

UNIVERSIDAD NACIONAL

AVENIDA

AL Pasante señor FORTINO JAIME VALENCIA CUELLAR,
P r e s e n t e .

210

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Raúl Flores Berrones, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniería CIVIL.

"UTILIZACION DE UNA TECNOLOGIA ADECUADA EN LA CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES"

- I. Introducción.
- II. Especificaciones para el proyecto geométrico.
- III. Estudio de las alternativas existentes.
- IV. Análisis de costos.
- V. Construcción y manejo de la tecnología adecuada.
- VI. Conclusiones.

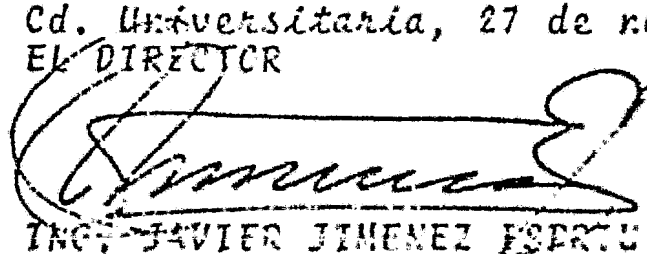
Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, 27 de noviembre de 1980

EL DIRECTOR



ING. JAVIER JIMENEZ ESPERTO

De: [Handwritten signature]



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

INTRODUCCION	1
1. ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO GEOMETRICO	4
2. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION	8
2-1. Empleo de maquinaria	9
2-2. Uso intensivo de mano de obra	11
3. ANALISIS DE COSTOS	13
3-1. Cálculo del costo directo/km. con maquinaria	15
3-2. Cálculo del costo directo/km. con mano de obra	26
4. CONSTRUCCION Y MANEJO DE LA TECNOLOGIA ADECUADA EN CIERTAS REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA	38
4-1. Procedimientos de construcción con el uso de escrepas	39
4-2. Procedimientos de construcción con equipo agrícola	40
4-3. Procedimientos de construcción de empedrados	42
4-4. Procedimientos de construcción en el sureste de México	44
5. CONCLUSIONES	56
APENDICE	59
BIBLIOGRAFIA	61

INTRODUCCION

A nadie escapa la importancia que para cualquier país tiene una correcta comunicación vial, para hacer posible el movimiento rápido y oportuno de los bienes y servicios, la apertura al cultivo de nuevas áreas, la explotación de sus recursos, abrir nuevos mercados, mejorar los niveles de vida de la población y convertirla en elemento activo y participante en la dinámica del progreso nacional. Todos estos factores constituyen un buen índice del grado del desarrollo de un país.

En 1972, la S.O.P. (Secretaría de Obras Públicas) implantó el Programa de Caminos de Mano de Obra, con la aplicación de una tecnología intermedia. Para ello, estructuró la estrategia de planeación de caminos alimentadores; en la que además de considerar los factores mencionados, también el que muchas carreteras o grandes tramos de ellas tenían volúmenes de tránsito inferior a los considerados en su proyecto a pesar de haber transcurrido largo tiempo de encontrarse en servicio, y por otra parte las brechas existentes a esa época proporcionaban a miles de poblados una precaria comunicación, sólo en determinadas épocas del año. Lo anterior hizo necesario reorientar los criterios de proyecto y de construcción de la infraestructura vial en el reglón de caminos, aprovechando las brechas existentes para ajustarlas a las especificaciones acordes a las demandas de tránsito.

En el caso de México, aunque está latente el logro de un proceso de desarrollo obtenido mediante una industrialización acelerada, se tiene la necesidad de utilizar sistemas dependientes de nuevas tecnologías, que de ninguna manera se identifiquen con las reservas y sectores productivos existentes.

Con la utilización de una tecnología importada, que impone el empleo preponderante de bienes de capital y economizadora de mano de obra, se presentan en consecuencia, incrementos de los desequilibrios económicos y sociales y sobre todo, se traduce esa situación en una dependencia tecnológica, financiera, comercial y cultural respecto de los países que importamos tecnología. Todo ello influye indudablemente en el aumento de los fenómenos de desempleo y subempleo, provocados también por la concentración de ingresos, por el elevado incremento demográfico. Por lo que el " uso de una tecnología adecuada en la construcción de Caminos Rurales ", es sumamente importante en el marco económico de nuestro país.

Cabe señalar que el término de tecnología adecuada o apropiada que se menciona, se refiere a aquella que utiliza herramientas, maquinaria y técnicas para resolver problemas locales de nivel medio pertenecientes al campo de la ingeniería.

Los procedimientos constructivos rurales, en apariencia hacen retroceder a la ingeniería en cuanto al avance técnico, remitiéndola a la época en que se trabajaba rudimentariamente; por desconocimiento de las máquinas o de los métodos adecuados para emplearlos. No obstante ésta tecnología han hecho posible modificar conveniente las especificaciones y adecuar métodos de construcción para que los caminos se construyan de acuerdo con las características realmente necesarias, para el tránsito que los utilizará.

En este trabajo se presenta la secuencia en que se llegaron a establecer las especificaciones de construcción de Caminos Rurales, se analizan las alternativas empleadas (la del uso de maquinaria y la del empleo de mano de obra), para ello se señalan las técnicas y tecnologías adecuadas -

que tratan de optimizar el uso de nuestros recursos disponibles en las vías de comunicación, con ejemplos de tecnologías desarrolladas en el sureste de México. Finalmente se dan las conclusiones con el objeto de aportar los fundamentos, para la adecuada toma de decisiones.

CAPITULO I

I. ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO GEOMETRICO.

Las especificaciones de construcción para los Caminos Rurales, se han dictado en función directa de la economía de su construcción y del objetivo básico de que esas vías de comunicación sean transitables en todas las épocas del año.

Los valores para establecer las principales características geométricas, que normen el proyecto del camino, están en función de:

1-1 El tránsito diario promedio anual (TDPA) de hasta cien vehículos por día.

Se considera como vehículo de proyecto, el BE-450, representativo de los vehículos C2, este tipo corresponde a los camiones de 2 ejes y 6 ruedas que pueden considerarse como los que transitan con más frecuencia en los caminos rurales.

1-2 Las características topográficas del terreno por donde se aloja el camino, las cuales definen tres tipos:

Plano

Lomerío

Montañoso

1-2.1 Terreno Plano.- Aquel cuyo perfil acerca pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.

1-2.2 Terreno Lomerío.- Aquel cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión de elevación y depresión de corta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 10 por ciento y cinco por ciento.

1-3.3 Terreno montañoso.- Terreno que tiene pendiente transversal mayor del 8% y cinco o más accidentes topográficos notables.

Con base en las especificaciones geométricas de construcción se propone un camino de terracería para alojar un carril de circulación, considerando como normas básicas para su proyecto, las resumidas en la Tabla I-1.1

El grado máximo de curvatura tiene un valor de carácter limitativo y por lo tanto su utilización debe restringirse por que llevaría a proyectos de baja calidad; no debe olvidarse que los costos crecen, entre otros factores con el incremento de los radios de curvatura, por lo que de las opciones de trazo, se elige aquella que sin elevar los costos de construcción, permita aplicar menores grados de curvatura, tomando para el proyecto las recomendadas en la Tabla I-1.2 obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$G_{\text{máx}} = \frac{146000(u + S_{\text{máx}})}{V^2}$$

$G_{\text{máx}}$ = Grado máximo de curvatura

u = Coeficiente de fricción lateral

$S_{\text{máx}}$ = Sobre elevación máxima

V = Velocidad del vehículo, en km/hr.

Si bien la pendiente máxima aceptada para terrenos montañosos es del 13% no se utiliza en una distancia superior a 60 m. A partir de pendientes mayores del 8% y a fin de evitar que los vehículos resbalen, sobre todo cuando la superficie de rodaje se encuentra húmeda o se trata de una zona blanda debe emplearse escombros o zapatas. En el Apéndice No.1 se muestran los tipos de accidentes transversales, especificando las distancias de curvatura y entre ellas las respectivas.

CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS PARA CAMINOS RURALES

TABLA I - I - I

CONCEPTO		UNIDAD	CAMINO TIPO "E"					
T.D.P.A.	EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	Veh/día	HASTA 100					
TIPO DE TERRENO	MONTANOSO							
	LOMERIO							
	PLANO							
VELOCIDAD DE PROYECTO		Km/h	30	40	50	60	70	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	30	40	55	75	95	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	-	-	-	-	-	
GRADO MAXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	7.5	
CURVAS	K	CRESTA	m/%	4	7	12	23	36
		COLUMPIO	m/%	4	7	10	15	20
VERTICALES	LONGITUD MINIMA		m	20	30	30	40	40
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9		7		-	
PENDIENTE MAXIMA		%	13		10		7	
ANCHO DE CALZADA		m	4.0					
ANCHO DE CORONA		m	4.0					
BOMBEO		%	3					
SOBREELEVACION		%	10					

GRADO MAXIMO DE CURVATURA

TABLA I- 1.2

VELOCIDAD DE PROYECTO Km/h	COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL	SOBREELEVACION MAXIMA m/m	GRADO MAXIMO DE CURVATURA CALCULADO grados	GRADO MAXIMO DE CURVATURA PARA PROYECTO grados
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5

CAPITULO II

II. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION.

Establecidas las especificaciones de construcción primordiales de los Caminos Rurales, con la recomendación que antes de construir caminos nuevos se aprovechen las brechas existentes a fin de mejorar sus condiciones de transitabilidad, y analizadas además las condiciones de subempleo y desempleo de los campesinos en el medio rural, es necesario decidir acerca de la tecnología más adecuada que considere en cada caso, las condiciones particulares de cada camino, las de la zona donde se encuentre localizado y además que tome en cuenta, desde luego los recursos materiales y humanos destinados a la realización de la obra.

Son dos alternativas que se deben analizar; la tradicional, con el empleo de equipo de construcción y otra que utilice en forma intensiva, la fuerza de trabajo excedente en el área rural.

Existe desde luego la que constituiría una combinación de estos dos extremos, aunque en realidad esta combinación no se ha establecido y aplicado aún de manera óptima. En esta parte se analizará con cierto detalle los pros y contra de cada una de las dos tecnologías tradicionales.

Debe aclararse que si bien es cierto que las condiciones del camino - por lo general - varían diferente si se aplica una u otra tecnología se puede suponer que para objeto de análisis los materiales de construcción (cemento, diquecito, materiales de terracería, materiales de banco, etc.) son en todos casos los mismos.

2-1 Empleo de maquinaria.

El empleo de equipo se justifica, cuando los volúmenes por mover en un determinado camino son fuertes, cuando la clasificación de los materiales - lo requiera, cuando la premura del tiempo para terminar la obra dentro de - un cierto límite lo impone.

Por lo general el uso de la maquinaria en la construcción requiere de la siguiente secuencia: renta, adquisición, acondicionamiento de la misma, traslado al lugar de la obra, operación y mantenimiento. Teniendo cada una el significado siguiente:

La renta de maquinaria generalmente se efectúa en términos del tiempo empleado y su uso debería justificarse en este caso cuando precisamente se tiene la certeza de que se utilizará por un periodo redituable.

De manera semejante, cuando se hace la adquisición de una maquinaria - nueva, debe asegurarse su utilización por un tiempo efectivo de trabajo que permita cubrir los intereses y los pagos respectivos.

Para el traslado de la maquinaria al lugar de la obra, generalmente se requiere de vehículos especiales y desde luego ello significa un cierto costo y un tiempo determinado que es necesario tomar en cuenta en los progra - mas de iniciación.

Cuando el acceso a la zona es accidentado, ambos terminos (costos y - tiempo) se incrementan de manera significativa; sin embargo para grandes - movimientos de tierra a una longitud de kilometros grande por construir, - estos terminos pasan a ocupar un lugar secundario en el analisis global de los costos.

En lo que se refiere a la operación, se requiere el empleo de un operario especializado en el manejo de la maquinaria en cuestión.

En cuanto al mantenimiento del equipo, por lo general se requiere también de personal especializado y de la compra de refacciones al lugar donde se adquirió el equipo. En este renglón es muy importante no olvidar que mientras no esté en operación dicho equipo, se tendrán pérdidas por amortización y almacenamiento.

Resumiendo, se puede establecer que esta tecnología puede tener considerables ventajas sobre la de uso de mano de obra, en cualquiera de las circunstancias siguientes:

a) Cuando el periodo requerido para ejecutar la obra es relativamente muy corto y la longitud del camino es grande (del orden de 40 km. o mayor)

b) Cuando los volúmenes de material por mover son muy grandes (mayores de $6,000.00 \text{ m}^3/\text{km.}$) y resultan los cortes muy difíciles de atacar con mano de obra; este puede ser el caso de tener un camino en un terreno muy accidentado o escarpado.

c) No existe suficiente mano de obra disponible en la región donde se construirá el camino.

d) En terreno virgen, cuando las características topográficas primordialmente sean de lomerío fuerte y/o montañoso, con grandes movimientos de tierra (mayores de $6,000.00 \text{ m}^3/\text{km.}$)

e) Cuando en la clasificación pedregal de terracerías o revestimientos prevalece el material "B" (zona suelta) y/o se maneja en proporción alta con el material "C" (zona fija).

3-2 Mano de obra intensiva

La alternativa de utilizar mano de obra intensiva en la construcción de caminos rurales, se debe a los factores siguientes:

En primer término, a las características geométricas de los caminos:

4.00 mts. de ancho de corona para un carril de circulación, bajas pendientes (10% máximas), en tramos inferiores a 60 metros de longitud, y bajos volúmenes de terracerías (entre 3,000 y 5,000 m³/km.).

Así también, los bajos salarios del campo, en un país como México, plantean la posibilidad de hacer competitiva la mano de obra y las máquinas en la construcción de este tipo de caminos.

Los caminos rurales responden a volúmenes de tránsito (hasta 100 vehículos de tráfico diario promedio anual y velocidades bajas de 30 a 70 km/h) con la característica de ser transitables en cualquier época del año. Esta amplitud de criterio para fijar las especificaciones, no requiere de una técnica depurada, que demande mano de obra altamente especializada.

Pudiera cuestionarse que el uso intensivo de mano de obra arroje resultados de baja calidad, en comparación con los que pudieran obtenerse con el empleo de maquinaria. Sin embargo, los resultados obtenidos son satisfactorios para el servicio a que se les destina.

Es de notarse también, que las características de la maquinaria de construcción, exigirían que muchos caminos se proyectaran innecesariamente de un ancho mayor. Esto traería como consecuencia, el incremento de los costos de mant. ambiente para conservarlo en buenas condiciones de transita-

Otro factor en favor de la alternativa uso intensivo de mano de obra, es el de contribuir a la reducción del subempleo o desempleo en el medio rural, proporcionando una demanda económica adicional a las labores habituales.

Para lograr la comunicación a todos los núcleos de población en un plazo razonable, se antoja como una alternativa de más amplia aplicación, el empleo masivo de mano de obra ya que permite que los frentes de trabajo se multipliquen, ahorrando períodos de ejecución. Con el uso de maquinaria esto no sería posible, ya que se tendría que adquirir en el extranjero mayor cantidad de equipo al existente en el país y la inaccesibilidad al destino de los caminos, haría difícil el traslado del equipo a otro frente.

El análisis de costos obtenidos para diferentes regiones del país ha llevado a la conclusión de que esta tecnología debe ser definida para cada caso particular. Si se desea consignar una generalidad se puede anotar lo siguiente:

a) Terracerías. Conviene usar mano de obra, cuando no se rebasen los 5,000 m³/Km. Se encuentra ubicado el camino en terreno plano o lomerío, y no más del 50% de su longitud en terreno montañoso y que en su clasificación petrográfica no predominan los materiales B y/o C.

b) Obras de drenaje. Se emplea invariablemente la mano de obra, con el apoyo de camiones en los acarreos de material de construcción.

c) Revestimiento. En la extracción y carga de material de revestimiento, es conveniente usar equipo y camiones en su transportación. En el extendido y alineamiento, es recomendable la mano de obra.

CAPÍTULO III

III ANÁLISIS DE COSTOS

Resulta claro que el análisis de costos constituye el elemento primordial en las decisiones que se toman durante el estudio, proyecto y ejecución de las obras, este estudio permite elegir la tecnología constructiva más conveniente desde el punto de vista meramente financiero.

Para la elaboración del análisis de costos es necesario reflexionar acerca de numerosos conceptos; los rendimientos a considerar, el grado en que será posible seguir las Especificaciones Generales de Construcción (SAHOP), la distancia de acarreo al almacén o los fletes por considerar y las distancias promedio para el transporte hasta el lugar de la obra.

El análisis de costos tiene por objeto evaluar todos los elementos que intervienen en la realización de los trabajos y comparar los resultados obtenidos a fin de ratificar o rectificar los procedimientos de construcción.

Un factor fundamental en el análisis de costos es el Precio Unitario, que en el caso de los Caminos Rurales, es la suma de los Costos Directos y de los Costos Indirectos.

Costos Directos. Son aquellos que incluyen el total de las erogaciones que en forma directa son indispensables para ejecutar una obra cuyos elementos principales son mano de obra, materiales y equipo.

Costos Indirectos. Son aquellos que no están incluidos en los costos directos, pero que gravan en cada uno de los conceptos de trabajo, son proporcionales por lo general al porcentaje y por la organización fijada.

En el presente trabajo se analizará el Costo Directo por kilómetro de mejoramiento de una brecha prototipo, sin el empleo de maquinaria y por otro lado con la tecnología de mano de obra.

En el Apéndice No. 2 se presentan los cálculos de los salarios reales y costos horarios de la maquinaria empleada en el análisis.

Tomando en cuenta la constante variación de nuestra moneda, se considerarán no actualizados los salarios, precios de adquisición de los materiales y los costos horarios del equipo empleado. Ya que éstos solo se emplean con el fin de ejemplificar los procedimientos de construcción en las dos tecnologías ya descritas.

3-1 CÁLCULO DEL COSTO DIRECTO/HA. CON MAQUINARIA.

Se considera una brecha prototipo de 10 km. con las características -- siguientes:

- Tipo de vegetación predominante:

Selva o bosque	15%
Monte de regiones áridas o semiáridas	50%
Cultivo o pastizales	35%

- Tipo de terreno:

Plano	20%
Lomerío	50%
Montañoso	30%

- Clasificación del material:

Material "A"	30%
Material "B"	50%
Material "C"	20%

- Cantidad de obra aproximada por kilómetro:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CANTIDAD DE OBRA</u>	
A TERRACERIAS		
a-1 Desmonte	0.80	Ha.
a-2 Cortes	936	m ³
a-3 Sobrecarros	6,552	m ³ - 3 est.
a-4 Terraplén	3,120	m ³
B OBRAS EN DRENAJE		
b-1 Zanjas	50	m ³
b-2 Drenos	10	m ³

b-2 Bollas	25	m ³
b-4 Muebles	28	m ³
C. ENTERRAMIENTO		
c-1 Extracción	645	m ³
c-2 Carga de material	750	m ³
c-3 Acarreo	750	m ³
c-4 Tendido	750	m ³

A TERRACERIAS

Costo de producción de las actividades:

a-1 Desmorte.- Teniendo la clasificación de la vegetación se procede a ejecutar este tipo de trabajo con el equipo adecuado.

a-1.1 Desmorte con tractor.

Tractor Komatsu D155 A-1 con bulldozer

Rendimiento promedio 0.3 Ha/hr.

Costo horario \$ 3,147.00/hr.

Costo de producción $\$ \frac{3,147.00/\text{hr.}}{0.3 \text{ Ha/hr.}}$ \$ 10,490.00/Ha

a-1.2 Mano de obra: "Limpia y quemar"

Se necesitan cuatro peones cortando árboles grandes, juntando y quemando. Rendimiento = 0.3 Ha/hr.

Tiempo obs. = (5 horas/diario) 0.75 = 6 horas

Costo por mano de obra = $\frac{6 \times \$ 431.20/\text{día}}{0.3 \text{ Ha/hr.}}$ \$ 950.20/hr.

a-1.3 Derrama

Costo por hora = $\$ 300.00/\text{hr.}$

Costo total = $\$ 11,440.00/\text{Ha}$

a-2 Costos:

Hay que utilizar: un tractor Hyster D115 A-1 para excavación y remover el material a 40 metros, un compresor de 800 pies cúbicos/min., con 6 pistolas para barrer.

a-2.1 Costo por el tractor:

Rendimiento del tractor para excavación y empuje = 100 m³/hr.

Costo de producción del tractor = $\$ \frac{3,147.00/\text{hr}}{100 \text{ m}^3/\text{hr.}}$ $\$ 31.47/\text{m}^3$

a-2.2 Costo de producción del compresor:

Rendimiento, con 4 pistolas en metros lineales de cuele = 24 ml/hr.

Costo horario $\$ 886.40/\text{hr.}$ del compresor

Rendimiento por pistola mediana de piso CP-69 = 32 m. de cuele/turno:

rendimiento horario del compresor con 4 pistolas = $\frac{4 \times 32}{8} = 16 \text{ m/hr.}$

como se tiene que barrenar prácticamente a moneo, se formará una cuadrícula de 1 m. de separación, lo que da un rendimiento de:

$R = 16 \text{ m/hr.} \times 1.0 \times 1.0 = 16 \text{ m}^3/\text{hr.}$ tomando en cuenta que el suelo tiene un 20% de material "C"

Costo de producción del compresor: $\$ \frac{886.40/\text{hr} \times 0.20}{16 \text{ m}^3/\text{hr.}}$ $\$ 11.00/\text{hr.}$

a-2.3 Costo por cuatro pistolas:

Costo horario por pistola: $\$ 131.29/\text{hr.}$

Costo de producción por 4 pistolas: $\$ \frac{131.29/\text{hr} \times 4.0 \times 0.20}{16 \text{ m}^3/\text{hr.}}$ $\$ 6.56/\text{hr}$

a-2.4 Costo de materiales para barrenación:

Dinamita extra al 40% = $0.5 \text{ kg/m}^3 \times \$ 170/\text{kg} \times 0.20$ $\$ 17.0/\text{m}^3$

Cañuela $1.5 \text{ m}^3 \times \$ 1.5/\text{m} \times 0.20$ $\$ 2.4/\text{m}^3$

Alfileros $1.0 \text{ m}^3 \times \$ 7.1/\text{m} \times 0.20$ $\$ 0.9/\text{m}^3$

Costo por materiales:

$\$ 19.3/\text{m}^3$
 $\$ 29.7/\text{m}^3$

Costo de producción del compresor:

a-3 Sobrecarros.

Equipo de alado; Motocorriente Cat. 621-E

a-1.1 Datos par motocorriente:

Costo horario \$ 3,990.41/hr. de las graficas de producción del Manual

Caterpillar paga. II-20 y II-21 tenenos:

Tiempos:

Viaje Cargado	0.5 Min.
Viaje Vacio	0.4 Min.
Tiempo del ciclo	0.9 Min. con eficiencia del 100%.

No se incluyen tiempo de carga, descarga, aceleración. Se supuso 6% de pendiente; incluyendo la resistencia al rodamiento.

Ciclos/hora = $60 \text{ min} / 0.9 \text{ min.} = 66.7 \text{ c/hr.}$

Producción teorica = $\frac{18 \text{ yd}^3 \times 0.76}{1.25 \text{ (abund)}} = 10.9 \text{ m}^3$

$66.7 \text{ c/hr.} \times 10.9 \text{ m}^3 = 727 \text{ m}^3 \text{ c/hr.}$

Se considera el 50% de eficiencia por:

Pendientes.

Retardación en las bajadas.

Calidad del operador.

Patinaje por tracción insuficiente.

Tiempos perdidos durante los recorridos.

Producción real: $727 \text{ m}^3 \text{ c/hr.} \times 0.50 \text{ efic.} = 363 \text{ m}^3 \text{ c/hr.}$

Costo de producción = $\$ \frac{3,990.41/\text{hr.}}{363 \text{ m}^3 \text{ c/hr.}} = \$ 10.93/\text{m}^3$

Costo por estación = $\$ \frac{10.93/\text{m}^3}{5} = \$ 2.17/\text{m}^3$

Costo de producción a una estación:

\$ 6.50/m³

4-1. Terraplén.

Equipo: tractor Komatsu D155 A-1 con un máximo de acarreo de 40 mts.

Rendimiento = 130 m³/hr.

Costo de producción por terraplén = \$ $\frac{3,127.00}{130 \text{ m}^3/\text{hr.}}$ = \$ 24.20/m³

Afinamiento: rendimiento de una motoconformadora 120-B = 100 m³/hr.

Costo horario = \$ 1,961.91/hr.

Costo de producción por afinamiento = \$ $\frac{1,961.91/\text{hr.}}{100 \text{ m}^3/\text{hr.}}$ = \$ 19.62/m³

Costo de producción de terraplén \$ 43.82/m³

B OBRAS DE DRENAJE.

Las obras de drenaje se realizan con mano de obra, razón por la cual - el análisis es el mismo tanto para la tecnología de mano de obra, como con la tecnología con maquinaria.

Del análisis 4-2.B se tiene:

b-1 Excavaciones.

Costo de producción \$ 320.00/m³

b-2 Colocación y armado.

Costo de producción \$4,287.00/m³

b-3 Rellenos.

Costo de producción \$ 226.00/m³

b-4 Mantenimiento.

Costo de producción \$1,001.70/m³

3 REVESTIMIENTO.

c-1 Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios.

En material "B" (topógrafa calicheas, abundamiento 1.30)

Costo horario del tractor Komatsu D155 A-1 \$ 3,147.00/hr.

Rendimiento: extracción y apile 142 m³/hr.

$$\text{Costo de producción } \$ \frac{3,147.00/\text{hr.}}{142 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 22.16/\text{m}^3$$

c-2 Carga de revestimiento.

Costo horario cargador frontal Cat. 955 \$ 2,104.80/hr.

Rendimiento: ciclo 0.60 min.

$$\frac{(2 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 \times 60 \text{ min.})}{1.20 \text{ abund.} \times 0.60 \text{ min.}} \times 0.72 = 91.2 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Costo de producción } \$ \frac{2,104.80/\text{hr.}}{91.80 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 22.93/\text{m}^3$$

c-3 Análisis de los costos de acarreo de materiales.

Para su elaboración en los tres tipos de terreno (plano, lomerío y montañas) se considera el camión de volteo con las características siguientes

Capacidad	6 m ³
Costo horario activo	\$ 571.30/hr.
Costo horario inactivo	\$ 219.00/hr.

c-3.1 Terreno: Plano

Velocidad relativa promedio 30 km/hr.

El costo de acarreo (C.A.) en un terreno plano

$$C.A. = \frac{\text{Costo horario activo} + \text{Costo horario inactivo}}{\text{Velocidad relativa}} \times \text{Distancia}$$

Tiempo activo del camión.

Tiempo de recepción y vuelta	4.0 min.
Tiempo de acceso y vuelta	<u>2.0 min.</u>
Tiempo activo	6.0 min.

Tiempo inactivo del camión.

Carga: traxeave de $1\frac{1}{2}$ Yd³ = 1.14 m³

Ciclo de carga: 36 seg. = 0.6 min./ciclo ; $6.0 \text{ m}^3 / 1.14 \text{ m}^3 = 5$ ciclos

0.6 min./ciclo x 5 ciclos = 3.0 min.

Tiempo de carga: $3.0 \text{ min.} / 83\% = 3.6 \text{ min.}$

Tiempo de descarga: $\frac{1.0 \text{ min.}}{4.6 \text{ min.}}$

Costo por m³ primer kilómetro.

$$\frac{\$ 571.30/\text{hr.} \times 6 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} + \frac{\$ 219.00/\text{hr.} \times 4.6 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} = \$ 10.10/\text{m}^3$$

Costo acarreo kilómetros subsecuentes:

$$\frac{\$ 571.30/\text{hr.} \times 4 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} = \$ 6.35/\text{m}^3$$

c-3.2 Terreno: Lonerio

Velocidad máxima promedio = 20 km/hr.

Tiempo de recorrido en un kilómetro:

$$\text{T.R.} = \frac{1 \text{ km.}}{20 \text{ km/hr.}} \times 60 \text{ min/hr.} = 3 \text{ min.}$$

Tiempo activo del camión.

Tiempo de recepción y vuelta	6.0 min.
Tiempo de acceso y vuelta	<u>2.0 min.</u>
Tiempo activo	8.0 min.

Tiempo inactivo del camión.

Carga: traxova $1 \frac{1}{2} \text{ y } 1^3 = 1.14 \text{ m}^3$

Tiempo de carga traxova	3.6 min.
Tiempo de descarga	1.0 min.
Tiempo inactivo	<u>4.6 min.</u>

Costo por m^3 primer kilómetro

$$\$ \frac{571.30/\text{hr.} \times 8 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} + \$ \frac{219.00/\text{hr.} \times 4.6 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} = \$ 15.50/\text{m}^3$$

Costo de acarreo kilómetros subsecuentes

$$\$ \frac{571.30/\text{hr.} \times 6 \text{ min.}}{6 \text{ m}^3 \times 60'/\text{hr.}} = \$ 9.50/\text{m}^3$$

c-3.3 Terreno: Montañoso.

Velocidad máxima promedio 15 km/hr.

Tiempo de recorrido en un kilómetro

$$T.R. = \frac{1 \text{ km.}}{15 \text{ km/hr.}} \times 60 \text{ min/hr.} = 4 \text{ min.}$$

Tiempo activo del camión.

Tiempo de recorrido ida y vuelta	8 min.
Tiempo de acomodo y vuelta	2 min.
Tiempo activo	<u>10 min.</u>

Tiempo inactivo del camión.

Carga: traxova $1 \frac{1}{2} \text{ y } 1^3 = 1.14 \text{ m}^3$

Tiempo de carga traxova	3.6 min.
Tiempo de descarga	1.0 min.
Tiempo inactivo	<u>4.6 min.</u>

Costo por metro cúbico, primer kilómetro

$$\frac{\$ 212.30/\text{hr.} \times 10 \text{ min.} \times \frac{1}{60} \text{ hr.}}{1 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}} + \frac{212.30/\text{hr.} \times 4.5 \text{ min.}}{1 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}} = \$ 18.70/\text{m}^3$$

Costo por metro cúbico, kilómetros subsiguientes

$$\frac{\$ 121.30/\text{hr.} \times 2(4) \text{ min.}}{1 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}} = \$ 12.70$$

Resumiendo:

Acarreo de revestimiento a una distancia promedio de 5 kilómetros.

TOPOGRAFIA	CLASIFICACION	TARIFA	COSTO
Plano	0.20	\$ 35.50/m ³	\$ 7.10/m ³
Lomerío	0.50	\$ 53.50/m ³	\$ 26.80/m ³
Montañoso	0.30	\$ 69.50/m ³	\$ 20.85/m ³
Costo de producción de acarreo			\$ 54.75/m ³

c-4 Tendido, conformación y afinado.

Para un tramo de 500 m. con espesor promedio de 12.5 cm. y ancho de 4.5 m. dando un volumen aproximado de 281.25 m³.

c-4.1 Homogeneización (2 pasadas)

Costo horario neto conformación Cat. 120 B \$ 1,061.91/hr.

Volumen promedio orquilla = 0.3 m³

Velocidad promedio: 3.2 m/hr. = 3,200 m/hr.

$$3,200 \text{ m/hr.} \times 0.3 \text{ m}^3/\text{m.} = 960 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{menos } 10\% \text{ (vuelto)} \quad \frac{96}{10} \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$50' \text{ distancia} \quad 432 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\frac{281.25 \text{ m}^3}{432 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 0.65 \text{ hr.}$$

$$\text{Costo total} = 1,061.91 \times 0.65 = 690.24$$

c-4.2 Cuchillo (1.1 pasadas)

Volada promedio cuchilla: 0.4 m^3

$$3,200 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 0.4 \text{ m}^3/\text{r.} = 1,280 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\begin{array}{r} \text{menos 10\% volutas} \\ \hline 128 \\ \hline 1,152 \text{ m}^3/\text{hr.} \end{array}$$

$$50\% \text{ eficiencia} \quad 576 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\frac{281.25 \text{ m}^3}{576 \text{ m}^3/\text{hr.}} = 0.49 \text{ hr.}$$

$$2 \text{ pasadas} \times 0.49 \text{ hr.} = 0.98 \text{ hr.}$$

c-4.3 Conformación y afinado (0.5 de homogeneización)

$$0.5 \times 1.30 \text{ hr.} = 0.65 \text{ hr.}$$

$$\text{Suma: } 1.30 + 0.98 + 0.65 = 2.93 \text{ hr.}$$

$$\text{Costo } \$ \frac{1,961.91/\text{hr.} \times 2.93 \text{ hr.}}{281.25 \text{ m}^3} = \$ 20.40/\text{m}^3$$

Costo de producción conformación y afinado \$ 20.40/m³

COSTO DIRECTO TOTAL POR KILOMETRO CON MAQUINARIA

<u>A C T I V I D A D</u>	<u>CANTIDAD DE OTRA</u>	<u>COSTO DE PASO</u>	<u>IMPORTE</u>
A TERRACERIAS			
a-1 Desmante	0.8 Ha.	\$ 11,748.20/Ha.	\$ 9,398.60
a-2 Cortes	936 m ³	68.73/m ³	\$ 64,331.00
a-3 Sobreacarreo	6,552 m ³ - 3 est.	\$ 6.50/m ³	\$ 42,588.00
a-4 Formación de Terraplén	3,120 m ³	\$ 43.82/m ³	\$ 136,718.00
			<u>\$ 253,036.00</u>
B OBRAS DE DRENAGE			
b-1 Excavaciones	50 m ³	\$ 320.00/m ³	\$ 16,000.00
b-2 Colocación y armado	24 ml	\$ 4,287.00/ml	\$ 102,888.00
b-3 Relleno	25 m ³	\$ 226.00/m ³	\$ 5,650.00
b-4 Mamposterías	28 m ³	\$ 1,001.70/m ³	\$ 28,048.00
			<u>\$ 152,586.00</u>
C REVESTIMIENTO			
c-1 Extracción	645 m ³	\$ 22.16/m ³	\$ 14,293.00
c-2 Carga de Material	750 m ³	\$ 22.90/m ³	\$ 17,197.00
c-3 Acarreo	750 m ³	\$ 54.75/m ³	\$ 50,825.00
c-4 Termino	750 m ³	\$ 20.40/m ³	\$ 15,300.00
			<u>\$ 97,415.00</u>
Costo Directo total por kilometro con maquinaria			<u><u>\$ 453,036.00</u></u>

3-3 CÁLCULO DEL COSTO DIRECTO/HA. CON TECNOLOGÍA DE MANO DE OBRA

El canal tiene una línea proyectada de 10 km. de longitud, con las características siguientes:

- Tipo de vegetación predominante:

Selva o bosque	15%
Monte de regiones áridas o semáridas	50%
Cultivo o pastizales	35%

- Tipo de terreno:

Plano	20%
Lomerío	50%
Montañoso	30%

- Clasificación del material:

Material "A"	30%
Material "B"	50%
Material "C"	20%

- Cantidad de obra aproximada por kilómetro:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CANTIDAD DE OBRA</u>
A TERRACERIAS	
a-1 Desmante	0.80 Ha.
a-2 Cortes	936 m ³
a-3 Sobrecarreos	6,552 m ³ - 3 est
a-4 Terraplenes	3,120 m ³
B OBRAS DE DRENAJE	
b-1 Excavaciones	50 m ³
b-2 Colocación y armado	24 ml
b-3 Relleno	25 m ³
b-4 Sobrecarreo de materiales	
b-5 Mamposterías	28 m ³
C REVESTIMIENTO	
c-1 Mortero	445 m ³
c-2 Bloques de concreto	750 m ³
c-3 Acabados	750 m ³
c-4 Rejas	750 m ³

A. TIRADERIAS

Costo de producción de las actividades.

a-1 Desmonte:

Tipo de vegetación	Área x Rend. prom. (m ² /turno)	Rendimiento (m ² /turno)
Selva o bosque	0.15 x 70	10.5
Monte de regiones áridas	0.50 x 150	75.5
Cultivo o pastizales	0.35 x 250	87.5
Rendimiento:		<u>173.5 m²/turno</u>

Costo de producción por Desmonte: $\$ \frac{431.20/t}{173 \text{ m}^2/t} = \$ 2.50/m^2$

a-2 Corte.

a-2.1 Mano de obra en corte:

Material	Clasificación	Rend. prom. (m ³ /turno)	Rendimiento. (m ³ /turno)
A	0.30	5	1.50
B	0.50	3	1.50
C	0.20	1.7	0.34
Rendimiento:			<u>3.34 m³/turno</u>

Costo de producción: $\$ \frac{431.20/t}{3.34 \text{ m}^3/t} = \$ 129.00/m^3$

a-2.2 Mano de obra en barreración.

Como se tiene que barrerar prácticamente a mano, se formará una cuadrícula de 1.50 m. de separación, rendimiento de un peón= 11 v. de cuadrado por turno. Dado un rendimiento:

$$R = 11 \text{ v.} \times 1.50 \text{ m.} \times 1.50 \text{ m.} = 24.75 \text{ m}^2/\text{turno}$$

$$\text{Costo de producción: } \$ \frac{431.20/t}{24.75 \text{ m}^2/t} = \$ 17.42/m^2$$

a-2.3 Herramienta para barrenación.

$$\text{Costo de producción: } 0.020 \times \$ 17.42/\text{m}^3 = \$ 0.35/\text{m}^3$$

a-2.4 Materiales para barrenación.

- Dirección vertical del tal:

$$= 0.5 \text{ kg}/\text{m}^3 \times \$ 170/\text{kg} \times 0.20 = \$ 17.00/\text{m}^3$$

$$\text{- Cañuela: } 1.5 \text{ m}/\text{m}^3 \times \$ 8.0/\text{m} \times 0.20 = \$ 2.40/\text{m}^3$$

$$\text{- Fulminante: } \frac{1.2 \text{ Pza.}}{6.41 \text{ m}^3} \times \$ 7.0/\text{Pza} \times 0.20 = \$ 0.30/\text{m}^3$$

$$\text{Costo de producción: } \underline{\$ 19.70/\text{m}^3}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de producción en Cortes: } & \$ 129.00/\text{m}^3 + \$ 17.42/\text{m}^3 + \$ 0.35/\text{m}^3 \\ & + \$ 19.70/\text{m}^3 = \$ 166.50/\text{m}^3 \end{aligned}$$

a-3 Sobreacarreos.

Acarreo hasta una distancia de 60 m. en carretilla:

$$\text{Costo de producción} = \$ \frac{431.20/\text{turno}}{8.5 \text{ m}^3/\text{turno}} = \$ 51.00/\text{m}^3$$

$$\text{Herramienta: } 0.03 \times \$ 51.00/\text{m}^3 = \underline{\$ 1.50/\text{m}^3}$$

$$\text{Costo de producción por Sobreacarreos: } \underline{\$ 52.50/\text{m}^3}$$

a-4 Formación de terraplén.

Formación de la parte de los terraplenes construida con material a volteo, se considera un rendimiento de 7 m³/turno.

$$\text{Costo de producción: } \$ \frac{431.20/\text{turno}}{7 \text{ m}^3/\text{turno}} = \$ 61.60/\text{m}^3$$

Afinamiento, considerando un rendimiento de 5 m³/turno.

$$\text{Costo de producción: } \$ \frac{431.20/\text{turno}}{5 \text{ m}^3/\text{turno}} = \$ 72.00/\text{m}^3$$

$$\text{Costo de producción en terraplén: } \underline{\$ 133.60/\text{m}^3}$$

2. COSTO DE MATERIALES

b-1. Excavaciones para estructuras a cualquier profundidad de acuerdo a su especificación.

b-1.1 Material A

Excavación y carga a carretilla: $\frac{1 \text{ peón} + 0.025 \text{ cabo}}{4 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 431.20 + 0.025 (\$ 504.00)}{4 \text{ m}^3} = \$ 111.00/\text{m}^3$$

Acarreo libre de 20 m.

$$\frac{\$ 431.20 + 0.025 (\$ 504.00)}{8 \text{ m}^3} = \$ 55.60/\text{m}^3$$

Herramienta: $0.04 (\$ 111.00 + \$ 55.60) = \$ 6.70/\text{m}^3$

Costo de producción: $\$ 173.50/\text{m}^3$

b-1.2 Material B

Excavación y carga a carretilla:

$$\frac{\$ 431.20 + 0.025 (\$ 504.00)}{2 \text{ m}^3} = \$ 222.00/\text{m}^3$$

Acarreo libre:

$$\frac{\$ 431.20 + 0.025 (\$ 504.00)}{7 \text{ m}^3} = \$ 63.40/\text{m}^3$$

Herramienta: $0.04 (\$ 222.00 + \$ 63.40) = \$ 11.42/\text{m}^3$

Costo de producción: $\$ 296.80/\text{m}^3$

b-1.3 Material C

Transporte: $\frac{\text{barretero} + \text{ayudante}}{2 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 504.00 + \$ 431.20}{2 \text{ m}^3} = \$ 467.60/\text{m}^3$$

Voladura: $\frac{\text{voladura} + \text{ayudante}}{2 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 504.00 + \$ 431.20}{2 \text{ m}^3} = \$ 467.60/\text{m}^3$$

Excavación, cemento y concreto libre, $\frac{1 \text{ m}^3 + 0.03 \text{ m}^3}{1.5 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 173.50 + 0.03 (\$ 296.80)}{1.5 \text{ m}^3} = \$ 129.00/\text{m}^3$$

Herramientas y mano de obra:

$$0.10 (\$ 104.00/\text{m}^3 + \$ 296.00/\text{m}^3) = \$ 40.00/\text{m}^3$$

$$\text{Costo de producción: } \$ 455.60/\text{m}^3$$

Costo según clasificación:

MATERIAL	CLASIFICACION	PRECIO	COSTO
A	0.30	\$ 173.50/m ³	\$ 52.00/m ³
B	0.50	\$ 296.80/m ³	\$ 148.40/m ³
C	0.20	\$ 455.60/m ³	\$ 91.10/m ³
Costo de producción por Excavaciones:			\$ 291.50 /m ³

b-2 Colocación y armado.

Alcantarilla circular de lámina corrugada de acero galvanizado de 90 cm. de diámetro, calibre 12, 75.9 kg.

Accondicionamiento de la superficie, colocación y armado:

$$\frac{1 \text{ cabo} + 4 \text{ pecas}}{13 \text{ ml}} =$$

$$\frac{\$ 504.00 + 4 (\$ 431.20)}{13 \text{ ml}} = \$ 171.45/\text{ml.}$$

$$\text{Herramientas: } 0.03 \times \$ 171.45/\text{ml.} = \$ 5.15/\text{ml.}$$

$$\text{Costo mano de obra } \$ 176.60/\text{ml.}$$

$$\text{Costo del tubo } \$ 110.47/\text{ml.}$$

$$\text{Costo la publicación de clasificación } \$ 227.00/\text{ml.}$$

b-3 Colocar la alcantarilla, con material depositado al fondo de la alcantarilla.

Excepción y carga de arrastre: $\frac{1 \text{ camión} + 0.025 \text{ carga}}{4 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 481.00 + \$ 504.00 (0.025)}{4 \text{ m}^3} = \$ 111.00/\text{m}^3$$

Armas 15 m. a 20 m.

$$\frac{\$ 481.00 + \$ 504.00 (0.025)}{7.5 \text{ m}^3} = \$ 59.17/\text{m}^3$$

Relleno y compactación al 85%

$$\frac{\$ 481.00 + \$ 504.00 (0.025)}{9 \text{ m}^3} = \$ 49.30/\text{m}^3$$

Herramienta:

$$0.03 (\$ 111.00 + 59.17 + 49.30) = \$ 6.60/\text{m}^3$$

Costo de producción en Relleno: $\$ 226.00/\text{m}^3$

b-4 Sobreacarreos de materiales.

Sobreacarreos para piedra y arena hasta una distancia de 10 km. sobre la brecha, con un camión de volteo de 6 m^3 de capacidad. Costo =

$$\frac{\$ 650.90/\text{hr} \times 1 \text{ km} \times 2 \times 1.25 \text{ abund.}}{20 \text{ km/hr} \times 6 \text{ m}^3 \times 1 \text{ km.}} = \$ 13.60/\text{m}^3\text{-km.}$$

Sobreacarreos del agua sobre la brecha con pipa sobre camión F-6 de 6 m^3 de capacidad. Costo =

$$\frac{\$ 695.53/\text{hr} \times 1 \text{ km.} \times 2}{15 \text{ km/hr.} \times 6 \text{ m}^3 \times 1 \text{ km.}} = \$ 15.45/\text{m}^3\text{-km.}$$

b-5 Mampostería de 3a. clase a cualquier altura, con mortero y piedra obtenida de cortos.

Mampostería: $\frac{1 \text{ oficial albañil} + 1 \text{ peón}}{3 \text{ m}^3} =$

$$\frac{\$ 504.00 + \$ 451.00}{3 \text{ m}^3} = \$ 311.70/\text{m}^3$$

Armas: $\frac{1 \text{ arma} + 0.025 \text{ carga}}{3 \text{ m}^3} = \$ 111.00/\text{m}^3$

Mortuienta:

$$0.06 (\$ 311.70 + \$ 124.00) = \$ \underline{30.30/m^3}$$
$$\text{Costo de mano de obra:} \quad \$ 490.30/m^3$$

Acarreo de piedra a una distancia de 5 km.

$$\text{Precio de acarreo} \quad \$ 13.60/m^3\text{-km.} \times 5 \text{ km.} = \$ 68.00/m^3$$

Mortero:

Para mamposterías de tercera clase deberán de considerarse (300) litros de mortero por metro cúbico de mampostería.

Cantidades para elaborar 0.300 m^3 de mortero.

CEMENTO	ARENA	AGUA
kg/m ³ de mamp.	m ³ /m ³ de mamp.	m ³ /m ³ de mamp.
85.65	0.37	0.07

Acarreo de arena	\$ 13.60/m ³ -km. x 0.37 x 5 km.	\$ 25.16/m ³
Acarreo de agua	\$ 15.45/m ³ -km. x 0.070 x 5 km.	\$ 5.40/m ³
Precio de cemento	\$ 4,800.00/ton x 0.086 ton/m ³	\$ 412.80/m ³
Costo del mortero:		\$ 443.40/m ³

Costo de producción para Mamposterías:

$$= \$ 490.30/m^3 + \$ 68.00/m^3 + \$ 443.40/m^3 = \$ 1001.70/m^3$$

Herramienta:

$$0.06 (\$ 311.70 + \$ 126.00) = \$ 36.30/m^3$$
$$\text{Costo de mano de obra: } \$ 490.30/m^3$$

Acarreo de piedra a una distancia de 5 km.

$$\text{Precio de acarreo } \$ 13.60/m^3\text{-km.} \times 5 \text{ km.} = \$ 68.00/m^3$$

Mortero:

Para mamposterías de tercera clase deberán de considerarse (300) litros de mortero por metro cúbico de mampostería.

Cantidades para elaborar 0.300 m^3 de mortero.

CEMENTO

ARENA

AGUA

kg/m³ de mamp.

m³/m³ de mamp.

m³/m³ de mamp.

85.65

0.37

0.07

Acarreo de arena \$ 13.60/m³-km. x 0.37 x 5 km. \$ 25.16/m³

Acarreo de agua \$ 15.45/m³-km. x 0.070 x 5 Km. \$ 5.40/m³

Precio de cemento \$ 4,800.00/ton x 0.086 ton/m³ \$ 412.80/m³

Costo del mortero: \$ 443.40/m³

Costo de producción para Mamposterías:

$$= \$ 490.30/m^3 + \$ 68.00/m^3 + \$ 443.40/m^3 = \$ 1001.70/m^3$$

C REVESTIMIENTO

c-1 Carga de revestimiento

MATERIAL	CLASIFICACION	REND. PROM.	RENDIMIENTO
B	1.0	3 m ³ /turno	3.0 m ³ /turno

$$\text{Costo de producción} = \$ \frac{431.20/\text{turno}}{3 \text{ m}^3/\text{turno}} = \$ 143.70/\text{m}^3$$

c-2 Carga de revestimiento

MATERIAL	CLASIFICACION	REND. PROM.	RENDIMIENTO
B	1.0	6 m ³ /turno	6 m ³ /turno

$$\text{Costo de producción} = \$ \frac{431.20/\text{turno}}{6 \text{ m}^3/\text{turno}} = \$ 72.00/\text{m}^3$$

c-3 Análisis de los costos de acarreos de materiales que formarán la capa de revestimiento con carga a mano.

Para su elaboración en los tres tipos de terreno (plano, lomerío y montañoso), se parte de los siguientes conceptos:

- Rendimiento por peón (tarea o turno) 6.0 m³
- Rendimiento por hora 1.0 m³
- Cuadrilla integrada por 6 peones
- Capacidad del canchón 6.0 m³
- Costo horario activo \$ 571.20
- Costo horario inactivo \$ 219.00

c-3.1 Terreno: Plano

Detalle del costo para el primer kilómetro

Volúmenes de trabajo:

Carga 20 m³/hr.

Revest. 30 m³/hr.

:

Tiempo:

Ataque: 1.0 min.

Avance por kilómetro:

$\frac{60' / \text{hr.}}{15 \text{ km/hr.}}$ 4.0 min.

Regreso: 2.0 min.

Tiempo activo: 6.0 min.

Tiempo inactivo:

Carga: $\frac{6 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}}{6 \text{ peones} \times 1 \text{ m}^3 / \text{hr.}}$ 60.00 min.

Descarga: 0.50 min.

Tiempo inactivo 60.50 min.

Primer kilómetro:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{6'}{60' / \text{hr.}} + \$ \frac{219.00}{6 \text{ m}^3} \times \frac{60.50'}{60' / \text{hr.}} = \$ 45.90 / \text{m}^3$$

Kilómetros subsecuentes:

Velocidad media promedio: $\frac{2}{1/20 + 1/30} = 24 \text{ km/hr.}$

Tiempo por kilómetro: $\frac{60' / \text{hr.}}{24 \text{ km/hr.}} = 2.5 \text{ min.}$

Costo por kilómetro subsecuente:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{5'}{60' / \text{hr.}} = \$ 7.90 / \text{m}^3$$

c-3.2 Terreno: Llanero

Cálculo del costo para el primer kilómetro.

Velocidad de tránsito:

Carga: 15 km/hr.

Retorno: 30 km/hr.

Tiempos:

Adelante: 1.0 min.

Avance: 1 km.

$\frac{15 \text{ km/hr.}}{15 \text{ km/hr.}}$ 4.0 min.

Regreso: 2.0 min.

Tiempo activo: 7.0 min.

Carga: $\frac{6 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}}{6 \text{ peones} \times 1 \text{ m}^3 / \text{hr.}}$ 60.00 min.

Descarga: 0.50 min.

Tiempo inactivo: 60.50 min.

Primer kilómetro:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{7'}{60' / \text{hr.}} \times \$ \frac{219.00}{6 \text{ m}^3} \times \frac{60.50'}{60' / \text{hr.}} = \$ 47.20 / \text{m}^3$$

Kilómetros subsecuentes:

$$\text{Velocidad media promedio: } \frac{2}{1/15 + 1/30} = 20 \text{ km/hr.}$$

$$\text{Tiempo por kilómetro: } \frac{60' / \text{hr.}}{20 \text{ km/hr.}} = 3.0 \text{ min.}$$

Costo por kilómetro subsecuente:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{3'}{60' / \text{hr.}} = \$ 9.40 / \text{m}^3$$

c-3.3 Terreno: irregular

Velocidad de avance:

Carga: 13 m³/hr.

Velocidad: 25 km/hr.

Tiempo:
 Acarreo: 1.0 min.
 Avance 1er. kilómetro:
 $\frac{17 \text{ m}^3/\text{hr.}}{13 \text{ km/hr.}} = 1.32 \text{ min.}$
 Regreso: 2.00 min.
 Tiempo activo: 7.62 min.
 Carga: $\frac{6 \text{ m}^3 \times 60' / \text{hr.}}{6 \text{ peones} \times 1 \text{ m}^3 / \text{hr.}} = 60.00 \text{ min.}$
 Descarga: 0.50 min.
 Tiempo inactivo: 60.50 min.

Primer kilómetro:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{7.62'}{60' / \text{hr.}} + \$ \frac{219.00}{6 \text{ m}^3} \times \frac{60.50'}{60' / \text{hr.}} = \$ 48.20 / \text{m}^3$$

kilómetros subsecuentes:

Velocidad media prom. $\frac{2}{1/13 + 1/25} = 17.1 \text{ km/hr.}$

Tiempo por kilómetro: $\frac{60' / \text{hr.}}{17.1 \text{ km/hr.}} = 3.5 \text{ min.}$

Costo por kilómetro subsecuente:

$$\$ \frac{571.30}{6 \text{ m}^3} \times \frac{7'}{60' / \text{hr.}} = \$ 9.40 / \text{m}^3$$

Acarreo de revestimiento a una distancia promedio de 5 km.

Plano	0.20	\$ 77.50/m ³	\$ 15.50/m ³
Luzario	0.50	\$ 42.80/m ³	\$ 21.40/m ³
Montañas	0.30	\$ 35.80/m ³	\$ 10.74/m ³
Costo de producción de acarreo:			\$ 47.64/m ³

c-4. Costo de revestimiento: Material "1", Revestimiento: 20 m³, costo:

$$\text{Costo de revestimiento} = \frac{20 \text{ m}^3 \times \$ 11.00 / \text{m}^3}{1} = \$ 220.00$$

SUBITO BIMPIC LOCAL PARA MEJORAR EL MANEJO DE AGUA

A. DESCRIPCIÓN DE OBRAS	CANTIDAD DE OBRAS	CANTIDAD DE MATERIALES	COSTO UNITARIO	TOTAL
A. TERRAZENAS				
b-1 Desmonte	0,8	Ha.	\$ 2.50/m ³	\$ 20,000
b-2 Cortes	936	m ³	\$ 168.00/m ³	\$ 157,248
b-3 Sobrescarreos	6,552	m ³ - 3 est.	\$ 52.50/m ³	\$ 343,980
b-4 Formación de terraplén	3,120	m ³	\$ 133.60	\$ 416,832
				<u>\$ 938,060</u>
B. OBRAS DE DRENAJE				
b-1 Excavaciones	50	m ³	\$ 291.50/m ³	\$ 14,575
b-2 Colocación y armado	24	ml.	\$ 4,287.00/m ³	\$ 102,888
b-3 Relleno	25	m ³	\$ 226.00/m ³	\$ 5,650
b-4 Mamposterías	23	m ³	\$ 1,001.70/m ³	\$ 23,048
				<u>\$ 151,161</u>
C. REVESTIMIENTO				
c-1 Extracción	645	m ³	\$ 143.70/m ³	\$ 92,650
c-2 Compra de material	750	m ³	\$ 72.00/m ³	\$ 54,000
c-3	750	m ³	\$ 58.60/m ³	\$ 43,950
c-4	750	m ³	\$ 21.80/m ³	\$ 16,350
				<u>\$ 225,500</u>

CAPITULO IV

IV. CONSTRUCCION Y MANEJO DE LA TECNOLOGIA ADECUADA EN CIERTAS REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA

El empleo de técnicas o metodologías adecuadas que traten de optimizar el uso de nuestros recursos disponibles en la construcción de caminos donde se use equipo desarrollado o implantado localmente, que trate de ofrecer las ventajas del equipo tradicional en cuanto a eficiencia y rendimiento y presente la oportunidad de utilizar un importante porcentaje de mano de obra en la mayoría de las actividades, es sumamente importante en el marco económico y social de nuestro país.

Basándonos en estas ideas, requerimientos y necesidades, se estima que conjuntando fuerza de trabajo del lugar, maquinaria e implementos agrícolas y una tecnología sencilla, se traducirá en una obra " eficiente y económica".

Entre estas tecnologías sencillas, se tratarán los procedimientos de construcción con el uso de las escrepas de mulas y por medio del equipo agrícola, así como los procedimientos de construcción de empedrados.

Y por otro lado existen en nuestro país regiones tropicales donde se tienen grandes extensiones totalmente planas que frecuentemente están inundadas, o áreas de cruce obligado que en cierta época del año pueden estar sujetas a una inundación temporal.

Posteriormente se verán algunos de los procedimientos de construcción usados en los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, donde este problema es más grave.

4-1. Procedimientos de construcción con el uso de escrepas

para la formación de terraplenes, utilizando las "escrepas de mulas" en la forma que sigue:

a) Teniendo el trazo de la línea del eje del camino, marcar el derecho de vía y la línea de cercos.

b) Con el uso de herramienta de mano, desmontar y desenraizar las áreas requeridas, incluyendo la de desplante y préstamo lateral.

c) Valiéndose de hilos y estacas, personal de campo marca los espesores de terraplén (40 a 50 cms.) y una línea más de 5 m. de ancho en ambos lados de los cercos, cuya finalidad es limitar la zona de ataque en préstamos laterales y alejar el agua de la estructura del camino.

d) Con la ayuda de arados y mulas, aflojar el material de préstamo en los lugares previamente fijados, procurando que ese volumen sea ligeramente superior al requerido diariamente por las escrepas, tratando de conservar la humedad natural. El trabajo de los arados es permanente, en virtud de que la profundidad de ataque es del orden de 20 a 25 cms. y la altura del terraplén, dos veces mayor.

e) Con grupos de 3 escrepas a cada dos estaciones (40 m.) y disponiendo 4 a cada lado del camino, una tras otra, levantar el material y distribuirlo convenientemente, siguiendo en su recorrido la trayectoria de un círculo o elipse, formando capas uniformes de unos 15 cms. de espesor. Con ello se obliga a los tirros de animales a pasar repetidamente sobre las distintas capas, lográndose un cierto grado de compactación que experimentalmente se ha observado que alcanza un grado proporcional al del agua del mismo que se le agrega al terraplén.

Se debe notar que la duración completa del ciclo es de unos 60 segundos y el rendimiento, o sea, el trabajo efectivo por 8 horas de descargas en la jornada diaria de 8 horas. La Fig. IV-1 y Fig. IV-2 presentan detalle del procedimiento.

Una vez construida la barranca del camino de aproximadamente 40 cms. de espesor, se tiende el material de revestimiento que por lo general proviene de un banco cercano y es acarreado por camiones de 6 ó 7 m³ de capacidad.

El comportamiento de estos caminos ha sido en promedio superior al de los caminos rurales construidos en otras zonas, parte por la alta resistencia al cortante del terreno natural, pero parte también por la compactación conseguida con este procedimiento.

4-2 Procedimientos de construcción con equipo agrícola.

Para la construcción de caminos rurales por medio de equipo agrícola, se requiere del siguiente equipo:

- Tractor agrícola
- Arado de dos o tres discos
- Subsoleador (implemento que funciona como ripper o escarificador)
- Cuchilla agrícola con sistema de movimiento vertical y horizontal

El sistema comprende las siguientes operaciones de:

1) Desmonte

Con el uso de herramienta de mano, eliminar la vegetación tipo semi-árvida, integrada por matas, hincachos, negales, etc.

2) Roca y despalme

Con el uso de machete, machete de mano, machete de mano, etc.

to de una capa superficial de unos 9 cm. de espesor extra fuera de la línea de los rielos, lo anterior mediante el empleo de un tractor agrícola con potencia máxima de 45 HP, dotado de una cuchilla de 2.10 m. de longitud.

3) Formación de cunetas y extracción de material.

Formar cunetas triangulares de 3.0 m. de ancho y 35 cm. de profundidad en ambos lados del camino (sección conocida como "llanera") utilizando la mano de obra campesina, complementada con la ayuda de un tractor agrícola, equipado con arado de discos o subsoledores.

4) Formación de terraplén.

Adaptándole una cuchilla trasera al tractor agrícola, acercar el material extraído de las cunetas al centro del camino y extenderlo en capas uniformes, dando el bombeo respectivo. Si se requiere elevar un poco el nivel de la subrasante, efectuar la misma operación anterior utilizando producto de préstamo lateral.

5) Afinamiento de terracerías.

Para este objeto se dispone de un sistema de rieles soldados, de peso aproximado de 300 kg. que posee cuchillas de corte (salientes obtenidas de los desechos de máquinas industriales) que permiten revajar los bordos existentes y arrastrar el material, llenando las depresiones y emparejando la superficie. El conjunto es jalado por un tractor agrícola a través de cadenas de tiro, afinando tanto la subcorona, como las cunetas.

6) Compactación.

Tirado por el tractor agrícola y validándose de un mecanismo sencillo, consistente en tres rodillos (trípode) de concreto, colocados en carritos de línea descendente, de 210 lbs. de capacidad, peso aproximado del conjunto de 1,000 lbs., con un ancho de 2 m. y un largo longitudinal de 2.5 m., apli-

con varias piedras a la vez, en la subrasante. Se de recomendar que el material de construcción sea de buena calidad, aprovechando el agua de la lluvia, lográndose compactaciones del orden del 85% de su peso volumétrico seco mínimo.

La capa de revestimiento y las obras de drenaje no tienen variación substancial en cuanto al sistema de construcción tradicional.

4-3 Procedimientos de construcción de empedrados.

Los empedrados se construyen en zonas más o menos planas donde existe localmente, o en un banco de material cercano, piedras redondeadas de 15 a 20 cm. en tamaño y material arcilloso. Antes de colocar en sí el empedrado se construye una terracería y se acarrea al sitio el material de construcción que cumpla con las características señaladas. A continuación se indica los procedimientos empleados en las distintas etapas constructivas de los empedrados.

1) Construcción de la terracería.

Como primer paso en la construcción de la terracería se traza el eje y los hombros del camino, enseguida se colocan hilos en la línea central de estacas y se "reventonea" para nivelar la superficie de la terracería y tener el nivel de subrasante. Figs. IV-3 y IV-4. También se colocan los hilos en los hombros del camino, así como en las guías para la colocación del empedrado, que están con una separación de 1 m. entre sí, posteriormente se colocan en las líneas guías la piedra a tén, rebajando la altura necesaria en ambos lados de los hombros del camino para tener el talud recomendado (3:1) que proporcione el bombeo lateral y se hace la excavación requerida para el drenaje lateral. Fig. IV-5. Se coloca el resto del empedrado en las guías para las piedras que corresponden en la línea central. Fig. IV-6.

de construcción del pedraplón.

Una vez terminada la terracería, se acumula el material del pedraplón y se coloca en forma de montículos a un lado del camino en la forma señalada en la Fig. IV-5, cada montículo correspondiente a 6 m^3 , el distanciamiento entre uno y otro se determina mediante la expresión $D=24 \text{ m}^2/\text{ancho de corona}$.

El siguiente paso consiste en volver a utilizar el tablestacado instalado a lo largo del eje del camino, haciendo el reventado del hilo de manera que éste quede 15 cm. arriba del nivel de subrasante; esta altura constituye el nivel de rasante. A lo largo de la línea guía así formada se colocan las piedras más grandes a tizón, según se ilustra en la Fig. IV-6. Esta operación se repite con otras guías que se colocan a cada metro en ambos lados del camino. Posteriormente, se coloca el resto del empedrado de manera que las piedras entre guías queden cuatrapeadas, en la forma señalada por la Fig. IV-6, en todos los casos se utiliza la herramienta denominada "pica de empedrador" Fig. IV-8 y los huecos se rellenan con arcilla seca. Finalmente se utiliza un pizón de madera (de una longitud igual a 80 cm. y una sección cuadrada de 15 x 15 cm.), para nivelar las piedras localizadas entre las guías.

Ya construido todo el empedrado se coloca arcilla seca hasta cubrir las piedras y se pisonea nuevamente para tener una superficie tersa. De ser posible es muy conveniente colocar un riego de agua y pasarle una plancha o rodillo a la superficie de rodamiento.

Generalmente, el empinado se construye a través de parejas de peones; uno de ellos coloca la piedra y el otro acarrea el material requerido, las parejas por par se construyen generalmente de $6 \text{ m}^3/\text{dia}$, o sea $12 \text{ m}^2/\text{par}$.

1.- Principios de construcción en el sureste de México.

El principal objetivo al proyectar un camino es el evitar que éste padezca por zonas de terreno blando e inestable desde el punto de vista de capacidad de carga.

En varios Estados del sureste de la República Mexicana, existen zonas costeras que por su topografía plana y alta precipitación pluvial, se encuentran prácticamente inundados en toda época del año. En estas zonas es abundante la vegetación que crece generalmente bajo un tirante de agua de 50 cm. y sobre un estrato de arcilla orgánica muy blanda de espesor variable (entre 1 y 3 cm.), la cual sobreyace la roca caliza que localmente se conoce con el nombre de "sascab".

Algunos de los Estados, tales como Campeche, Quintana Roo y Tabasco existen tales regiones que globalmente reúnen características físicas y naturales muy similares, condición que propicia el desarrollo y aplicación de una tecnología particular en la construcción de Caminos Rurales.

Una tecnología que utiliza los materiales existentes en esas regiones y que dado magníficos resultados en algunos caminos en los Estados de Campeche y Quintana Roo hasta ahora ahí construidos, es la llamada "de entremados" la técnica empleada es la siguiente:

Primariamente se realiza el desmonte de donde se guardan los troncos y ramas de los árboles denominados localmente "tinto" (esta madera tiene la particularidad de ser muy resistente a la humedad), enseguida se entrelazan los troncos y ramas en un manto de 5 cm. de espesor, transversalmente al eje del camino utilizando lienzos en su unión.

Después de haberse realizado el manto de lienzos, se construye un terraplen de

... el uso del refuerzo de los rines de los vehículos que trans-
... la resistencia y el nivel de conformado a través de
una cuadrilla de fierro. La Fig. IV-9 muestra una sección longitudinal y
otra transversal de un camino.

Los asentamientos que sufre el terraplén son estimados en función de
los espesores de la capa de arcilla blanda, del sobrepeso impuesto por el
terraplén y la carga viva de los vehículos, así como en base a pruebas de
consolidación sobre muestras de arcilla en el laboratorio de mecánica de
suelos. Estos asentamientos así calculados se utilizan para estimar la altu-
ra inicial que deberá dárcele al terraplén que se construya.

Tabasco. En éste Estado existen extensas zonas pantanosas donde es ne-
cesario construir caminos hacia poblaciones cuya producción agropccua-
ria es muy importante. La secuencia seguida para construir los caminos en
dicha zona es la siguiente:

a) Primeramente se hace el desmonte procurando no despaltar el sacate
existente "insitu" se utilice como plantilla de las terracerías. Después se
emplea una draga para extraer material de un lado del camino y colocarlo so-
bre la cama del mismo; esta draga se apoya sobre una tarima construida con
la madera producto del desmonte, ya que de lo contrario la draga se puede
hundir por ser el terreno demasiado blando. Se deja drenar y secar por un
tiempo el material extraído y colocando sobre el camino por la draga para
que posteriormente se extiendan y se compacte mediante el bandedo de un trac-
tor hasta formar una plantilla de 30 cm. de espesor; en consecuencia cuando se
se la planta de arcilla blanda se traza el camino se utiliza el sacate
para formar la plantilla de arcilla blanda de muy buena y lograr un
camino de arcilla blanda de muy buena.

b) Para esta plantilla, se repite todo el proceso indicado en (a) para establecer otra capa y continuar el siguiente ciclo hasta llegar a la altura de subrasante.

c) Para la colocación del material de subrasante se utiliza una motoconformadora para darle la afinación que el camino requiere, tal como el bombeo y la sobre-elevación en las curvas.

d) Se coloca un material granular de tamaño máximo de 5" para formar una capa que sobresalga unos 20 cm. de la anterior, la cual servirá como una base en la cual se apoya otra capa de material bien graduado y más pequeño (tamaño máximo 3"); esta última capa es la que se utiliza como superficie de rodamiento. La Fig. IV-10 muestra un esquema de como quedan contruidos estos caminos.

Otro procedimiento semejante para este tipo de suelo consiste:

Una vez ya seco el material extraído por la draga sobre la cama del camino, se extiende y mediante el uso de un tractor agrícola implementado con el arado de discos, se surca revolviendo el material con cal (en una proporción dependiente de la calidad del material), utilizando una motoconformadora se va tendiendo y compactandolo por bandeo hasta lograr la altura de la subrasante. Se coloca el material granular de tamaño máximo de 3" como revestimiento, hasta llegar a la altura de la rasante.

Al lado del camino de donde se extrajo el material queda un canal con un drenaje adecuado, de suerte que no permita la existencia de un nivel de agua muy superficial ya que esta puede perjudicar la estabilidad del terraplén; para lo cual se recomienda una separación entre el canal y el pie del terraplén, del orden mínimo de la planta de la draga.

FIG. No. IV-1 , ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL EQUIPO DE LA ESCREPA DE MULA

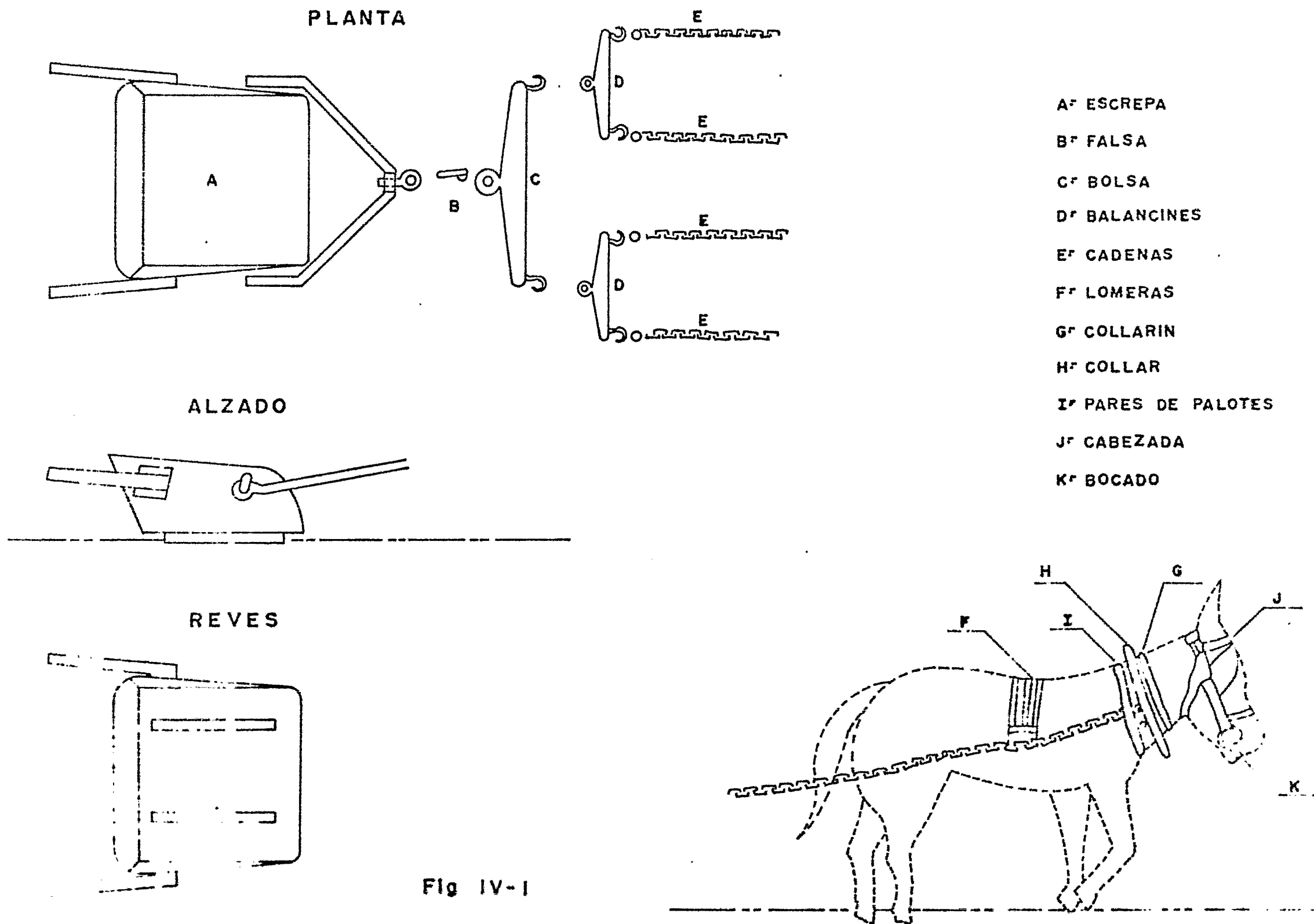


Fig IV-1

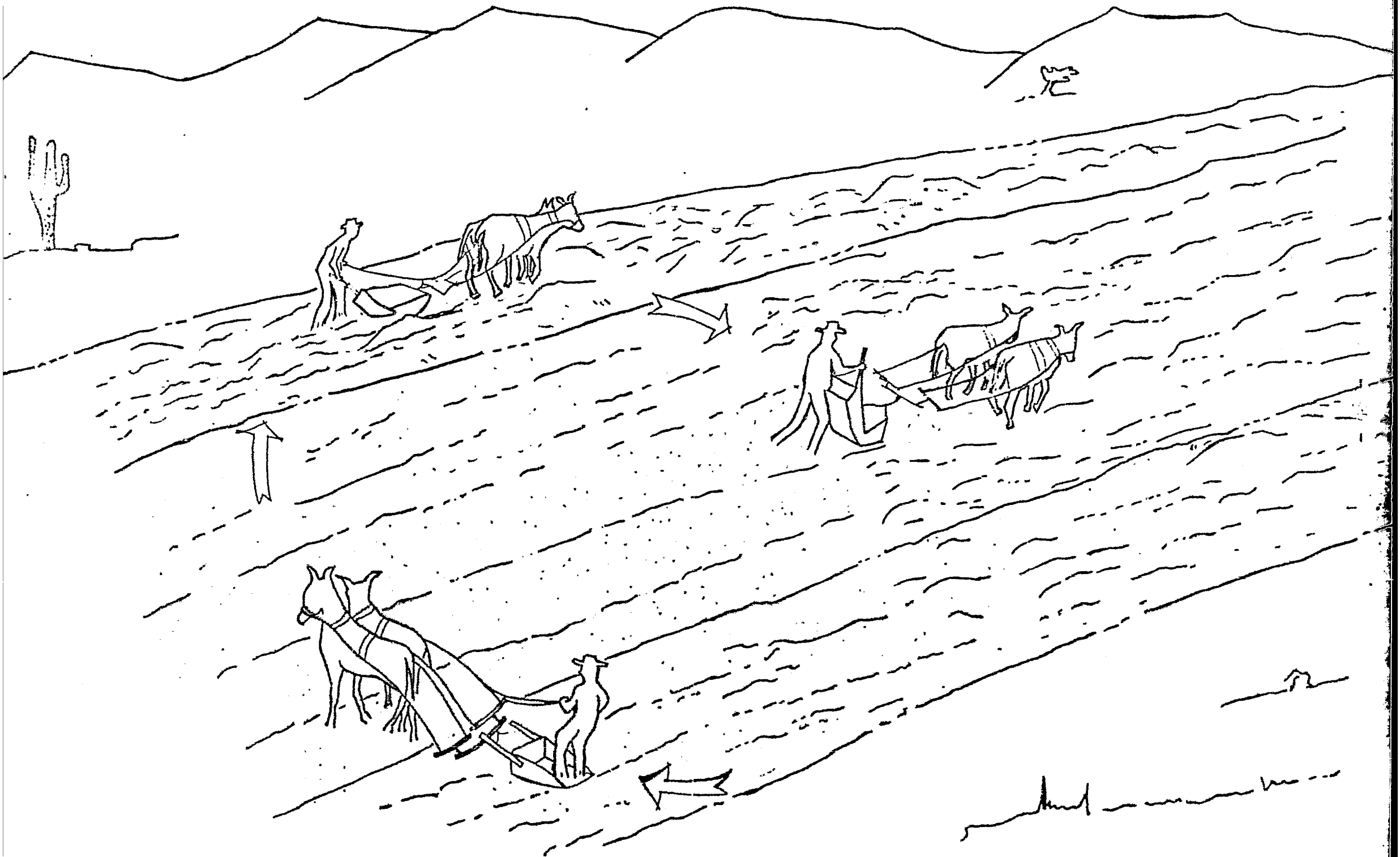


FIG.IV-2 Procedimiento y secuencia de Construcción de Caminos Rurales Utilizando Escrepas de Mulas.

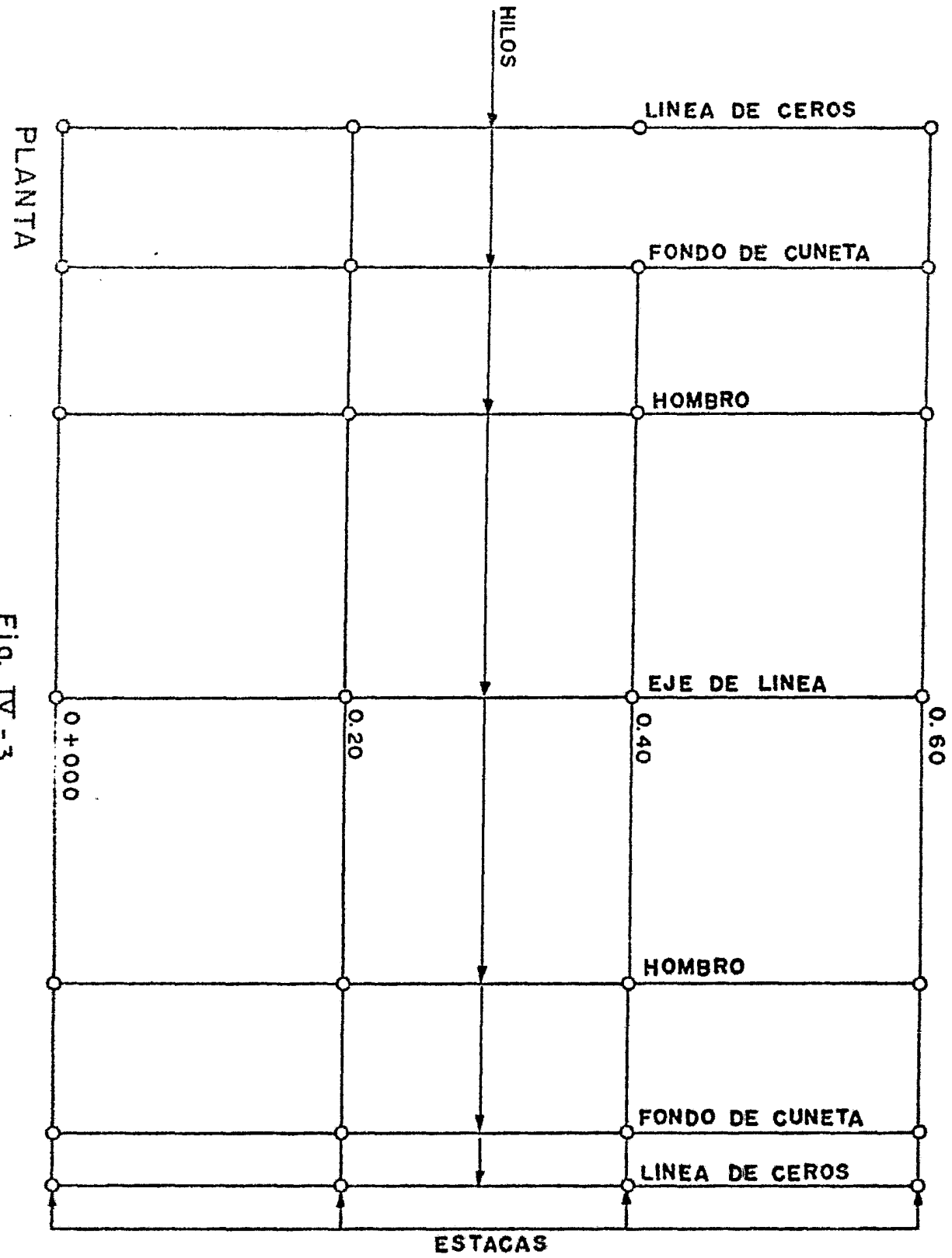
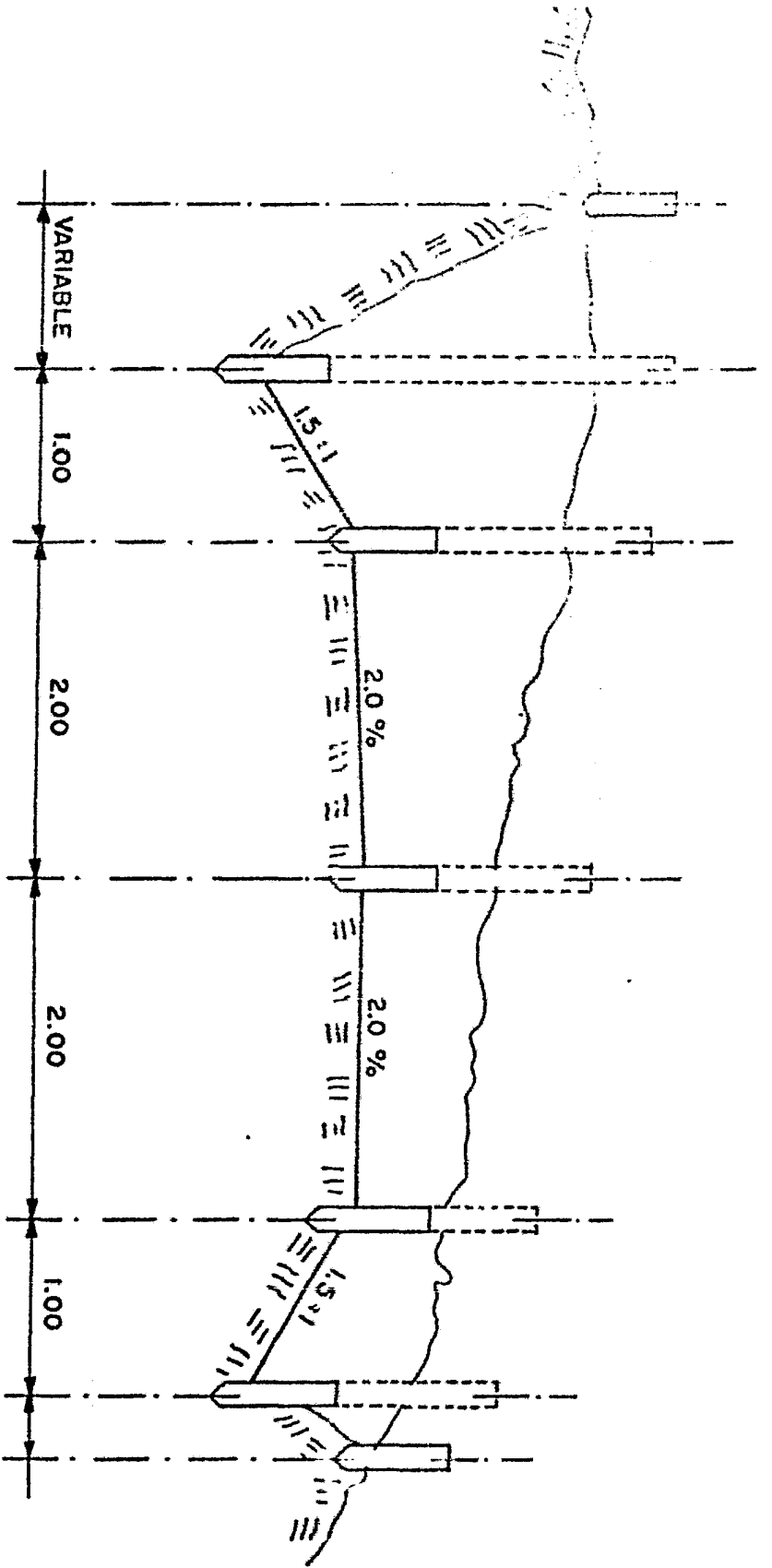
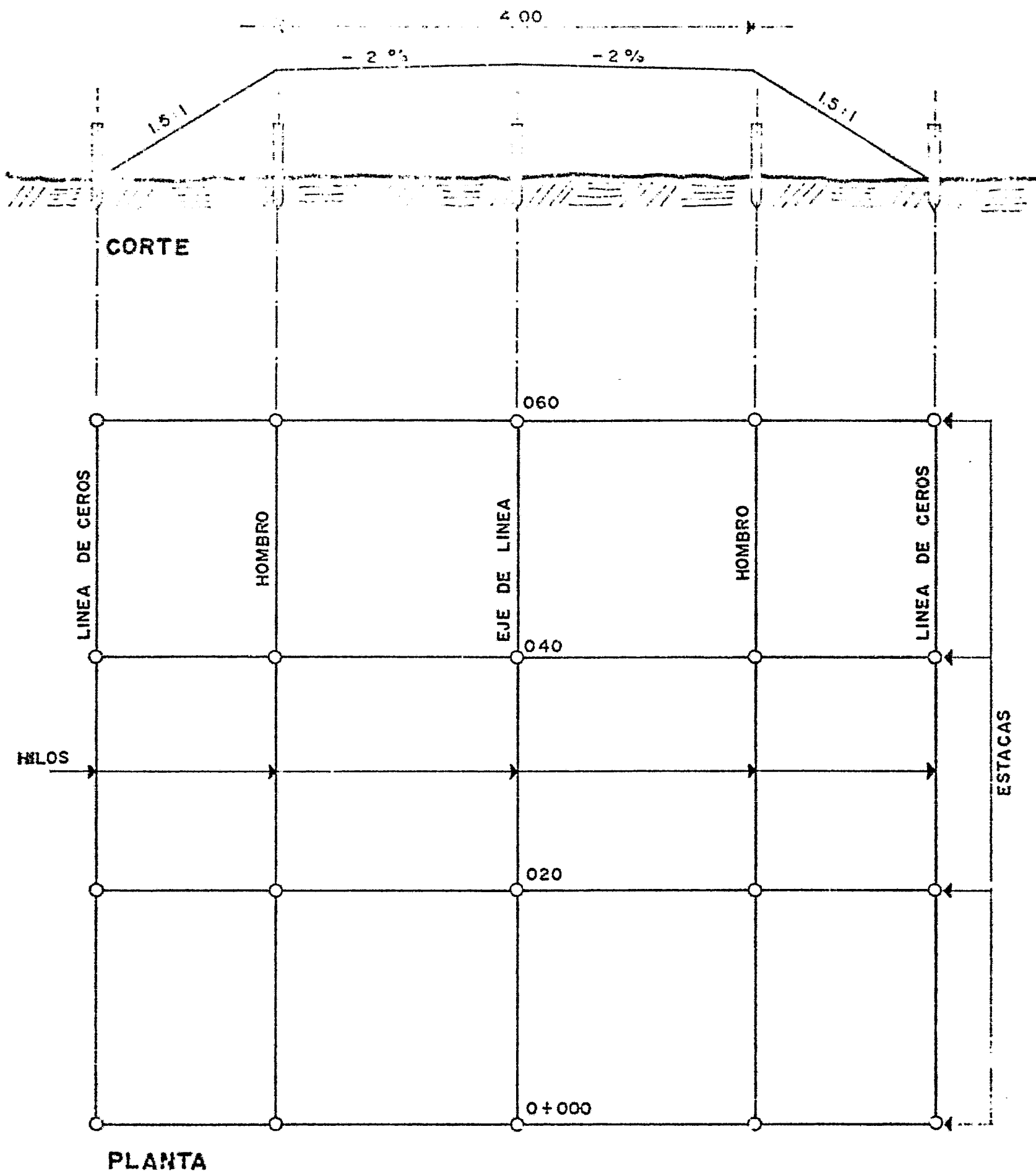


Fig. IV-3
Sección en corte.

CORTE





SECCION EN TERRAPLEN

FIG. IV-4

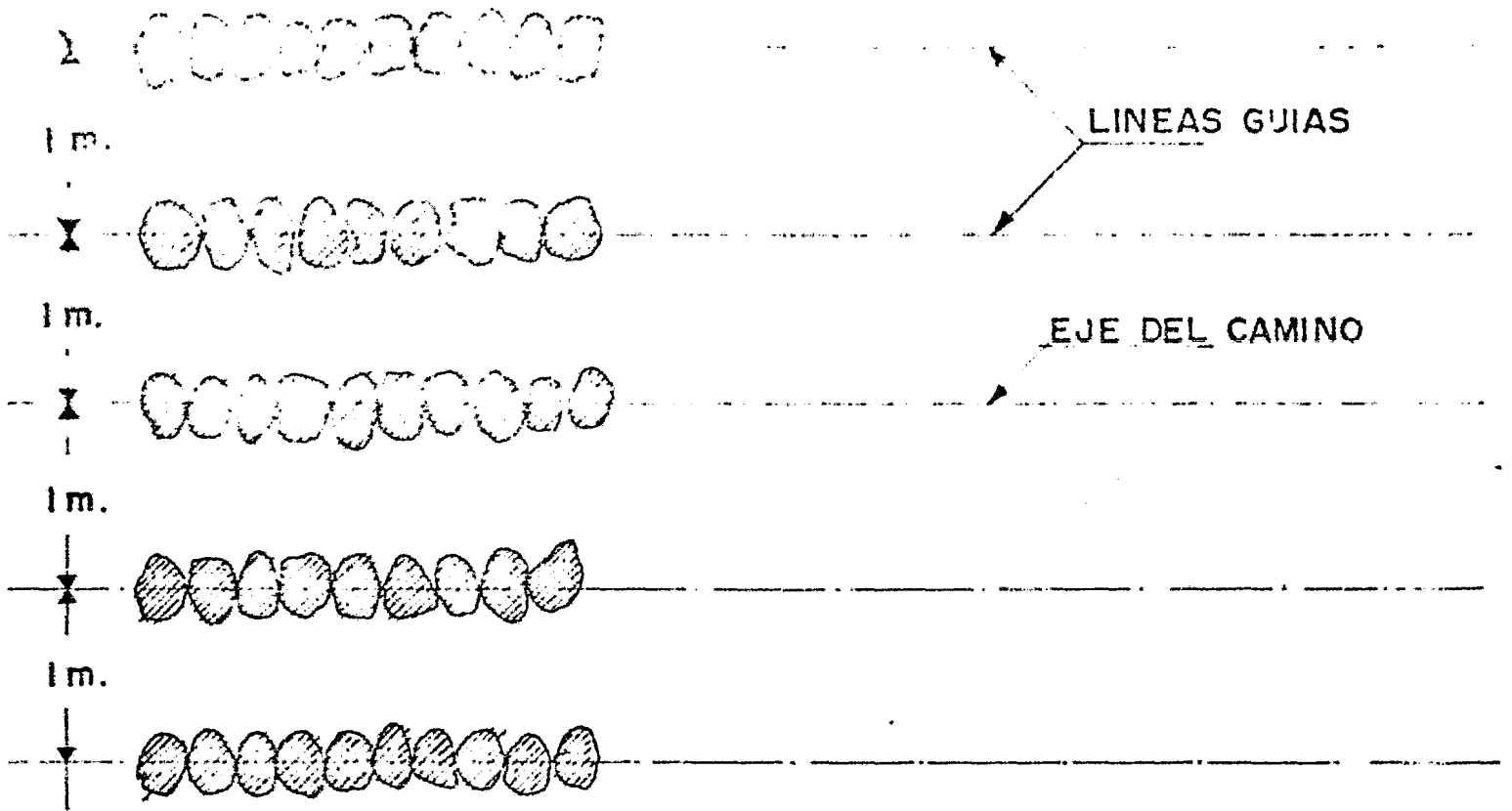


FIG. IV-5 LINEAS GUIAS AUXILIARES

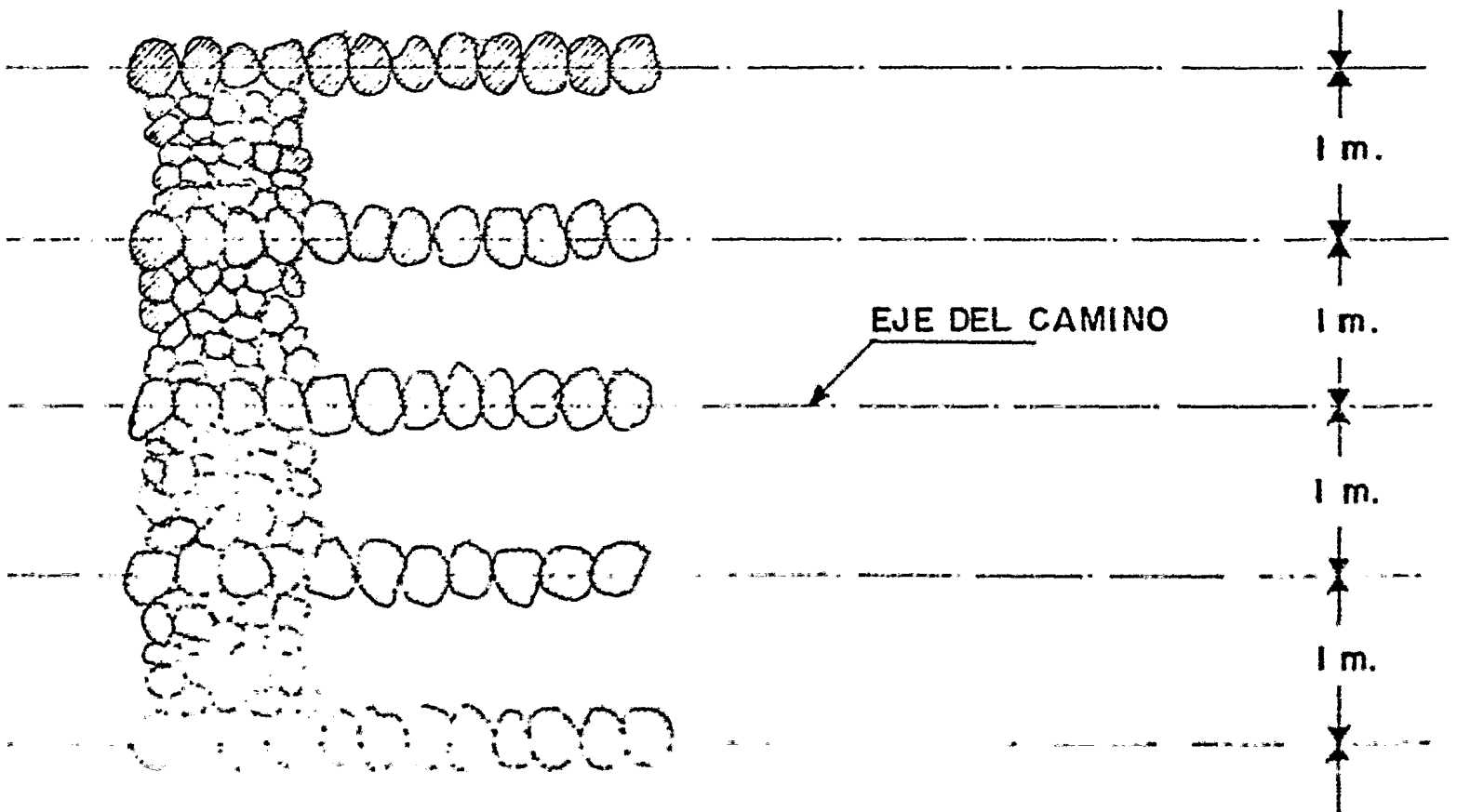
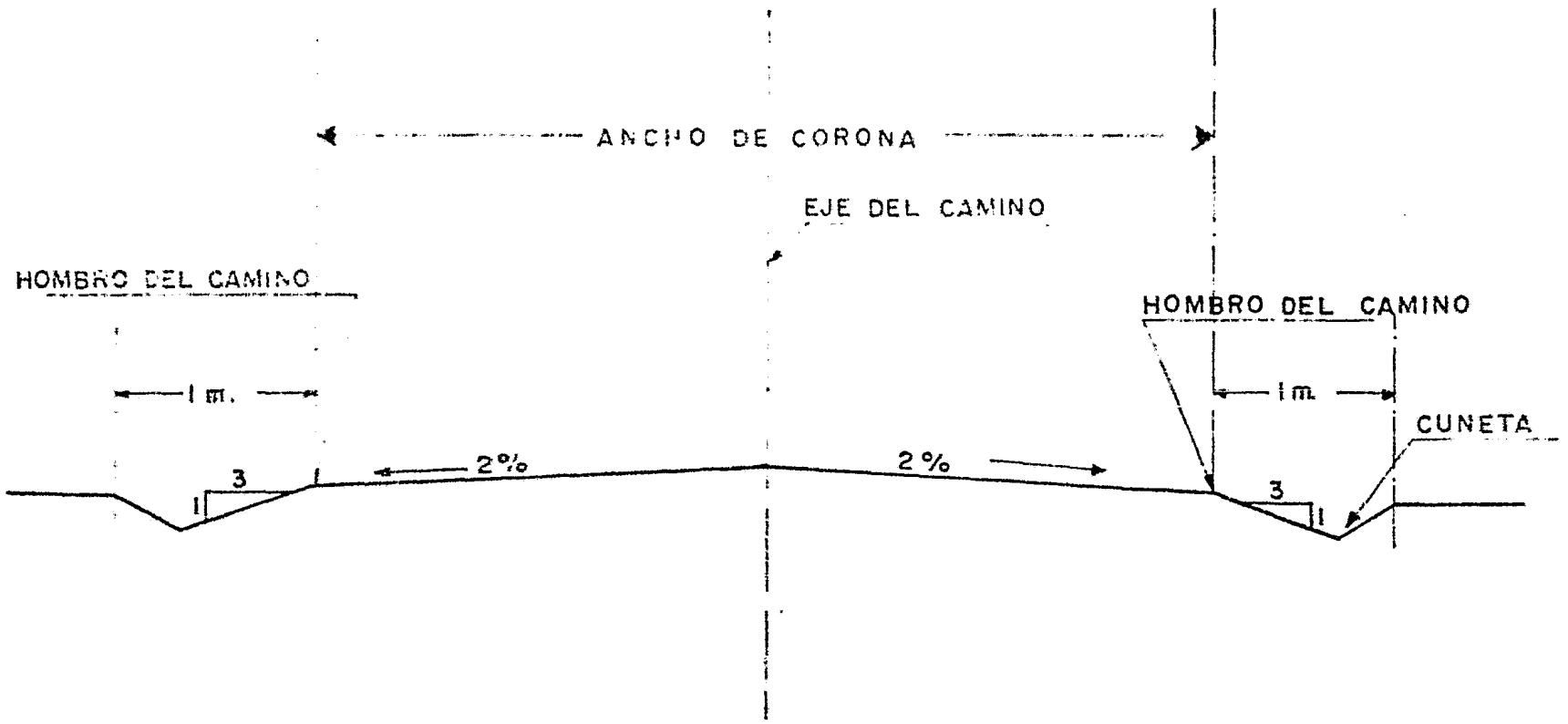


FIG. IV-6 COLOCACION DE LAS PIEDRAS ENTRE GUIAS



SECCION TIPICA DE TERRACERIA

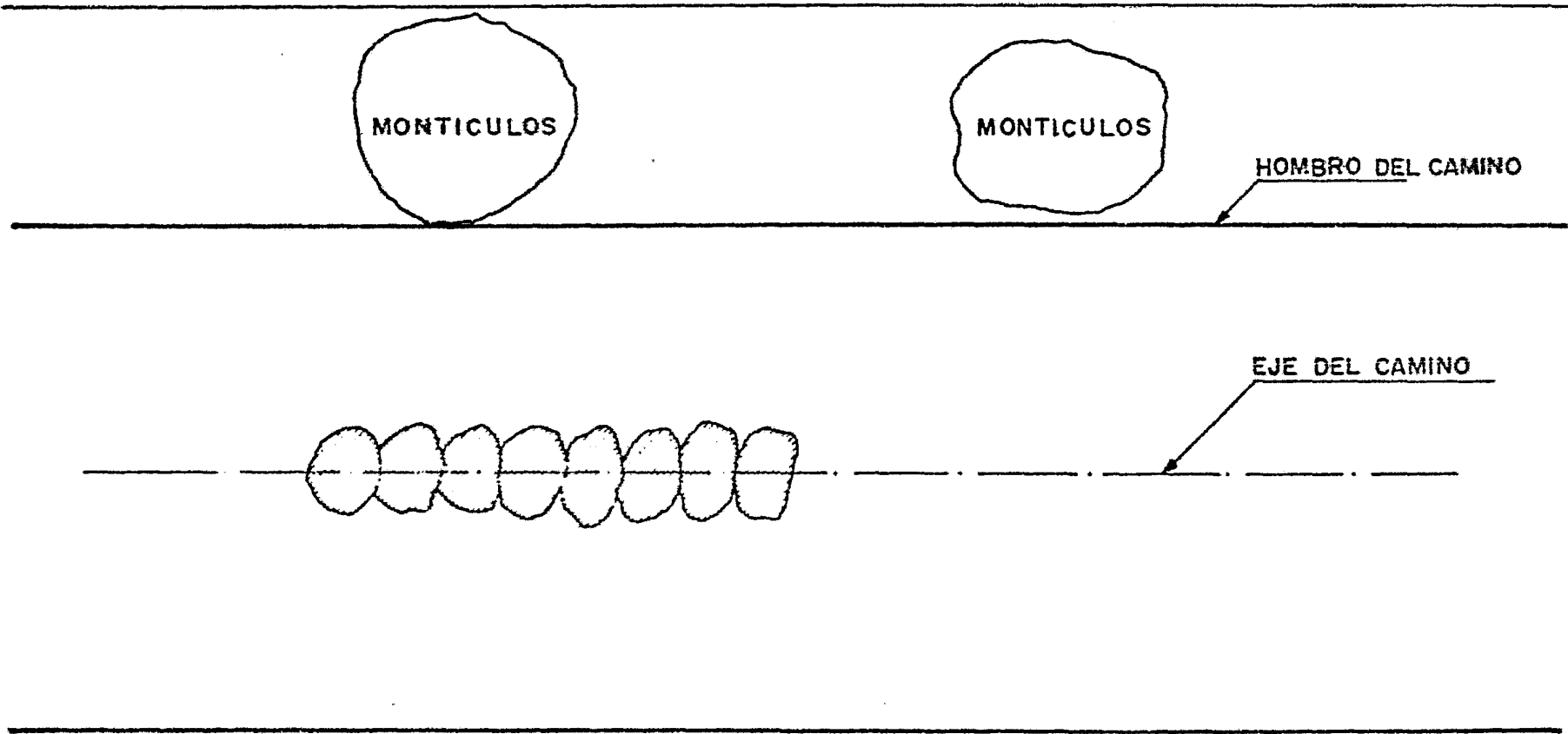
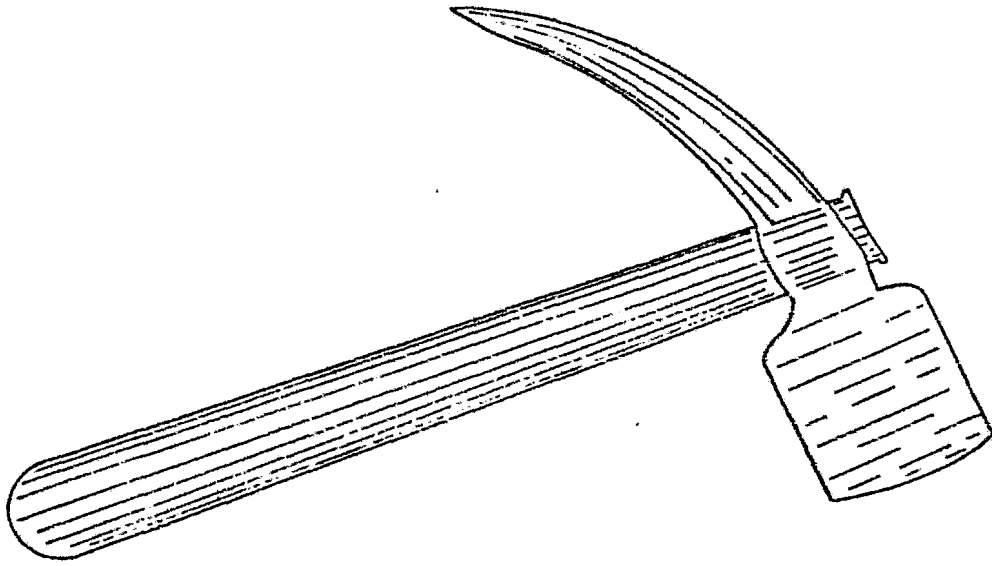


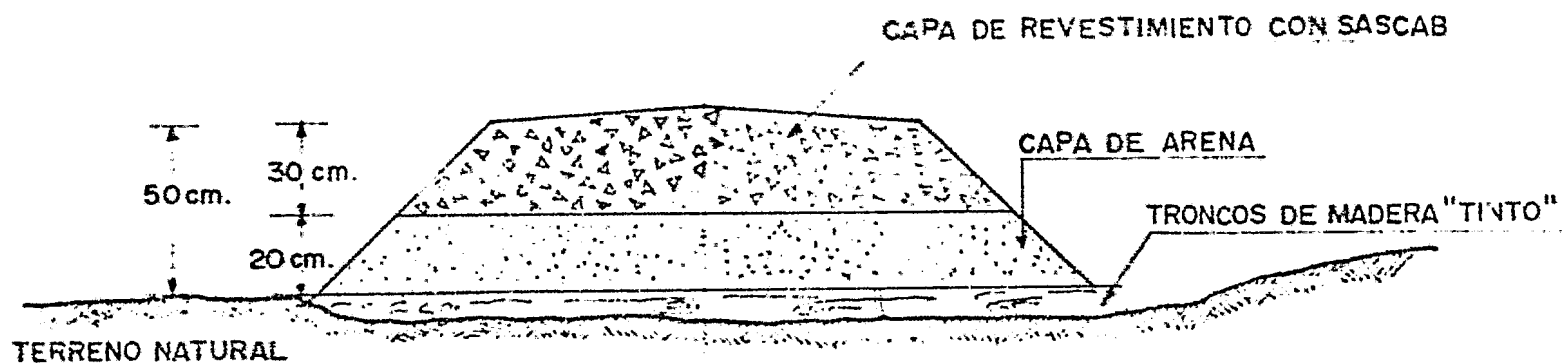
FIG. IV-7, COLOCACION DE LAS PIEDRAS GUIAS A TIZON, A LO LARGO DEL EJE DEL CAMINO.



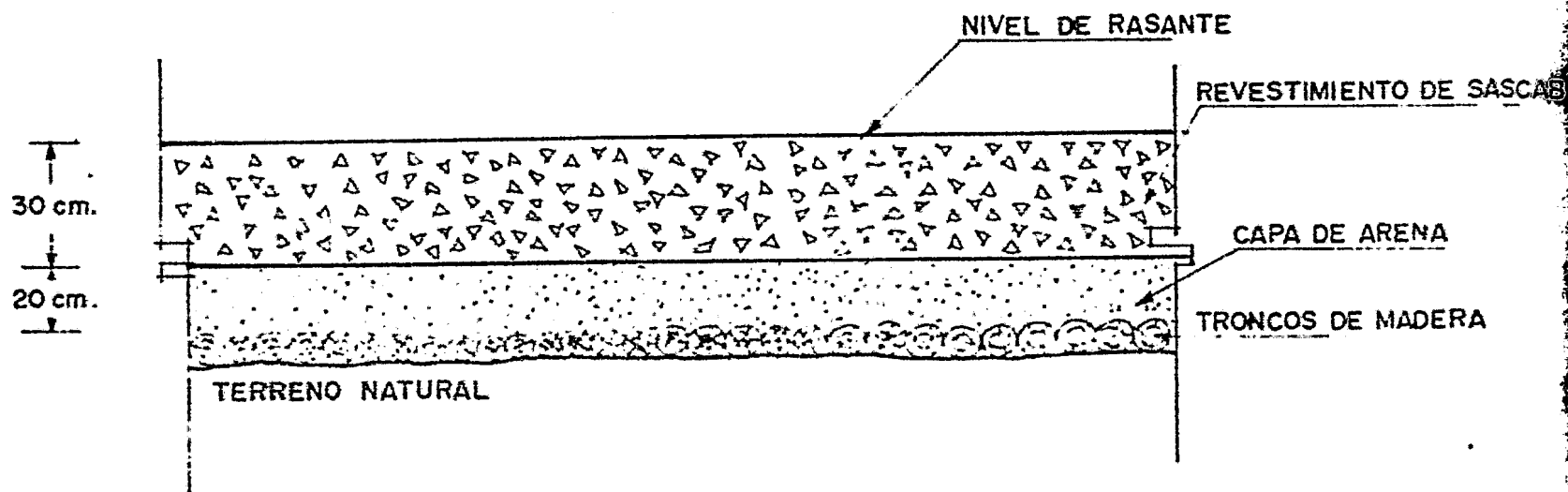
PICA DE EMPEDRADOR

FIG. IV-3

E

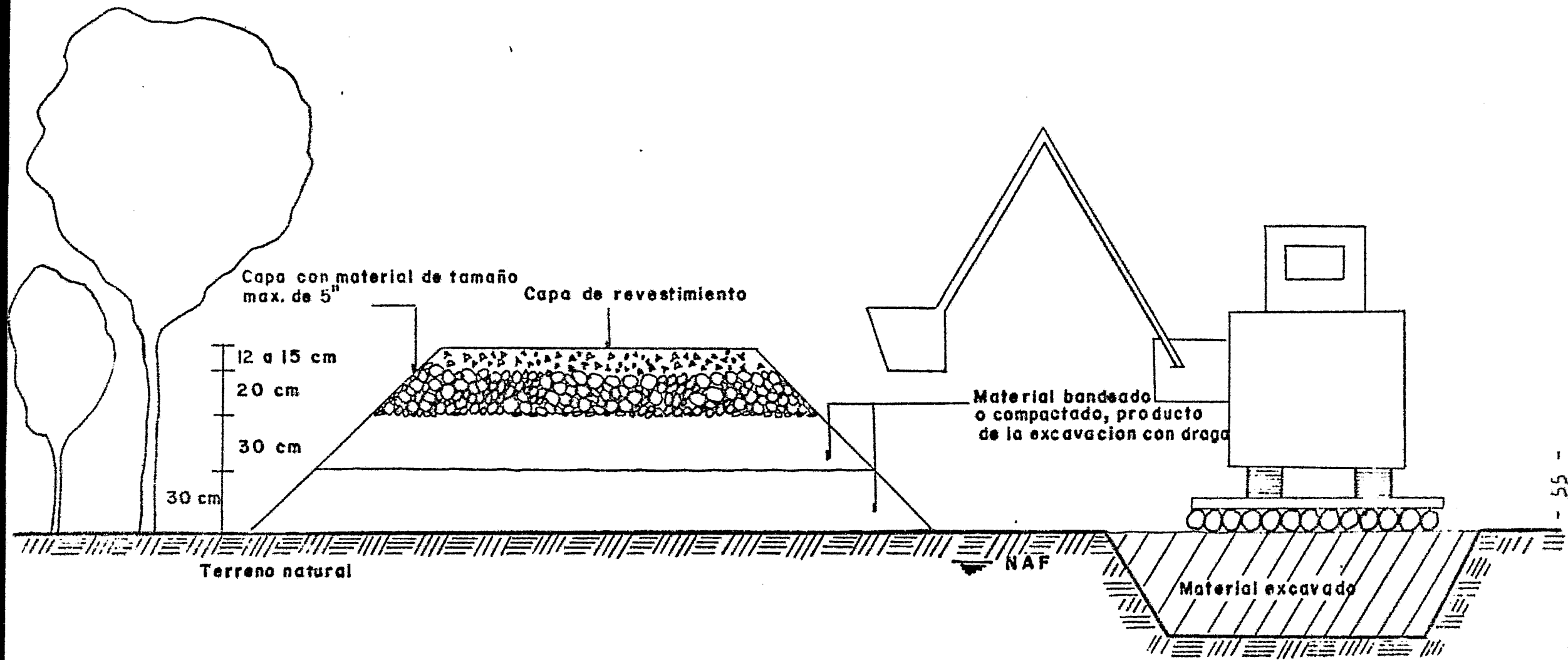


a)- SECCION TRANSVERSAL



b)- SECCION LONGITUDINAL

Fig IV-9 Sección transversal longitudinal del camino construido en una zona de inundación en Campeche



Seccion Transversal de un camino en el Edo. de Tabasco

FIG.IV-10

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES.

Se tuvo a bien analizar las necesidades de comunicación del país, a fin de reforzar el estudio de una tecnología en la construcción de Caminos Rurales.

Se presentan las especificaciones de construcción acorde a las características propias del vehículo que transita con más frecuencia este tipo de caminos. Para que se cumplan estas especificaciones, en una mejor calidad del camino, se requiere de una buena supervisión, capacitando al personal mediante cursos y seminarios relacionados con las actividades que desempeñen.

De las alternativas de construcción se analizó: la tecnología mediante el uso de maquinaria y la del empleo de mano de obra, obteniendo para cada fase de trabajo el costo directo por kilometro en los dos casos, reportando los siguientes porcentajes que permiten apreciar dos efectos fundamentales:

- Costo Directo/km. de una brecha prototipo
construido mediante el uso de maquinaria \$ 503,037.00
- Costo Directo/km. de una brecha prototipo
construido con mano de obra \$1'316,232.00

	Salarios	Equipo
MAQUINARIA:	30%	70%
MANO DE OBRA	85%	15%

En el primer término, el cargo por salarios del 30% corresponde a la tecnología con maquinaria, mientras el 85% con el uso de mano de obra. Este

pero que indica claramente que la utilización de mano de obra es más conveniente desde el punto de vista de creación de empleos, que a la vez contribuya a la mejor distribución del ingreso y brinda capacitación al campesino-obrero, aprovechando esta experiencia en la conservación de la obra.

Por lo expuesto se podría considerar esta tecnología como altamente positiva, referida al ámbito general de desempleo y subempleo imperante en el medio rural. Pero se observa que tiene efectos directos relacionados con la ocupación que proporciona, así como efectos indirectos a la elevación del nivel de producción de la comunidad, se fomentaría el paternalismo de las dependencias gubernamentales hacia la fuerza de trabajo disponible en el medio rural.

El segundo aspecto se refiere al cargo por maquinaria. El 15% relativo al empleo de mano de obra, comparado con el 70% de la aplicación de capital, revela que la utilización de maquinaria en gran escala implica un alto porcentaje de fuga de divisas al no producirse el equipo en el país. Es de notarse que las características de la maquinaria de construcción exigirán que muchos caminos se proyectarían innecesariamente de un mayor ancho. Esto traería como consecuencia el incremento de los costos y los de mantenimiento -- para conservarlo en buenas condiciones de transitabilidad.

En las secciones precedentes se señalaron los problemas económicos que representan para un país subdesarrollado, la importación de equipo para la construcción y la inconveniencia de aplicar tecnología que utilice más mano de obra.

Para lo que va lo anterior, se requiere por un lado establecer políticas de incentivos y de control de equivo, de manera que la salida de divisas -

con el empleo, y por otro lado, con los dispositivos y mecanismos que permitan aprovechar las épocas en la temporada de secas, con la modalidad de captar la mano de obra subempleada o desempleada de las propias comunidades, sin que con ello se afecte la productividad en el campo.

Una tercera posibilidad, quizá la más atractiva, es la siguiente; Ya que el equipo ha sido inventado y mejorado para auxiliar al hombre, buscar el término medio que haga más eficiente el empleo de los recursos con que cuenta. Así en la mano de obra campesina utilizarla de acuerdo con lo que la técnica aconseje según la región, pues debe recordarse también que utilizarían para el desarrollo de los trabajos herramientas sencillas y equipo agrícola que estén acostumbrados a manejar, desarrollando así nuevas técnicas como las descritas en el tema IV. Por lo que lo aconsejable es buscar la aplicación de una tecnología intermedia entre el uso de maquinaria y la de la mano de obra, sin preferir alguna de ellas más que como solución adecuada a cada problema en particular. Si la dureza de los suelos es alta y grandes volúmenes de tierra por mover, indudablemente lo recomendable es recurrir al equipo de construcción; si por lo contrario los volúmenes no revagan los $5,000 \text{ m}^3/\text{Km.}$, se encuentre ubicado el camino en un terreno plano o lomerío y no más del 50% de su longitud en terreno montañoso y que en su clasificación petrográfica no predominen los materiales B y/o C.

En las obras de drenaje se emplea la mano de obra, con el apoyo de camiones en los acarrees de los materiales de construcción. En la extracción y carga de material de revestimiento, es conveniente usar equipo y camiones en su transportación. En el tendido y afianzamiento, es aconsejable la mano de obra.

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste es un corte vertical normal a su alineamiento horizontal. Las Figuras I-11 y - I-12 muestran una sección de construcción tipo en tangente, en terraplén y en corte. La Figura I-13 ilustra la sección llanera en terreno plano y lomerio suave.

Los elementos que la integran son:

- a) Corona
- b) Cunetas y contracunetas
- c) Taludes

a) La corona es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o los anteriores de las cunetas. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal y la calzada.

- Rasante. La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto.

- Pendiente transversal. En la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal - se presentan tres casos; bombeo, sobreelevación y la transición del bombeo a la sobreelevación.

El bombeo en la pendiente que se da a la corona en las tangentes del - alineamiento horizontal hasta uno y otro lado de la rasante.

Para curvas paralelas se da de (2%) a ambos lados.

La sobreelevación en la periferia que se da a la corona hacia el centro de la curva, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

La expresión para la sobreelevación es la siguiente:

$$S = \frac{G}{G \text{ máx.}} S \text{ máx.}$$

en donde:

S = Sobreelevación, el valor absoluto

G = Grado de la curva

G máx. = Grado máximo de curvatura

S máx. = Sobreelevación máxima

La transición de la sección en tangente a la sección en curva, se efectúa girando sobre el eje de la corona. Este cambio se hace gradualmente sobre las transiciones mixtas (L_e), ya que en el camino rural no se emplean las espirales de transición. Fig. I-14.

Empíricamente se ha determinado que se puede dar parte de la transición en las tangentes y parte y parte sobre la Curva Circular. La especificación al respecto es de que debe colocarse la longitud de transición cincuenta por ciento dentro de la curva circular.

La longitud mínima de la transición está dada por la expresión:

$$L_e = 3 V^3$$

en donde:

L_e = Longitud mínima de la transición, en m.

V = Velocidad de proyecto, en m/m.

L_c = Longitud mínima de la curva circular en m.

- 0.2 m. El ancho de corona es siempre de 4.0 por este ancho no es posible el alumbrado o señalamiento vertical, entonces para permitirles estas maniobras, es necesario proyectar ampliaciones a la corona, estas ampliaciones constituyen los libraderos con un ancho total de 6 m. En terreno regular o levemente ondulado, es factible construir libraderos a cada 300 m. con la ampliación de la corona fijada, en una longitud de 40 m. incluyendo las transiciones de entrada y salida, de 10 m. de longitud cada una.

En aquellas zonas en que por la topografía del terreno no exista suficientemente visibilidad, como en el caso de terreno montañoso, estas ampliaciones podran hacerse en aquellos lugares en que se domine un buen tramo de camino, con la longitud mostrada en la Fig. I-15.

b) En las Figuras I-16, I-17, I-18 se especifican las dimensiones de las cunetas y contracunetas respectivamente, así como diferentes tipos de la misma.

c) Taludes. Con base en la clasificación de los materiales es posible diseñar la inclinación de los taludes a fin de que, sin exceder los costos normales de construcción, se construyan los que garanticen la mayor estabilidad de los materiales.

En el cuadro siguiente se muestra la inclinación de los taludes, según la clase de material, la altura del corte o relleno:

MATERIAL	ALTURA	INCLINACION
Corte:		
Luzo	Cualquiera	1/4:1
Medio	Cualquiera	1/4:1
Sensitivo y		
:	Cualquiera	1:1
		1/2:1

Rellenos:

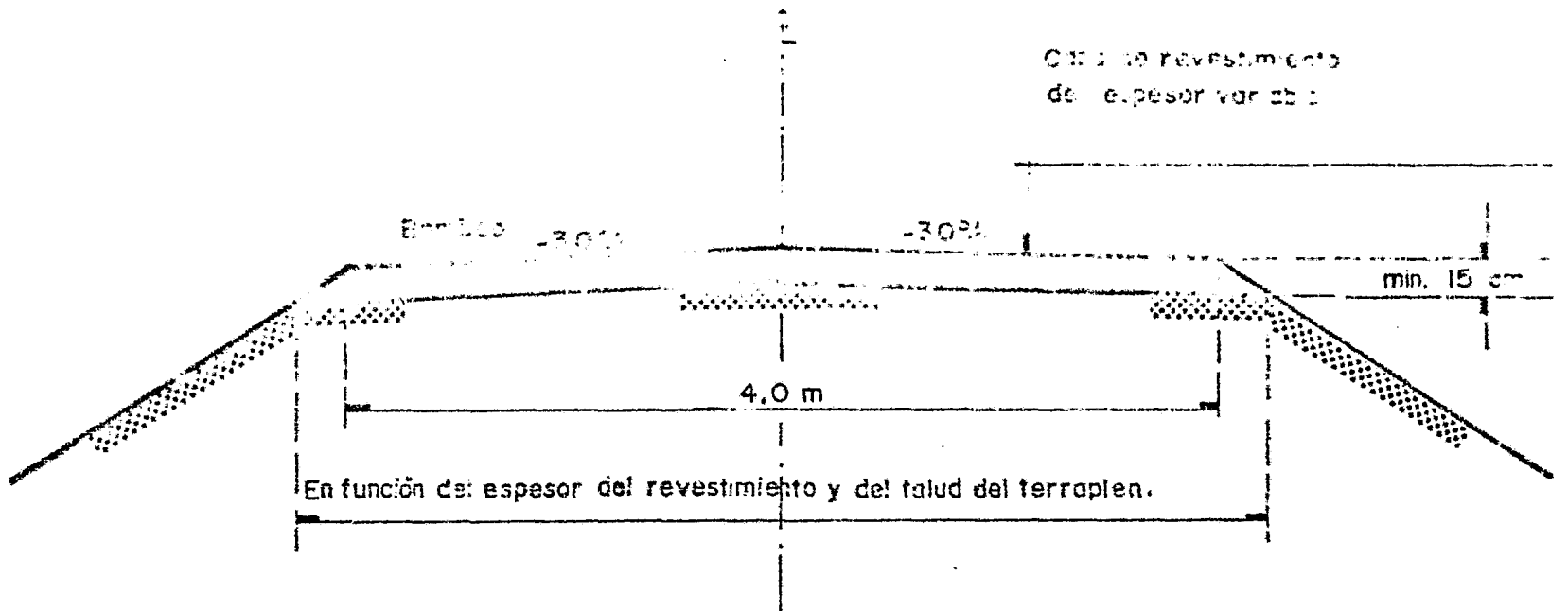
Yelo material:	0 a 0.60 metros	3:1
	0.6 a 1.20 metros	2:1
	Más de 1.2 metros	0.5:1

Protecciones naturales vivas. Las raíces de las plantas de una u otra forma ayudarán a mantener el material de los taludes en su lugar, las especies que se quiera usar para proteger taludes de corte y rellenos, principalmente, deberán cumplir con los requisitos de funcionalidad, estética y, por supuesto, economía.

Para ilustrar la forma en que la naturaleza acierta en su forma espontánea de imponer las especies, se cita las zonas de clima cálido, donde es común la grama conocida como "Estrella Africana".

Un análisis más detenido permite observar que:

- Los tramos se ven agradables y limpios.
- La grama protege los hombros y cunetas de la erosión, porque sus profundas raíces han conservado el material en su lugar.
- La grama no parece obstaculizar el paso del agua, porque su hábito de crecimiento es de tipo rastrero.
- El vigor de la especie ha evitado que otras especies se establezcan en el mismo lugar, lo que facilita la conservación.
- La grama facilita que el camino se vea como parte del medio que lo rodea.



SECCION TRANSVERSA EN TERRAPLEN, EN TANGENTE
FIGURA I - II

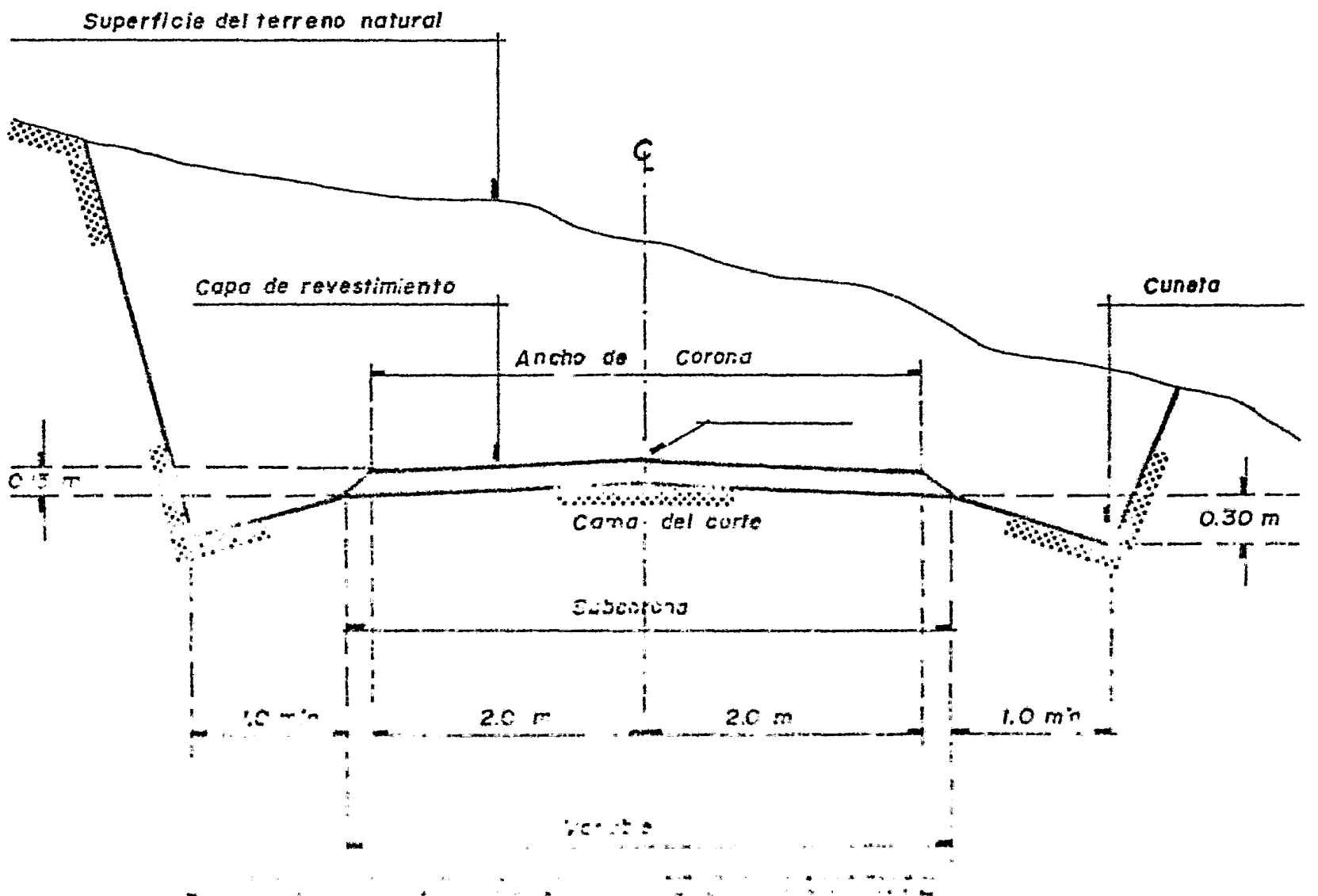
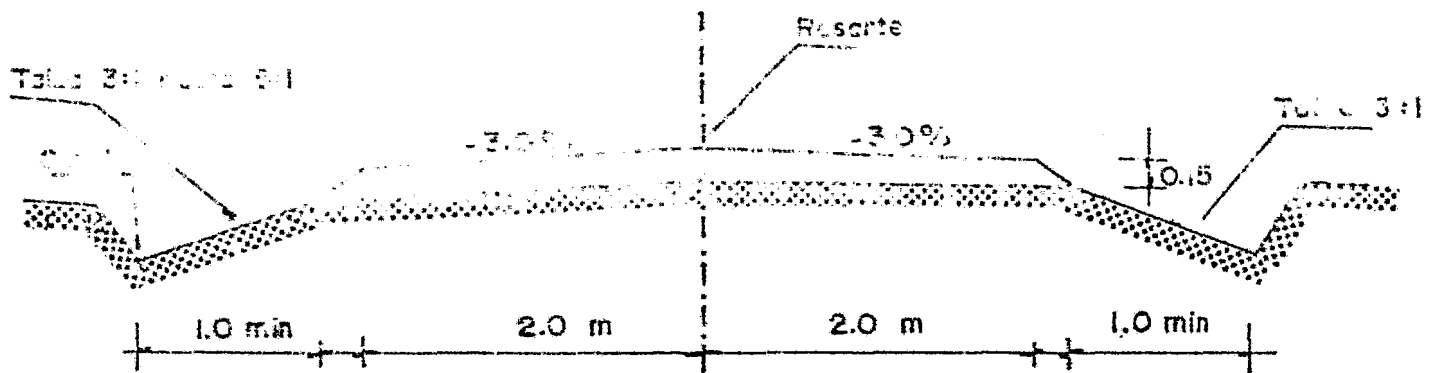


FIGURA I - 12

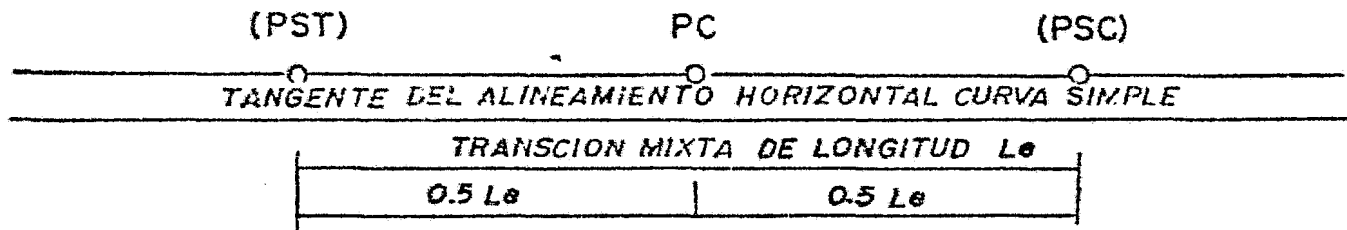


SECCION TRANSVERSAL "LLANERA"
EN TANGENTE

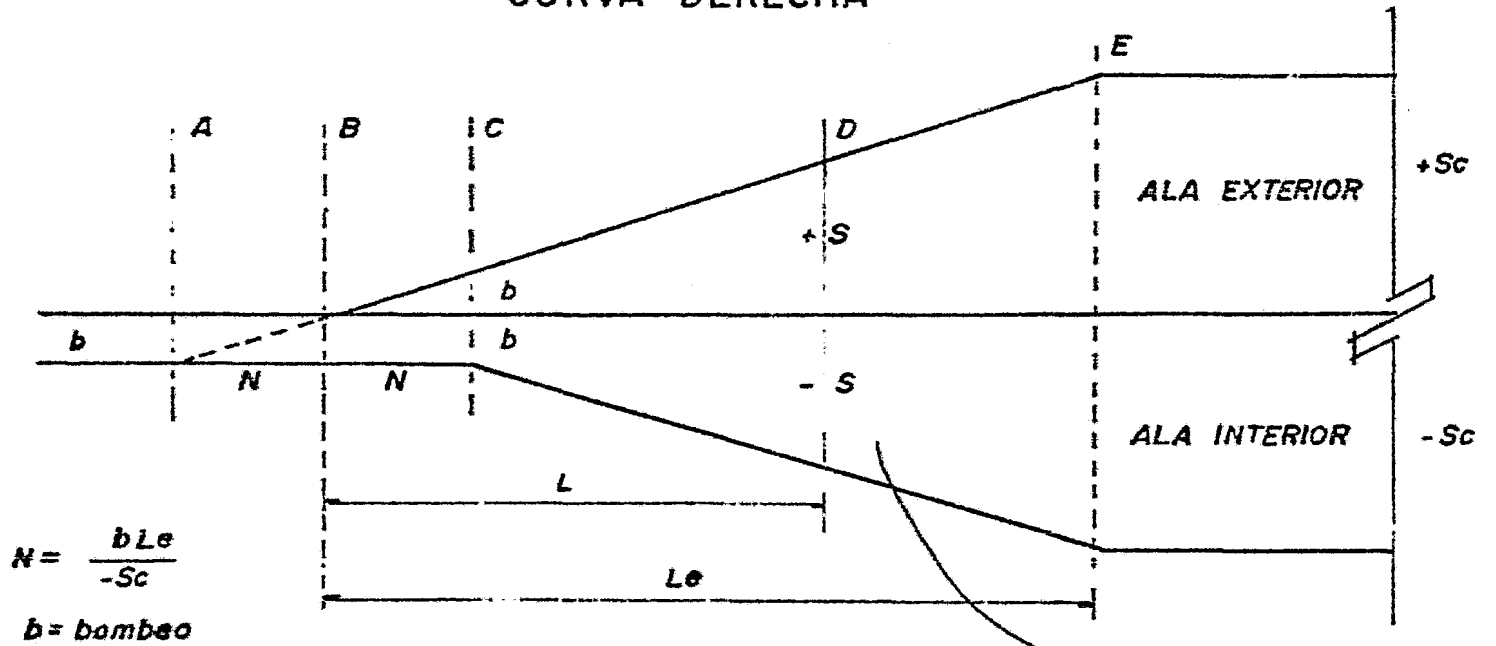
FIGURA I - 13

LOCALIZACION RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

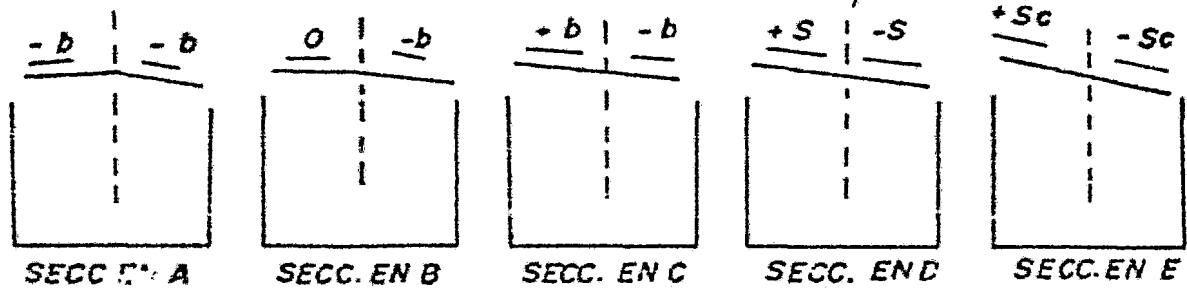
Transición mixta



VARIACION DE LA SOBREELEVACION EN UNA CURVA DERECHA



SECCIONES TRANSVERSALES



NO HAY VARIACION PARA LA ANCHURA

FIGURAS I - 14

MODELO TIPO DE LIBRADERO

PARA CAMINOS RURALES

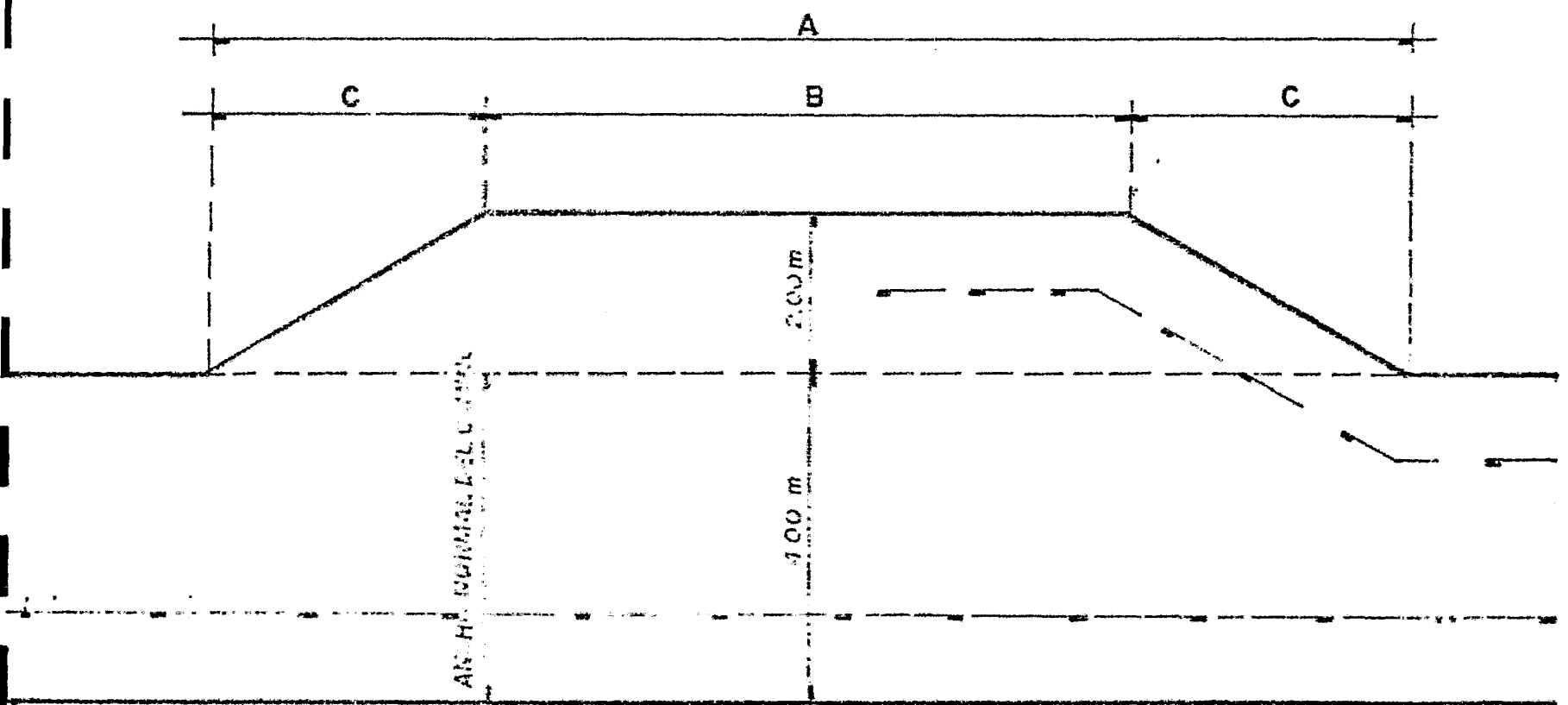
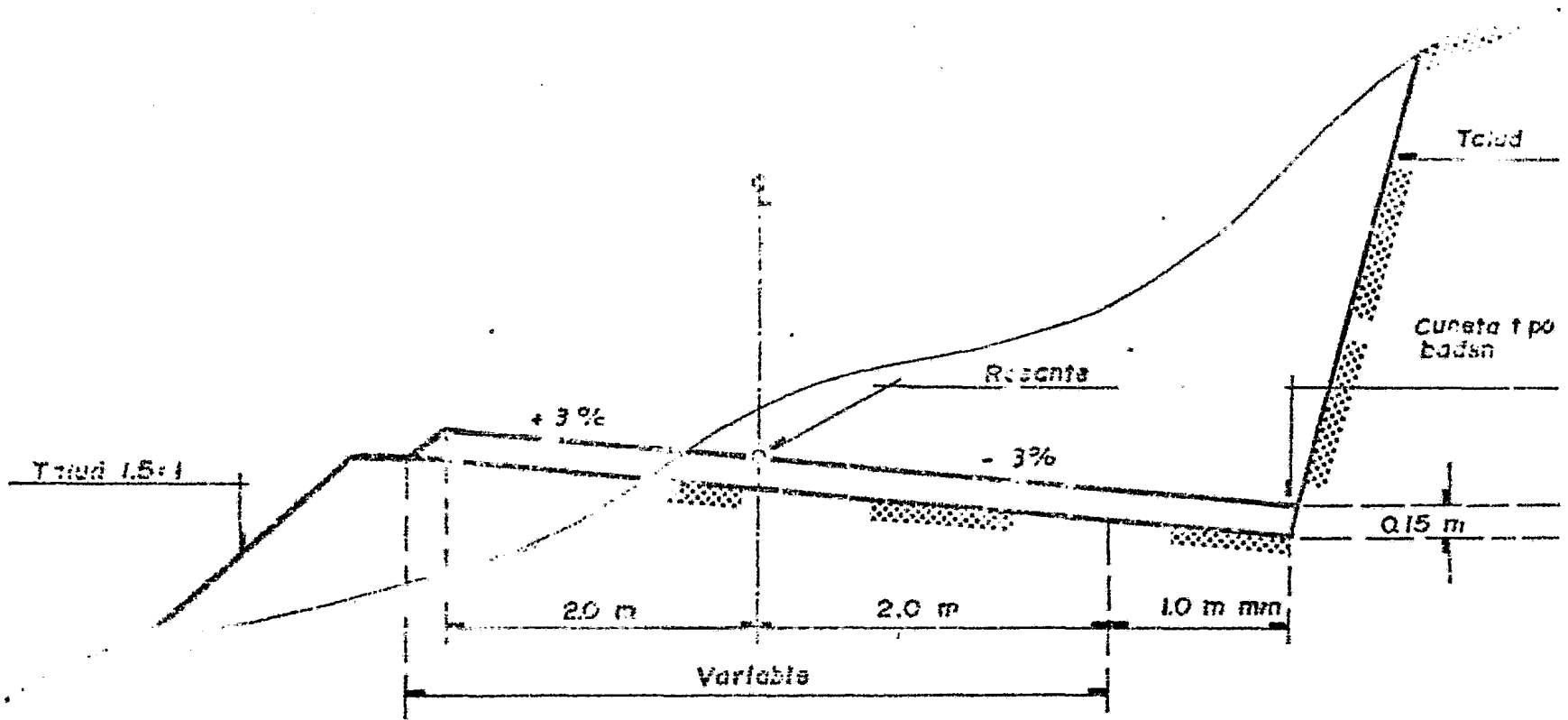
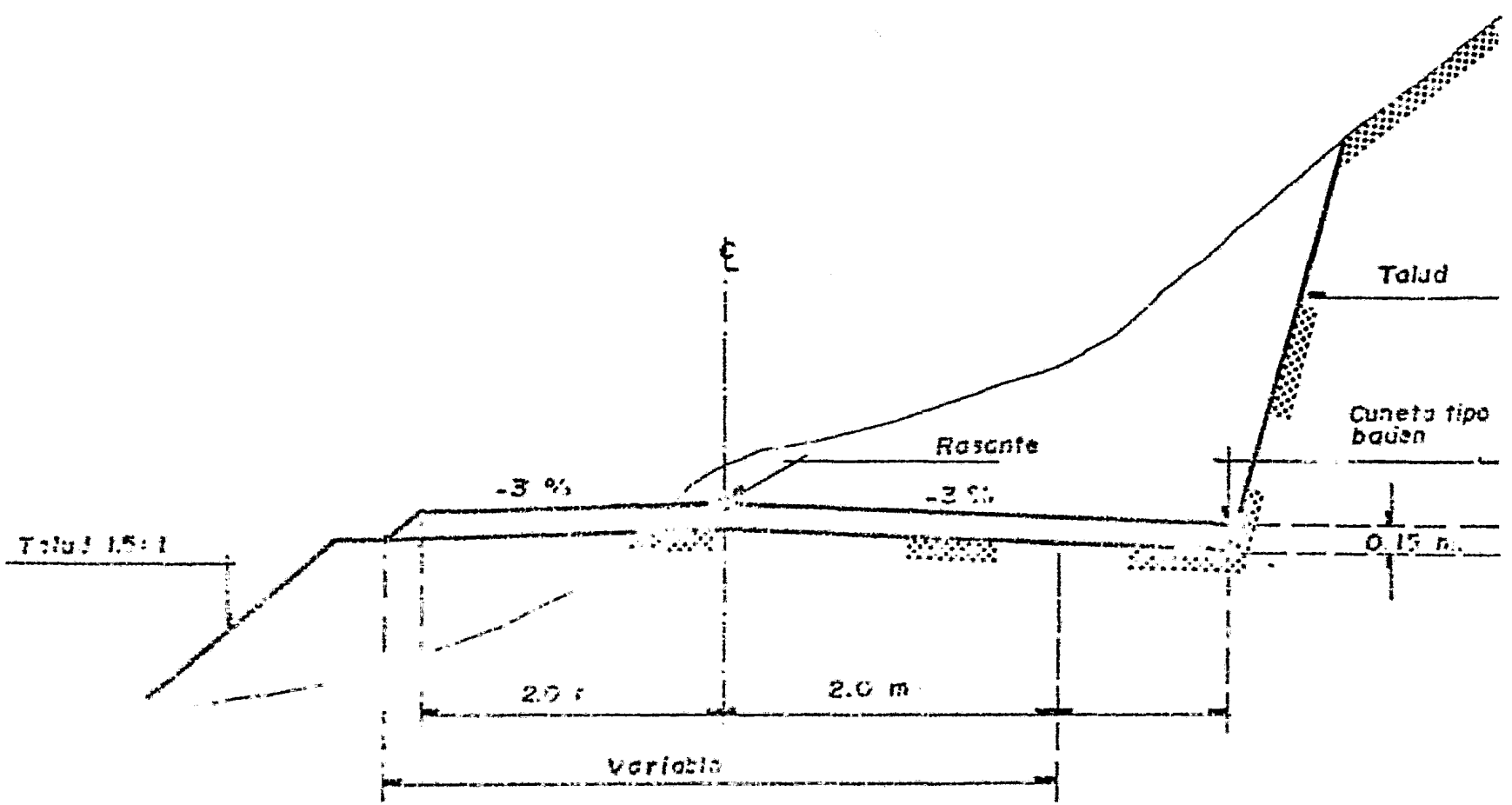


FIGURA I-15

TIPO DE TERRENO	DIMENSIONES (m)		
	A	B	C
PLANO	40	20	10
LOMBRIO	24	12	6
MONTAÑOSO	16	8	4

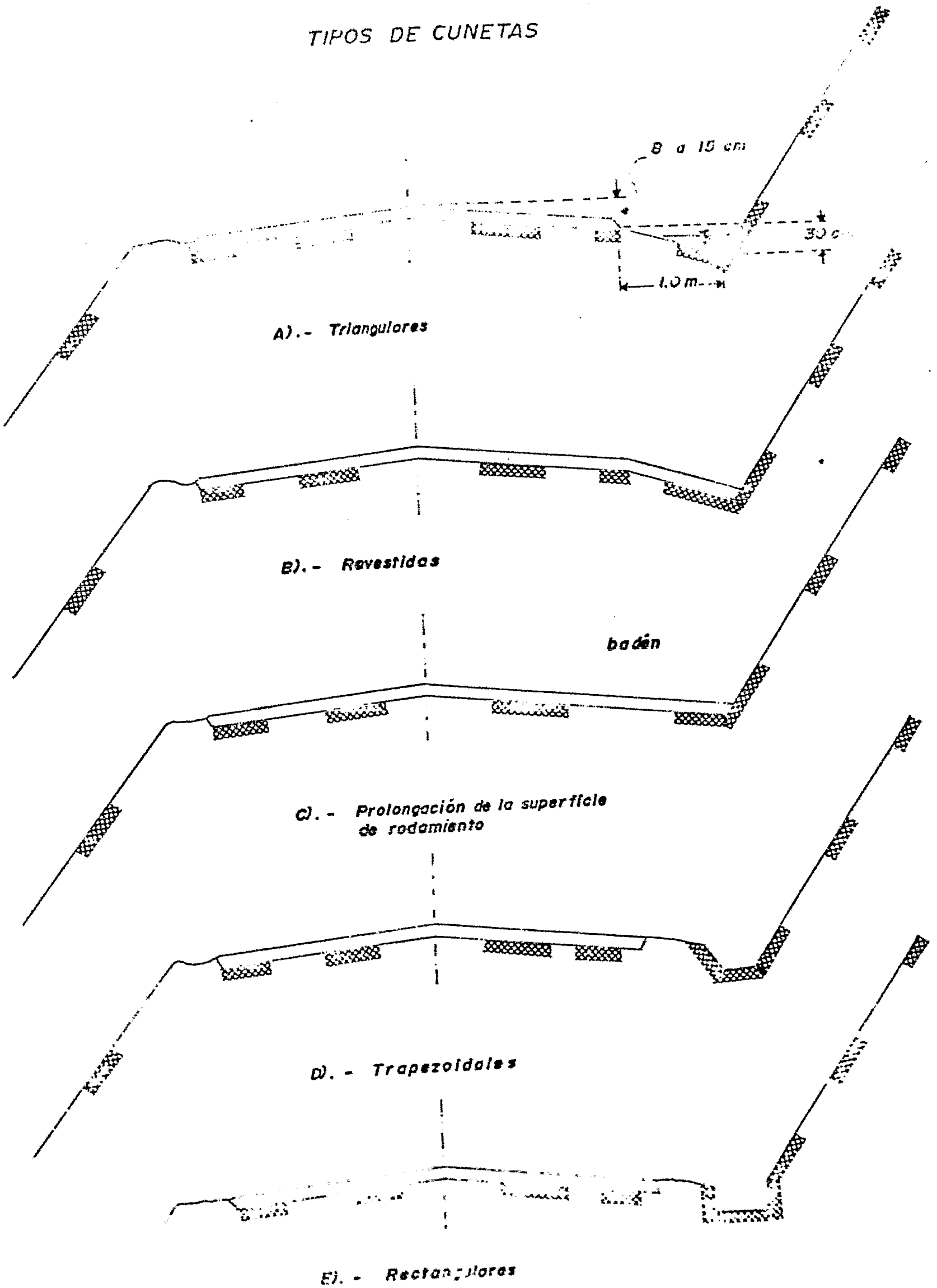


CUNETA TIPO BADEN EN CURVA



CUNETA TIPO BADEN EN TANGENTE

TIPOS DE CUNETAS



FIGURAS I - 17

CUNETA TIPO DE SECCION TRIANGULAR Y
CONTRACUNETA TRAPEZOIDAL

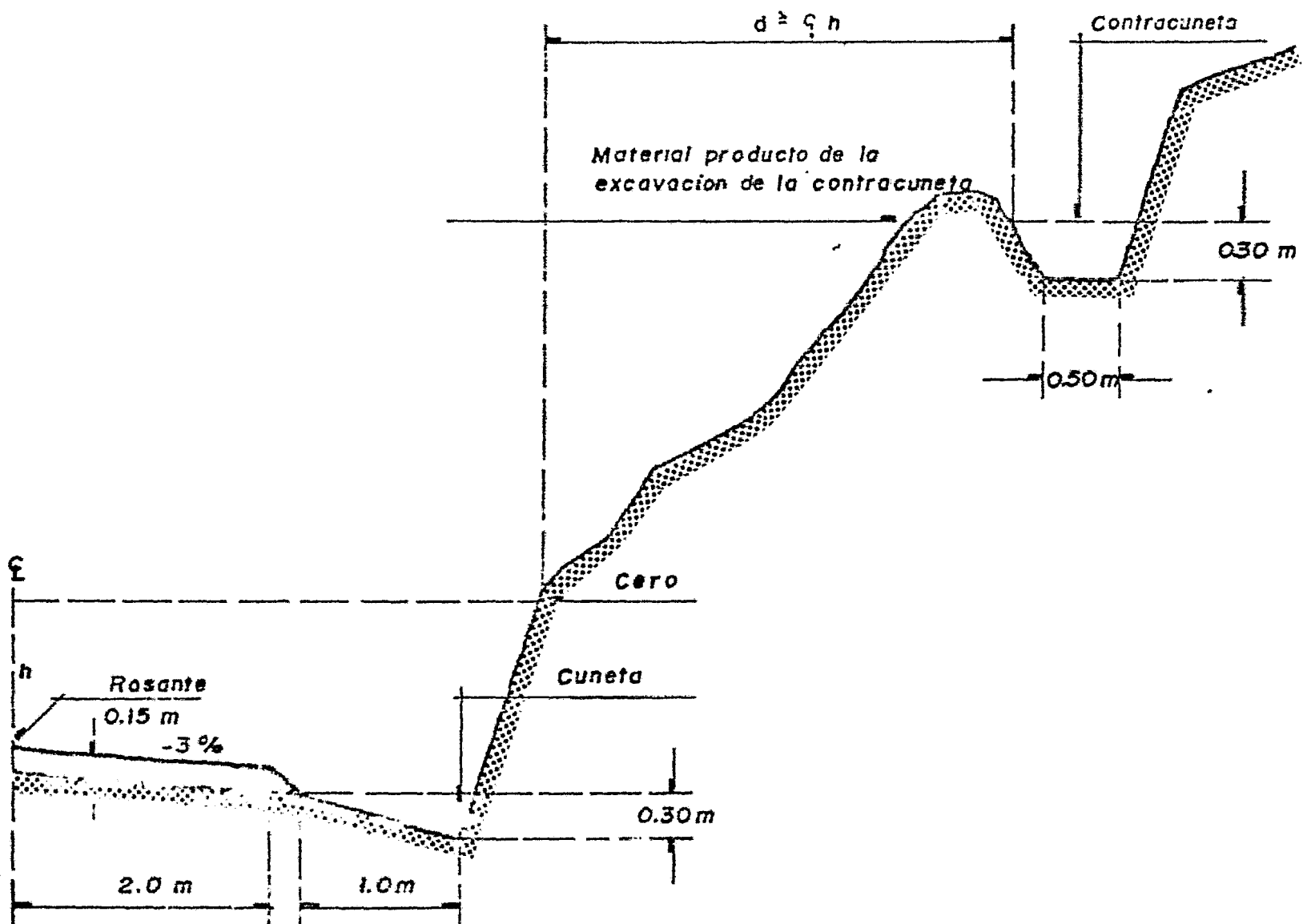


FIGURA I - 18

CALCULO DE SALARIOS FINALES

Factor de incremento al salario base por concepto de : séptimo día, días festivos, vacaciones, impuesto sobre remuneraciones pagadas y cuota patronal por Seguro Social (Bases y lineamientos generales para la integración de precios unitarios y contratación de obras públicas)

Días no laborables al año:

Domingo	52
Días festivos	7 (Ley Fed. Trabajo Art. 74)
Vacaciones	6 (Ley Fed. Trabajo Art. 76)
Enfermedad y/o lluvia	<u>3</u> (No cubiertos por el IMSS)
	68 días

Días laborables al año: $365 - 68 = 297$ días.

Días que se pagan:

Ordinario	365
Aguinaldo	15
Prima de vacaciones	<u>1.5</u> (Ley Fed. Trab. Art. 80)
	381.5 días

a) Incremento por días no laborables:

$$381 = 1.2845 = 38.45\%$$

Impuesto sobre remuneraciones pagadas:

$$381.5 \text{ días} \times 0.01 \text{ (1\% para Educación)} = 3.8 \text{ días.}$$

b) Incremento por el Impuesto:

$$3.8 = 1.0117 = 1.17\%$$

Gasto patronal por Seguro Social:

Días que se pagan al año con cargo al Seguro 365
Días laborables al año 297

$$\text{Factor } (365/297) = 1.2290$$

El INSS fija sobre este factor los porcentajes de 19.6875 para salario mínimo y de 15.9375 para salarios superiores al mínimo.

c) Los incrementos por la cuota patronal resultan:

Para el salario mínimo $1.2290 \times 19.6875 = 24.20\%$
Para salario superior $1.2290 \times 15.9375 = 19.59\%$

RESUMEN:

	S A L A R I O S	
	Minimo	Superior
a) Por días no laborables	28.45%	28.45
b) Por impuesto sobre remuneraciones pagadas	1.28	1.28
c) Por la cuota patronal por S.S.	$\frac{24.20}{53.93\%}$	$\frac{19.59}{49.32\%}$
Factores de incremento	1.54	1.49

Cálculo de salarios reales= salario mínimo x factor de incremento

$$\text{Peón y ayudante} = \$ 280.00 \times 1.54 = \$ 431.20/\text{turno}$$

$$\text{Cabo} \quad \$ 280.00 \times 1.80 = \$ 504.00/\text{turno}$$

CALCULO DE COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIA.

Los costos se analizan bajo las condiciones siguientes:

- Como solo interesa registrar la secuencia del procedimiento de construcción los costos horarios se analizan con precios de adquisición no actualizados, así como los salarios de operación.

- Se aplican los tiempos y porcentajes de operación a las descripciones de los costos.

COSTO BASICO No. 1

MAQUINA: CAMION DODGE VOLTEO 6 M³
 PRECIO MAQUINA: \$ 869,135.00
 VALOR ADQUISICION = Va: \$ 869,135.00
 DIFERENCIA: \$ 809,135.00

MARCA: DODGE MOTOR: GASOLINA
 Ve = VIDA ECONOMICA: 10,000
 Ha = HORAS POR AÑO: 2,000
 Vr = VALOR RESCATE: 173,827.00

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
-----------	---------	---------------	---------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación: $\frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{809,135.00 - 173,827.00}{10,000} = 63.53$

Inversión: $\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times i = \frac{(869,135.00 + 173,827.00)0.20}{2(2,000)} = 52.15$

Seguros: $\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times s = \frac{(869,135.00 + 173,827.00)0.03}{2(2,000)} = 7.82$

Almacenaje: $K \times D = .069 \times \$ 63.53 = 4.38$

Mantenimiento: $Q \times D = 80 \times \$ 63.53 = 50.82$

T O T A L: 178.70

CONSUMOS:

Combustibles: $cPc = 0.10 \times 200 \text{ HP} \times \$10.0 = 200.00$

Lubricantes: $aPl = \left(\frac{5}{100} + 0.0075 \times 20\right) 71.00 = 14.20$

Llantas $\frac{VL1}{Hv} = \frac{\$ 60,000.00}{1,500} = 40.00$

TOTAL: 254.20

OPERACION:

$\frac{\$ 830.40}{8 \times 0.75} = 138.40$

COSTO HORARIO \$571.30/H.R.

COSTO HORA INACTIVOCAMION VOLTEO: 6 M³ DODGECARGOS FIJOS:

Depreciacion:	\$ 63.53	x	0.15	=	\$ 9.53
Inversión:	52.15	x	1.0	=	52.15
Seguros:	7.82	x	1.0	=	7.82
Almacenaje:	4.38	x	1.0	=	4.38
				S U M A :	\$ 73.88

CONSUMOS:

Combustible:	\$270.00	x	0.00	=	\$ 0.00
Lubricantes:	14.20	x	0.05	=	0.70
Llantas:	40.00	x	0.15	=	6.00
				S U M A :	\$ 6.70

OPERACION:

	138.40	x	1.0		<u>\$ 138.40</u>
--	--------	---	-----	--	------------------

				COSTO HORARIO:	<u>\$ 219.00/HR.</u> =====
--	--	--	--	----------------	-------------------------------

COSTO BASICO No. 4

MAQUINA: PIPA PARA AGUA SOBRE CHASIS
 CAPACIDAD: 6 M³
 PRECIO MAQUINA: \$ 789,709.00
 PRECIO DE LAS LLANTAS: \$ 60,000.00
 DIFERENCIA: \$ 729,709.00

MARCA: FORD F-600 MOTOR: GASOLINA
 POTENCIA: 200 H.P.
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 8,400
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,500
 VALOR DE RESCATE 20%: \$ 157,942.00

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
<u>CARGOS FIJOS:</u>			
Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{729,709.00 - 157,942.00}{8,400}$	\$ 68.07
Inversión:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha}$	$\frac{(789,709.00 + 157,942.00)}{2 (1,680)} \cdot 0.20$	56.40
Seguros:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha}$	$\frac{(789,709.00 + 157,942.00)}{2 (1,680)} \cdot 0.03$	2.46
Almacenaje:	$Ka \cdot D$	0.075×68.07	5.10
Mantenimiento:	$Q \cdot D$	$(0.60 \times 1.75) \times 68.07$	71.27

<u>CONSUMOS:</u>			
Combustibles:	$c \cdot P \cdot c$	$(0.10 \times 200 \text{ HP}) \cdot \$ 10.0$	\$ 200.00
Lubricantes:	$a \cdot P_l$	$(5/100 + 0.0075 \times 20) \cdot \$ 71.0$	14.20
Llantas:	$\frac{VLL}{Hv}$	$\frac{60,000}{1,500}$	40.00

<u>OPERACION:</u>			
	$\frac{Ha}{H}$	Chofer	\$ 830.40
		Ayudante	\$ 560.55
			\$ 1390.95 + (8 x 1.75) = \$ 1403.45

COSTO HORARIO: \$ 1403.45 HR.

MAQUINA: CARGADOR FRONTAL CAT. 955
 CAPACIDAD: 2 YD³
 PRECIO DE LA MAQUINA: \$ 6'337,800
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 10,000

MOTOR: DIESEL
 POTENCIA: 130 HP
 VALOR DE RESCATE 20': \$ 1'267,560.00
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,687

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
-----------	---------	---------------	---------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación:	$\frac{Va - Vr.}{Ve}$	$\frac{6'337,800 - 1'267,560}{10,000}$	\$ 507.00
Inversión:	$\frac{Va - Vr}{2 Ha} i$	$\frac{(6'337,800 + 1'267,560)}{2 (1,680)} \cdot 0.20$	452.70
Seguros:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$\frac{(6'337,800 + 1'267,560)}{2 (1,680)} \cdot 0.03$	67.90
Almacenaje:	$Ka D$	0.01×507.00	5.07
Mantenimiento:	$Q D$	$(0.8 \times 1.75) 507.00$	638.50

CONSUMOS:

Combustibles:	$c P c$	$17.0 \times \$ 3.75$	63.75
Lubricantes:	$a P l$	$0.34 \times \$71.0$	24.14

OPERACION:

<u>Sa</u>	Oper.	\$ 1,096.00	
H	Ayud.	\$ 560.50	
		\$ 1,656.50 ÷ (3 x 0.75)	274.42

COSTO HORARIO: \$ 2,101.42

COSTO BASICO No. 6

MAQUINA: MOTOESCREPA CAT. 621
 PRECIO MAQUINA: \$ 12'857,175.00
 PRECIO DE LAS LLANTAS: \$ 615,175.00
 DIFERENCIA: \$ 12'242,000.00

MOTOR: DIESEL
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 12,000
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,680
 VALOR DE RESCATE 20 : \$2'571,435.00

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
-----------	---------	---------------	---------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{12'242,000.00 - 2'571,435.00}{12,000}$	\$ 806.00
Inversión:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	$\frac{(12'857,175.00 + 2'571,435.00) 0.20}{2 (1,680)}$	918.37
Seguros:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$\frac{(12'857,175.00 + 2'571,435.00) 0.03}{2 (1,680)}$	137.75
Almacenaje:	$Ka D$	0.01×806.00	8.06
Mantenimiento:	$Q D$	1.75×806.00	1,410.50

CONSUMOS:

Combustibles:	$c P c$	51×3.75	191.25
Lubricantes:	$a P l$	1.02×71.0	72.42
Llantas	$\frac{Vll}{Hv}$	$\frac{615,175.00}{3,000}$	205.06

OPERACION:

$\frac{Sa}{H}$	$\frac{1,086.03}{8 \times 0.75}$	181.0
----------------	----------------------------------	-------

COSTO HORARIO: \$ 3,950.00/HR.

MAQUINA: MOTOCONFORMADORA CAT. 120 B
 PRECIO MAQUINA: \$ 5'550,363.00
 PRECIO DE LAS LLANTAS: \$ 104,568.00
 DIFERENCIA: \$ 5'445,795.00

MOTOR: DIFSEL
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 10,000
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,680
 VALOR DE RESCATE 20%: \$1'110,073.00

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
------------------	----------------	----------------------	----------------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{5'445,795 - 1'110,073}{10,000}$	\$ 433.57
Inversión:	$\frac{Va + Vr_i}{2 Ha}$	$\frac{(5'550,363 + 1'110,073) 0.20}{2 (1,680)}$	396.45
Seguros:	$\frac{Va + Vr_s}{2 Ha}$	$\frac{(5'550,363 + 1'110.073) 0.03}{2 (1,680)}$	59.47
Almacenaje:	Ka D	0.01 x 433.57	4.33
Mantenimiento:	Q D	1.75 x 433.57	758.75

CONSUMOS:

Combustibles:	c P c	18.87 x 3.75	70.76
Lubricantes:	a P l	0.32 x 71.00	22.72
Llantas:	$\frac{Vll}{Hv}$	$\frac{104,568.00}{3,000}$	34.86

OPERACION:

	$\frac{Sa}{H}$	$\frac{1,086.08}{8 x 0.75}$	181.00
--	----------------	-----------------------------	--------

COSTO HORARIO: \$1,961.91/Hr.
 =====

MAQUINA: PERFORADORA DE PISO S 58 D

PRECIO MAQUINA: \$ 98,000.00

VALOR DE RESCATE: 0%

HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 4,800

HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,680

MANGUERA 3/4" x 10' (3m) CON LUBRICADOR: \$ 4,100.00

MANGUERA 3/4" x 50' (15m) CON ACCESORIOS: \$ 2,800.00

S U M A : \$ 6,900.00

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
-----------	---------	---------------	---------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{98,800}{4,800}$	\$ 20.58
Inversión:	$\frac{Va + Vr_i}{2 Ha}$	$\frac{(98,800) 0.20}{2(1,680)}$	5.90
Seguros:	$\frac{Va + Vr_s}{2 Ha}$	$\frac{(98,800) 0.03}{2(1,680)}$	0.90
Almacenaje:	$Ka D$	0.03×20.58	0.61
Mantenimiento:	$Q D$	$(0.80 \times 1.75) 20.58$	28.81

CONSUMOS:

Lubricantes:	a P l	0.10×71.0	7.10
Accesorios:		$\frac{6,900}{2,500}$	2.76

OPERACION:

$\frac{Sa}{H}$	Operario	\$848.90	
	Peón	<u>560.55</u>	
		$\$1409.35 \div (8 \times 0.75)$	234.90

COSTO BASICO No. 9

MAQUINA: COMPRESORA GARDNER DENVER
 CAPACIDAD: 300 PCM
 PRECIO MAQUINA: \$ 2'382,300.00
 VALOR DE RESCATE: \$ 476,460.00

MOTOR: DIESEL
 POTENCIA: 190 HP
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 10,000
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,680

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
-----------	---------	---------------	---------------

CARGOS FIJOS:

Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{2'382,300 - 476,460}{10,000}$	\$ 190.58
Inversión:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	$\frac{(2'382,300 + 476,460)}{2 (1,680)} C.20$	170.16
Seguros:	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$\frac{(2'382,300 + 476,460)}{2 (1,680)} 0.03$	25.52
Almacenaje:	$Ka D$	0.02×190.58	3.81
Mantenimiento:	$Q D$	$(0.8 \times 1.75) 190.58$	266.81

CONSUMOS:

Combustibles:	$c P c$	$0.07 \times 190 \text{ HP} \times 3.75$	49.90
Lubricantes:	$a P l$	$(15/100 + 0.0095 \times 13.3) 71.0$	19.62

OPERACION:

$\frac{Sa}{H}$	$\frac{960.08}{8 \times 0.75}$	160.0
----------------	--------------------------------	-------

COSTO HORARIO: \$ 986.40/-
 =====

COSTO BASICO No. 10

MAQUINA: TRACTOR KOMATSU D 155 A-1 CON
 PRECIO MAQUINA: \$ 12'402,000.00 BULLDOZER
 VALOR DE RESCATE 200: \$ 2'480,400.00

MOTOR: DIESEL
 POTENCIA: 300 HP
 HORAS EFECTIVAS DE VIDA: 12,000
 HORAS EFECTIVAS POR AÑO: 1,680

C A R G O	FORMULA	C A L C U L O	COSTO HORARIO
<u>CARGOS FIJOS:</u>			
Depreciación:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{12'402,000 - 2'480,400}{12,000}$	\$ 826.80
Inversión:	$\frac{Va + Vr_i}{2 Ha}$	$\frac{(12'402,000 + 2'480,400) 0.20}{2(1,680)}$	885.86
Seguros:	$\frac{Va + Vr_s}{2 Ha}$	$\frac{(12'402,000 + 2'480,400) 0.03}{2(1,680)}$	132.88
Almacenaje:	$Ka D$	0.01×826.80	8.27
Mantenimiento:	$Q D$	1.0×826.80	826.80
<u>CONSUMOS:</u>			
Combustibles:	$c P c$	$4Q \times 3.75$	150.00
Lubricantes:	$a P l$	0.57×71.0	40.47
<u>OPERACION:</u>			
	Sa	Operario \$ 1,095.08	
	H	Ayudante <u>560.56</u>	
		\$ 1,655.64 ÷ (8 x 0.75)	275.94
		COSTO HORARIO:	\$ 3,147.07/HR. =====

BIBLIOGRAFIA

COSTOS Y EMPLEO DE EQUIPO DE CONSTRUCCION EN VIAS TERRESTRES.

Ing. Julián Name Macoise.

COSTOS DE CAMINOS DE MANO DE OBRA.

Ing. Raúl Salas Rico.

ANALISIS DE LOS COSTOS INDIRECTOS.

Ing. Raúl Salas Rico.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA SECRETARIA DE
ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS. LIBROS SEGUNDO, TERCERO
Y CUARTO.