contribuyó a la meteorización de las rocas originales y con ello al desarrollo del suelo.

1.1.5.- FORMAS DE PRODUCCION.

AGRICULTURA.- Toda el área se encuentra desmontada y en condiciones de cultivo bajo el régimen de temporal. Los cultivos actuales de la zona son el maíz con calabaza y frijol. Las labores de barbecho, rastreo y escarda la realizan con yunta de bueyes y/o asémilas.

Los rendimientos en el cultivo del maíz, según las condiciones que presenta la época de lluvias, van de 500 a 1 500 kg. por hectárea.

No se aplican fertilizantes ni se combaten las plagas por los altos costos de los insumos. Por falta de fertilización y lo irregular de las lluvias, los rendimientos de los cultivos son muy bajos, habiendo pérdidas de más del cincuenta por ciento una vez cada tres o cuatro años. En general, la cosecha la destinan al autoconsumo. Cabe hacer notar que el nivel tecnológico utilizado en la agricultura es el tradicional.

GANADERIA.- No existe en forma organizada; algunos propietarios cuentan con dos o tres cabezas de ganado vacuno, pero la mayoría sólo posee sus yuntas que son los elementos de tracción utilizados en las labores de barbecho y cultivo.

La ganadería que tiene importancia en la zona es la del ganado caprino, pero al igual que la del ganado vacuno, su explotación no está tecnificada, pues depende del libre pastoreo, aprovechando los rastros del maíz y los pastos naturales de la región.

La cría casera de gallinas y guajolotes puede tener importancia, pero se encuentra muy expuesta a las enfermedades debido al clima. Su principal finalidad de crianza es el autoconsumo.

ASISTENCIA TECNICA.- La asistencia técnica agrícola o pecuaria, no se da en la medida de las necesidades de la población ya que se carece de programas y de continuidad en los mismos.

CREDITOS Y SEGUROS.- Muy poco productores agrícolas recurren al crédito y al Seguro Agrícola, debido a los bajos rendimientos en el cultivo del maíz y a las condiciones poco favorables para el productor.

TENENCIA DE LA TIERRA.- En la localidad predomina la propiedad ejidal, encontrándose que el tamaño de las parcelas varía entre 0.5 a 4.0 hectáreas, contándose con un padrón ejidal de 80 ejidatarios.

1.2.- GENERALIDADES DEL PROYECTO DE RIEGO.

1.2.1.- OBJETO DEL PROYECTO.

El proyecto de riego de la comunidad de San Juan Cuititó, tiene como objetivo principal, derivar mediante bombeo, aguas del Río Salado para regar unas 80 has. de tierras agrícolas localizadas sobre los márgenes de éste, a fin de elevar su producción agrícola actual bajo condiciones de temporal.

La primera etapa de este trabajo consistió en la ejecución de los reconocimientos terrestres a los sitios detectados

por medio de las solicitudes elaboradas por la comunidad y presentadas a la hoy extinta Comisión del Rfo Balsas. Estas visitas de inspección tuvieron como meta determinar y jerarquizar los estudios preliminares que nos permitieran conocer los recursos físicos y las características socioeconómicas. Para ello se recorrió el área, tanto en la zona del proyecto como en su zona de influencia, a efecto de recabar la información que nos permitiera determinar su factibilidad.

1.2.2.- FINALIDAD DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS.

A continuación, se menciona en forma breve, la finalidad de todos y cada uno de los estudios realizados en la comunidad.

ESTUDIO SOCIOECONOMICO.- Para este estudio se llevaron a cabo entrevistas con el Presidente Municipal, el Comisario Ejidal y el Maestro de la Escuela Primaria, por considerarse que dichas personas tienen contacto directo y mayor conocimiento de la zona en una visión más amplia. Como complemento de esta información, se levantaron encuestas familiares que corresponden al 16% de la población que se pretende beneficiar, y a nivel institucional se consultaron los censos de población y vivienda del año de 1990, editados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática).

ESTUDIO TOPOGRAFICO.- La finalidad del estudio y tema de este trabajo de tesis, fue la de disponer a nivel preliminar del apoyo cartográfico necesario que permitiera referenciar y ubicar los estudios subsiguientes en forma planimétrica y altimétrica.

ESTUDIO GEOLOGICO.- La finalidad del estudio geológico y del recorrido geotécnico, fue examinar las condiciones de las rocas aflorantes en el área de estudio. El método de trabajo que se siguió, consiste en conocer principalmente los anteproyectos de las obras de riego y las dudas e inquietudes de los proyectistas, sobre la seguridad que pudiera ofrecer los sitios elegidos, para la cimentación de las obras y después realizar un recorrido por la zona de estudio para observar la localización de las líneas del trazo de los canales de riego y los sitios de emplazamiento de la planta de bombeo de la toma directa sobre el Río Salado y la del tanque distribuidor.

ESTUDIO AGROLOGICO.- La finalidad fue la de cuantificar la extensión de tierras regables en el área de estudio, desde los puntos de vista agrológico y agronómico a la vez que la de conocer las perspectivas de productividad que ofrecen estas tierras. Para cumplir con las finalidades indicadas, fue necesario conocer las características físicas y químicas del suelo y establecer el orden preferencial en el que deben utilizarse, según las categorías de clasificación basados en su capacidad de producción en condiciones de riego. Para la ejecución de éste estudio, al igual que en el geológico, se utilizó el plano topográfico de la zona a la escala 1:2000, con curvas de nivel de un metro de equidistancia. Para el estudio se siguieron métodos terrestres con recorridos sobre el área para determinar en primer término, los sitios de excavación de pozos para la descripción de sus respectivos perfiles, y después, para determinar los límites entre series y entre clases agrícolas. Durante el estudio de cada serie se tomaron las muestras del suelo correspondiente, las que se remitieron al laboratorio para su análisis físico y químico.

ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS DE RIEGO.- El área por regar comprende aproximadamente, unas 60 hs., sin embargo, para este anteproyecto, se consideró que existen otras 20 hs. susceptibles de darles riego, por lo que el caudal alimentador se diseñó para dar un gasto de $Q_t = 0.08 \text{ m}^3/\text{seg.}$, de capacidad, se consideró que la zona será regada básicamente por el canal principal y por un canal lateral; éste tendrá un gasto igual a $Q/2$, o sea, $Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{seg.}$, para proporcionar riego a 40 hectáreas considerándose en forma de anteproyecto un gasto de 1 lt./seg./ha. El canal principal, por lo tanto, llevará a partir del entronque con el lateral también un gasto de $Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{seg.}$ El agua para riego será tomada totalmente a través de una toma directa del Río Salado, el cual garantiza la extracción propuesta en virtud de que siempre lleva agua y, además, el gasto mínimo registrado supera al de demanda en un poco más del 60%, por lo tanto, se aceptó la fuente de abastecimiento para la zona de riego de la localidad. Se propuso un gasto total de $Q = 0.080 \text{ m}^3/\text{seg.}$, o sea, 80 l.p.s. para utilizarse dos bombas con gasto unitario de $Q = 40 \text{ l.p.s.}$ con una carga estática de:

Elevación de descarga:	1 543 mts.
Elevación de succión:	<u>1 485 mts.</u>
Carga estática	58 mts.

La velocidad en la tubería será de $2.50 \text{ m/seg} = 8 \text{ ft/seg.}$ Se usará tubería de 8 pulgadas que corresponde a un diámetro de 0.2032 metros. La presión normal aproximada será de 7.26 Kg-cm^2 . Las bombas mencionadas anteriormente contarán con un motor de 50 HP. cada una.

Se propuso la construcción de una subestación eléctrica de alta tensión con el objeto de reducir al mínimo los gastos de energía eléctrica. La contratación del servicio eléctrico deberá efectuarse en alta tensión. Se recomendó que la tarifa de contratación, de ser posible, se efectúe en la número 9, que corresponde al servicio rural para bombeo de agua de riego agrícola siendo ésta la más económica y la que presenta el mínimo tiempo de amortización de la subestación.

EVALUACION DEL PROYECTO.- A fin de elevar la producción actual bajo condiciones de temporal en el área de estudio, se llegó a la conclusión de establecer cultivos rentables bajo condiciones de riego, como el jitomate, el maíz y el frijol intercalado. El estudio y distribución de los cultivos se realizó de manera que los terrenos permanecieran el menor tiempo desocupados. El período de máxima demanda de riego será de marzo a octubre, encontrándose ocupadas prácticamente, las ochenta hectáreas. Al iniciarse este período se presentará la máxima demanda, la que irá disminuyendo a medida que las lluvias se generalicen. De octubre a febrero, se aprovechará la humedad residual de las lluvias en el suelo, aplicándoles riego de auxilio solamente.

C A P I T U L O 11.- CONSIDERACIONES TOPOGRAFICAS PARA PROYECTOS HIDROAGRICOLAS.

Los estudios topográficos que están destinados a la planeación y desarrollo de los proyectos hidroagrícolas son los siguientes:

- 1.- De cuenca de captación.
- 2.- De vasos de almacenamiento.
- 3.- De boquillas.
- 4.- De zonas de riego.

II.1.- LEVANTAMIENTO DE CUENCAS DE CAPTACION.

El levantamiento topográfico de una cuenca de captación, se hace generalmente para determinar su área y la forma de concentración de los escurrimientos, a fin de utilizar estos datos en la solución de problemas hidrológicos.

Al hacer el levantamiento de una cuenca, deben obtenerse los siguientes datos:

- Áreas y forma de la cuenca.
- Forma de concentración de los escurrimientos (cauces principales y pendientes de los mismos).
- Cubierta vegetal. (zonas forestales, áreas cultivadas, pastizales, etc.).
- Geología superficial (características generales de cada zona de la cuenca).
- Existencia dentro de la cuenca de obras hidráulicas, centros urbanos, vías de comunicación, etc.

Datos que serán de mucha utilidad particularmente para estimar el coeficiente de escurrimiento.

El levantamiento de una cuenca de captación presenta dos etapas principales:

- a).- La identificación del parteaguas.
- b).- El levantamiento en sí de la cuenca.

a).- Para identificar las parteaguas, se hará un recorrido por el mismo y se irán dejando señales en puntos adecuados, los cuales, posteriormente, se localizarán al realizar el levantamiento. Es de recomendarse que éste trabajo se efectúe con cuidado, pues pequeñas equivocaciones traen errores que se propagan a los estudios posteriores.

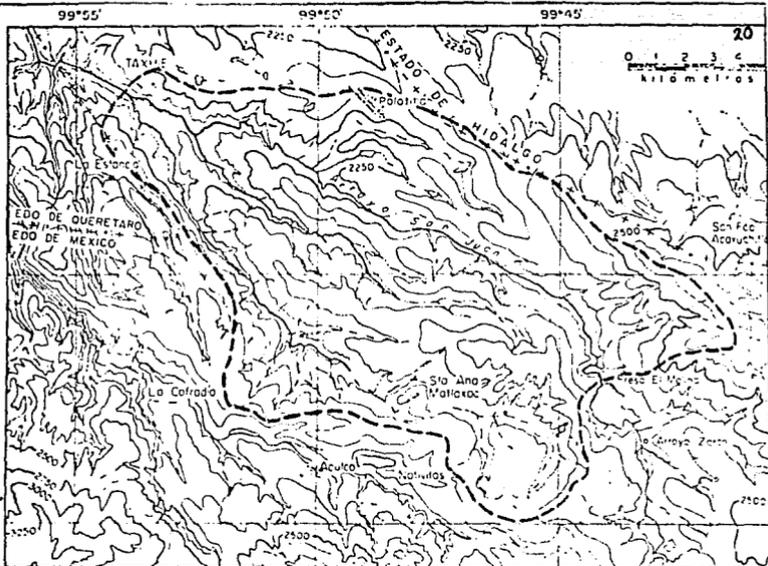
b).- Si las superficies de las cuencas son pequeñas, o sea, de 100 kilómetros cuadrados, se deberá realizar su levantamiento directamente, esto es, no se determinará su superficie ayudándose de una carta geográfica, ya que por su poca extensión es difícil precisarla con la aproximación que se requiere.

Los procedimientos que se recomiendan para el levantamiento son:

1.- El de llevar una poligonal con tránsito y cinta, o tránsito y estadia, que logre cubrir la mayor parte de la cuenca, y poligonales auxiliares apoyadas en la primera a lo largo de los cauces principales, a fin de conocer la forma de concentración de las aguas y calcular los desniveles en las estaciones y tener la configuración del terreno.

2.- Llevar una poligonal con tránsito y cinta o tránsito y estadia, a través de lugares de fácil acceso a la cuenca y desde cuyos vértices puedan verse la mayor cantidad de puntos del parteaguas, y utilizarla como apoyo para definir la configuración del terreno y los detalles importantes por levantar.

Este procedimiento nos da la precisión necesaria para esta clase de trabajos y es el más recomendado.



Cuenco del río Taxhie

Fig
(A.4)

Tomando en cuenta el uso que se les dará a los datos obtenidos del levantamiento de la cuenca, la precisión requerida será de 1:1000, ya que los estudios hidrológicos están afectados de coeficientes muy variables que hace innecesaria una precisión mayor.

Los cierres de 1:5000 en las poligonales de apoyo, se aceptarán como bastante satisfactorios.

Como resumen del trabajo realizado, se dibujará un plano cuya escala nos permita anotar los datos necesarios antes señalados y que contenga además, los detalles de las poligonales trazadas. Fig. (2.1).

11.2.- LEVANTAMIENTO DEL VASO DE ALMACENAMIENTO.

El levantamiento del vaso de almacenamiento tiene por objeto determinar su plano topográfico, el cual servirá:

- Para conocer su capacidad a diferentes elevaciones.
- Para conocer las áreas de embalse a diferentes elevaciones, para poder estimar las pérdidas por evaporación y la capacidad de efectos reguladores.
- De apoyo a los estudios geológicos que se realizarán.
- Para determinar las áreas y distribuciones de las propiedades que pueden ser inundadas y poder evaluar las indemnizaciones correspondientes.

El levantamiento del vaso se divide en dos partes:

- a).- Establecimiento de puntos de control y apoyo.
- b).- Configuración del terreno y levantamiento de detalle.

a). _ Para apoyo del levantamiento, se llevarán poligonales trazadas con tránsito y cinta o tránsito y estadia, a través de sitios ventajosos para la configuración del terreno; de preferencia se correrá a lo largo de caminos, linderos, cauces, etc., para reducir la longitud de las brechas. Como origen del levantamiento, se elegirá un punto situado sobre el eje previamente establecido para apoyo de la boquilla y de ese punto partirá la poligonal principal, la cual se trazará a lo largo del vaso por la cañada del río y arroyo, procurando que los vértices cumplan la condición de estación de configuración. La poligonal será abierta, las distancias se comprobarán haciendo lecturas en directo y en inverso en cada cambio de estación y se prolongará hacia aguas arriba hasta dominar una elevación mayor en 5 a 10 metros a la elevación de embalse propuesto. Asimismo, aguas abajo del eje, se prolongará en una longitud de 300 metros.

Cuando, por la amplitud del vaso sea necesario medir longitudes próximas a mil metros, se establecerán apoyos laterales por medio de poligonales secundarias, que se trazan partiendo de la poligonal principal. Las poligonales secundarias de preferencia se llevarán a lo largo de los arroyos siguiendo el mismo criterio aplicado a la poligonal principal.

Los ángulos de los vértices en las poligonales, se miden según la tolerancia requerida por el método de repetición efectuándose dos series de cinco observaciones cada una, la primera con el anteojo del tránsito en posición directa y con los ángulos medidos hacia la derecha.

La segunda, con el anteojo en posición inversa y con los ángulos medidos hacia la izquierda. Siendo el valor del ángulo el promedio de los valores obtenidos en cada una de las series.

Las poligonales deben monumentarse en dos vértices consecutivos de cada kilómetro, y en casos de poca longitud, se harán a cada 500 metros.

El cierre angular de las poligonales principales está dentro de la tolerancia que da la fórmula:

$$r_A = \pm 2a \sqrt{n} \quad \text{en donde:}$$

r_A = Tolerancia expresada en minutos.
 a = Aproximación del aparato expresada en minutos.
 n = Número de vértices de la poligonal..

El cierre lineal debe estar dentro de una tolerancia de 1:5000.

Para el control vertical de los levantamientos se nivelarán todos los vértices de la poligonal con nivel fijo.

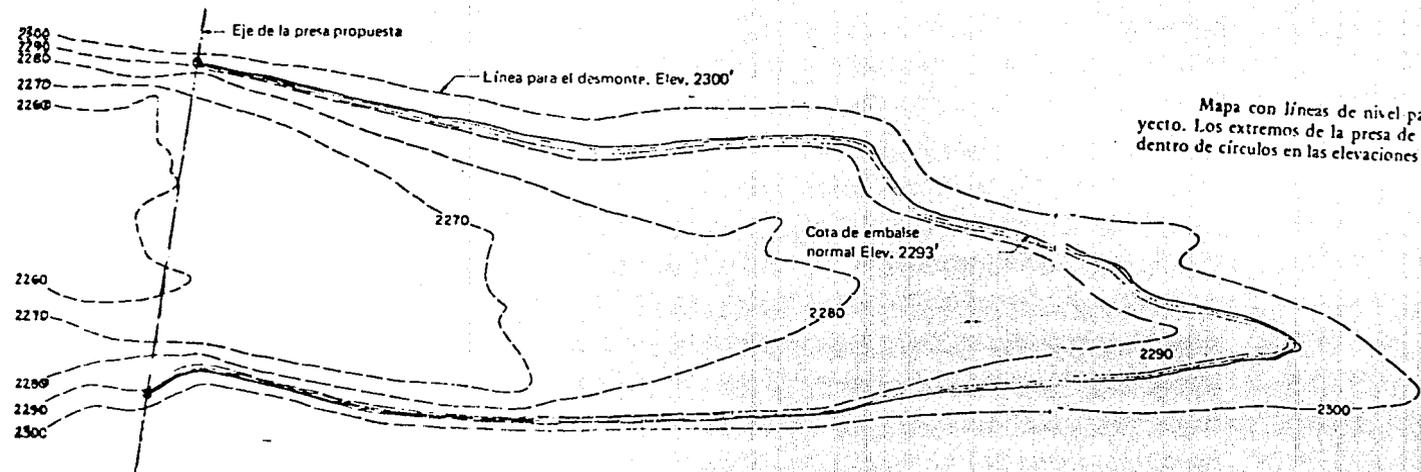
Las nivelaciones se comprobarán a cada 500 metros, regresando al banco de partida.

El desnivel que se obtenga entre los bancos de nivel estarán dentro de la tolerancia que da la siguiente fórmula:

$$l_n = \pm 0.04 m \sqrt{K} \quad \text{en donde:}$$

l_n = Tolerancia en m.
 K = Número de kilómetros recorridos.

b).- La configuración del terreno, el levantamiento catastral y los detalles del vuso, se harán con métodos taquimétricos con tránsito, sirviendo de apoyo los vértices de las poligonales previamente trazadas y niveladas.



Mapa con líneas de nivel para los ejemplos de proyecto. Los extremos de la presa de tanteo se marcan con X dentro de círculos en las elevaciones 2,296.

Fig. (2.2)

Para obtener las elevaciones secundarias para la configuración, se deberá evitar hasta donde se posible correr nivelaciones con nivel de mano fijo, ya que éste método proporciona pobreza de datos, además de que no permite levantar simultáneamente los datos catastrales y los de detalle del vaso.

Los datos que se incluirán en ésta última parte del levantamiento, serán aquellos que intervengan en el uso actual del terreno dentro del vaso, que puede ser: Tierras ganaderas o agrícolas, áreas de riego por gravedad, por bombeo o de temporal, tipo de cultivos en desarrollo, propiedades ejidales o particulares, así como también las zonas ocupadas por diferentes clases de construcciones, caminos, etc.

Se complementará el levantamiento con toda clase de información que pueda ser útil para efectuar la evaluación de la posible afectación.

Como resultado del trabajo anterior se elaborarán dos planos:

Uno que contenga el control horizontal y vertical de la configuración, con equidistancia entre las curvas de nivel a cada metro y en el que aparezcan los cadenamientos de las poligonales, las elevaciones de sus vértices y de los puntos que sirvieron para apoyo de las poligonales secundarias y la gráfica de áreas y capacidades.

El otro plano será de conjunto y en él, se indicará la planimetría catastral y los detalles del vaso; solamente deberán de aparecer en las poligonales de apoyo establecidas, linderos de propiedad, construcciones, caminos, etc. Fig.(2.2).

11.3.- LEVANTAMIENTO DE BOQUILLAS.

El levantamiento topográfico de las boquillas se hace con los siguientes propósitos:

- Contar con un apoyo para las exploraciones geológicas.
- Disponer de un plano topográfico detallado para el diseño de la cortina y obras auxiliares.
- Establecer puntos de apoyo que serán utilizados para control de líneas y niveles durante la construcción.

El levantamiento de la boquilla constará de dos partes:

- a).- Establecimiento de puntos de control y apoyo.
- b).- Configuración del terreno y levantamientos de detalle.

a).- Los puntos de control o de apoyo se fijarán por medio de poligonales corridas con tránsito y cinta y se utilizará el método de medición directa de ángulos. En primer término, se trazará la línea correspondiente al eje topográfico probable de la cortina; enseguida, se llevará una poligonal a lo largo del cauce del río aguas arriba y abajo del eje, ligada a la primera y en una longitud necesaria para cubrir un poco más del área que ocupará la cortina y las obras auxiliares. Por los extremos de esta segunda poligonal se llevarán dos poligonales transversales al cauce. Todos los vértices de estas poligonales se nivelarán con nivel fijo y deberán referenciarse. Los puntos

de control deberán de monumentarse y referenciarse para su fácil localización, ya que éstos servirán de apoyo para el trazo de la cortina y de las obras auxiliares. Los monumentos se referirán al nivel del mar preferentemente. El sistema de poligonales se ligará con la poligonal principal que enlaza el levantamiento general de la zona.

b).- La configuración y el levantamiento de detalle se harán por medio de secciones transversales al eje y niveladas con nivel fijo. Se deberá procurar detallar los cauces naturales, acantilados, talwegs, sitios probables para alojar el vertedor de demasías y su canal de descarga; puertos que tengan que cerrarse o puedan servir para alojar el vertedor de demasías, etc. Para lo anterior, se deberá procurar establecer poligonales secundarias. Para esta clase de levantamientos, se deberá tener una precisión mayor; para el cierre lineal de las poligonales se admitirá una tolerancia de 1:5000.

El cierre angular debe estar dentro de la tolerancia expresada por la siguiente fórmula:

$$IA = \pm a \sqrt{n} \quad \text{en donde:}$$

Ia = Tolerancia angular expresada en minutos.
 a = Aproximación del aparato, expresada en minutos.
 n = Número de vértices de la poligonal.

La tolerancia en las nivelaciones está dada por la fórmula siguiente:

$$In = \pm 0.02 \sqrt{k} \quad \text{en donde:}$$

In = Tolerancia en metros
 k = Número de kilómetros nivelados comprendiendo la ida y regreso.

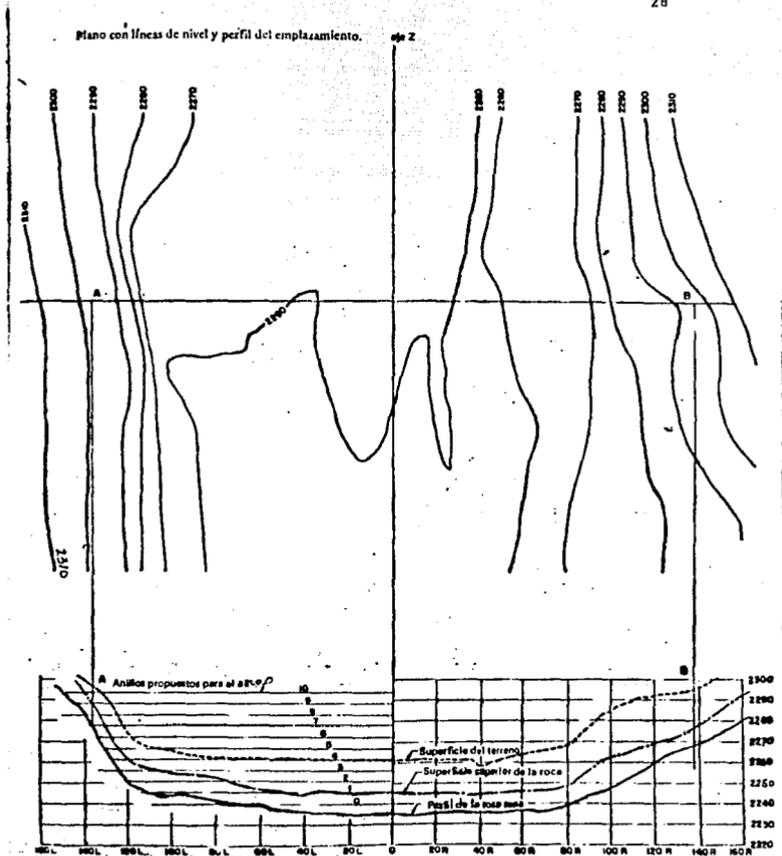


Fig. (2.3)

Como resultado del trabajo anterior, se formará el plano respectivo que contenga la planta con curvas de nivel equidistantes a un metro y el perfil de la boquilla, en el que aparecerán los datos necesarios para proyectar sobre ellos las estructuras necesarias de que constará el proyecto. Asimismo, se dibujará el control horizontal y vertical de los levantamientos señalando cadenamientos y elevaciones de los vértices de la poligonal, puntos principales de apoyo y monumentos, los que deberán hacerse destacar. fig. (2.3).

II.4.- LEVANTAMIENTOS DE LA ZONA DE RIEGO.

El levantamiento topográfico de los terrenos regables, tiene por objeto tomar un plano topográfico a una escala adecuada, para proyectar sobre él los sistemas de distribución, drenaje y caminos que constituirán la zona de riego. El levantamiento de la zona de riego consta de dos partes:

- a).- Control de apoyo del levantamiento.
- b).- Configuración del terreno y levantamiento de detalle.

a).- El control para apoyo del levantamiento topográfico de la zona regable estará dividido en control horizontal y control vertical.

1.- CONTROL HORIZONTAL.- En superficies pequeñas, el control horizontal consistirá en una poligonal cerrada, que se correrá cerca del perímetro del terreno.

Para áreas mayores de mediana extensión, el control consistirá en una poligonal o sistema de poligonales levantadas con tránsito y cinta, usando el método de medición directa de ángulos. Estas poligonales se llevarán de manera que las estaciones de control queden localizadas en los sitios más ventajosos para el levantamiento de detalle, de preferencia cuando sea posible, se desarrollarán a lo largo de caminos o linderos de propiedad.

Todas las estaciones de control deberán monumentarse.

La tolerancia lineal será de 1:5000 y la angular de:

$$I_A = \pm 2a \sqrt{n}$$

2.- CONTROL VERTICAL.- Consistirá en una serie de bancos de nivel convenientemente distribuidos sobre el terreno y que sirvan como puntos de partida o de cierres de poligonales o para situar en elevación los puntos de apoyo que se utilizarán para efectuar la configuración del terreno. Los puntos de control vertical se establecerán por medio de nivelaciones directas, precisamente en las estaciones de control horizontal previamente monumentadas.

Los bancos de nivel se referirán siempre al nivel del mar.

Para las nivelaciones se usará nivel fijo y se deberán de comprobar a cada 500 metros, regresando al banco de partida.

La tolerancia será:

$$I_n = \pm 0.04 \text{ m } \sqrt{K}$$

h).- Configuración del terreno.- Para la configuración de la zona regable, se seguirá el mismo procedimiento que para el caso de la configuración del terreno del vaso.

El área de la zona de riego levantada deberá ser mayor que el área posible por beneficiarse. Se complementará el levantamiento con toda clase de información que pueda servir para la planeación de la zona de riego: longitud de canales; sitios de cruces para puentes canales, rápidas, sifones o puentes de paso y magnitud aproximada de ellos, cultivos principales, terrenos en cultivo con superficie aproximada, etc..

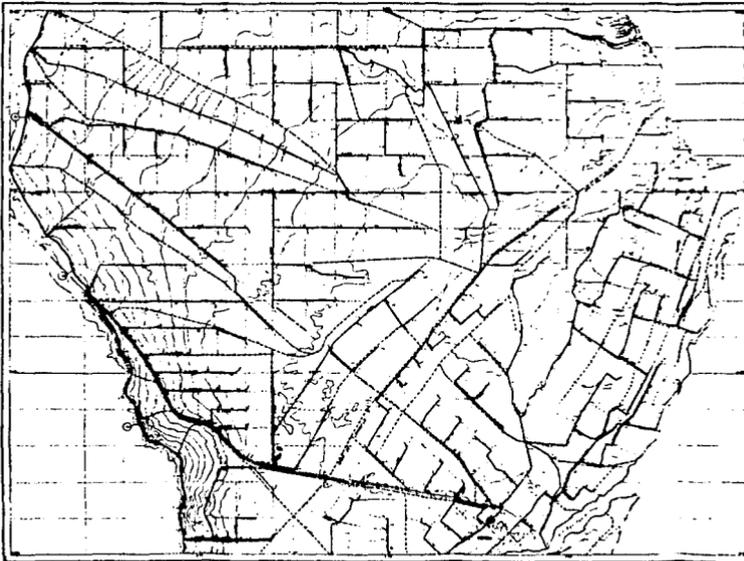
Como resultado del levantamiento realizado, se elaborará un plano que contenga los controles horizontal y vertical, cadenamientos; elevaciones principales de apoyo y de las que sirvieron de base para la configuración del terreno, la cual deberá estar dibujada con equidistancias de un metro entre curvas de nivel, asimismo, se vaciarán en el plano los principales detalles del terreno, tales como: ríos, arroyos, caminos, veredas, líneas de transmisión, centros de población, etc.

Cuando la zona de riego ya está desmontada, se realizará el levantamiento topográfico detallado con curvas de nivel a 20 cms., se realizará el proyecto definitivo y se proseguirá con la localización y trazo de canales de riego.

Los planos se elaborarán a escala 1:3000 para superficies mayores de 250 has. y a escala 1:2000 para superficies menores.

En el primer caso siempre se hará un plano de conjunto en escala 1:10000 a 1:20000 dependiendo de la magnitud.

NOTA: Las figuras que acompañan al Capítulo II son ilustrativas, no forman parte del proyecto, para este caso se presentan los planos anexos del 1 al 4.



Se deberá anotar en estos planos que la planeación que en ellos aparece, previa confrontación en el campo, será definitiva para la construcción de los canales principales, laterales y secundarios en los que no se tenga ninguna duda respecto a su localización.

La topografía de detalle se ejecutará después de haber efectuado los trabajos de desmonte y empareje y será en escala 1:1000, con equidistancia de 20 cms. en las curvas de nivel y 16 puntos de configuración por ha. como mínimo. Fig. (2-4)

C A P I T U L O III.- CONTROL TOPOGRAFICO HORIZONTAL. DEL POBLADO DE SAN JUAN CUITITO

III.1.- RECONOCIMIENTO.

Con la finalidad de estar en condiciones de contar con más elementos de juicio que permitieran evaluar la factibilidad del proyecto, se efectuó un reconocimiento para confirmar o modificar la planeación del trabajo realizado en gabinete y consistió en recorrer el área de interés para localizar la posible zona de riego y el posible sitio de bombeo, ubicando vértices y lugares estratégicos para establecer bancos de nivel y localizando caminos de acceso. En función del recorrido se definieron métodos, tiempos y programas de trabajo y se afinaron costos.

III.2.- PERSONAL Y EQUIPO TOPOGRAFICO.

Para la realización del presente trabajo se estableció una brigada de topografía, la que permaneció en el campo durante todo el tiempo que fue necesario.

El área por levantar fue de aproximadamente 150 hectáreas.

La brigada topográfica se conformó de la siguiente manera:

A.- PERSONAL

- 1 Jefe de brigada
- 1 Anotador
- 2 Cadeneros
- 2 Estadaleros
- 2 Peones

B.- EQUIPO

- 1 Tránsito de minuto
- 1 Nivel fijo tipo Dumpy
- 1 Nivel de mano
- 1 Altimetro
- 1 Brújula
- 2 Cintas métricas
- 3 Plomadas
- Libretas de campo
- calculadora
- 6 Balizas
- 2 Estadales
- Marro, machetes, tachuelas, trompos, estacas,
pintura, grapas y clavos.

III.5.- REVISION Y AJUSTE DEL TRANSITO

Para la topografía, el tránsito es un aparato fundamental, Fig.(3.1), debido a la gran variedad de usos que se le dan.

Puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales y direcciones, ángulos verticales y diferencias en elevaciones para la prolongación de líneas y para la determinación de distancias.

Para que los datos obtenidos con este instrumento tengan la confiabilidad requerida, es necesario que cumpla con las siguientes condiciones:

A: Las directrices de los niveles del limbo horizontal deben ser perpendiculares al eje vertical o azimutal.

COMPROBACION.- Se nivela el aparato, se imprime un giro de 180° al rededor del eje azimutal, si en esta nueva posición la burbuja permanece centrada, se cumple la condición enunciada. (Fig. 3.2).

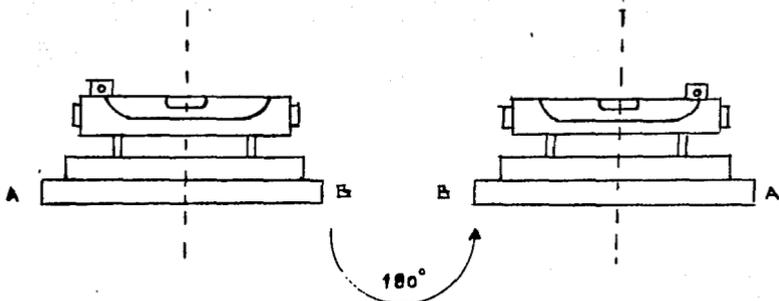
Si la burbuja se desplaza lo que se separa del centro es el doble del error. (Fig. 3.3).

AJUSTE.- Se corrige moviendo la burbuja la mitad con los tornillos de corrección del nivel y la otra mitad con los tornillos niveladores.

Es necesario comprobar repitiendo el procedimiento hasta lograr el ajuste correspondiente.

B.- El hilo vertical de la retícula debe estar en un plano perpendicular al eje de alturas.

COMPROBACION.- Por construcción, los hilos de la retícula deben ser perpendiculares entre sí. (Fig. 3.4). Conviene



Eje del nivel del plato perpendicular al eje vertical.

Fig. (3.2)

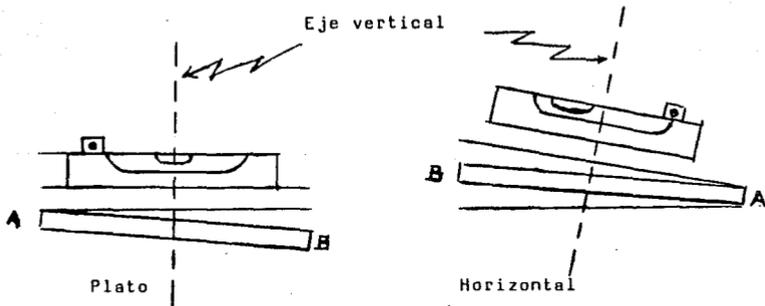
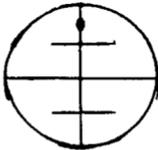


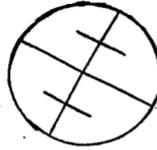
Fig. (3.3)

Eje del nivel del plato haciendo un ángulo con la horizontal.

rectificarlo cuando la retícula es de hilos (no son necesarios éstos cuando son líneas grabadas en cristal). Se enfoca un punto lejano en una pared o poste, se hace coincidir el punto en el extremo del hilo vertical de la retícula: Se gira lentamente el aparato con el tornillo de movimiento tangencial vertical, el punto debe verse coincidente con el hilo hasta el otro extremo, si esto ocurre, se cumple la condición.



Posición correcta



Posición incorrecta

Fig. (3.4)

AJUSTE.- Si el punto se separa del hilo, deberá enderezarse la retícula aflojando los tornillos que la sujetan al tubo, moviéndola y apretándolos nuevamente. Puede hacerse esto con uno o con los dos hilos, vertical y horizontal.

C).- La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de alturas.

COMPROBACION.- Se visa un punto A a una distancia aproximada de 50 m., en posición directa, se da vuelta de campana quedando el telescopio en posición inversa; se establece un punto B a una distancia aproximadamente igual, se gira y se visa nuevamente el punto A conservando la posición inversa;

se vuelve a dar vuelta de campana quedando el telescopio en posición directa y si la visual pasa por el punto B, se cumple lo enunciado. Fig. (3.5).

AJUSTE: Si no se observa el mismo punto (B), se marca otro (B'), y la distancia B B' es cuatro veces el error. Debe corregirse por tanto la cuarta parte a partir de (B'), moviendo horizontalmente la retícula, con dos punzones al mismo tiempo en los tornillos opuestos, girándolos en el mismo sentido.

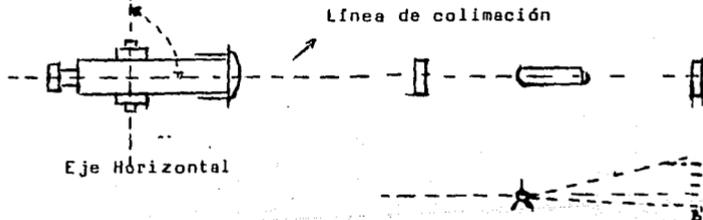


Fig. (3.5)

D).- El eje de alturas debe ser perpendicular al eje azimutal o vertical.

COMPROBACION.- Se instala y nivela el instrumento cerca de una construcción alta, se visa el punto fijo A, a la mayor altura posible en posición directa, se baja la visual y se obtiene un punto B Fig. (3.6); se gira 80° y se visa nuevamente el punto A en posición inversa, se baja la visual y coincide con el punto B establecido, se cumple la condición, de no ser así:

AJUSTE.- Se marca un segundo punto abajo (B') y a la mitad de su separación del primero, pasará la vertical verdadera que baja del punto superior. Esta vertical es la que debe seguir el aparato, se ajusta moviendo el apoyo del eje horizontal opuesto al círculo vertical, con el tornillo de ajuste que tiene para el objeto.

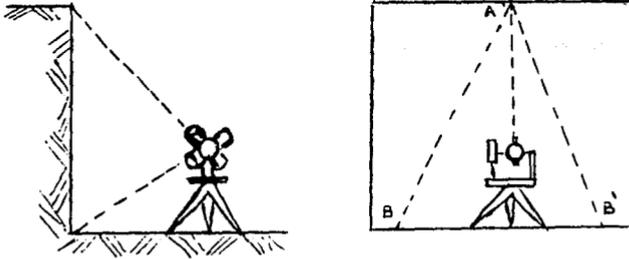


Fig. (3.6)

Cabe hacer mención que los ajustes al tránsito utilizado en este trabajo, se realizó en el orden planteado para no desarreglar una condición al componer otra.

III.4.- ORIENTACION ASTRONOMICA.

Para el levantamiento de un proyecto topográfico de esta importancia, se consideró que es necesario partir de una línea base, la cual debe tener una dirección.

Las direcciones de las líneas en los levantamientos y las posiciones geográficas de los diversos puntos donde se trabaja, se pueden obtener con la precisión deseada recurriendo a las observaciones astronómicas y sus cálculos.

CROQUIS DE LA POLIGONAL DE APOYO

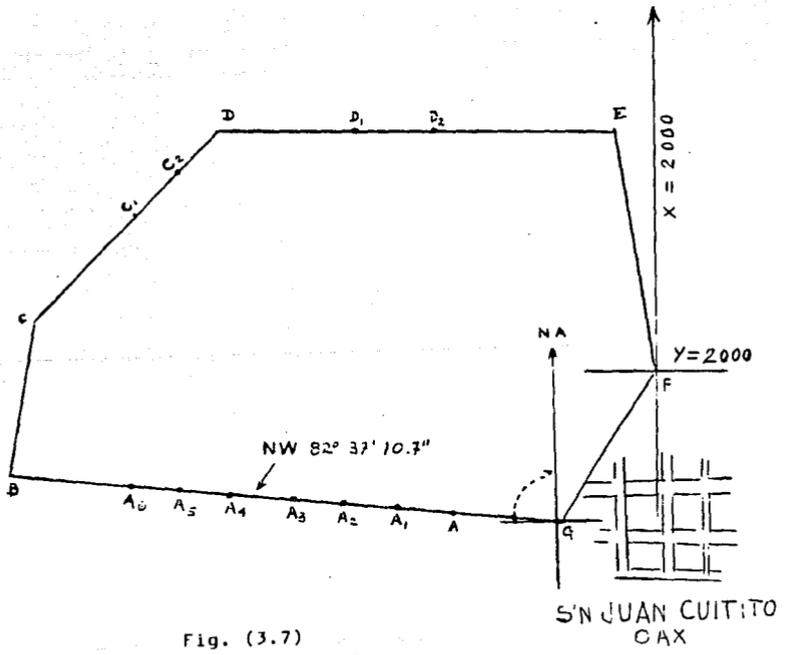


Fig. (3.7)

Para situar puntos sobre la superficie de la tierra y puntos sobre la esfera celeste, se utilizan los sistemas de coordenadas siguientes:

a).- Los que tienen como base el plano del Ecuador; así tenemos el sistema de coordenadas geográficas "Longitud y Latitud" y las coordenadas celestes "Ascensión recta y Declinación".

b).- El sistema de coordenadas locales que miden sobre el plano del horizonte la "Ascensión Recta y Declinación de una estrella".

Cabe destacar que la relación entre el sistema de coordenadas ecuatoriales y el local, consiste en que la latitud de un lugar cualquiera de la superficie terrestre es igual a la altura del polo sobre el horizonte de ese lugar.

Trabajos importantes generalmente se apoyan en datos, coordenadas, que proporcionan los vértices o monumentos de la red geodésica nacional.

Cuando no se tiene apoyo para hacer las ligas con la red geodésica nacional, se hace indispensable localizar el rumbo o azimut astronómico de una línea.

III.4.1.- AZIMUT ASTRONÓMICO DE UNA LÍNEA.

En el caso del proyecto de riego agrícola de esta comunidad una vez localizadas las áreas de interés, se inició el trazo de una poligonal de apoyo. fig. (3.7), con tránsito y cinta, orientándose el último lado por el método de distancias zenitales absolutas del sol.

En los levantamientos ordinarios, donde no se requiera gran precisión del azimut, se aplica este método, en donde a través de las observaciones de los ángulos horizontal y vertical del sol y con la resolución del triángulo astronómico fig. (3.8), formado por el polo, el zenit y el astro, se puede determinar el azimut del astro.

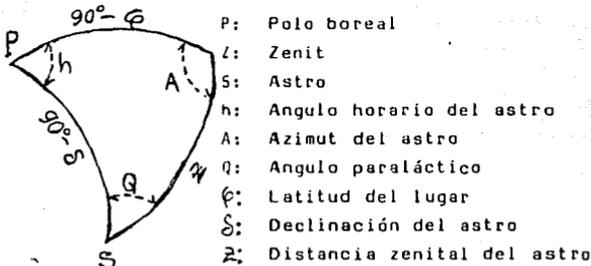


Fig. (3.8)

Según la ley de los cosenos: $\text{Sen } \delta = \text{Sen } \phi \text{ Cos } z + \text{Cos } \phi \text{ Sen } z \text{ Cos } A$

$$\text{Cos } A = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \phi \text{ Cos } z}{\text{Cos } \phi \text{ Sen } z}$$

Esta es la fórmula para obtener el azimut de un astro en función de su declinación, distancia zenital y de la latitud del lugar. Si se desea calcular el azimut con logaritmos, es necesario transformarla.

Restando de 1 (Uno), el primero y el segundo miembros de la ecuación anterior, se obtiene una de las fórmulas calculables con logaritmos.

$$\text{Sen } 1/2 A = \sqrt{\frac{\text{Cos } 1/2 (z + \phi + \delta) \text{ Sen } 1/2 (z + \phi - \delta)}{\text{Sen } z \text{ Cos } \phi}}$$

Por efecto de la refracción atmosférica, los astros se ven más altos de lo que realmente están, de tal manera que la distancia zenital que se mide a un astro, es menor de la que realmente tiene, por lo que se aplica la siguiente corrección:

Corrección por refracción

$$R = r \times B \times I$$

Donde:

$r = 60.6''(\tan z')$: Corrección por refracción

$B = \frac{P}{762}$: Factor barométrico

$I = \frac{1}{1 + 0.004 t}$ Factor termométrico

Siendo:

z' : Distancia zenital observada

P : Presión atmosférica

t : Temperatura

Por otra parte, y debido a que las coordenadas celestes están referidas al centro de la tierra y dado que las observaciones se realizan en la superficie de la misma, es necesario aplicarle a estas observaciones la siguiente corrección:

Corrección por paralaje

$$P = 8.8'' \text{ Sen } Z'$$

Donde:

Z' : Distancia zenital observada.

Finalmente, la distancia zenital corregida es:

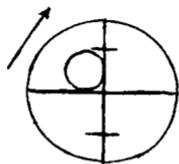
$$Z = Z' + R - P$$

PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

El procedimiento de campo más usual consiste en tomar dos medidas haciendo que el disco solar quede tangente a los hilos de la retícula, primero en un cuadrante Fig. (3.9), y después en otro cuadrante diagonalmente opuesto Fig. (3.10). Los promedios de los ángulos así medidos se consideran como tomados al centro del sol, siempre que entre una observación y otra no transcurra más de 5 minutos que es lo máximo que se recomienda, ya que este astro cambia de posición con rapidez.

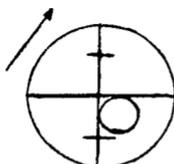
Al cambiar de cuadrante conviene también cambiar la posición del anteojo, de posición directa a inversa, con el fin de eliminar errores instrumentales. Las observaciones se recomiendan hacerlas por la mañana, entre las 8 y 9 horas o en la tarde, entre las 15 y 16 horas, puesto que es conveniente que la altura del sol no sea menor de 10° para evitar incertidumbre en la refracción, y si la altura es grande, la observación se dificulta por la posición del anteojo (entre 20° y 30° de altura es la posición recomendable).

Para que las observaciones sean lo más cercanas posibles entre sí, deben escogerse para las tangencias dos cuadrantes diagonalmente opuestos, que queden a ambos lados del movimiento del sol.



1a. tangencia
Fig. (3.9)

Movimiento del sol



2a. tangencia
Fig. (3.10)

Cada par de tangencias opuestas constituye una observación, y para tener seguridad en la obtención del azimut de la línea, debe hacerse una serie cuando menos de tres observaciones, para que el azimut finalmente obtenido para la línea, sea el promedio de los calculados en cada uno.

Si el sol se observó en la mañana, su azimut se contará a partir del Norte hacia el Este, y si se observó en la tarde después de su paso por el meridiano, el ángulo que resulte para el azimut, será hacia el Oeste.

Es importante mencionar que nunca se debe observar el sol directamente a través del antejo debido a que los cristales del objetivo y del ocular concentran la luz solar, la cual puede dañar la vista del observador. Se debe de usar un helioscopio, cuando no se tiene, se proyecta la imagen del sol sobre una tarjeta que se coloca atrás del ocular.

III.5.- DETERMINACION Y CALCULO DEL AZIMUT.

De la línea A B de la poligonal de apoyo por el método de distancias zenitales absolutas del sol.

Lugar de la observación:	San Juan Cuititío, Oaxaca:
Latitud del lugar:	= $17^{\circ}40'24''$ (Tezoatlán, Oax.)
Presión barométrica:	626 mm.
Temperatura:	20° C.
Fecha:	20 de noviembre de 1977
Observó y calculó:	J.G.L.R.
Aparato:	Tránsito K AND E

PRIMERA OBSERVACION

P. O	Obs	Circulo	Horizontal	Circulo	Hora
		A	B	Vertical	I.C.
2	0	0° 00'	180° 00'		
+	0	201° 34'	21° 34'	18° 38'	8 ^h 07 ^m 34 ^s
+	1	21° 11'	201° 11'	18° 31'	8 ^h 07 ^m 38 ^s
2	1	180° 00'	0° 00'		
SUMA		402° 45'		36° 69'	
PROMEDIO		201° 22' 30"		18° 34' 30"	8 ^h 07 ^m 36 ^s

SEGUNDA OBSERVACION

P. O	Obs	Circulo	Horizontal	Circulo	Hora
		A	B	Vertical	I.C.
2	0	0° 00'	180° 00'		
+	0	202° 10'	22° 10'	19° 45'	8 ^h 12 ^m 56 ^s
+	1	21° 45'	201° 45'	19° 30'	8 ^h 14 ^m 23 ^s
2	1	180° 00'	0° 00'		
SUMA		403° 55'		39° 15'	
PROMEDIO		201° 57' 30"		19° 37' 30"	8 ^h 13 ^m 39.5 ^s

TERCERA OBSERVACION

P. O	Obs	Circulo	Horizontal	Circulo	Hora
		A	B	Vertical	I.C.
2	0	0° 00'	180° 00'		
+	0	202° 50'	22° 50'	21° 48'	8 ^h 18 ^m 06 ^s
+	1	22° 20'	202° 20'	20° 35'	8 ^h 19 ^m 37 ^s
2	1	180° 00'	0° 00'		
SUMA		405° 10'		42° 23'	
PROMEDIO		202° 35'		21° 11' 30"	8 ^h 18 ^m 51.5 ^s

CUARTA OBSERVACION

P.O	Obs	Círculo	Horizontal	Círculo	Hora
		A	B	Vertical	L.C.
2	0	0° 00'	180° 00'		
+	0	203° 20'	23° 20'	21° 41'	8 ^h 22 ^m 26 ^s
+	1	22° 54'	202° 54'	21° 41'	8 ^h 24 ^m 02 ^s
2	1	180° 00'	0° 00'		
SUMA		406° 14'		43° 11'	
PROMEDIO		203° 07'		21° 35' 30"	8 ^h 23 ^m 14 ^s

CALCULO

CALCULO DE LA PRIMERA OBSERVACION

Cálculo de la declinación δ

Hora de paso del sol por el M. 90 WG	11 ^h 45 ^m 43.10 ^s
Promedio de horas de observación	8 ^h 07 ^m 36.0 ^s
Intervalo o diferencia	3 ^h 38 ^m 7.10 ^s
Intervalo en horas	3.635
Variación horaria	34.52
Variación por intervalo	125.48 ^s
Declinación a la hora de paso del sol por el meridiano 90° WG	- 19° 47' 19.21"
	125.48"
Declinación corregida $\delta =$	- 19° 45' 13.73"

Cálculo de la Distancia Zenital (Z)

Altura media aparente	18° 34' 30".00
Distancia zenital aparente	71° 25' 30".00
Corrección por refracción	135.58"
Corrección por paralaje	8.33"
Distancia zenital aparente	71° 25' 30".00
Refracción	<u>135.58</u>
	71° 27' 45.58"
Paralaje	<u>- 8.33</u>
Distancia zenital corregida	Z = <u>71° 27' 37.25"</u> =====

$$\text{Cálculo del Azimut } \text{Sen}^2 \frac{1}{2} Az = \frac{\text{Sen} \frac{1}{2} (Z + \varphi - \delta) \text{Cos} \frac{1}{2} (Z + \varphi + \delta)}{\text{Cos} \varphi \text{ Sen} z}$$

Por la fórmula:

$$\begin{aligned} -\delta &= 19^{\circ} 45' 13.73" & Z + \varphi - \delta &= 108^{\circ} 53' 14.98" \\ z &= 71^{\circ} 27' 37.25" & Z + \varphi + \delta &= 69^{\circ} 22' 47.52" \\ \varphi &= 17^{\circ} 40' 24.00" & \frac{1}{2}(Z + \varphi - \delta) &= 54^{\circ} 26' 37.49" \\ & & \frac{1}{2}(Z + \varphi + \delta) &= 34^{\circ} 41' 23.76" \end{aligned}$$

log Sen	54° 26' 37.49"	=	9.91038157	-	10
log Cos	34° 41' 23.76"	=	9.91500073	-	10
Coloq Cos	17° 40' 24.00"	=	0.02099694		
Coloq Sen	71° 27' 37.25"	=	0.023144098		
log Sen ²	1/2 Az	=	19.8695233-20		
log Sen	1/2 Az	=	9.9347616-10		
	1/2 Az	=	59° 22' 30"		
Azimut del Sol = Az		=	118° 45'		Sol al Este
Promedio Círculo horizontal		=	201° 22' 30"		
Azimut del Sol		=	118° 45'		

Rumbo astronómico de la línea AB

$$\begin{aligned} &= \text{NW } 82^{\circ} 37' 30" \\ &\quad 359^{\circ} 59' 60" \\ &\quad \underline{82^{\circ} 37' 30"} \end{aligned}$$

Azimut astronómico de la línea AB

$$277^{\circ} 22' 30"$$

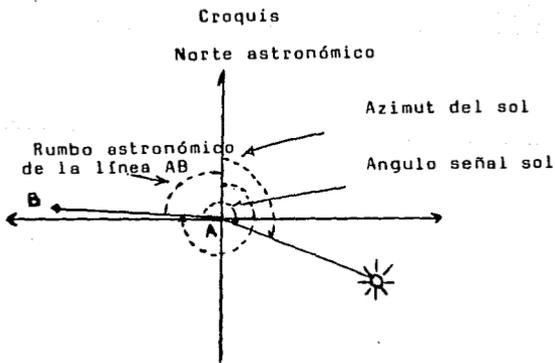
Promedio de los azimuts obtenidos en cada una de las series de observaciones realizadas:

No se incluyó el valor de la tercera Serie debido a la diferencia que tiene con respecto a los restantes, por lo tanto:

- 1.- $277^{\circ} 22' 30''$
- 2.- $277^{\circ} 22' 42''$
- 4.- $277^{\circ} 23' 16''$

Azimut promedio de la línea AB $277^{\circ} 22' 49.3''$

Rumbo de la línea AB = N W $82^{\circ} 37' 10.7''$



CUADRO DE CALCULO DE LAS OBSERVACIONES

	1a. Serie	2a. Serie	3a. Serie	4a. Serie
Z	71°27'37.25"	70°24'30.12"	68° 50'19.79"	68°23' 15.11"
Q	17°40'24.00"	17°40'24.0"	17° 40'24.00"	17°40'24.00"
-B	19° 45' 19.73"	19° 45' 17.22"	19°45'20.22"	19°45'22.70"
Z + Q - B	108°53'14.98"	107° 50' 11.34"	106°16'04.01"	105°49'01.81"
Z + Q + B	69° 22' 47.52"	68° 19' 36.90"	66° 45' 23.57"	66° 18' 16.41"
m=1/2 (Z+Q-B)	54° 26' 37.49"	53° 55' 5.67"	53° 08' 02.00"	52° 54' 30.90"
m= 1/2 (Z+Q+B)	34° 41' 23.76"	34°09' 48.45"	33° 22' 41.78"	33° 09' 08.20"
log Sen M	9.91038157-10	9.90750671-10	9.90311151-10	9.90182559-10
log Cos n	9.91500073-10	9.91773592-10	9.92171589-10	9.9228396-10
Colog Cos Q	0.02099694	0.02099693	0.02099694	0.020996938
Colog Sen Z	0.023144098	0.02590003	0.03031918	0.031658875
log Sen ² 1/2 M	19.8695233-20	19.8721396	19.87614352-20	19.877321-20
log Sen 1/2 M	9.9347616-10	9.9360698	9.93807176-10	9.9386605-10
1/2 M	59° 22' 30"	59° 40' 06"	60° 07' 25"	60° 15' 38"
M	118° 45'	119°20'12"	120°14'50"	120°31'16"
Angulo Señal-Sol	201° 22' 30"	201° 57' 30"	202° 35'	203°07' 00"
Rumbo Astronómico				
Línea	82° 37' 30"	82° 37' 18"	82° 20' 10"	82° 36' 44"
Minut línea	277°22'30"	277°22'42"	277°39'50"	277°23'16"

III.6.- LEVANTAMIENTO DE LA POLIGONAL.

Una vez establecidas en campo los vértices de la poligonal de apoyo, el siguiente paso fue el determinar las distancias y los ángulos horizontales entre estaciones.

MEDICIONES DE DISTANCIAS.- Se centra y nivela el tránsito en el vértice inicial, se observa al siguiente vértice, luego de apretar el tornillo de fijación del movimiento horizontal y hacer la tangencia con el tornillo para el efecto, se afloja ligeramente el tornillo vertical y se procede a hacer el alineamiento de puntos intermedios, y a la medición de las distancias entre éstos para obtener la distancia total de la línea.

Para dar horizontalidad al longímetro, se usó un equialtímetro de mano, cuando la pendiente del terreno así lo requirió, y para hacer coincidir los extremos de la graduación del longímetro con la marca del trompo de ambos extremos, se emplearon plomadas.

Cuando se requiere mayor precisión como en el presente caso, se midieron cada uno de los lados del polígono de apoyo en dos sentidos, tomando el promedio como la distancia definitiva de los mismos. "Ver registros de campo del levantamiento de la poligonal de apoyo."

MEDICION DE ANGULOS HORIZONTALES.- Para la medición de ángulos horizontales, se eligió el método denominado de repeticiones, en el cual se mide el ángulo varias veces acumulando las lecturas. o sea, que el punto que primero se observó se vuelve a ver cada vez teniendo la lectura anterior.

Esto tiene la finalidad de ir acumulando pequeñas fracciones que no se pueden leer con una lectura simple por ser menores que lo que aproxima el vernier, pero acumulados pueden dar una fracción que se puede leer con dicho vernier.

Se aplicó éste por recomendaciones del proyectista, al que se le expuso la diversidad de métodos que existen para la medición de los ángulos y sus ventajas. "Ver registro de campo del levantamiento de la poligonal de apoyo."

Núm.

Fecha

Página 1

REGISTRO DE CAMPO

Lugar: San Juan Cuatita Oaxaca

Trabajo: Levantamiento Poligonal de Apoyo

Aparato: Transitó K. S. E.

Aproxim: 1' (un minuto)

LEVANTO: José Gpe. Lozano Romero

EST. P.O. Distancia: \odot Observación

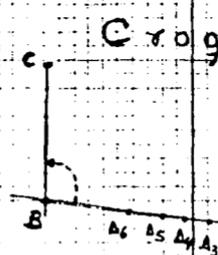
I da Regso

A G
D₁ 103.17 103.11 719° 59'A₁ A
A₂ 171.77 171.93 720° 00'A₂ A₁
A₃ 124.93 125.07 719° 59'A₃ A₂
A₄ 100.04 99.96 720° 01'A₄ A₃
A₅ 27.97 25.03 720° 00'A₅ A₄
A₆ 103.59 103.71 720° 01'A₆ A₅
B 96.32 96.38 719° 58'B A₆
C 108.29 108.41 359° 59'Los Angulos
Se midieron
X Repeticiones
en N de
Cuatro.

Núm.

Fecha

55.



Núm.

Fecha

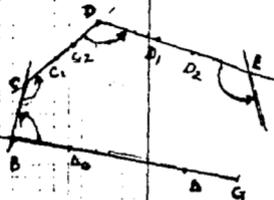
Página

56

Registro de Campo
 Lugar: San Juan Cuatito Oaxaca.
 Trabajo: Levantamiento Poligonal de Apoyo
 Distrito: Tránsito K S E
 Aproxim: 1' (un minuto)
 Levantó: José Ibañez Romero
 EST PO: Distancia \ominus Observaciones

	Ida	Regso		Observaciones
C B				
C ₁ C	257.31	257.45	651° 58'	
C ₂ C	83.62	83.70	717° 59'	
C ₂ D	50.58	50.64	720° 00'	Los Angulos Se midieron x Repeticiones en N ^o de Cuatro.
D ₁ D	297.85	300.15	471° 58'	
D ₂ D	247.92	250.08	720° 01'	
D ₂ E	163.42	163.58	719° 58'	
E D ₂				
F	418.26	418.54	437° 58'	

CROQUIS



Núm.

F. chn

pagina 3

57

Registro de Campo

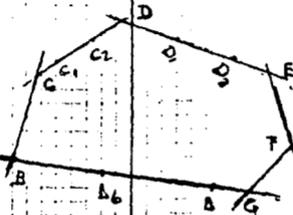
Lugar: Sh Juan Cuilito Oaxaca.
 Trabajo: Levantamiento Poligonal de Apoyo
 Aparato: Transitó KSE
 Aproxim: 1' (un minuto).
 Levantó: José Lpe Lozano Romera

EST PO: Distancia \ominus Observaciones

Ida Regso

F	E				
G	F	265.43	265.57	544° 01'	los Angulos
G	F				Se midieron
D	G	240.25	240.41	413° 59'	X Repeticiones
D	G				en N° de
D	G				Quitas

CROQUIS



COMPROBACION DE CIERRE DEL POLIGONO DE APOYO.- Debido a que la poligonal de apoyo es cerrada, debe comprobarse su cierre angular y lineal. Si el error es menor que la tolerancia que se fijó, para ambos valores, se procede a compensarlos, en caso contrario, a corregirlo o repetirlo, según el caso.

Tomando en consideración que las discrepancias en las medidas obtenidas en cada uno de los lados esté dentro de la tolerancia establecida, dada por la expresión

$$t = 2(W\sqrt{\frac{2L}{d}}) \text{ Siendo:}$$

L.- Longitud total medida.

d.- Largo de la cinta, en este caso de 25 mts.

W.- Error cometido en una puesta de cinta = 0.03 m.
para medidas de 2a. clase en terreno abrupto.

Se procedió a obtener el promedio de las medidas de cada uno de los lados con la finalidad de obtener su distancia definitiva como se muestra en el Cuadro No. 1.

Con respecto a la comprobación del cierre angular, la condición que debe cumplir la poligonal de apoyo es:

$$\sum \text{Ang. int.} = 180^{\circ} (n-2)$$

Siendo n el número de vértices del polígono, en este caso: n=17, por lo que:

$$\sum \text{int.} = 180^{\circ} (17-2) = 2700^{\circ} 00'$$

CUADRO No. 1

N	EST	P.V.	DISTANCIA		DISTANCIA
			IDA	REGRESO	
			MEDIDA COMPENSADA		
1	A	A ₁	103.17	103.11	103.14
2	A ₁	A ₂	171.79	171.93	171.86
3	A ₂	A ₃	124.93	125.07	125.00
4	A ₃	A ₄	100.04	99.96	100.00
5	A ₄	A ₅	24.97	25.03	25.00
6	A ₅	A ₆	103.59	103.71	103.65
7	A ₆	B	96.32	96.38	96.35
8	B	C	108.29	108.41	108.35
9	C	C ₁	257.31	257.45	257.38
10	C ₁	C ₂	83.62	83.70	83.66
11	C ₂	D	50.58	50.64	50.61
12	D	D ₁	299.85	300.15	300.00
13	D ₁	D ₂	249.92	250.08	250.00
14	D ₂	E	163.42	163.58	163.50
15	E	F	418.26	418.54	418.40
16	F	G	265.43	265.57	265.50
17	G	A	240.25	240.41	240.33

Sumando los ángulos horizontales obtenidos en el registro de campo y dividiendo el resultado entre 4, tenemos $2699^{\circ} 57' 15''$, esta discrepancia de menos de dos minutos cuarenta y cinco segundos, se denomina: "Error de cierre angular", y debe ser menor que la cantidad máxima permitida (t), según las especificaciones de precisión considerados.

La expresión general para obtener la tolerancia angular de una poligonal topográfica ordinaria es:

$$f_A = \pm a\sqrt{n}$$

Donde:

f_A = Tolerancia

a = Aproximación del aparato

n = Número de vértices de la poligonal.

De aquí que nuestra tolerancia sea:

$$f \pm 1'\sqrt{17} = f \pm 4'$$

Como el error de cierre angular es menor que la tolerancia, se procede a compensar a todos y cada uno de los ángulos de la poligonal según el signo que tengan. En este caso, como los ángulos se midieron con tránsito de un minuto de aproximación y con un máximo de cuatro repeticiones, el valor obtenido dividido entre éste número, nos dió valores angulares en grados, minutos y segundos, por lo que el criterio empleado en su compensación consistió en aproximar

a un minuto aquellos valores en treinta y más segundos y restando los que no cumplieron esta condición, tal como se muestra en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2

COMPENSACION ANGULAR POLIGONAL APOYO
PROYECTO: SAN JUAN CUITITO, OAXACA

N	V	ANGULO		OBS	Cor	ANGULO		COMP
		O	'			"	O	
1	A	179	59	45	+15	180	00	00
2	A ₁	180	00	00	00	180	00	00
3	A ₂	179	59	45	+15	180	00	00
4	A ₃	180	00	15	-15	180	00	00
5	A ₄	180	00	00	00	180	00	00
6	A ₅	180	00	15	-15	180	00	00
7	A ₆	179	59	30	+30	180	00	00
8	B	89	59	45	+15	90	00	00
9	C	162	59	30	+30	163	00	00
10	C ₁	179	59	45	+15	180	00	00
11	C ₂	180	00	00	00	180	00	00
12	D	117	59	30	+30	118	00	00
13	D ₁	180	00	15	-15	180	00	00
14	D ₂	179	59	30	+30	180	00	00
15	E	109	29	30	+30	109	30	00
16	F	136	00	15	-15	136	00	00
17	G	103	29	45	+15	103	30	00
		2699	57	15		2700	00	00

CALCULO DE LOS AZIMUTS DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL

Considerando que el azimut de una línea es el ángulo medido sobre un plano horizontal, entre la línea Norte y Sur, llamada meridiano y la línea que se trata.

Midiéndose de 0° a 360° en el mismo sentido de las manecillas del reloj y que el rumbo de la misma es el ángulo medido sobre el mismo plano horizontal a partir del extremo Norte o Sur de la meridiana hasta la línea considerada, hacia el Este o hacia el Oeste midiéndose de 0° a 90° , procedemos al cálculo de los azimuts de los lados de la poligonal.

Partiendo del azimut conocido, se obtiene el azimut inverso sumando o restando 180° , a este nuevo azimut se le suma el ángulo medido en el vértice y así se obtiene el azimut del lado siguiente.

Esta regla se expresa con la fórmula:

$$Az\ Bc = Az\ inv.\ AB + \hat{B}$$

El cálculo se dispone de la manera siguiente:

Azimut conocido $277^{\circ} 22' 49.3''$ del lado \overline{AA} , de la poligonal de apoyo. Fig. (3.7).

LABO	MINUT	LABO	RUMBO
<u>CB</u>	277° 22' 49.3" <u>179° 59' 60.0"</u> 97° 22' 49.3" <u>90°</u> 187° 22' 49.3" <u>180°</u>	<u>CB</u>	NW 82° 37' 10.7"
<u>BC</u>	7° 22' 49.3" <u>180°</u> 187° 22' 49.3" <u>197°</u> 384° 22' 49.3" <u>360°</u>	<u>BC</u>	NE 07° 22' 49.3"
<u>CD</u>	24° 22' 49.3" <u>180°</u> 204° 22' 49.3" <u>242°</u> 446° 22' 49.3" <u>359° 59' 60.0"</u> 86° 22' 49.3" <u>180°</u> 266° 22' 49.3" <u>250° 30'</u> 516° 52' 49.3" <u>360°</u>	<u>CD</u>	NE 24° 22' 49.3"
<u>DE</u>	86° 22' 49.3" <u>180°</u> 266° 22' 49.3" <u>250° 30'</u> 516° 52' 49.3" <u>360°</u>	<u>DE</u>	NE 86° 22' 49.3"
<u>EF</u>	356° 52' 49.3" <u>180°</u> 336° 52' 49.3" <u>224°</u> 568° 52' 49.3" <u>360°</u>	<u>EF</u>	SE 23° 07' 10.7"
<u>FG</u>	200° 52' 49.3" <u>180°</u> 28° 52' 49.3" <u>256° 30' 00.0"</u> 277° 22' 49.3"	<u>FG</u>	SW 20° 52' 49.3"
<u>GB</u>	277° 22' 49.3"	<u>GB</u>	NW 82° 37' 10.7"

III.6.1.- CALCULO DE LA POLIGONAL DE APOYO.

Una vez que se tienen las distancias definitivas y los rumbos astronómicos de los lados de la poligonal de apoyo, se procedió al llenado de la planilla de cálculo, fig. (3.11) con la finalidad de determinar las coordenadas de cada una de sus vértices.

Para calcular las proyecciones de los lados sobre los ejes N-S y E-W, se multiplicaron los senos y cosenos de los rumbos por la longitud de cada lado, una vez obtenidas dichas proyecciones, se procedió a obtener la condición de cierre lineal, que por ser un polígono cerrado, debe cumplir, esto es, que la suma de las proyecciones al Norte sea igual a las del Sur; asimismo, la suma de las proyecciones al Este, sea igual a las del Oeste. Igualdades que debido a pequeños errores al determinar los ángulos y las distancias, no se cumplen exactamente, así tenemos que: observando la planilla de cálculo:

$$\sum N - \sum S = 633.224 - 632.861 = 0.363$$

$$\sum E - \sum W = 1051.962 - 1051.950 = 0.012 \text{ '}$$

$$E_y = 0.363$$

$$E_x = 0.012$$

Estos errores en las proyecciones hacen que al reconstruir la poligonal a partir de la estación inicial, no se llega

nuevamente a ella, sino a un punto diferente que difiere en la abscisa una cantidad E_x y en la Ordenada E_y y estará a una distancia EI del punto de partida, por lo que EI representa el error total cometido al medir la poligonal,

$$EI = \sqrt{(0.012)^2 + (0.363)^2} = 0.36320$$

Siendo EI el error total cometido y L la longitud total de la poligonal, el número de metros (x) en los cuales se cometería un metro de error, sería: $x = \frac{L}{EI}$

La cual se denomina Precisión del Levantamiento y se expresa:

$$P = \frac{1}{x} \therefore P = \frac{1}{\frac{L}{EI}} = \frac{1}{\frac{2862.73}{0.00013}} \approx \frac{1}{8000}$$

Como el levantamiento de la poligonal de apoyo estuvo dentro de la tolerancia angular y la precisión fue aceptable, se procedió a compensar la poligonal utilizando la regla del tránsito, en donde se reparten los errores de cierre de las proyecciones proporcionalmente a las proyecciones de cada lado, es decir:

Corrección para las proyecciones en Y

$C_y = K_y \times$ la proyección del lado, considerada en Y

$$\text{Siendo } K_y = \frac{E_y}{\sum N + \sum S} = \frac{0.363}{1266.085} = 0.00029$$

Corrección para las proyecciones en X

$C_x = K_x \cdot$ la proyección del lado considerado en X

$$\text{Siendo } K_x = \frac{E_x}{\sum E + \sum W} = \frac{0.012}{2103.912} = 0.00001$$

Para las proyecciones cuya suma dió mayor, la corrección fue negativa; para las que dió menor, la corrección fue positiva. Contándose con las proyecciones corregidas, se procedió al cálculo de las coordenadas, considerando conveniente tomar como origen de las mismas, el vértice F de la poligonal de apoyo asignándole las coordenadas.

$$X = 2000.00 ; Y = 2000.00$$

Para los vértices subsecuentes, se calcularon sumando algebraicamente y en forma progresiva, las proyecciones corregidas a las coordenadas del vértice considerando, tal como se muestra en la planilla de cálculo.

PLANILLA DE CALCULO POLIGONAL DE APOYO
SAN JUAN CUITITO, OAXACA.

EST PV	DIST	RUMBO	PROYECCIONES				CORRECS		PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		
			E	W	N	S	X	Y	E	W	N	S	X	Y	
A ₁ A ₁	103.14	N 82° 37' 10".7 W		102.286	13.249				-0.0004		102.286	13.245		1667.034	1782.728
A ₁ A ₂	171.86	N 82° 37' 10".7 W		170.436	22.076			-0.001	-0.066		170.435	22.070		1564.748	1795.973
A ₂ A ₃	125.00	N 82° 37' 10".7 W		123.964	16.057			-0.001	-0.005		123.963	16.052		1394.313	1818.043
A ₃ A ₄	100.00	N 82° 37' 10".7 W		99.172	12.846				-0.003		99.172	12.843		1270.350	1834.095
A ₄ A ₅	25.00	N 82° 37' 10".7 W		24.793	3.211						24.793	3.211		1171.178	1846.938
A ₅ A ₆	103.65	N 82° 37' 10".7 W		102.791	13.314			-0.001	-0.004		102.790	13.310		1146.385	1850.149
A ₅ B ₆	96.35	N 82° 37' 10".7 W		95.552	12.377				-0.003		95.552	12.374		1043.595	1863.459
B ₆ C	108.35	N 07° 22' 49".3 E	13.918		107.452				-0.031	13.918		107.421		948.043	1875.833
C C ₁	257.38	N 24° 22' 49".3 E	106.244		234.428			+0.001	-0.068	106.245		234.360		961.961	1983.254
C ₁ C ₂	83.66	N 24° 22' 49".3 E	34.534		76.200				-0.022	34.534		76.178		1068.206	2217.614
C ₂ D ₁	50.61	N 24° 22' 49".3 E	20.891		46.097				-0.013	20.891		46.084		1102.740	2293.792
D ₁ D ₂	300.00	N 86° 22' 49".3 E	299.402		18.940			+0.002	-0.005	299.404		18.935		1123.631	2339.876
D ₂ E	250.00	N 86° 22' 49".3 E	249.501		15.783			+0.002	-0.004	249.503		15.779		1423.035	2358.811
D ₂ E F	163.50	N 86° 22' 49".3 E	163.174		10.322			+0.001	-0.003	163.175		10.319		1672.538	2374.590
E F	418.40	S 23° 07' 10".7 E	164.286			384.797		+0.001	+0.112	164.287			384.909	1835.713	2384.909
F G	265.50	S 20° 52' 49".3 W		94.629		248.064			+0.071		94.629		248.135	2000.00	2000.000
G A	240.33	N 82° 37' 10".7 W		238.339	30.872			-0.002	-0.009		238.337	30.863		1905.371	1751.865
SUMAS	2862.73	SUMAS	1051.950	1051.962	633.224	632.861	0.012	0.363	1051.957	1051.957	633.044	633.044	1667.034	1782.728	

Fig. (3.11)

C A P I T U L O IV.- CONTROL TOPOGRAFICO VERTICAL.
DEL POBLADO DE SAN JUAN CUITITO.

IV.1.- REVISION Y AJUSTE DEL NIVEL.

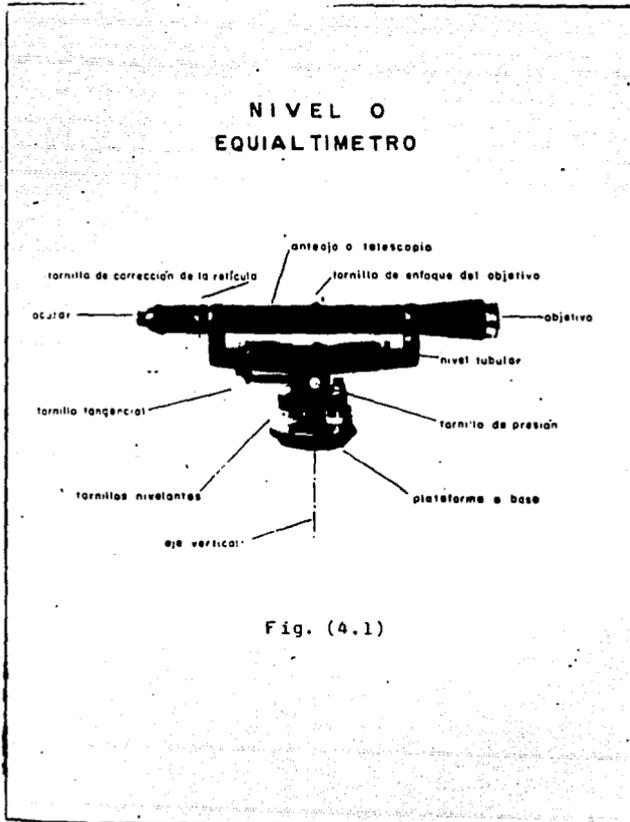
La nivelación topográfica se ejecuta con el aparato llamado nivel de ingeniero o nivel fijo. Este se compone de un anteojo telescópico que tiene fijo un frasco de burbuja y que está montado sobre un tripié, de manera que puede girar en un plano horizontal para interceptar un estadal colocado en posición vertical. Se pueden leer diferencias de altura verticales que varían según el instrumento (desde $\pm .305$ cm.) para los niveles comunes y de (hasta ± 0.001 mm.) para los niveles de precisión de manera que para cada tarea específica, se debe escoger el más adecuado. Básicamente el telescopio, al aumentar el campo visual, permite efectuar lecturas más exactas y obtener visuales con mayor precisión, además, es un dispositivo más confiable.

El utilizado en este trabajo fue el nivel fijo tipo inglés o Dumpy, fig. (4.1), que se caracteriza básicamente:

- a).- Porque las patas del tripié son fijas.
- b).- El anteojo tiene mayor poder de amplificación que el tránsito.
- c).- El nivel es más sensible, dando a su mayor radio de curvatura que el del tránsito.

Para que los trabajos de nivelación se lleven a cabo con la precisión requerida, es necesario revisar que el nivel empleado cumpla las siguientes condiciones:

- A.- El hilo horizontal de la retícula debe ser perpendicular al eje de rotación.



Comprobación:-

a).- Se localiza un punto lejano y se visa procurando que quede sobre uno de los extremos del hilo horizontal de la retícula.

b).- Se hace girar el telescopio lentamente utilizando para ello el tornillo tangencial.

c).- Si el hilo horizontal al ser desplazado hasta su extremo opuesto no corta el punto en igual forma, requiere corrección.

Ajuste:-

a).- Se aflojan dos tornillos consecutivos de la retícula.

b).- Se hace girar la retícula hasta lograr que la marca se mueva a todo lo largo del hilo horizontal. Fig. (4.2).

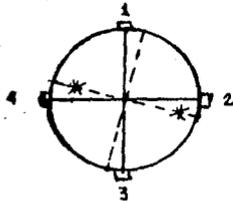


Fig. (4.2)

8).- El eje del nivel del telescopio debe ser perpendicular al eje vertical.

Comprobación:-

- a).- Se fija el aparato.
- b).- Se hace que el telescopio quede en dirección a dos tornillos niveladores opuestos.
- c).- Se hace llegar la burbuja al centro por medio de los tornillos niveladores opuestos que con anterioridad se dejaron paralelos al telescopio.
- d).- Se hace girar el telescopio media vuelta (180°) sobre su eje de rotación.
- e).- Si la burbuja se retira del centro, el aparato requiere corrección.

Ajuste:-

- a).- Se corrige la mitad de la desviación.
- b).- Por medio de las tuercas que para el ajuste vertical trae en un extremo el nivel del telescopio.
- c).- La otra mitad del error se corrige por medio de los tornillos niveladores. Fig. (4.3).

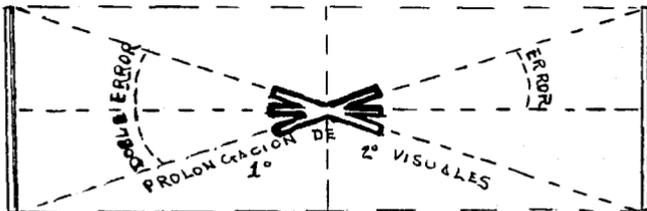


Fig. (4.3)

C.- La línea de colinación debe ser paralela al eje del nivel del telescopio.

Comprobación:

a).- Se mide una línea de 60 a 100 metros sobre un terreno más o menos plano.

b).- Se clavan dos estacas (con grapas para colocar los estadales) A y B.

c).- Se nivela el aparato en un extremo A, de modo que el ocular del anteojo quede a una distancia próxima a 20 cm. del estadal colocado sobre la estaca A, y se toma la lectura (a) sobre el estadal (observando por el objetivo del anteojo), luego, sobre el estadal situado sobre la estaca B, se toma la lectura correspondiente (b). Fig. (4.4).

d).- Con el aparato en el extremo B, se toman las lecturas (c) y (d), si (e), representa el error en la línea de colinación en la distancia AB, se tendrán:

Con el aparato en A:

$$DA = a - (b-c) \quad (1)$$

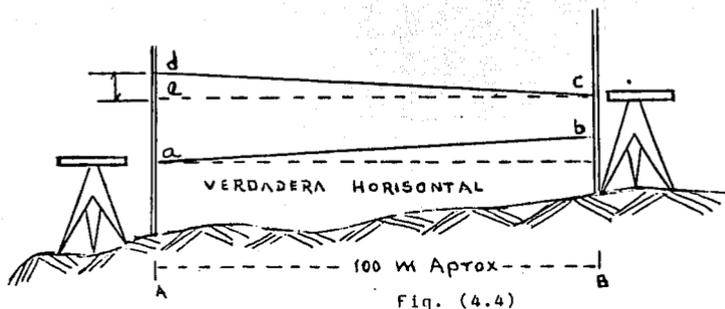
Con el aparato en B:

$$DB = (d-e) - C \quad (2)$$

Sumando las ecuaciones (1) y (2) resulta:

$$D = \frac{(a-b) + (d-c)}{2}$$

Si $(a-b) = (d-c)$ el aparato está correcto.



Ajuste:-

a).- Ajuste el hilo horizontal hasta que se obtenga la lectura correcta del estadal.

b).- Vuelva a probar cuidadosamente el equialtímetro y compruebe nuevamente la lectura.

c).- Afine el ajuste repitiendo la prueba las veces que sea necesario.

IV.2.- CONCEPTO Y METODOS DE NIVELACION

La nivelación es la operación que nos permite determinar las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o de una construcción. Para ello es necesario medir las distancias verticales entre puntos directa o indirectamente a partir de un plano de referencias; a los valores de estas distancias se les da el nombre de cotas o elevaciones.

Cuando el plano de referencia que se utiliza es el nivel medio del mar, las distancias verticales así medidas, se denominan altitudes o alturas. Fig. (4.5).

NIVELACION BAROMETRICA.- La presión atmosférica varía en forma inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar; por lo tanto, si se reconoce la diferencia de presión entre dos puntos, se puede determinar la diferencia de nivel existente. En este principio se basa la nivelación barométrica, llamada así por ser el barómetro el aparato utilizado en la determinación de la presión atmosférica.

Para determinaciones precisas de alturas, las lecturas del barómetro de mercurio deben corregirse por capilaridad, temperatura, altura del lugar, por latitud.

En trabajos ordinarios no se requieren debido a la aproximación con que resultan los desniveles. Siendo éstos de 1 a 2 metros en desniveles de 500 mts.

Para reconocimientos generales en zonas de condiciones atmosféricas uniformes, puede emplearse el método de dos estaciones. Este procedimiento supone que las variaciones atmosféricas sean uniformes en toda la zona para poder corregir, cuando sea necesario, las lecturas de la estación móvil de acuerdo con las hechas a la misma hora en la estación fija que se supone más precisa.

Un método de nivelación bastante rápido, aunque muy poco utilizado, es aquel que se basa en el uso del barómetro aneróide.

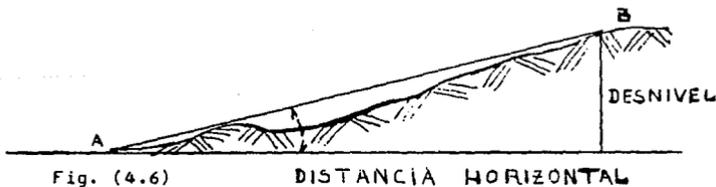
En los aviones se usan regularmente tales dispositivos barométricos y se les llama altímetros. En tierra, a estos aparatos se les da el nombre de barómetros topográficos.

Se caracterizan porque la presión atmosférica se ejerce sobre la tapa de una caja cilíndrica, sellada, con vacío interior y cuyas deformaciones se amplifican y transmiten a una aguja indicadora.

Tienen errores pequeños debido a los mecanismos y resortes a pesar de ser de metales diferentes para compensar variaciones de temperatura.

Con este aparato, se pueden obtener muchos datos de alturas muy útiles, por ejemplo, en la planificación inicial de algún proyecto.

NIVELACION TRIGONOMETRICA.- En esta clase de nivelación se miden ángulos verticales y horizontales, las diferencias de nivel se calculan trigonométricamente. Fig. (4.6).



NIVELACION TOPOGRAFICA O GEOMETRICA.-

Tiene por objeto determinar la diferencia de nivel entre dos puntos (generalmente bancos de nivel, de control), y es el sistema más utilizado en trabajos de ingeniería

Para obtener el desnivel entre dos puntos, se hacen lecturas a estadales situados en ellos, Fig. (4.7), el desnivel se obtiene por la diferencia de estas lecturas.

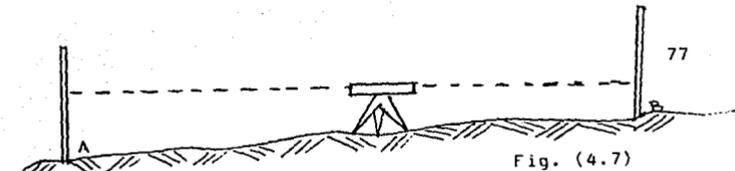


Fig. (4.7)

En terreno bastante quebrado o que los puntos estén muy distantes uno de otro, el desnivel se obtiene repitiendo la operación tantas veces sea necesario utilizando puntos intermedios llamados puntos de liga (PL), y escogiendo la mejor ruta para llegar al punto final. Fig. (4.8).

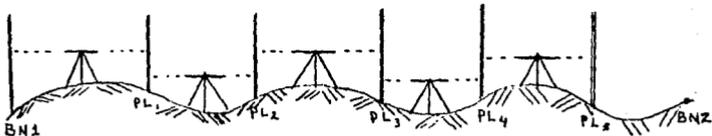


Fig. (4.8)

Cuando se desea obtener el desnivel con mayor precisión, las lecturas que se hacen a los estadales deben ser con micrómetros para obtener aproximaciones a diezmilímetros..

COMPROBACION: Las nivelaciones, como todo trabajo, deben comprobarse. La comprobación de una nivelación es otra nivelación y puede hacerse por alguno de estos métodos de comprobación que se indican:

- a).- Nivelar de ida y de regreso.
- b).- Nivelar por doble punto de liga.
- c).- Nivelar por doble altura de aparato.

NIVELACION DE PERFIL

Es el procedimiento mediante el cual se determinan las cotas de puntos a distancias conocidas sobre un eje de trazo, para obtener el perfil de éste.

El procedimiento es semejante al de nivelación diferencial, debiéndose seguir las mismas indicaciones y precauciones.

La diferencia estriba en que en cada posición del aparato entre dos puntos de liga, se toman también lecturas en los puntos del trazo o estaciones establecidas.

IV.3.- NIVELACION DIFERENCIAL Y PERFIL.

El control vertical en el proyecto de riego de San Juan Cuititío, fue la base para obtener las elevaciones de todos los puntos importantes del terreno natural y las elevaciones de los bancos de nivel que se establecieron a lo largo del trazo de los lados de la poligonal de apoyo.

Para este trabajo se realizó una nivelación de perfil, a través de puntos de liga, con el objeto de determinar cotas de puntos a distancias convenientes sobre los lados de la poligonal de apoyo del proyecto.

Debido a no contar con un banco de nivel cercano, se efectuó una nivelación con alfilerómetro desde el poblado de Hualjuapán de León, a un vértice de la poligonal de apoyo el cual se consideró como el banco de nivel origen BNo, siendo el valor de su altitud de 1 540 m. y su cadenamiento de 0 + 005.

Por otra parte, y con el fin de establecer un control vertical permanente para los trabajos futuros, se establecieron bancos de nivel que fueron colocados a cada 500 mts. aproximadamente, a lo largo de la poligonal de apoyo y se fijaron sobre mojoneras de concreto pequeñas, estratégicamente ubicadas y con las siguientes características:

20 x 20 cms. en la base, 10 x 10 en la corona y 40 cms. de altura dejando en su colocación no más de 5 cms. fuera del terreno.

Debido a que la poligonal de apoyo es cerrada, la nivelación se realizó en el correspondiente circuito partiendo y regresando al mismo banco de nivel BNo, por lo que la

comprobación de la nivelación diferencial que le sirvió de control y llevada a cabo por los respectivos puntos de liga, se basó en el hecho de que el desnivel total sería igual a cero, considerando que la cota de salida fuera igual que la cota de llegada.

Debe tomarse en consideración que ésto generalmente pocas veces ocurre, ésto es principalmente a que la precisión de los trabajos se ve influenciada: por el aparato que se utiliza, el cuidado y experiencia del nivelador, la temperatura, la distancia a nivelar, etc., por lo anterior, la tolerancia considerada para la nivelación de la poligonal de apoyo fue la requerida para la mayoría de los trabajos comunes de ingeniería, en donde para nivelaciones ordinarias, el error máximo permisible es igual a:

$$I = \pm 0.04 \text{ m} \sqrt{K}$$

siendo K la distancia en km. recorridos, es decir, 4 cm. por kilómetro nivelado recorriendo la distancia de ida y regreso.

La nivelación para determinar la elevación de los cadenamientos, consistió en que en cada posición del aparato entre dos puntos de liga, se tomaron lecturas al centímetro, y/o redondeándolas al mismo en los puntos del trazo, colocando el estadal sobre el terreno natural, ya que estas lecturas no requieren la aproximación con que se leyó en bancos o puntos de liga.

Esta nivelación sólo fue necesaria efectuarla en un sentido, ya que todos los tramos de aproximadamente 500 metros quedaron dentro de la tolerancia.

Para calcular el error total de la nivelación, se restó el valor de la cota del banco de nivel cero, BNo, banco de partida cuyo valor es de 1 540 m.s.n.m. del valor de llegada al mismo, siendo éste 1539.986 m. s.n.m., por lo que el error total fue igual a: $E_T = - 0.014$ mts.

A continuación se muestran los registros de campo de la nivelación diferencial del circuito de los bancos de nivel establecidos y los primeros 500 metros y los últimos de la nivelación de perfil efectuada en la poligonal de apoyo.

IV.4.- SECCIONES TRANSVERSALES.

Se entiende por configuración de un terreno la representación, tanto en planta como en elevación al mismo tiempo de su relieve, es decir, todas sus formas y accidentes, mediante curvas de nivel.

Para obtener la configuración de terrenos, se aplican dos procedimientos directos:

- a).- Con puntos aislados de configuración o radiaciones.
- b).- Secciones transversales.

La configuración con puntos aislados está dentro de los levantamientos taquimétricos que se caracterizan por ser adecuados para zonas extensas.

El procedimiento aplicado es fijar mediante radiaciones desde las vértices de la poligonal base, los puntos notables del terreno que permita situarlos con un ángulo, una distancia y una elevación.

Nombre		Fecha		Página		Número			
Registro de Campo									
Lugar:	San Juan Coatlán Oaxaca								
Trabajo:	Nivelación de Perfil de la Poligonal de Apoya.								
Aparato:	Nival Fijo Tipo Dumpy.								
Levanta:	José Spehozano Romero								
EST	+	-	Lecturas (- BN-PL)	Puntos (-)	COTAS	OBSERVACIONES			
BN-0	0.158	1540.155	—	—	1540.000			BN ₀ Piedra a 2.00 m a la izq del K 0+005	
A 0+000				0.110	40.048				
10				0.23	37.93				
25				1.57	38.57				
30				3.62	36.54				
PL-1	0.064	1536.604	3.618	—	1536.540				
75				1.22	35.38				
100				2.19	34.41				
A ₁ 103				3.69	32.91				
PL-2	1.946	1534.640	3.910	—	1532.694				
150				2.20	32.44				
175				1.96	32.68				
200				1.76	32.88				
205				1.78	32.86				
225				3.32	31.32				
237				4.20	30.44				
250				8.29	31.35				

Núm.

83

Registro de Campo					
Lugar:	San Juan Cutato Oaxaca				
Trabajo:	Nivelación de Perfil				
Lovato:	Jose Gpe Lozano	NO	ROMERO	PUNTOS	
EST	+	π	(EN-PL)	(-)	
A2 04275				0.38	34.26
285				0.68	33.96
295				1.52	33.12
298				2.09	32.55
300				2.18	32.46
325				2.32	32.32
330				2.70	31.94
PL-3	1.740	1532.567	3.809	7530.829	
350				2.38	30.19
375				3.20	29.37
A3 400				2.72	29.85
412				2.07	30.55
425				0.97	31.60
425				0.50	32.07
431				0.30	32.27
450				1.12	31.45
466				2.57	30.00
475				3.65	28.92
475				3.10	29.47
A4 520				2.55	30.02

OBSERVACIONES

Registro de Campo.		COTAS.	
LUGAR:	Sin Juan Cuitlil	LECTURAS:	Puntos
Trabajo:	Nivelacion de Perfil.	(-)	(-)
LEVANTO:	Jesé Gpa Lozano Romero		
EST.	+ -	(-)	(-)
24260		0.25	36.28
275		0.37	36.16
300		0.46	36.07
325		0.80	35.73
350		2.33	34.20
356.9 (F)		2.270	34.236
375		2.32	34.21
388		1.72	34.61
PL-41	3.700		532.818
418.10		20.54	512.60
469.10		17.60	515.54
549.10		5.05	528.09
559.10		2.48	530.66
569.10		1.29	531.85
PL-42	0.260		532.875
24622.4 (G)		0.77	34.75
240.33		0.38	35.36
200		1.77	33.75
170		1.78	33.94
170		7.03	28.71

Cuitlil
 Piedra
 Fondo Arroyo.

Fondo Barranca

Registro de Campo					
Lugar: S ⁿ Juan Cuttito Oax.					
Trabajo: Nivelación de Perfil					
EST.	+	-	Lecturas S ⁿ BN-PL	Puntos (-)	Cotas
152				1.42	34.32
150				1.34	34.40
125				1.20	34.54
100				1.32	34.42
075				1.14	34.60
PL43 57	3.863	1539.466	0.136		1535.602
050				3.29	36.18
025				1.08	38.37
PL44 13	3.039	1541.198	0.307		1537.159
0+000				1.172	1540.026
PL45 B.N.			1.212		1539.986
Comprobación					
Cota Salida =				1540.000	
Cota Llegada =				1539.986	
Error =				0.014	

Núm. 86

Fecha _____ Página _____ Fecha _____

Registro de Campo

Lugar: San Juan Cuilito Oaxaca

Trabajo: Nivelación Diferencial

Apelato: Nivel Fijo tipo Dumpy

Levante: José Gerardo Lozano Romero

EST	+	-	Cotas	
BN ₀	0.158	1540.158		1540.000
PL ₁	0.064	1536.634	3.618	1536.540
PL ₂	1.943	1534.637	3.910	1532.694
PL ₃	1.740	1532.569	3.808	1530.827
PL ₄	0.139	1529.342	3.366	1527.203
BN ₁	0.327	1525.416	0.327	1525.089
PL ₆	0.038	1521.562	3.892	1521.524
PL ₇	0.274	1518.001	3.835	1517.727
PL ₈	0.027	1514.222	3.806	1514.195
PL ₉	0.050	1510.508	3.764	1510.458
PL ₁₀	0.006	1506.567	3.947	1506.561
PL ₁₁	4.209	1508.004	2.577	1504.000
PL ₁₂	3.983	1511.982	0.001	1507.999
PL ₁₃	3.218	1514.182	1.018	1510.964
PL ₁₄	3.882	1517.184	0.280	1513.302
PL ₁₅	3.267	1517.883	0.563	1516.621
BN ₂	0.720	1519.880	0.713	1519.160

Núm

Fecha

Página

Núm

Fecha

86

Registro de Campo

Lugar: San Juan Cuilito

Herraja: Nivelación Diferencial y Perfil

Apósito: Nivel Ejeo Tipo Dumpy

Laborante: José Ignacio Rozano Romero

Relación de Bancos de Nivel y
Sus Respectivas Cotas.

Ordenam.	BN	Cota
0+005	BN ₀	1540.000
0+587	BN ₁	1525.088
0+832	BN ₂	1519.160
0+985	BN ₃	1522.971
1+493	BN ₄	1543.845
1+830	BN ₅	1560.914
2+024	BN ₆	1547.927
0+005	BN ₀	1540.000

Para el dibujo, las curvas de nivel se obtienen interpolando entre las cotas de los puntos fijados.

El procedimiento empleado en la configuración del área del Proyecto de Riego Agrícola, fue el de Secciones Transversales.

Este procedimiento consiste en obtener el perfil de una línea perpendicular al eje del trazo en cada uno de los cadenamientos marcados a distancias convenientes, a cada 20, 25 y/o 50 metros en este caso, y en todos aquellos puntos intermedios en los cuales se notaron cambios bruscos de pendientes, cubriendo el área del proyecto.

La longitud de cada sección transversal fue variable de acuerdo al aparato y al método empleado.

El equipo que se utilizó para efectuar el levantamiento de las secciones transversales fue el nivel fijo tipo Dumpy, dos estadales y una cinta de acero.

En base al instrumento utilizado, el trabajo consistió en fijar la dirección de avance, la cual se apegó en lo posible a la línea normal al lado del polígono, iniciándose el seccionamiento en el punto del cadenamiento de cota conocida. El procedimiento que se siguió fue semejante de la nivelación de perfil, nivelando la línea de sección a ambos lados de la poligonal.

Se observaron con el nivel fijo un número suficiente de puntos del terreno sobre cada seccionamiento ubicándolos con el estadal, midiendo sus distancias con cinta, tomando como origen el cadenamiento del eje.

Los datos de las secciones, se fueron anotando en un registro, de manera que, siguiendo el cadenamiento de la línea, lo que se observó a la izquierda del trazo, se anotó a la izquierda y en igual forma lo que se observó a la derecha. (Ver hoja de Registro de Campo).

En base a los datos anteriores, se calcularon las elevaciones de cada uno de los puntos, los que se anotaron en el lugar correspondiente tal como se asienta en el registro de campo que se muestra a continuación y en donde aparecen las secciones transversales levantadas al trazo de la poligonal de apoyo, en los puntos de cota conocida de los cadenamientos, 0 + 000, 0 + 050.

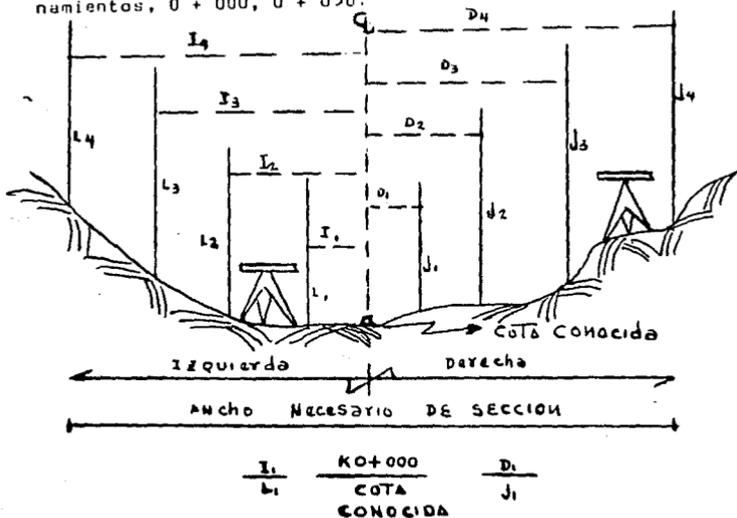


Fig. (4.9)

Levanto:
José Lozano R.

Registro de Campo

Lugar: San Juan Cuilito Oaxaca

Trabajo: Secciones Transversales para la Configuración de Terrenos Agrícolas.

Aparato: Nivel Tipo Dumpy.

Procedimiento: Nivelación de Perfil

Derecha:

EST.	+	Km 01 + 0.00	LECTURAS (-)-BN-PL	PUNTOS (-)	COTAS
04000	3.93	43.937			1590.000
8				3.16	40.74
35	1.318	45.124		0.133	43.806
50				0.120	45.00
68				1.45	43.67
80	0.098	40.233		3.987	40.35
100				3.07	37.10
108	0.006	36.276		3.943	36.27
118				1.00	35.28
140	0.120	32.481		3.915	32.36
145				1.00	31.28
150				1.38	31.10
200				2.48	30.00
201				2.60	27.88
202				5.50	26.97

Folio 26 de 26

LEVANTO:
 José Spehezano R
 Registro de Campo
 Lugar: San Juan Cuxtato Oaxaca.
 Trabajo: Secciones Fajas Vatasales.
 Aparato: Nivel Tipo Dumpy.

Izquierda
 Km 0+00

EST	+	+	LECTURAS PUNTOS (-) BM-PI (-)	COTAS
0.00	3.95	43.78		40.03
37			5.15	38.86
50			4.70	39.28
100			1.19	42.79
112	4.08	47.88	0.18	43.80
126			2.88	45.00
128			2.11	45.77
145	4.00	51.44	0.94	47.44
150			3.00	48.44
168			1.80	49.44
175			3.90	47.54

Oreja Blanca

Leubúto				
Jose Spe Lozano R.				
Registro de Campo				
Lugar:	Sin Juan Cullito Oaxaca			
Trabajo:	Secciones Transversales			
Estado:	Nivel Fila Tipo Dumpy			
Derecha				
EST.	+	Km	Puntos (-)	Cotas
0.00	3.40	0+100 37.81		34.41
3			3.20	34.61
5			2.70	35.11
43			0.90	36.41
Izquierda				
EST.	+	Km	Puntos (-)	Cotas
0+00	3.53	0+100 37.94		34.41
30			4.64	34.30
50			4.00	33.94
85	2.05	37.77	0.22	37.72
103			1.58	38.12
107			2.20	37.52
112			1.35	38.42
136	1.00	40.77	0.00	37.77
150			0.00	40.77

Para el dibujo de las curvas de nivel se procedió a interpolar las cotas de los puntos fijados. Para este efecto, existen tres métodos de interpolación: Por estimación analítica y gráficamente.

a).- Interpolación por estimación: Se realiza en planos de escala pequeña obteniendo la precisión deseada si se procede con cuidado.

b).- Interpolación analítica: En primer término, se mide la distancia entre los puntos de cota conocida y se calcula por medio de proporciones los puntos de las curvas de nivel intermedias.

c).- Interpolación gráfica: Consiste en utilizar una tira de hule graduada a intervalos iguales con líneas formando una escala. Procediendo a estirarla entre los dos puntos de cota conocida, de manera que se ubiquen en las divisiones de la escala correspondientes a sus cotas, y en seguida se marcan en el plano los puntos de las curvas de nivel intermedias.

El método utilizado en este trabajo fue el de la interpolación gráfica. Fig. (4.10). Elaborándose el plano topográfico a escala 1:2000 con curvas de nivel con equidistancia de un metro. Ver el anexo 1.

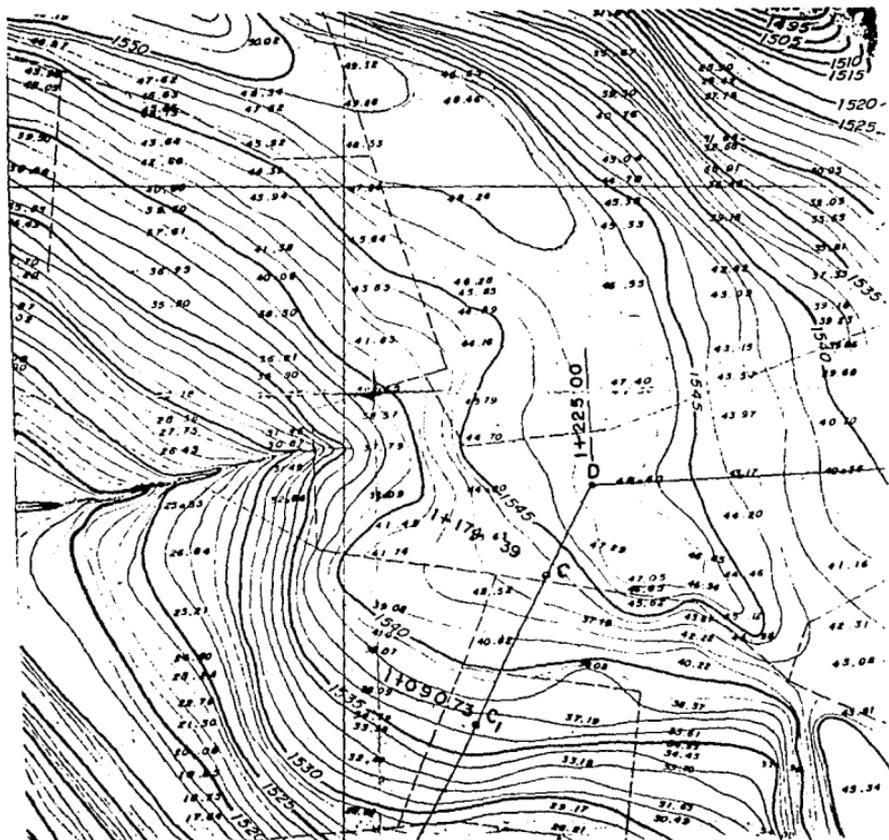
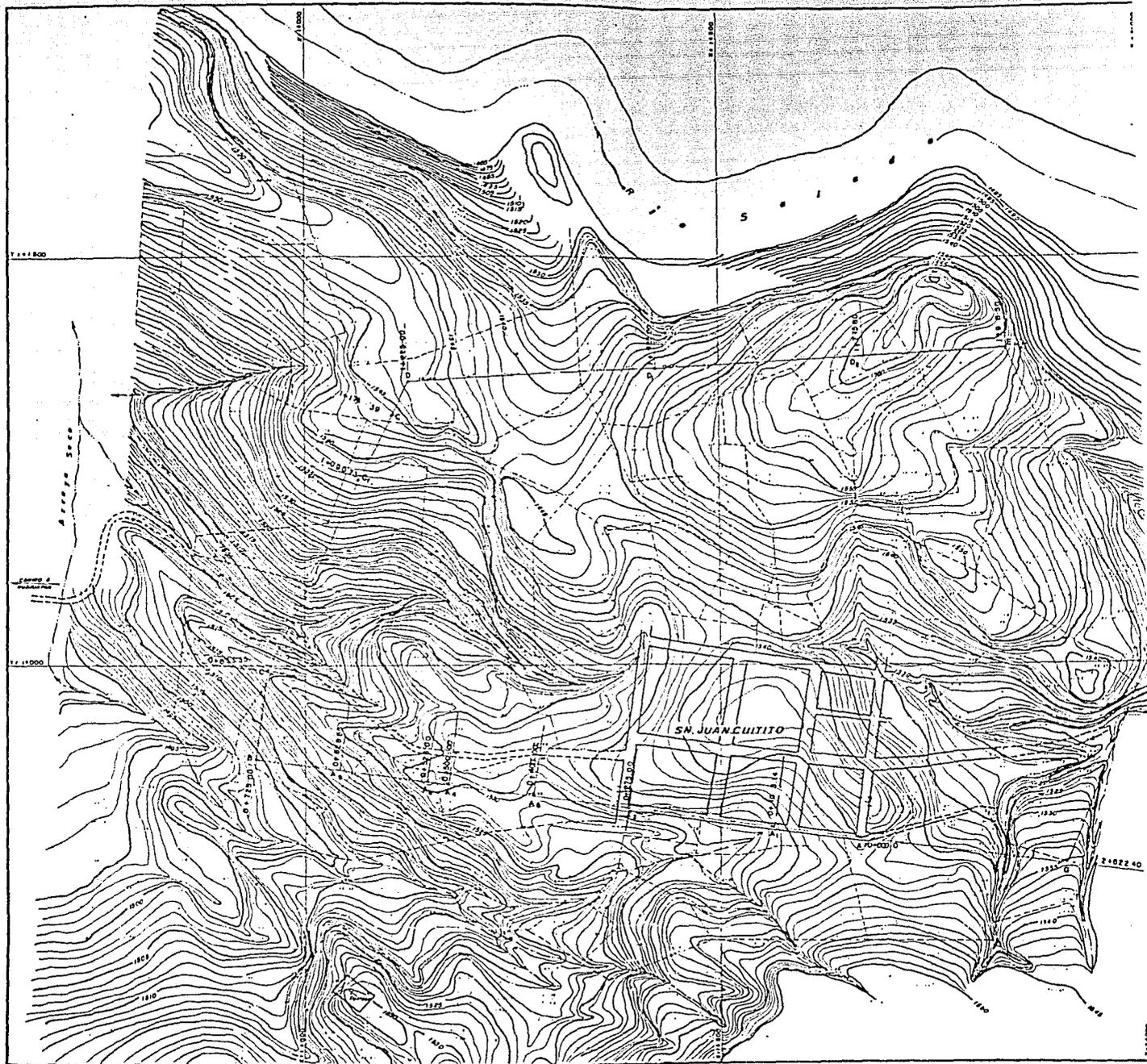


FIG (4-10)



C A P I T U L O V.- LEVANTAMIENTO PARCELARIO.

V.1.- CONCEPTO DE CATASTRO.

El catastro se puede considerar como el censo estadístico de las fincas rústicas y urbanas de un país.

Las descripciones de los linderos de las propiedades, se pueden encontrar en las escrituras de propiedad, en los planos o mapas oficiales o registros de los levantamientos originales.

Los documentos de los traslados de propiedad de los terrenos de un propietario a otro, se guardan en los Registros de Propiedad donde están archivadas copias exactas de las escrituras en los libros de registro. Siendo éstos una fuente de información que está a disposición del público para su consulta.

En nuestro país, el registro de los terrenos rurales, se lleva a cabo a través del Registro Agrario Nacional, dependiente de la Secretaría de la Reforma Agraria.

En la actualidad, la tendencia consiste en el establecimiento de archivos de registros legales relacionados con la transferencia y tenencia de la tierra en bancos de datos de computadora, este procedimiento tiene la ventaja de que la búsqueda de títulos de propiedad puede efectuarse más rápido y a menor costo.

Cuando los bienes raíces cambian de propietario, es importante conocer estipular la situación en los linderos.

En este sentido el papel del Ingeniero Topógrafo, dedicado a estas actividades se orienta a : Efectuar el levantamiento, calcular las dimensiones y las superficies, preparar los planos y escribir las descripciones legales para hacer las escrituras. Para ello deberá estar familiarizado con los procedimientos técnicos, con los aspectos legales de los bienes raíces y los linderos.

Los levantamientos de terrenos pueden ser:

- a).- Levantamientos originales.
- b).- Retrazo de levantamientos.
- c).- Fraccionamientos.

Estos levantamientos pueden realizarse con tránsito y cinta, tránsito o teodolito o equipo de medición electrónica de distancias o con un sistema electrónico, se ha estado utilizando también, métodos fotogramétricos para establecer puntos de control desde los que se localizan y se fijan los vértices de la propiedad.

Las direcciones de las líneas de los levantamientos de la propiedad se refieren generalmente al meridiano verdadero o astronómico y las mediciones angulares se transforman en rumbos.

En algunos países las situaciones de los vértices de los terrenos se describen legalmente por sus coordenadas con respecto al sistema de coordenadas adoptado por sus estados. En general, la precisión requerida en los levantamientos del terreno depende del valor de éste. Aunque debería considerarse también la posibilidad de incremento en los valores de los mismos.

DESCRIPCION DE LAS PROPIEDADES.- Existen dos sistemas para la descripción de propiedades:

- 1).- Descripción de particiones y linderos.
- 2).- Por subdivisiones.

En el primero, se proporcionan en orden las longitudes y los rumbos de los diferentes lados del lindero y se describen los objetos que indican los vértices, especificando si el lindero sigue algún rastro prominente del terreno, y se calcula y apunta el área del terreno.

En el segundo caso, se puede decir que cuando los límites de la propiedad que se describe conciden exactamente con un lote de una subdivisión que cuenta con un plano oficial, el lote puede ser descrito legalmente haciendo referencia a los números de manzana y lote y al nombre, fecha y lugar de archivo del plano. Gran parte de las propiedades urbanas y muchos otras en fraccionamientos urbanos, se describen en esta forma.

Las instrucciones mexicanas con respecto al deslinde de predios, establece que estos trabajos se hacen por un Ingeniero Topógrafo del Catastro, con la presencia de un Delegado del Municipio, del poseedor del predio y de los propietarios de los predios colindantes. En el caso de disputas de linderos, el Ingeniero Topógrafo es un testigo experto, no un juez, por lo que no está dentro de sus facultades fijar legalmente los linderos sin el consentimiento mutuo y la autorización de todas las partes interesadas.

V.2.- LEVANTAMIENTO PARCELARIO DEL POBLADO DE SAN JUAN CUITITO, OAXACA.

El levantamiento parcelario se elaboró con la finalidad única de conocer la distribución de los terrenos de cultivo que permitiera a los proyectistas la distribución más adecuada de las distintas estructuras de la zona de riego, de tal manera de poder beneficiar con el riego al mayor número de ellos.

Esta actividad se llevó a cabo con ayuda de los dueños de las parcelas, que fueron exhortados por el Presidente Municipal y el Presidente del Comisariado Ejidal, quienes proporcionaron los límites de cada una de las parcelas.

De acuerdo al nivel preliminar del presente trabajo y de la finalidad del levantamiento, el procedimiento empleado fue el siguiente: Se recorrió la poligonal de apoyo en el sentido de las manecillas del reloj y haciendo estación en cada uno de los vértices, de la misma, se fueron levantando con ángulo y distancia todos y cada uno de los vértices de los linderos, los cuales, al igual que las parcelas, se iban numerando tomando como referencia el lado anterior de la poligonal, tal como se muestra en el registro de campo, que acompaña el presente capítulo. Fig (5.1), (5.2)

En el plano anexo No. 2, se encuentra la distribución de las parcelas dentro de la zona de estudio y la lista de los nombres de las personas que facilitaron sus datos.

La superficie levantada fue de 97.57 Has.

Registro de Campo

Núm. haventamiento Parcelario

Núm. 97

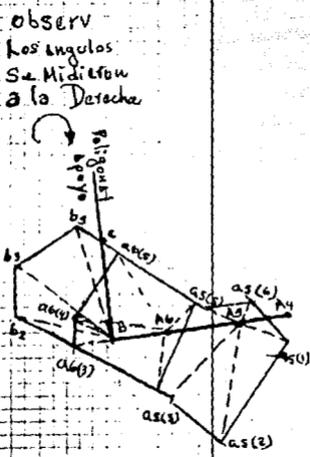
Fecha San Juan Cutito

Página

Fecha

Realizó: José Spa Nozono Romero

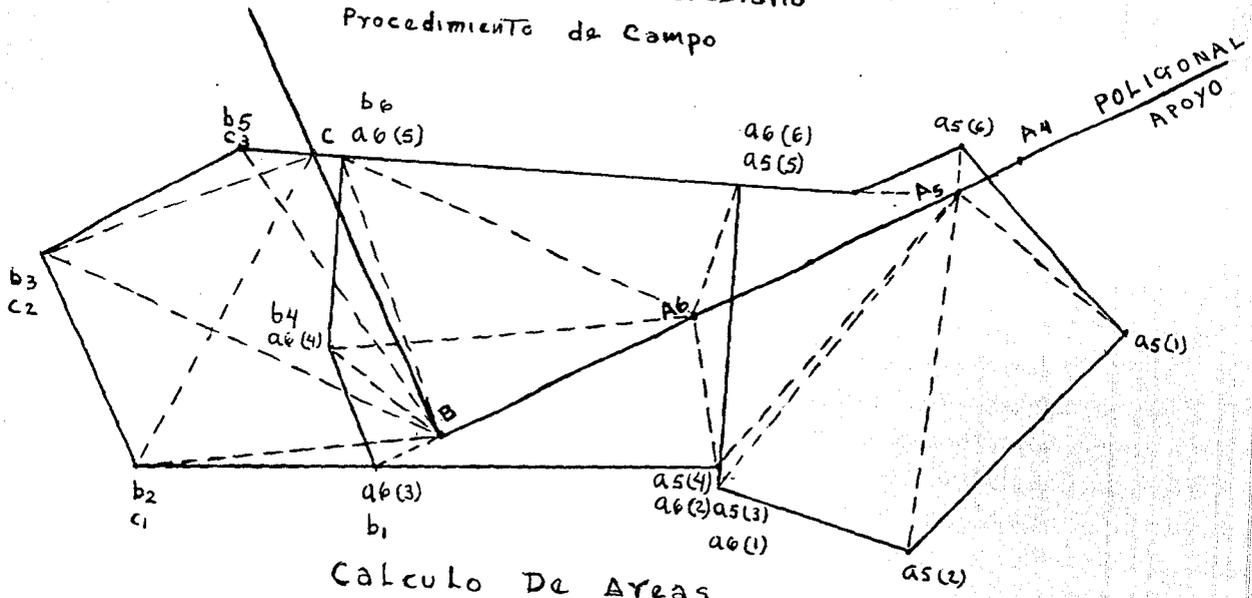
P. ATRAS	EST	P.V	DIST.	Angulo
A4	A5	a5(1)	78	64°15'
		a5(2)	126	122°32'
		a5(3)	133	154°00'
		a5(4)	127	156°15'
		a5(5)	78	207°00'
		a5(6)	16	279°40'
A5	A6	a6(1) = a5(1)	60	105°15'
		a6(2) = a5(4)	53	105°12'
		a6(3)	126	180°00'
		a6(4)	133	199°20'
		a6(5)	139	228°00'
		a6(6) = a5(5)	49	314°00'
A6	B	b1 = a6(3)	26	180°00'
		b2	110	199°45'
		b3	158	228°00'
		b4 = a6(4)	50	341°50'
		b5	123	359°15'
		b6 = a6(5)	104	274°10'
B	C	c1 = b2	110	55°44'
		c2 = b3	104	95°30'
		c3 = b5	27	119°07'



F. 1. (5-1)

LEVANTAMIENTO Parcelario

Procedimiento de Campo



Calculo De Areas

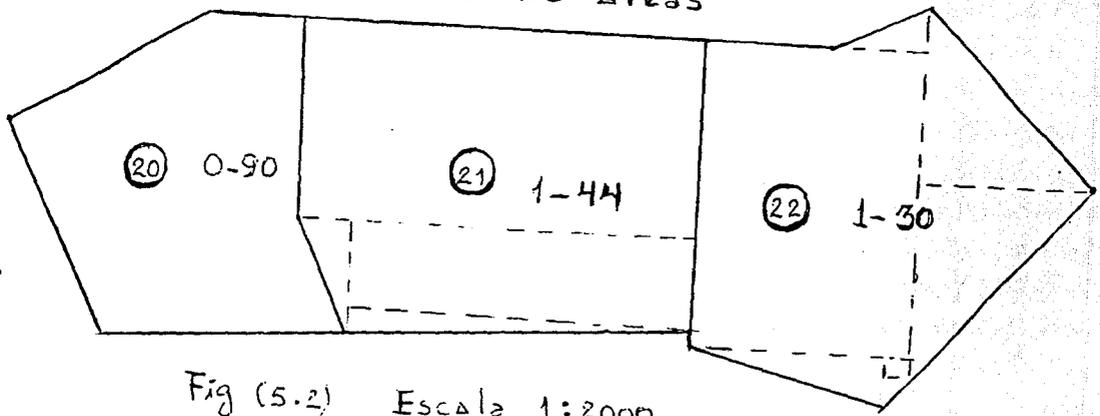
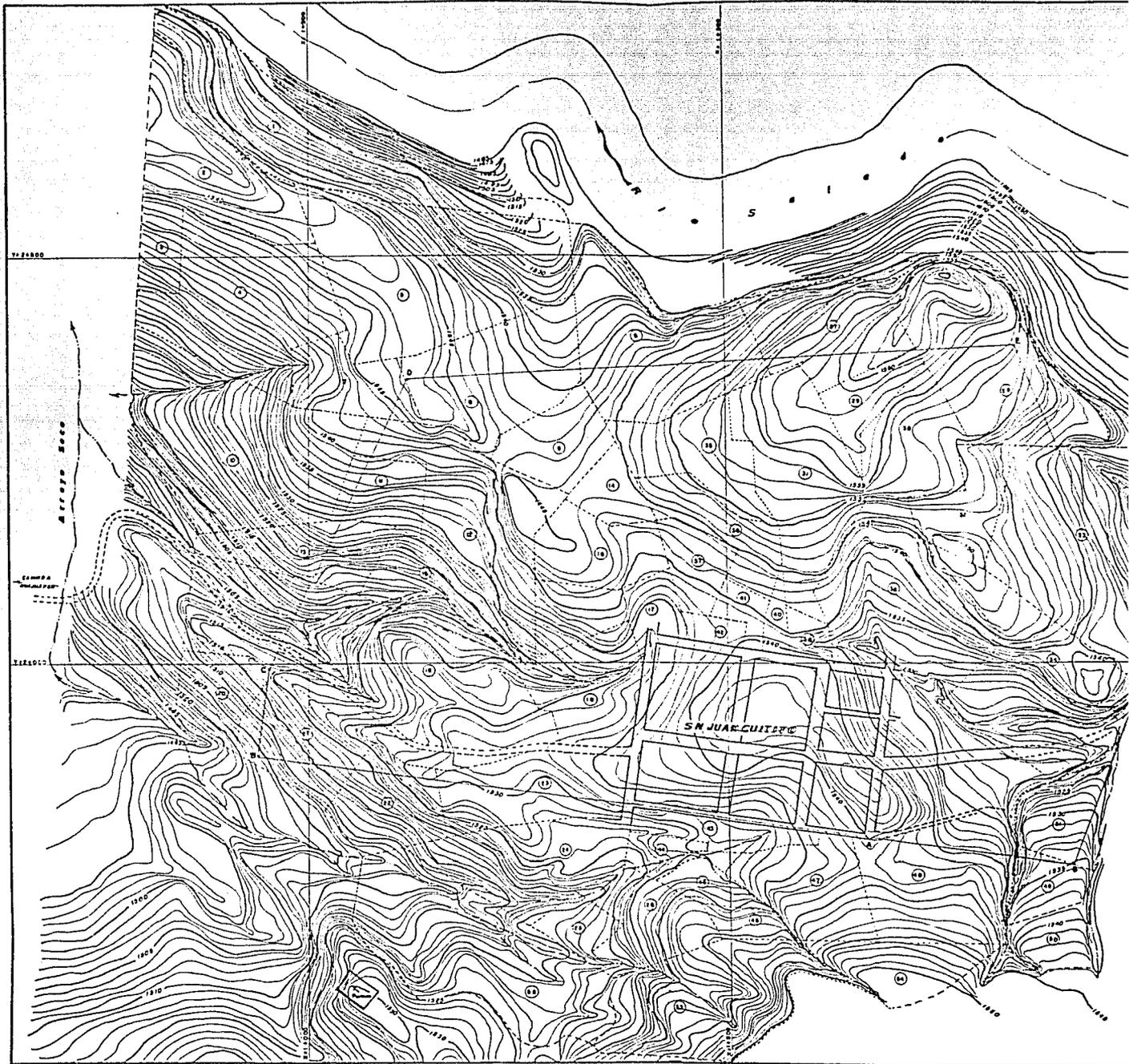
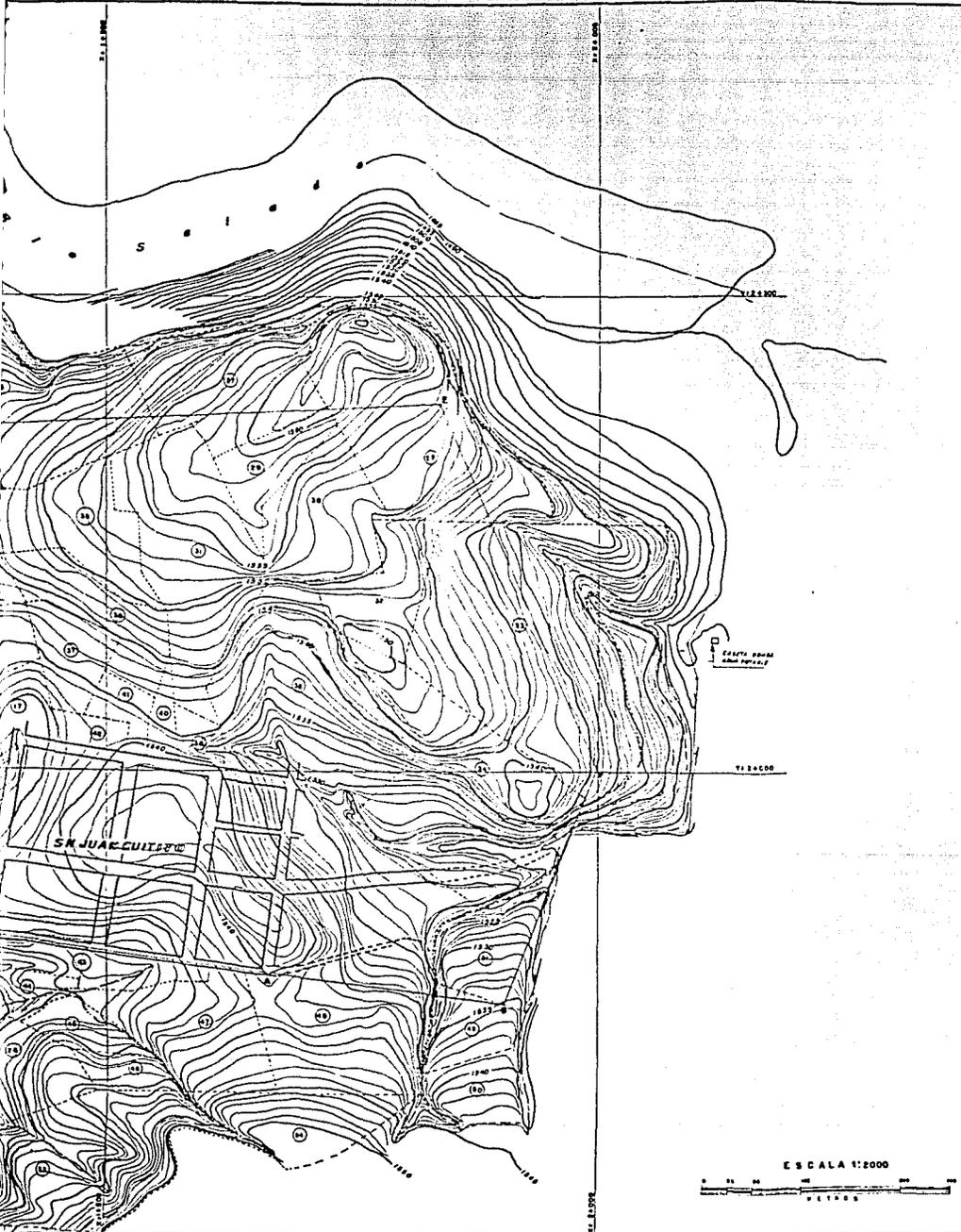


Fig (5.2) Escala 1:2000





LISTA DE PROPIETARIOS		
NUM	N O M B R E	AREA (M ²)
1	Comuna	3.24
2	JUAN CRUZ REYES	2.17
3	RAMON RAMIREZ GARCIA	0.33
4	DE. FRO. S. S. P.	3.17
5	MANUEL REYES REYES	8.22
6	ELIAS JOSE HERNANDEZ	3.24
7	ELIAS CRUZ	1.08
8	RAMON	1.22
9	RAMON SANCHEZ	1.05
10		4.82
11	ST. VERA HERNANDEZ	0.45
12	GUILLERMO CRUZ	7.87
13	JUAN CRUZ	0.33
14	ELIAS CRUZ	0.33
15	FRANCISCO	1.22
16	ELIAS CRUZ	1.22
17	JUAN CRUZ	1.14
18	DOMINGO	8.12
19	ELIAS CRUZ HERNANDEZ	2.28
20	RAMON CRUZ	0.30
21	RAMON CRUZ	7.22
22	MANUEL REYES	1.30
23	RAMON REYES	1.22
24	RAMON REYES REYES	1.33
25	ELIAS CRUZ HERNANDEZ CASTELL	0.47
26	ELIAS CRUZ	1.33
27	RAMON RAMIREZ CRUZ	1.22
28	RAMON CRUZ REYES	4.00
29	RAMON CRUZ REYES CRUZ	0.88
30	RAMON REYES CRUZ	1.22
31	MANUEL CRUZ GARCIA	2.80
32	SEBASTIAN GARCIA CRUZ	1.05
33	RAMON CRUZ	8.22
34	ELIAS CRUZ	3.33
35	ELIAS CRUZ	1.45
36	JUAN CRUZ	1.80
37	RAMON CRUZ	0.77
38	RAMON CRUZ	3.74
39	RAMON CRUZ	0.77
40	ELIAS CRUZ	0.77
41	ELIAS CRUZ	0.45
42	RAMON CRUZ	0.77
43	RAMON REYES	0.77
44	RAMON CRUZ	0.47
45	SEBASTIAN REYES CRUZ	0.88
46	RAMON CRUZ	0.45
47	RAMON CRUZ	1.80
48	FRANCISCO CRUZ REYES	1.22
49	RAMON CRUZ	0.88
50	ELIAS CRUZ	0.45
51	JUAN CRUZ	0.88
52	ELIAS CRUZ	3.87
53	RAMON CRUZ	1.22
54	ELIAS CRUZ	0.88
T O T A L		8.98

SIGNOS CONVENCIONALES

Rio:

 Arroyo:

 Camino terracerro:

 Límite:

NOTAS. Plano elaborado en base a la información proporcionada por los propietarios.

UNAM
 ING TOPOGRAFICA Y GEODESICA
TESIS PROFESIONAL
JOSE GPE LOZANO ROMERO
 PLANO TOPOGRAFICO DE SR JUAN CUITLÉ GARCIA
 ANEXO 2



C A P I T U L O VI.- ANTEPROYECTO DE LA ZONA DE RIEGO.

VI.1.- ZONA DE RIEGO.

El objeto del levantamiento topográfico de terrenos regables, es el de formar un plano a una escala adecuada para proyectar sobre él, los sistemas de distribución, drenaje y caminos que constituirán la zona de riego.

El levantamiento de la zona de riego consta de dos partes:

- a).- Control de apoyo del levantamiento.
- b).- Configuración del terreno y levantamiento de detalle.

El control de apoyo del levantamiento está dividido a su vez en control horizontal y vertical.

En superficies pequeñas, el control horizontal consistirá en una poligonal cerrada que se correrá cerca del perímetro del terreno.

Para áreas mayores y/o de mediana extensión, el control constituirá en una red de poligonales o por medio de cuadrícula rectangular o una triangulación topográfica.

El control vertical consiste en una serie de bancos de nivel para comprobar cierres en circuitos y que nos permitan realizar la configuración del terreno.

Los puntos de control vertical se establecen por medio de nivelaciones directas, precisamente en las estaciones de control horizontal previamente monumentadas.

Los bancos de nivel se refieren siempre al nivel medio del mar.

CUADRICULA RECTANGULAR.- La cuadrícula rectangular es un sistema de control para el levantamiento topográfico detallado de zonas extensas y casi planas. En nuestro país se usa generalmente para los Distritos de Riego, considerados como unidades agrícolas que cuentan con las aguas y obras necesarias para efectuar el riego de las tierras comprendidas en ellas, así como la administración necesaria para el manejo, conservación y administración de las mismas, que permitan el desarrollo agrícola, comercial, industrial y social de la unidad.

Las operaciones necesarias para aplicar este tipo de control son las siguientes:

A.- Se forma un sistema de ejes octagonales estableciendo:

- 1.- Un origen o punto inicial.
- 2.- Un meridiano principal que representa la meridiana astronómica que pasa por el origen prolongándose al Norte y al Sur de este punto.
- 3.- Un paralelo base normal al meridiano principal que se extienda hacia el Este y el Oeste del origen.

B.- Se divide el área por levantar en cuadros principales de 5 ó 10 km. por lado por medio de líneas normales al meridiano principal y al paralelo base que parten de los puntos marcados cada 5 ó 10 km.

C.- Se subdividen los cuadros principales en cuadros secundarios de 1 km. por lado, estableciendo líneas paralelas al meridiano principal y que partan a cada kilómetro del paralelo base o de los paralelos guías de los cuadros principales y monumentos menores en las esquinas de los cuadros secundarios.

D.- Se nivelan los monumentos mencionados refiriendo sus elevaciones al nivel medio del mar a fin de usarlos como bancos de nivel para las construcciones futuras.

LEVANTAMIENTO DE DETALLE Y CONFIGURACION.- Una vez compensadas las cotas de los monumentos de cuadros principales y secundarios de la cuadrícula rectangular, se calculan las cotas de las estaciones intermedias colocados a cada 100 mts. y se procede al levantamiento de detalle y configuración de la zona de riego. Generalmente este levantamiento se ejecuta con plancheta o estadia.

Para garantizar la liga de las hojas de plancheta, se deben tomar con sumo cuidado los detalles más importantes: Caminos, vías férreas, ríos, arroyos, canales, líneas de transmisión.

Cada hoja de plancheta abarca 6 kilómetros a escala 1:5000, procediendo a reducirlas, a la escala 1:20,000 adoptada para la representación de planos generales, posteriormente se unen las hojas de plancheta obteniendo así un plano de conjunto con todos los detalles topográficos que sirven en el caso de un distrito de riego para controlarlo eficientemente y para planear todas las obras del mismo, como: red de distribución, drenaje, caminos, etc. En el plano obtenido, se dan los datos para el cálculo de las superficies en los terrenos que serán beneficiados con las obras que se proyectan, también se localizan las puntas por donde resulte más ventajoso llevar el canal principal, los canales secundarios y las demás obras que constituyen un distrito de riego. Ver Fig. (0.1).

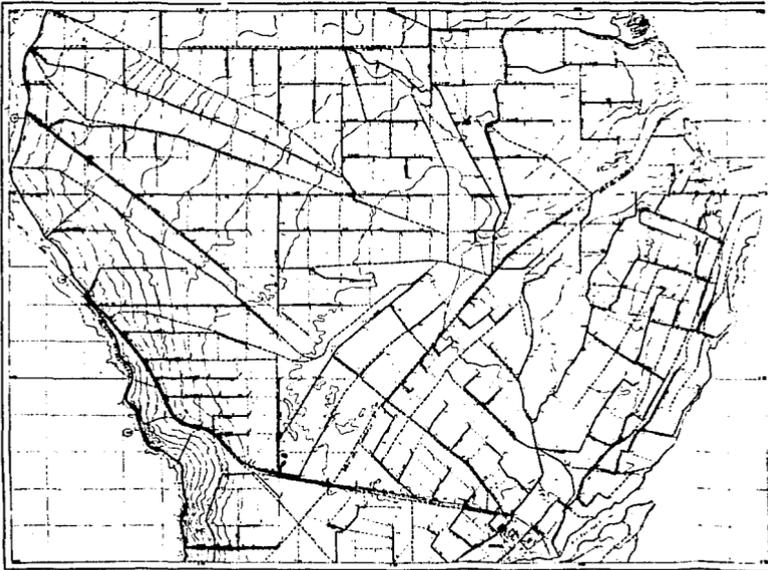


Fig. (6.1)

VI.2.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

El sistema de distribución de un proyecto de riego consta de la serie de canales y sus estructuras que se requieren para conducir el agua de las fuentes de abastecimiento o derivación a todos los puntos de la zona regable.

CLASIFICACION DE LOS CANALES.- Los canales que forman el sistema de distribución se clasifican de la siguiente manera:

Canal principal.

Canales laterales, sublaterales, ramales, sub-ramales y regaderas.

Cauces naturales o arroyos.

CANAL PRINCIPAL.- El canal principal es el que domina toda el área regable y abastece al sistema de canales laterales. Generalmente se localiza a lo largo de las curvas de nivel tratando de dominar la mayor superficie posible de tierras.

CANALES LATERALES.- El sistema de distribución está formado por una red compuesta de lo siguiente:

1o.- Los laterales, que son aquellos que dominan las divisiones principales del área regable y abastece a los sublaterales.

2o.- Los sublaterales que son necesarios para ramificar un lateral en dos o más canales.

3.- Los ramales que son abastecidos por los sublaterales y que a su vez abastecen a las regaderas.

Desde luego, los canales laterales y sublaterales también tienen bocatomas para el riego directo de los lotes, y en algunas ocasiones también el canal principal.

CAUCES NATURALES.- Se utilizan en ocasiones, aunque no con mucha frecuencia, como canales de conducciones de aguas de riego, invirtiendo su función básica de servir para el desagüe, ya sea de las aguas pluviales o de las aguas excedentes de los riegos. Fig. (6.2)

VI.3.- LOCALIZACION DE CANALES DE RIEGO.

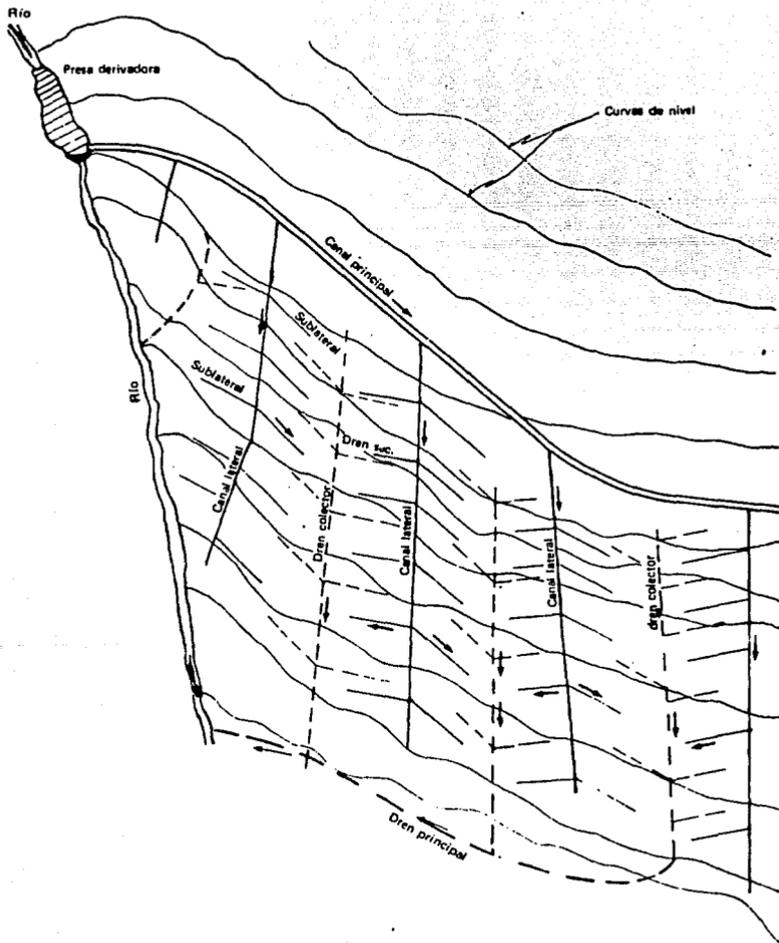
La localización del canal principal deberá hacerse siguiendo aproximadamente una curva de nivel de manera que se domine la mayor superficie posible de tierras atendiendo a la topografía; se presentan dos casos generales:

1o.- Cuando el terreno tiene una topografía plana o ligeramente ondulada.

2o.- Cuando el terreno presenta una topografía muy movida, llegando a ser en algunos casos extremadamente abrupta.

Para la localización en terreno plano o ligeramente ondulado se sigue este procedimiento:

La ruta más conveniente que deberá seguir el canal principal marcará en los planos topográficos a escala 1:20 000 suponiéndose, en general, la pendiente máxima que permita dominar la mayor superficie posible de tierras. Al trazar la ruta del canal principal sobre los planos topográficos, en los cruces con los arroyos o accidentes en donde se requiera construir una estructura, se bajará la plantilla del



Esquema de un sistema de riego por gravedad.

Fig. (6.2)

canal el desnivel necesario para dar la pérdida de carga que se prevea para el correcto funcionamiento de la estructura.

Una vez elegida la ruta sobre los planos escala 1:20 000, se efectuará el proyecto del trazo definitivo sobre las hojas de plancheta a escala 1:5000 afinando la localización, fijando sobre las hojas deflexiones en cada vértice, los radios de curvatura, la longitud de las tangentes y de las curvas y, además, se referirán los vértices a los monumentos de la cuadrícula para situarlos en el campo. Es necesario guiarse en la localización por los datos del estudio geológico para que el canal quede en las mejores condiciones de seguridad.

Finalmente, el trazo proyectado sobre las hojas de plancheta se marca materialmente en el terreno; estacando cada 20 m., y se nivela la línea trazada para obtener el perfil del canal.

Ya con el perfil, será posible adaptar la localización al terreno haciendo algunas modificaciones al trazo para evitar cortes o terraplenes excesivos. Cuando no se disponga de los planos topográficos a la escala adecuada, conviene localizar el canal principal directamente en el terreno.

Para ésto, se van marcando puntos sobre el terreno que se localizan con un nivel fijo, de manera que éstos puntos estén a una elevación abajo de la correspondiente a la superficie libre del agua en el canal, teniendo en cuenta la pendiente que previamente se habrá fijado. Después se ligan todos estos puntos por medio de una poligonal llevada con tránsito y cinta, midiendo las deflexiones en cada vértice de la poligonal.

Se nivela con cuidado esta poligonal y se configura una faja a lo largo de la misma, ya sea por medio de plancheta, de estadia o por secciones transversales, se dibuja la faja configurada y sobre el dibujo se proyecta el trazo definitivo del canal principal.

2.- Cuando el canal va por una zona de topografía muy movida, el procedimiento que se sigue es:

Es indispensable contar con los planos topográficos a escala 1:10000, 1:20000 ó 1:50000 con objeto de marcar sobre ellos varias rutas generales por donde pueda ser localizado el canal. Después se hace un reconocimiento de esas rutas generales, marcando con un nivel de mano o con un clisimetro los puntos obligados por donde debe pasar el canal. Los puntos obligados quedan definidos por la topografía del terreno y serán, desde luego, los puertos, los talwegs, que sea necesario cruzar y algunos otros sitios, como acantilados, etc. Al hacer el reconocimiento se tendrá en cuenta, además de las condiciones topográficas, las condiciones geológicas del terreno, especialmente por lo que se refiere a la estabilidad de las laderas y su tendencia al deslizamiento, suponiendo el terreno saturado de agua, que es como va a funcionar.

En algunas ocasiones se ve la necesidad de desechar algunas rutas, ya sea porque el terreno tenga consistencia que amenaza derrumbes, en el propio canal, o en las laderas o por el costo excesivo de las obras de protección o cualesquiera otras circunstancias.

De esta manera se van eliminando algunas de las rutas escogidas sobre los planos topográficos.

En las rutas que no sean eliminadas se hace un nuevo reconocimiento fijando algunos puntos de control, que serán, desde luego, los puntos obligados.

Todos estos puntos se señalan con banderas, que posteriormente se ubican sobre hojas de plancheta a escala 1:2000 ó 1:1000 y en casos especiales de topografía muy movida, a escala 1:500

En las mismas hojas de plancheta, con el terreno a la vista y con los puntos de control marcados en las hojas, se hace un esbozo preliminar de la línea del canal. Se detalla la topografía de estas líneas y se obtienen mayores datos geológicos por medio de pozos. De la topografía detallada que se obtenga y del resultado de los pozos, podrá decidirse si se acepta el trazo, si se le hacen algunas modificaciones o si se desecha.

Esta localización detallada se va haciendo por tramos cortos, cuya longitud dependerá de la naturaleza del terreno, en general, puede decirse quedarían entre 100 y 500 m. y deben concordar con la ruta general marcada en los planos a escala reducida.

A lo largo de la línea que se escoja como definitiva, se abrirán pozos, que deberán tener una profundidad igual a la que se proyecte la rasante del canal y que estarán poco espaciados entre sí. Se hacen 4 ó 5 pozos por kilómetro, como mínimo.

Para obtener un apoyo firme y con la debida precisión de las nivelaciones, a medida que se va localizando el canal principal, debe irse estableciendo el control de elevaciones

mediante la ubicación de bancos de concreto firmemente contruidos, a una distancia de 1 km. de preferencia frente a las estacas que marcan el kilometraje del canal; después se correrá una nivelación de circuito o ida y regreso.

La red de bancos de nivel se irá extendiendo a medida que se tenga en firme la localización definitiva del canal, siendo aconsejable que no exceda a 5 km. como máximo, entre el extremo de la localización y el banco de nivel más cercano perteneciente a la red.

Se procurará ante todo, la seguridad del canal, para lo cual, todo el tirante del agua deberá ir enterrado en terreno firme, debiéndose dejar una banquetta de una anchura variable del lado de abajo de la ladera. Esta banquetta quedará alojada en material-firme que no haya sido aflojado.

La localización en el campo se hace estacando, no el eje del canal, sino estacando la línea de intersección de la banquetta de que se ha hablado anteriormente con el terreno natural.

LOCALIZACION DE CANALES LATERALES.- Para la localización de los canales laterales, hay cuatro criterios generales:

- 1o.- Según la forma del terreno
- 2o.- Según la cuadrícula.
- 3o.- Respetando los linderos que ya existen.
- 4o.- Siguiendo un sistema combinado.

LOCALIZACION SEGUN LA FORMA DEL TERRENO.- Es el más económico, se localizan por los parteaguas, por lo que dominan ambos lados.

El inconveniente es que resultan lotes de forma irregular dificultándose el trazo.

LOCALIZACION SEGUN CUADRICULA.- Se facilita su trazo en el campo y se obtienen lotes de forma rectangular de las extensiones requeridas, facilita la operación y conservación del sistema de riego.

El inconveniente, es que la red de distribución resulta más larga. Se riega para un lado por lo que aumenta el número de tomas y estructuras adicionales.

LOCALIZACION RESPETANDO LOS LINDEROS.- Los canales laterales siguen estos linderos hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, para evitar transtornos en el regimen de propiedad.

LOCALIZACION SEGUN UN SISTEMA COMBINADO.- Es el más conveniente, ya que los canales laterales se van adaptando de acuerdo a los criterios mencionados.

La capacidad de los canales laterales, sublaterales, ramales y subramales, se determina de acuerdo con la superficie Fig. (6.3), (6.4)

VI.4.- ESTRUCTURAS EN LOS CANALES PRINCIPAL Y LATERAL.

Las estructuras que se constituyen en los canales se dividen en:

Estructuras de distribución.

Cuya función es el correcto manejo y control del agua, hasta los sitios de entrega a las parcelas.

ESTRUCTURAS DE CRUCE.- Tienen por función cruzar los canales o los drenes con vías de comunicación terrestres, o bien, con accidentes naturales.

ESTRUCTURAS DE PROTECCION.- Se construyen para la seguridad de los canales, especialmente en los sitios de confluencia de desagües.

ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION.-

1.- REPRESAS.- Son estructuras que sirven para elevar el nivel de agua en los canales alimentadores.

2.- TOMA PARA CANAL.- Son estructuras que tienen por función abastecer del canal principal a los laterales y de éstos a los sublaterales.

3.- TOMAS PARA GRANJA.- Son estructuras que sirven para entregar el agua a cada uno de los lotes en que se ha dividido la zona de riego.

ESTRUCTURAS DE CRUCE.- Consisten en puentes, canales, diques, sifones o alcantarillas para cruzar otros canales, arroyos o drenes y/o con vías de comunicación.

ESTRUCTURAS DE PROTECCION.- Caídas y rápidas. Se utilizan para evitar pendientes excesivas en el canal cuando la inclinación del terreno sea mayor que la rasante del canal.

DESAGÜES.- Sirven para eliminar los excedentes de agua que puedan entrar a los canales o para vaciar en un momento dado un tramo del canal.

ENTRADAS DE AGUA.- Se usan cuando se permite que el agua provenientes de arroyos que cruzan el canal principal entren en él.

CUNETAS.- Interceptan los escurrimientos de los arroyos que de otra manera descargarían libremente al canal.

VI.5.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LOS CANALES.

La capacidad del canal principal depende de un gran número de circunstancias y factores como pueden ser:

- 1.- Necesidades de los cultivos.
- 2.- Pérdidas y desperdicios.
- 3.- Método de riego.
- 4.- Características de las fuentes de abastecimiento.
- 5.- Distribución mensual de la demanda.

Cuando no se dispone de la información necesaria, y para fines de anteproyecto, la cantidad de agua que se suministrará por unidad de superficie, se basa en la aplicación del coeficiente de $lm^3/seg.$ por cada 1 000 has. ó 1.00 l.p.s. por ha.

Cuando las condiciones no son normales se usan otros coeficientes

CAPACIDAD DE LOS DIVERSOS TRAMOS DEL CANAL PRINCIPAL.-

Para fijar la capacidad del canal principal en sus diversos tramos, es necesario hacer previamente la planeación general de la red de distribución, en base a las tomas que existen, el número de lotes servidos por cada una de las tomas, el área dominada por cada tramo.

DIMENSIONES.- Una vez fijada la capacidad del canal principal, es necesario elegir la forma geométrica. En general, los canales tendrán una sección trapezoidal en que intervienen los cinco elementos de diseño como siguen:

- 1.- El ancho de la base que se acostumbre designar con la letra "b".
- 2.- El tirante del agua, que se designa con la letra "d".
- 3.- El coeficiente de rugosidad que se designa con la letra "n", y se le designan los valores indicados en la siguiente tabla:

CAPACIDAD Q	VALORES DE "n"				
	Excavados en mat. natural Tepetate, To- bas. Pizarras etc.	Tierra	roca	Mampost.	Revestidos Concreto
Hasta 10 m ³ /seg.	0.027	0.030	0.033	0.020	0.015
Mayor 10 m ³ /seg.	0.027	0.027	0.030	0.020	0.015

4.- La pendiente que se designa con la letra "s", debe ser en general la máxima que permita dominar la mayor superficie posible de tierras y que, a la vez, de valores para la velocidad que no cause erosión del material en que está alojado el canal, ni depósito de azolve.

5.- Los taludes se designan como la relación de la distancia horizontal al desnivel en las paredes inclinadas y se fijan de acuerdo con la consistencia del material en el que se excave el canal; así tenemos:

Material poco estable, arena, tierras arenosas, etc.	2:1
Tierra algo arcillosa, tepetate blando, areniscas blandas, etc.	1.5:1
Rocas alteradas, tepetate duro	1:1
Roca fija ligeramente alterada	1/2 :1
Roca completamente sana	1/4 : 1

PROPORCIONAMIENTO DE LA SECCION.- La sección que se fije debe satisfacer la condición fundamental de que el gasto sea igual al área hidráulica multiplicada por la velocidad media:

$$Q = A_h V$$

VELOCIDAD: La velocidad media (v), se determina por medio de la fórmula de Manning; en la que R= radio hidráulico.

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

RADIO HIDRAULICO.- Una vez determinadas la pendiente y el coeficiente de rugosidad, se puede hacer variar la velocidad, variando el radio hidráulico, (R) que, como se sabe, es la relación que existe entre el área hidráulica y el perímetro mojado, los cuales dependen del ancho de la base, el tirante y la inclinación de los taludes.

Con objeto de tener un margen de seguridad en la operación de los canales, conviene dejar cierto desnivel entre la superficie libre del agua para el tirante normal y la corona de los bordos.

A este desnivel se le da el nombre de bordo libre y el valor que se recomienda es de 0.60 mts. para plantillas de hasta 300 mts.

ELECCION DE LA SECCION.- La elección de la sección más ventajosa, se basa en el hecho de obtener el área que tenga una forma tal y con proporciones tales, que el perímetro mojado sea tan pequeño como sea posible, con la finalidad de reducir la resistencia por fricción a un mínimo, como $R = \frac{\text{Area}}{\text{Perímetro mojado}}$ se tiene el mismo resultado haciendo a R máximo.

En consecuencia, adquiere importancia determinar las fórmulas y las proporciones para los valores máximos de R.

Para todas las secciones circulares, rectangulares y/o trapezoidales, se hallará que el valor de R es de $\frac{D}{2}$ o de la mitad del tirante o profundidad.

En el anteproyecto de la zona de riego de la comunidad de San Juan Cuititío, Oaxaca, se consideró más adecuada la sección transversal trapezoidal, para los canales principal y lateral, en virtud de lo cual se partió de lo siguiente:

Las expresiones para calcular el área y el perímetro mojado de la sección trapezoidal, son las siguientes:

$$A = (b + md) d \quad \text{y} \quad P = b + 2 d \sqrt{1 + m^2}$$

donde "d" es la profundidad, "b" es el ancho del fondo o plantilla y "m" es la pendiente del lado, de aquí, que el radio hidráulico sea:

$$R = \frac{A}{P}$$

La determinación de las dimensiones de la sección para canales no erosionables, incluye los siguientes pasos:

- 1.- Estimar n y seleccionar s
- 2.- Calcular el factor de sección $A R^{2/3}$ con la ecuación $A R^{2/3} = \frac{nQ}{1.49 \sqrt{s}}$

3.- Sustituir en la ecuación las expresiones para A y R y resolver para la profundidad.

Asumiendo varios valores de las incógnitas, se pueden obtener un número de combinaciones de las dimensiones de la sección; en este hecho se basa la elaboración de tablas en donde se presentan secciones típicas de canales con sus características hidráulicas fijas.

VI.6.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LOS CANALES
DEL PROYECTO DE RIEGO AGRICOLA SAN JUAN CUI-
TITO, OAX.

CANALES PARA LA ZONA DE RIEGO
DIMENSIONAMIENTO

DATOS DE PROYECTO:	TALUDES m: 1.5
$Q_1 = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_2 = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$
$S = 0.0002$	$S = 0.0002$
$n = 0.015$	$n = 0.015$

CONDICIONES NORMALES CANAL PRINCIPAL

Suponiendo los valores de $b = 0.35 \text{ m}$
 $d = 0.32 \text{ m}$.

$$\begin{aligned} \text{Area } A &= 0.35 \times 0.32 + 1.5 \times 0.32^2 = 0.2656 \\ P &= 0.35 + 2 \times 0.32 \sqrt{1 + 1.5^2} = 1.5038 \text{ m.} \\ r &= \frac{0.2656}{1.5038} = 0.1766 \text{ m. } r^{2/3} = 0.3148 \\ v &= \frac{1}{n} S^{1/2} r^{2/3} \quad S^{1/2} = 0.01414 \\ v &= \frac{1}{0.015} 0.01414 \times 0.3148 = 0.30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Por continuidad:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.08}{0.2656} = 0.30 \text{ m/s}$$

CONDICIONES NORMALES CANAL LATERAL

$$b = 0.25 \text{ m}$$

$$d = 0.25 \text{ m}$$

$$A = 0.25 \times 0.25 + 1.5 \times 0.25^2 = 0.15625 \text{ m}^2$$

$$P = 0.25 + 2 \times 0.25 \times \sqrt{3.25} = 1.1514 \text{ m.}$$

$$r = \frac{0.15625}{1.1514} = 0.1357$$

$$r^{2/3} = 0.264$$

$$v = \frac{1}{0.015} \times 0.01414 \times 0.2641 = 0.25 \text{ m/s}$$

Por continuidad:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.04}{0.15625} = 0.25 \text{ m/s}$$

VI.7.- PLANTA DE BOMBEO.

El área por regar, según el plano topográfico, escasamente llega a 60 has., sin embargo, es posible que exista un área mayor, por lo que la capacidad de bombeo se escogió un poco más grande, ya que existe caudal suficiente en el Rfo Salado, el cual tiene un gasto mínimo registrado de:

$$Q_{\min} = 0.133 \text{ m}^3/\text{s.}$$

(Boletín Hidrológico No. 48, Tomo I, Estación hidrométrica Tezoatlán, página II-210.1.02)

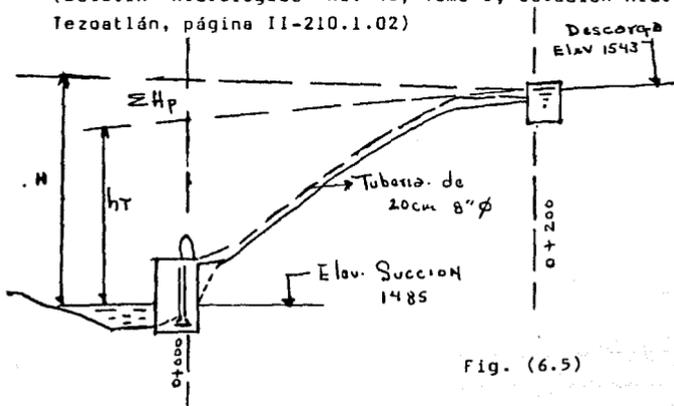


Fig. (6.5)

PERDIDAS MENORES:- De acuerdo con la práctica de la S.A.R.H., considerando las válvulas, los codos, la bifurcación, etc., se acostumbra considerar 2.50 m. aproximadamente.

Carga estática total (het) = 58.00 m.

Pérdidas por fricción (hf) = 12.13 m.

Pérdidas por accesorios
(hac) = 2.50 m.

Carga dinámica total

aprox. (Hd) = 72.63 m.

Presión normal aproximada = 7.26 Kg/cm²

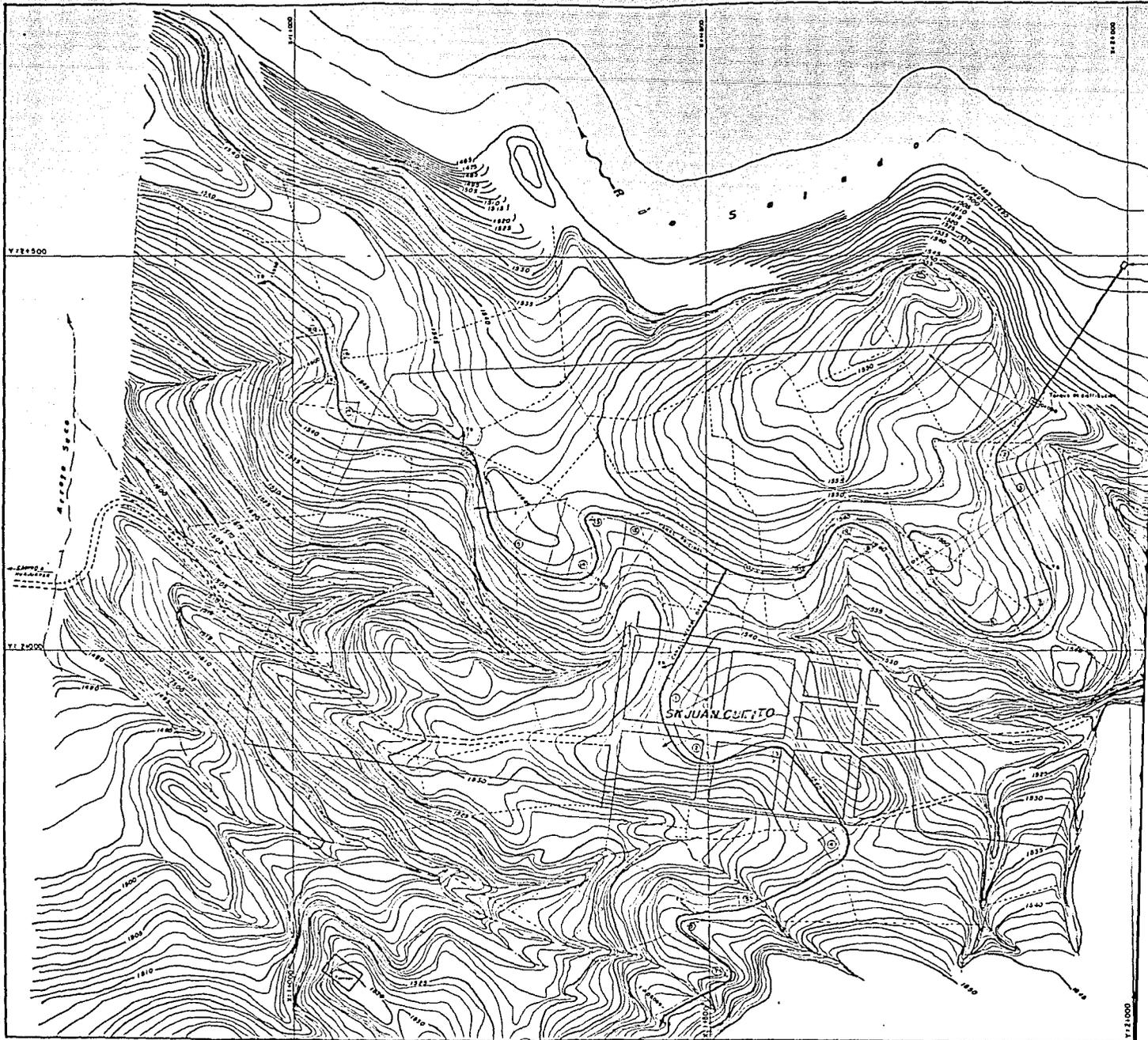
POTENCIA DEL MOTOR PARA CADA BOMBA

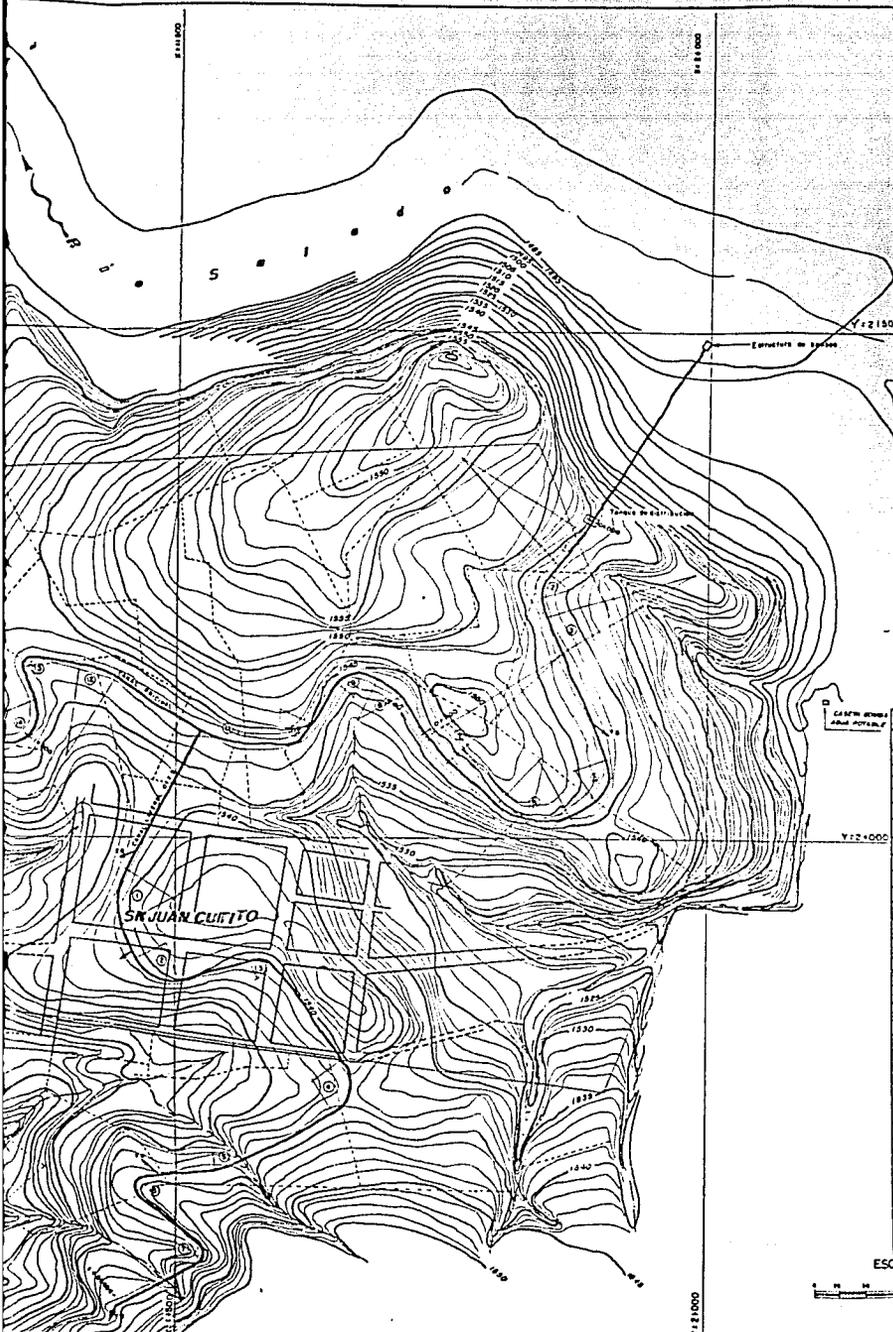
$Q_1 = 40 \text{ l.p.s.} \times 15.85 = 634 \text{ G.P.M.}$

$H = 68.8 \text{ m.} = 225.7 \text{ ft.}$

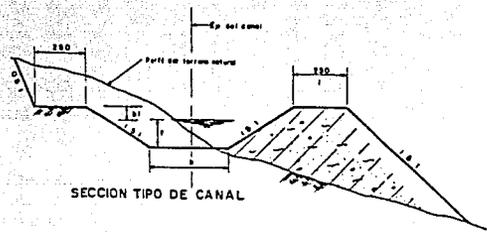
$$BHP_n = \frac{\gamma QH}{3960 \times \eta} = \frac{1.0 \times 634 \times 225.7}{3960 \times 0.82} = 44.06 \text{ Hp}$$

Por lo que las bombas recomendadas serán dos de 50 H.P. cada una. Ver planos anexos 3 y 4.





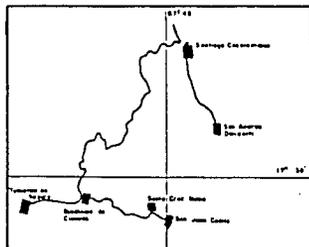
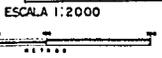
DATOS HIDRAULICOS DE LOS CANALES					
CAÑAL PRINCIPAL	0	1	2	3	4
TIPO I Km 01000-07150 00	008	36	32	15	1.8
TIPO II Km 07150-11000 00	009	38	18	10	1.8
CAÑAL LATERAL					
TIPO III Km 01000-11000 00	004	28	25	10	1.8



CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Desarrollo	m	8
Extracción	m ³	300
Terraplen	m ³	4000
Cimentación	m ³	300
Acera de protección	m ²	8850

ESTRUCTURAS	
CAÑAL PRINCIPAL	km
TG	0 + 230 00
TG	1 + 170 00
TG	1 + 212 00
TG	1 + 550 00
CAÑAL LATERAL 0 + 735	
TG	0 + 140 00
TG	0 + 245 00
PC	0 + 718 00
PC	0 + 800 00
PC	0 + 992 00

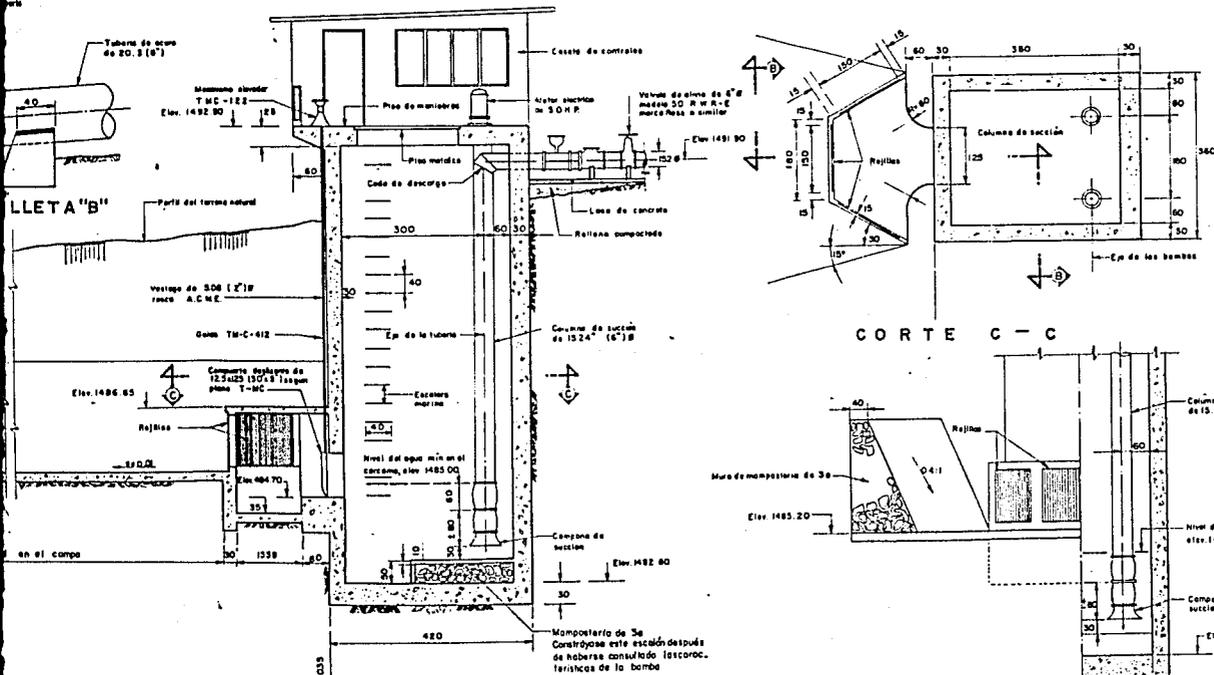
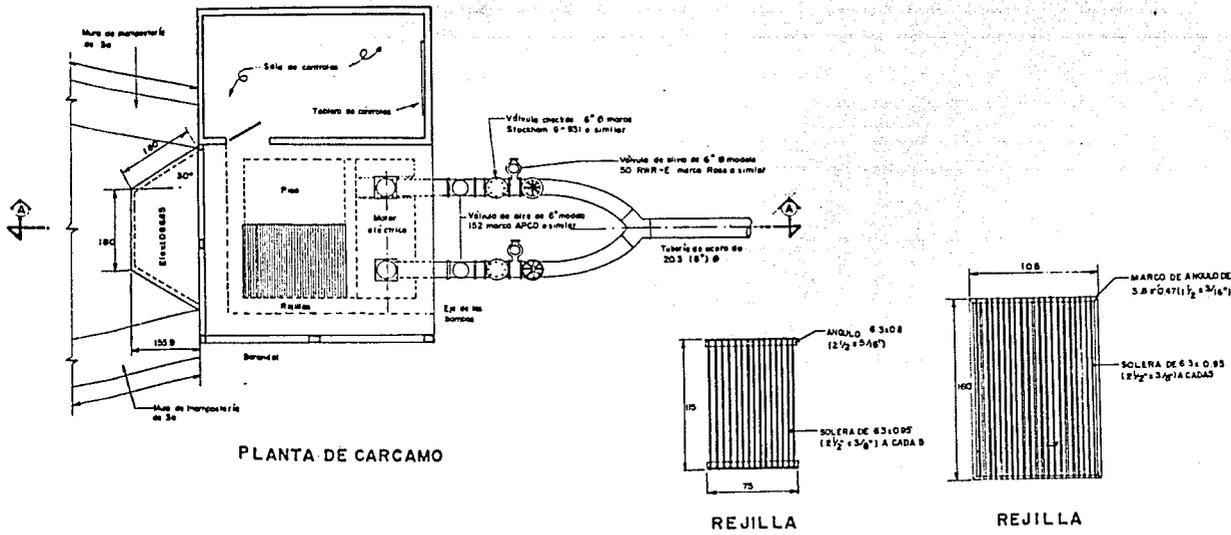
DATOS DE CURVAS								
Curva No.	ST	R	A	Lc	Pc	Pt	PT	
CAÑAL PRINCIPAL								
1	0	139	18.7	10.3	18.0	26.0	24.5	
2	18	27	84.0	18.0	64.5	78.2	75.4	
3	30	148	18.4	19.8	112.4	131.4	131.8	
4	30	178	18.6	19.3	168.2	189.2	204.8	
5	38	30	78.6	41.8	268.2	280.5	307.1	
6	40	88	70.1	88.2	358.1	373.1	403.3	
7	18	118	14.2	20.8	400.3	421.3	428.8	
8	18	48	16.2	29.0	528.0	524.8	528.8	
9	20	23	92.0	37.8	682.0	623.8	616.0	
10	18	28	60.0	18.7	868.0	881.8	884.3	
11	20	77	28.6	10.2	721.2	781.2	731.8	
12	20	84	14.0	18.1	838.8	828.8	827.8	
13	18	8	118.1	18.2	915.0	930.0	932.8	
14	8	28	29.1	127.8	84.2	968.8	1027.8	1032.0
15	8	8	63.1	10.3	1038.0	1118.0	1181.8	
16	14	20	88.8	24.8	1233.0	1247.8	1271.1	
17	28	27	84.0	18.8	1408.7	1421.7	1448.2	
18	10	37	30.2	18.8	1488.2	1478.8	1484.2	
19	18	30	21.2	28.8	1680.2	1688.2	1634.2	
20	18	33	48.8	22.2	1848.3	1880.3	1880.8	
CAÑAL LATERAL 0+735								
1	30	80	83.4	88.0	160.0	180.0	216.0	
2	30	38	81.0	49.4	283.0	283.0	332.4	
3	18	50	75.8	28.8	410.4	428.4	481.0	
4	40	28	98.0	80.2	503.0	523.0	623.2	
5	10	81	22.2	18.7	728.0	738.0	748.2	
6	31	18	140.0	28.2	838.2	848.2	847.8	
7	20	18	118.8	24.4	923.8	933.8	988.3	



LOCALIZACION

NOTAS: Aclaraciones en centímetros. Elevationes y elevaciones en metros.

UNAM
 ING TOPOGRAFICA Y GEODESICA
TESIS PROFESIONAL
 JOSE GPE LOZANO ROMERO
 PLANO TOPOGRAFICO



DATOS DE PROYECTO		
GASTO	0.08	m ³ /s
POTENCIA DE CADA BOMBA	50.0	H.P.
CARGA DE BOMBEO	12.65	m
DIAMETRO TUBERIA DE BOMBEO	0.203	m
DIAMETRO TUBERIA DE SUCCION	0.152	m
PERDIDAS	14.65	m

CORTE A-A

CORTE B-B

UNAM
 ING. TOPOGRAFICA Y GEODESICA
TESIS PROFESIONAL
 JOSE GPE LOZANO ROMERO
 PLANTA DE BOMBEO - ISN JUAN QUINTO CAZACA

C A P I T U L O VII.- CONCLUSIONES.

En la actualidad ha adquirido significancia el uso creciente de la fotografía aérea, así como la percepción remota para la recopilación de datos básicos; de ahí que en todas las actividades que incluyen la planeación, estudio, construcción y operación de proyectos hidráulicos, la fotogrametría y la fotointerpretación han participado en forma cada vez más intensa, debido a que acorta el tiempo y disminuye el costo de operación en el terreno, sin embargo, cabe destacar que no sustituyen totalmente las operaciones de campo, ya que para su realización es necesario establecer controles terrestres, tanto en el plano horizontal como en el vertical, así como el de llevar a cabo muestreos estadísticos para validar la información así obtenida.

En el Proyecto de Riego Agrícola de San Juan Cuititío, Oaxaca, la extinta Comisión del Río Balsas de la hoy Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, consideró conveniente, dado el objetivo del proyecto, las condiciones del terreno y su superficie, utilizar en su totalidad métodos directos de campo, siendo éstos efectuados a nivel preliminar.

En base a lo anterior, la información obtenida mediante este procedimiento, permitió diseñar las diferentes partes del proyecto.

En general podemos concluir que el conocimiento adecuado de la topografía, la geología, la hidrología, la ecología, la edafología, la climatología, el inventario forestal, los usos del suelo, los asentamientos humanos; combinados con

estudios sociales y económicos, aunados a las técnicas para detectar y mejorar las condiciones existentes, permitirá planear el aprovechamiento de los recursos disponibles en forma racional y equitativa por los habitantes de las comunidades y poblados beneficiados con este tipo de obras.

Por lo que se considera que la obra de riego que se pretende construir en la zona de San Juan Cuititío, puede acarrear beneficios a los ejidatarios del lugar, siempre que se lleven a cabo actividades tendientes a lograr una motivación social, buscando su cooperación y al mismo tiempo su sensibilización con el fin de poder vencer los posibles obstáculos que se presenten ante la obra por realizar. Estas actividades se pudieran enfocar a llevar a cabo campañas de alfabetización, de capacitación, el ofrecimiento de asistencia técnica agropecuaria, la adopción de la forma organizativa productiva más adecuada, para llevar a cabo programas agrícolas y ganaderos que les permitan alcanzar la auto suficiencia alimentaria y la comercialización de excedentes, etc.

Es conveniente hacer notar que ésto se logrará en la medida de la participación de las instituciones que se encuentran vinculadas con el sector rural y con la colaboración de los productores agrícolas.

BIBLIOGRAFIA

- Manuel Medina Peralta "Elementos de Astronomía de Posición ". Editorial Limusa.
- INEGI. XI Censos de Población y Vivienda de 1990.
- Ing. Fernando García Márquez. "Topografía Aplicada" Editorial Concepto, S. A.
- B Austin Barry. Topografía Aplicada a la Construcción" Editorial Limusa.
- Jesús Llamas Z. " Manual Práctico para Ajuste de Aparatos Topográficos"
- Ing. Ricardo Toscano. "Métodos Topográficos". Editorial Porrúa.
- Montes de Oca "Topografía" Editorial Alfa Omega.
- Ing. Sabro Higashida Miyabara. "Topografía General". México.
- S.R.H. Comisión del Río Balsas. "Estudios Realizados en la Región de la Mixteca Oaxaqueña".
- S.R.H. "Lineamientos generales para cálculo de Canales." México.
- U.N.A.M. "Anuario del Observatorio Astronómico Nacional" México 1977.
- Ray K. Linsley, Joseph B. Franzini. "Ingeniería de los Recursos Hidráulicos"
- Ven Te Chow. "Hidráulica de los Canales Abiertos"
- George E. Russell. "Hidráulica"
- Depto. de Agricultura de U.S.A. "Plantas de Bombeo para Riego". Editorial Diana.