

PROYECTO DE GRADO

DE

JUAN J. ANGULO BEZADA

PROMOCION 1947 - CONSTRUCCIONES CIVILES

Tema para el proyecto de Grado del Sr. Juan J. Angulo Bezada,
Promoción 1947, para optar el título de Ingeniero Civil.

- - -

Programa a desarrollar

PRIMERA PARTE.- GENERALIDADES

I.- INSTALACIONES

- ✓ a) CAMPAMENTO.- Lugar adecuado.- Organización General.-
Distribución y ubicación de sus elementos.-
- ✓ b) INSTALACIONES ESPECIALES.- Iluminación y Fuerza motriz.- Su instalación.-
Servicios Higiénicos particulares y colectivos.- Pozos Sépticos.- Casetas Desarmables.- Oficinas y Almacenes.- Taller de Mecánica.- Servicentros.- Detalles de su instalación.- Instalaciones menores.-

II.- EQUIPO MECANICO

- ✓ a) GENERALIDADES.- Estudio del motor Diesel.- Transporte de Equipo.- Organización de Convoyes.
- ✓ b) ZARANDA MECANICA.- Armado.- Instalaciones adicionales.-
Su funcionamiento.- Diversas formas de trabajo.- Personal.- Organización del Trabajo.- Influencia del viento.- Lavado de los materiales zarandeados.- Chancadora adicional.- Controles.- Rendimientos.

- ✓ c) FAJA ELEVADORA.- Generalidades.- Instalaciones Adicionales.- Formas de trabajo.- Personal.- Rendimiento.-
- ✓ d) PALA MECANICA.- Diferentes tipos.- Características y forma de trabajo de cada uno.- Aplicaciones.- Personal.- Rendimientos.
- ✓ e) CARGADORES.- Características.- Formas de trabajo.- Rendimiento.
- ✓ f) EQUIPO DE RIEGO.- Bombas Portátiles y estacionarias.- Tanques de agua, sus accesorios.
- ✓ g) ZARANDAS ADAPTABLES A CAMIONES.- Diferentes tipos.- Usos.- Colocación.
- ✓ h) TRACTORES.- Generalidades.- Diferentes tipos.- De oruga y neumáticos.- Aditamentos especiales.- Forma de trabajo.- Como unidad y combinados.- Empujadores de Rastrillo.- Rendimientos.
- ✓ i) TRAILLAS.- Generalidades.- Diferentes tipos.- Hidráulicas y de cable.- Haladas con tractor de oruga y con unidad de llantas neumáticas.- Organización del trabajo.- Rendimientos.
- ✓ j) COMPRESORAS
- ✓ k) MOTONIVELADORAS.- Generalidades.- Diferentes tipos.- Formas de trabajo.- Como unidad y combinadas.- Refinados.- Conformación de taludes.- Rendimiento.
- ✓ l) EQUIPO DE RODILLADO Y COMPACTACION.- Generalidades.- Dife-

rentes tipos.- Rodillo de tres Ruedas.- Rodillo tipo Tandem.-
Rodillo Neumático.- Rodillo Pata de Cabra.- Rodillos Varios.

- m) ADITAMENTOS ESPECIALES.- Generalidades.
- n) ESPARCIDORAS.- Generalidades.- Formas de trabajo.- Esparci-
doras simples.- Esparcadoras Mecánicas.- Ren-
dimientos.
- o) EQUIPO DE IMPRIMACION.- Generalidades.- Cocinas de Asfalto.-
Tanques Imprimadores.- Rendimientos.
- p) CALDEROS PARA ASFALTO.- Generalidades.- Tipos.- Su instala-
ción y funcionamiento.
- q) EQUIPOS ESPECIALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS.-
- r) SELECCION DEL EQUIPO.- CRITERIO
- s) SUPERVIGILANCIA DE LOS TRABAJOS.- FORMA Y CRITERIO DE EJECU-
TARIOS.-
- t) COORDINACION NECESARIA ENTRE LAS DIVERSAS MAQUINAS DURANTE
LA EJECUCION DE LA OBRA.-

III.- CONSERVACION DEL EQUIPO

- a) LUBRICACION DE MAQUINAS.-
- b) MANTENIMIENTO.- Repuestos y reparaciones.
- c) CONTROL DE EQUIPO.- Generalidades.

SEGUNDA PARTE.- CONSTRUCCION Y PAVIMENTACION DEL CAMINO

IV.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

- a) GENERALIDADES.- Replanteos y estacas de Talud.- Compensación de cortes y rellenos.- Diagrama de Masas.- Control del avance diario por porcentajes aproximados.
- b) TRABAJO EN MATERIAL SUELTO.- Generalidades.- Trabajo con Tractores y Traillas.- Acabados con Motoniveladora.- Niveles de construcción.- Compactación según los materiales.- Ensanches.- Importancia del riego.- Ejecución de cortes y rellenos.- Acabado de taludes.
- c) TRABAJO EN MATERIAL DURO.- Generalidades.- Trabajos preliminares con explosivos.- Trazo de los tiros, según la formación geológica del terreno.- Terminología de los tiros: Calambucos, Chulanas, Medias Barreteras, Cachorros, Plastas, etc.... Tiros en serie para trabajos abiertos y en túneles.- Detonantes retardados.- Forma de cargar los tiros.- Tiros con mecha y eléctricos.- Apreciaciones generales del trabajo y de rendimientos.- Acabado en cortes de roca.- Refinado de taludes.
- d) MATERIAL HUMEDO.- Generalidades.- Drenajes.- Colectoras laterales y alcantarillas de desagüe.- Cunetas.- Trabajos de explanación y ejecución de rellenos en pantanos.

V.- AFIRMADOS

- ✓ a) EXPLORACION DE CANTERAS.-- Generalidades.-- Potencia del manto.-- Explotación de la cantera a mano, con Pala Mecánica, con Faja Transportadora, etc.-- Sistemas de trabajo.-- Organización del sistema de transporte.
- b) AFIRMADOS PROPIAMENTE DICHOS.-- Generalidades.-- Sub-base de Hormigón.-- arcilla y de arena-arcilla.-- Estacado y niveles.-- Personal mínimo para la ejecución de la sub-base y de la base.-- Ejecución del Trabajo.-- Ensanches.-- Equipo mínimo para cada fase del trabajo.-- Trabajo en varios turnos.-- Regado, mezclado, rodillado y compactado.-- Importancia del tránsito.-- Sus inconvenientes.

VI.- ASFALTADO

- ✓ a) GENERALIDADES .-- Asfaltado en frío y en caliente.
- ✓ b) PLANTA DE ASFALTO.-- Generalidades.-- Trazo y dimensiones.-- Planta simple y Planta doble.-- Planta para asfaltado con mezcla en caliente.-- Mezcladoras.-- Personal.-- Equipo adicional.
- ✓ c) LABORES PRELIMINARES.-- Organización General.-- Materiales.-- Cálculo de los volúmenes necesarios.-- Extracción, Zarandeado y Transporte a la

Planta.- Almacenamiento de los materiales.- Organización para el transporte de asfalto a la planta.- Trabajos adicionales.

- d) EJECUCION DEL TRABAJO.- Organización.- Ejecución de la mezcla.- Su transporte al lugar del extendido.- Ejecución del extendido.- Extendido a mano.- Extendido con esparcidores simples.- Extendido con esparcidora mecánica.- Cuidados especiales.- Fallas.- Detalles de construcción.- Acabado y compactado de la mezcla asfáltica.- Su técnica.- Juntas de construcción.- Junta longitudinal.
- e) CONSERVACION DE LA SUPERFICIE ASFALTICA.- Generalidades.- Sellado.- Su ejecución y acabado.- Parchado.- Su ejecución.- Ensanches, etc...

VII.- BERMAS

- a) GENERALIDADES.- Características.- Materiales.
- b) EJECUCION DEL TRABAJO.- Tiempo y forma de ejecución.- Nivelado, mezclado y rodillado.- Su conservación.

VIII.- SEÑALIZACION

- a) GENERALIDADES .- Señales de construcción.- Señales provisionales y señales definitivas para el tránsito normal.

IX.- SUELOS

- a) GENERALIDADES.- Estudio de los materiales.- Granulometría.- Constantes físicas.- Densidades teóricas.- Equipo mínimo para Laboratorio de campo.- Personal requerido.

- ✓ b) TRABAJO DE CAMPO.- Generalidades.- Estudio de los materiales para Explanaciones, sub-rasantes, afirmados, bermas y asfaltado.- Ubicación de canteras.- Su estudio.- Dosificaciones.- Normas generales.- Influencia del agua del sub-suelo.- Estudio de los materiales inertes para las mezclas asfálticas.- Estudio de los asfaltos.- Diferentes tipos de mezclas asfálticas.- Controles de Campo: Compactación, humedad, densidades, etc.-

X.- ENTREGA DE LA OBRA TERMINADA.- CONDICIONES PARA LA RECEPCION

TERCERA PARTE.-

XI.- ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD

- ✓ a) TRABAJOS PRELIMINARES.- Estudio del trabajo a ejecutar con los metrados de la obra.- Ejecución del presupuesto.- Forma de presentarlo.- Estudio de los precios unitarios.- Recomendaciones.- Influencia de la ubicación de las canteras y de la Planta de Asfalto.- Importancia del equipo mecánico con que se cuenta para la ejecución de la obra.- Estudio de las vías de acceso y su importancia.- Replanteos y verificaciones.- Datos Generales.
- ✓ b) ORGANIZACION GENERAL .- Generalidades.- Personal mínimo necesario.- Sistema de planillas y tareas del personal.- Seguros Sociales y Leyes Obreras.- Organización de la Oficina Central y Almacenes.- Control de Talleres y Almacén de Obra.

c) CONTROL DE OBRA.- Generalidades.- Personal necesario.- Sistema de control de camiones.- Control de sub-contratistas.- Partes de trabajo y de máquinas.

d) CONTABILIDAD DE OBRA .- Generalidades.- Forma de llevarla.- Sub-división de Partidas de contabilidad.- Valorizaciones de materiales recobrables y desvalorizaciones.- Balance total.

- - - - -

INTRODUCCION.-

El presente proyecto se refiere tan sólo al aspecto constructivo de una carretera de pavimento asfáltico, siendo las características que en el desarrollo del presente tema se considerarán, las de este tipo de trabajo en la Costa del Perú.-

En realidad, es sólo una memoria descriptiva de los trabajos que el examinando ha efectuado en este campo de la ingeniería y es su objetivo el contribuir con un modesto trabajo a la difusión de los problemas generales entre los alumnos de la Escuela Nacional de Ingenieros con motivo del Congreso Internacional de Ingeniería, efectuado últimamente en Lima.-

CAPITULO I .-

Normalmente al iniciarse un trabajo de construcción de una carretera de cualquier tipo, el problema fundamental, aparte del equipo indispensable y los medios económicos, es el de operarios, la forma y lugar de darles alojamiento seguro y defendido de las inclemencias del clima en sus diversas formas.-

Son elementos que directamente y en forma principal influyen en la ubicación de los campamentos, los vientos y las aguas, ya sean de lluvias o provenientes de aumentos de caudales en los ríos, así como los medios de aprovisionamiento tanto de co-

mestibles como de agua más o menos potable.-

Es por esto que de escogerse en los posible lugares bordeados de cerros o dunas estables, de preferencia por tres de sus lados para evitar las corrientes y variaciones de los vientos dominantes.-

Es muy corriente creer encontrar estas condiciones cerca de los ríos, y es por esto también que en muchos casos se han visto campamentos inundados por no tener en cuenta los aumentos del caudal de agua en las épocas de crecientes, así como se han visto otros completamente destruidos por ser ubicados en quebradas abrigadas sin haberse tenido en cuenta los llacpanas o haaicos en las épocas de avenidas.-

Es un ejemplo clásico de campamento perfectamente ubicado, el que estableció el Ministerio de Fomento para la construcción del sector Pisco-Ica de la carretera Panamericana del Sur, en el Km. 264 y que es denominado Cerro-Partido.-

Dicho campamento se encuentra en una pequeña quebrada formada por dunas fijas que afectan la forma de un herraje y encierran las instalaciones librándolas de las influencias del viento que en esta zona son muy violentos, y tiene agua a metro y medio de profundidad.-

Es fundamental también el evitar la incidencia directa del sol, especialmente en los pabellones de oficinas y maestranzas, pues en zonas calurosas como lo son la mayoría de los

valles de la costa peruana, se haría sumamente penoso el trabajo durante el día.-

Determinado el sitio para la ubicación de un campamento, es recomendable calcular desde un principio la capacidad máxima que tendrá éste, así como la categoría de personal que en él vivirá, y determinar la distribución de sus calles así como los elementos de trabajo.-

Pongamos por ejemplo, un campamento para trescientos hombres incluyendo: Ingenieros solteros y casados, personal técnico auxiliar, empleados, capataces, maestros mecánicos, personal menor de mecánicos, operadores, operarios en general y peones.-

Es indiscutible que la mejor zona del campamento se ha de destinar al alojamiento de los ingenieros, teniendo en cuenta no sólo la absoluta independencia para su vida particular, sino también, el distanciamiento conveniente con el resto de las instalaciones que deben de tener las familias de éstos para que no estén en obligado contacto con el desarrollo del trabajo, que en sí es sumamente rudo en todas sus expresiones y formas.-

Aparte de esto, debe tenerse en cuenta, que las oficinas deben ser los sitios más accesibles y por lo tanto deben de estar de preferencia en la parte central y delantera del Campamento, lo mismo que los centros de aprovisionamiento de combustibles, los que además deberán estar rodeados de una zona prudentemente amplia, libre de toda construcción o instalación para e-

uitar daños mayores en casos de accidentes.-

Como segundo escalón en la distribución de elementos, se tendrán los talleres y Maestranzas, así como almacenes y depósitos, debiéndose tener en cuenta para su ubicación que ellos resultan centros públicos en lo que se refiere al trabajo y funcionamiento de la obra, pero completamente privados en lo que se refiere al tránsito exterior en general.-

El tercer aspecto del campamento lo ocupa la vivienda del personal de operarios, en la que, por supuesto, se han de mantener las jerarquías y escalas existentes en el trabajo en sí, no debiéndose reunir en ambientes iguales a capataces, maestros obreros y peones, por ejemplo.-

Es recomendable para un mejor funcionamiento del campamento, la separación por calles del personal con familia, los que tendrán viviendas separadas para cada uno, las cuales serán más espaciales, de los Maestros Mecánicos y Capataces así como los empleados, y del personal subalterno de operadores y ayudantes, que tendrán dormitorios comunes con mayor o menor capacidad e independencia según su categoría, y en todo caso debe tenerse completamente separado al elemento peón, que tendrá como vivienda galpones de gran capacidad.-

Como elementos auxiliares a esta distribución se tendrán los comedores, que estarán cerca de las viviendas; los servicios higiénicos, que conservarán una prudente distancia; y el cen-

tro de luz y fuerza que por ser comunmente motores a petróleo o gasolina deben tenerse bastante distanciados para evitar el ruido que en su funcionamiento producen.-

Todos estos elementos deben de tener entre sí accesos fáciles por lo que es preferible que el lugar que se escoja para un campamento permita el desplazamiento de vehículos en cualquier sentido y en caso de ser arena, es recomendable su estabilización previa para lo cual se requiere un estudio preliminar del posible desarrollo en superficie para evitar trabajos preliminares superfluos o en su defecto la ejecución posterior de trabajos que debieron ser preliminares.-

Tratemos ahora cada uno de los elementos en forma separada para su análisis individual :

a).- Iluminación y Fuerza motriz.-

El sistema lógico para iluminar y dar fuerza eléctrica a un campamento como el del ejemplo dado, o sea para trescientas personas, es el de usar un grupo electrógeno cuya capacidad deberá ser calculada previamente para determinar el tipo de motor a usarse.-

Los motores de cierta capacidad son generalmente de alimentación trifilar con un conductor neutro lo que permite utilizar voltajes de 220 v. o 110 v. según convenga.-

El motor más comunmente usado para este tipo de trabajo es el Diesel de alimentación a petróleo, y es recomendable

no usar el tanque de combustible propio, ya que por ser de poca capacidad no permite un trabajo muy continuado sin reaprovisionamiento de combustible, por esto es preferible adaptar uno o dos cilindros standard de 55 galones que serán instalados cerca del motor, debiendo estar todo el sistema, así como el tablero de control, dentro de una misma casa cubierta; la cual será construída de tal forma que una de las paredes permita el paso del aire necesario para el enfriamiento del radiador del motor, y debidamente ventilado para la eliminación de los gases, siendo recomendable que el escape de los gases de combustión del motor sean expulsados afuera por medio de chimeneas o escapes debidamente orientados.-

En cuanto a la instalación y distribución de la energía eléctrica, debe tenerse en cuenta que sólo la maestranza, Oficina central y el servicentro de combustibles, necesitan durante todo el día fuerza, por lo que el resto del campamento debe quedar aislado por medio de circuitos controlables desde la caseta del motor.- Normalmente el sistema de iluminación de las casas para Ingenieros queda incluido en este circuito, el cual será calculado de acuerdo a los Códigos de Electricidad e Iluminación vigentes para no sobrecargar un circuito y producir un gasto excesivo con la consiguiente caída del voltaje.-

Lo mismo debe hacerse con la capacidad de los conductores a usarse, para lo cual deberá tenerse en cuenta que la

caída de potencial está en función directa con la longitud de las líneas.-

Por experiencia propia recomendaría el uso de luces fluorescentes para la iluminación de oficinas y Talleres, ya que debido a los transformadores para pequeño voltaje que ellas llevan, las caídas de potencial disminuyen notablemente permitiendo una mayor cantidad de puntos de luz en un mismo circuito.-

Hay determinados casos en que el motor de un campamento es usado para alimentar, por medio de líneas más o menos largas, diferentes centros de trabajo, como son canteras, plantas de asfalto, etc.. En ese caso debe calcularse detenidamente el tipo de conductores a usarse, y si debido a la distancia se producen caídas fuertes de potencial, como por ejemplo de 220 v. a 155 v., deben incluirse en el circuito resistencias adicionales ya sea en forma de puntos de luz o conductores de menor diámetro, para lograr que al punto lejano que se quiere iluminar llegue un voltaje de 110 v. y la iluminación se hará por medio de focos o lámparas de ese voltaje.-

Es recomendable, en el caso de tender líneas a cierta distancia del centro de fuerza, que los conductores estén lo más cerca posible a las zonas de trabajo paralelas, para de esta forma poder usar energía eléctrica en cualquier emergencia, como lo es el trabajo nocturno, que en este caso y sin mayor trabajo podría ser ventajosamente iluminado.-

Está demás el indicar, que los conductores deberán ser de revestimiento especial para intemperie y que hay que evitar en lo posible empalmes innecesarios a mitad de circuito, debiéndose hacer éstos en todo caso en los mismos postes de sostén.-

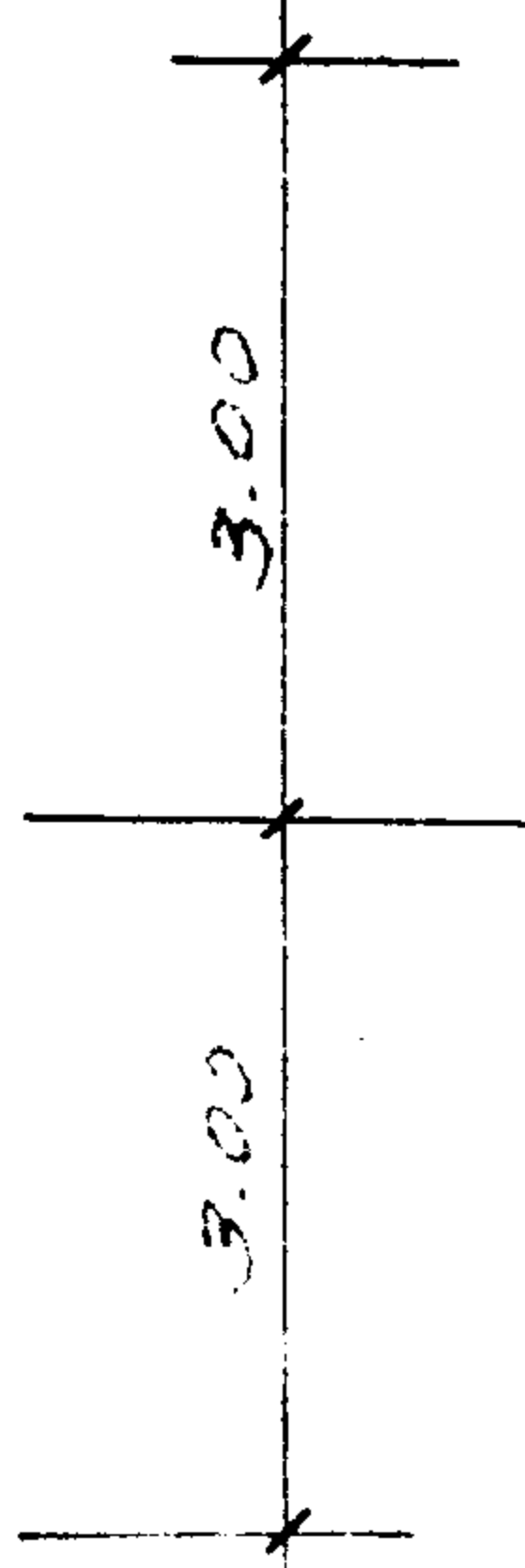
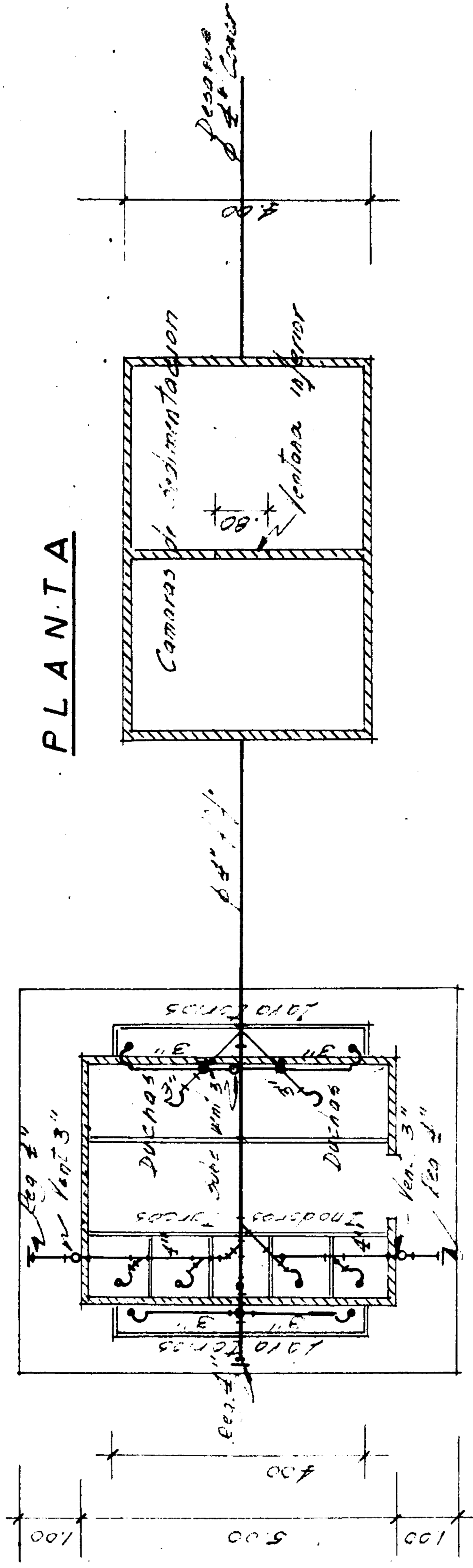
b).- Servicios Higiénicos.-

Dos son las variedades que se presentan en este tipo de instalaciones en los campamentos. La primera son los servicios colectivos para el grueso del personal y luego los servicios aislados para uso independiente.-

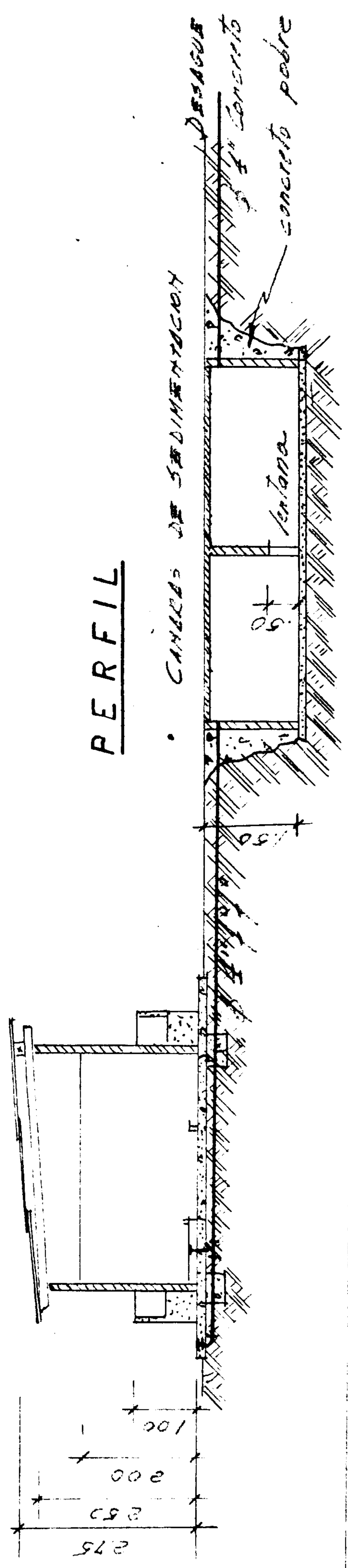
El primero puede apreciarse en forma completa en el croquis adjunto, que corresponde a un sistema completo de Tanque Séptico y Servicios ya construido.-

Consta en sí de dos tanques contiguos de sedimentación comunicados entre sí por una ventana inferior.- El primero viene a ser el receptor de las aguas negras provenientes de los servicios y el segundo el tanque sedimentador propiamente dicho y que se comunica con el primero por un simple principio de vasos comunicantes, éste último tiene la tubería de descarga exactamente al mismo nivel que el primero la entrada y el principio funcional ya bien conocido, no viene a ser otro que las materias orgánicas sobrenaden en el primer tanque y al descomponerse las partes que no tienen oxígeno, producen organismos que tienen gran proporción de cal y que al sedimentar sirven de desinfectante en

PLANTA



PERFIL



el sistema, por supuesto para el funcionamiento de este proceso se necesita calma en la masa de agua por lo cual es fundamental que las tuberías de acceso y descarga estén a un mismo nivel.-

En la parte correspondiente a los Servicios Higiénicos en sí, debe tenerse en cuenta que el sistema de desagüe debe ser cuidadosamente ventilado, para lo cual es recomendable ceñirse a las Reglamentaciones correspondientes.-

En cuanto a la alimentación de agua, lo más sencillo es colocar un tanque en el techo de la construcción, el cual puede ser de una sola pieza o en su defecto una batería de cilindros debidamente conectados entre sí.-

En lo que se refiere a los servicios independientes que normalmente son de uso muy reducido, se pueden hacer fácilmente con cilindros enterrados, dejando el fondo destapado y haciéndoles previamente una capa de material filtrante que es innecesaria en caso de ser construídos en arena, El único cuidado de estos pequeños sépticos será el de introducir de tiempo en tiempo cal por la chimenea de ventilación que en todo caso debe dejarse y que sobreelevada unos dos metros del suelo presenta todas las seguridades del caso.-

c).- Casetas Desarmables.-

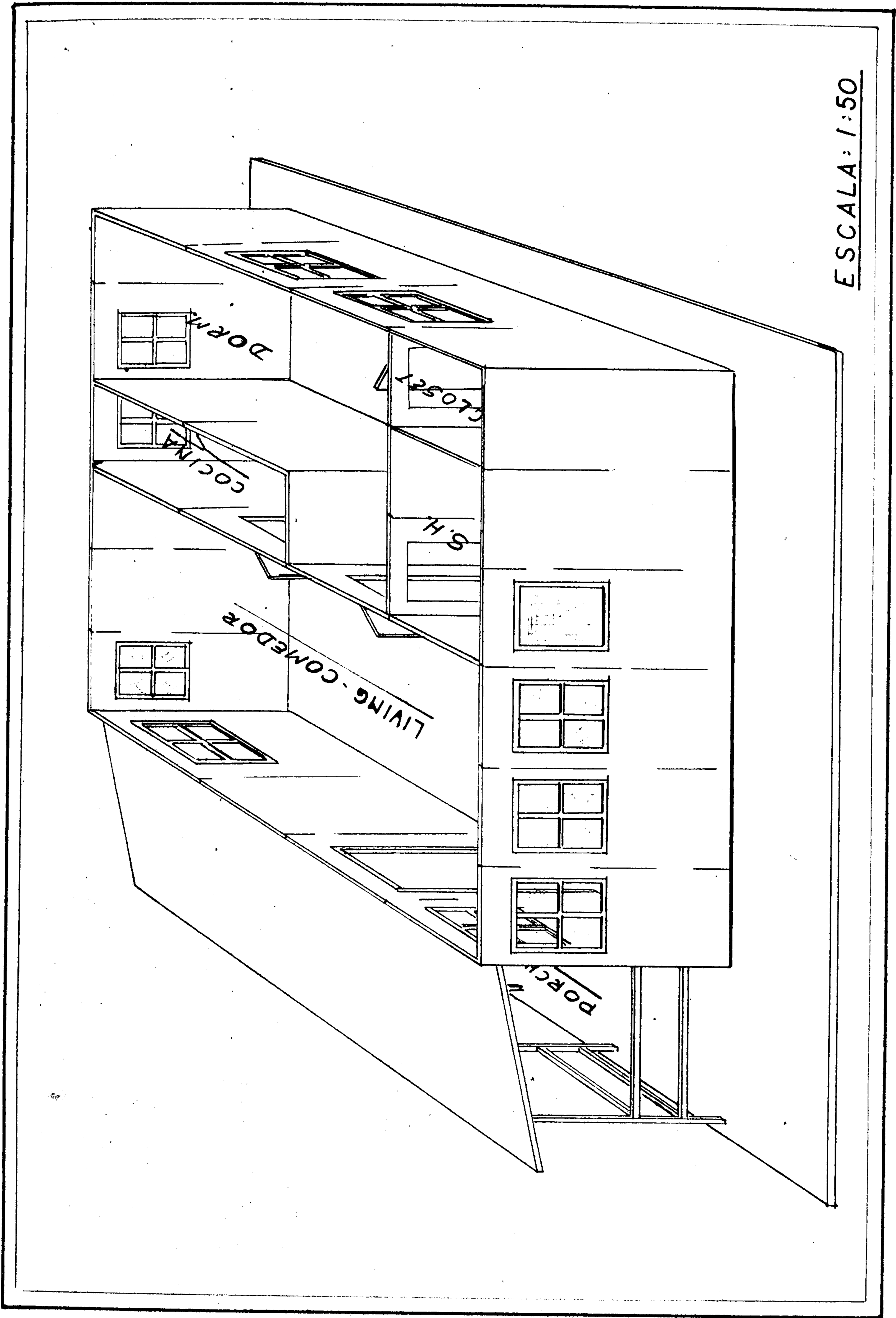
Múltiples son las materias primas que se emplean en la confección de campamentos en nuestro medio, por lo que sólo trataremos los tres tipos más comunes en uso en la actualidad y que son la Totorá, el Eternit o el cartón, que para el caso es lo mismo, y la madera.-

Es creencia normal que la Torora, por su apariencia pobre es el elemento más económico para la construcción de un campamento, pero si se tiene en cuenta que un campamento de construcción de una carretera es un elemento que continuamente se desplaza, y que por tanto hay que desarmar y rearmar sus elementos continuamente, se llega a la conclusión, que la totora para construcciones estables es excelente pero para unidades desarmables resulta un material que se deprecia muy rápidamente y lo que es peor se destruye con mucha facilidad, por lo que a la larga resulta antieconómico.-

En todo caso, cuando las condiciones económicas lo imponen, lo más prudente es construir marcos de dimensiones fijas de tal modo que una caseta se pueda desarmar por piezas o paños completos y de ésta forma los marcos de madera la defienden bastante bien.-

Estos marcos de madera, como en todo sistema desarmable, deben ser unidos por medio de pernos y no clavados para que no se deterioren.-

El mismo sistema de marcos de madera deberá seguirse para las construcciones a base de telares de eternit o cartón, pero es sabido que este último elemento es susceptible a deformaciones por cambios bruscos de temperaturas y el eternit es sumamente frágil, lo cual debe tenerse en cuenta al transportar un campamento.-



ESCALA: 1:50

El ideal para este tipo de construcción es el telar de madera, que si bien es de un mayor costo inicial, debe tenerse en cuenta que es sencillo de hacer, más simple para armar y sumamente seguro y fácil de transportar, añadiéndose a esto que su depreciación es insignificante comparada con el resto de los elementos enumerados.-

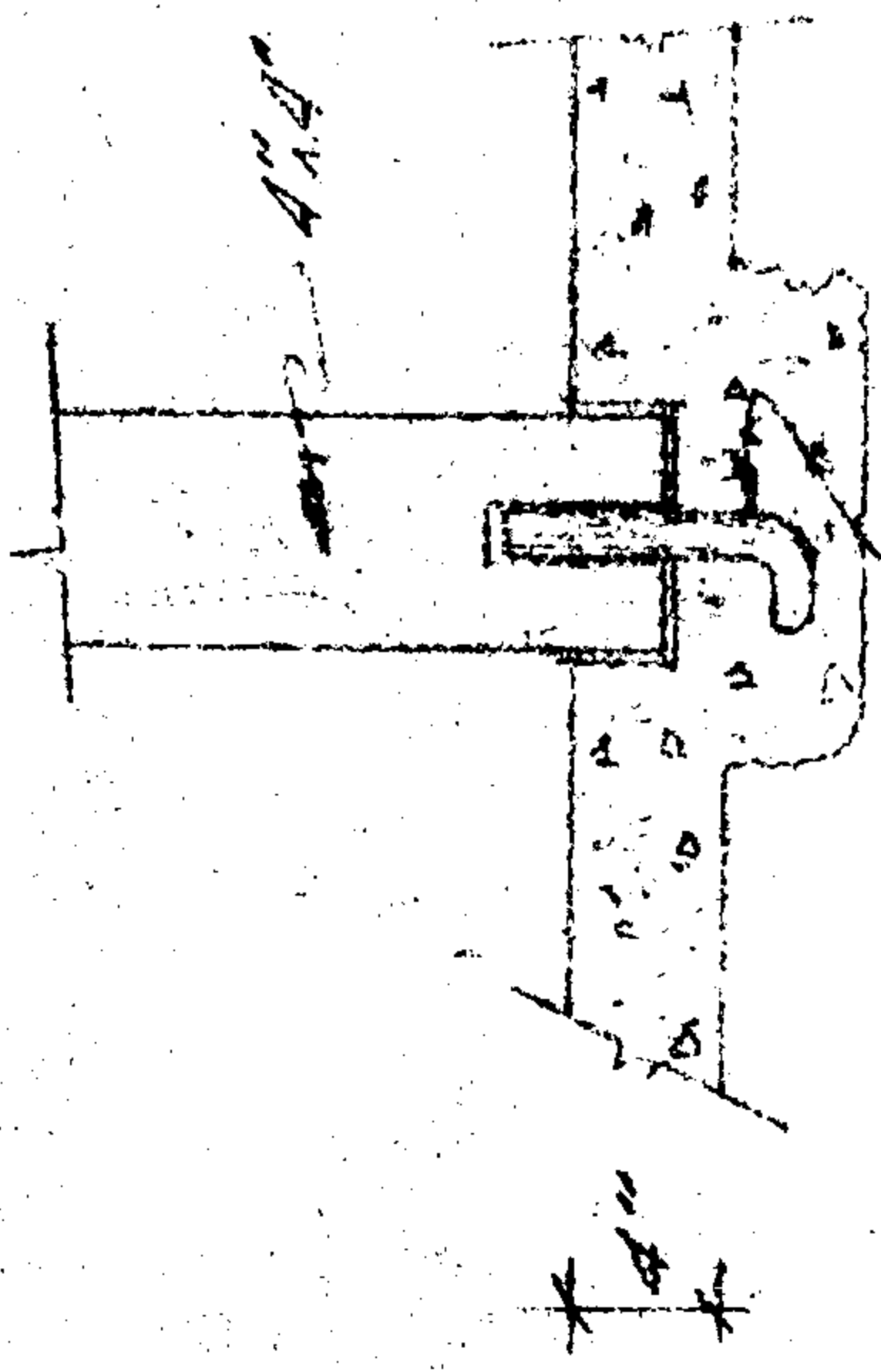
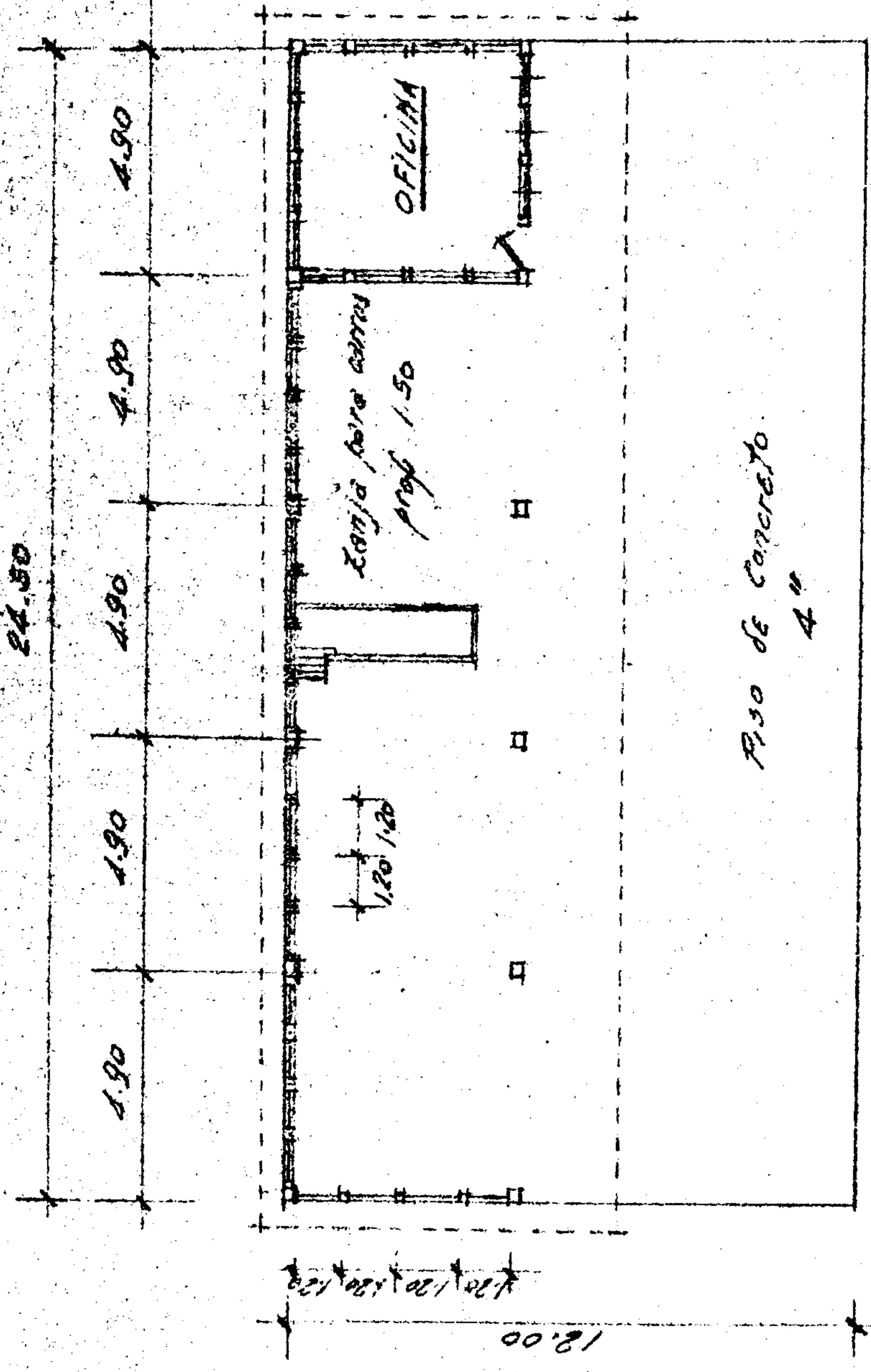
El croquis adjunto indica cómo se puede diseñar y armar una caseta de este tipo y cómo queda después de acabada.-

Para el caso de residencia de ingenieros (caso del croquis) es recomendable forrar la parte interior de la caseta con planchas de cartón prensado o similar, que debidamente pintadas presentan la máxima comodidad en lo que se refiere a vivienda en campamentos.-

Determinado ya el elemento a usar y contando con los paños ya ejecutados, es sumamente sencilla la construcción y disposición de Oficinas y Almacenes, ya que con sólo agregar o quitar piezas se consiguen ambientes más o menos espaciosos pudiéndose hacer todas las combinaciones de divisiones y oficinas que se deseen; lo único recomendable es que los paños del almacén sean especiales, para de ese modo disponer en ellos soportes para estanterías y divisiones que son fundamentales para un buen funcionamiento del elemento.- Igualmente en la oficina se pueden acoplar en los mismos paños, tableros de dibujo por medio de bisagras y otros varios servicios según la necesidad e ingenio.-

TALLER DE MANTENIMIENTO

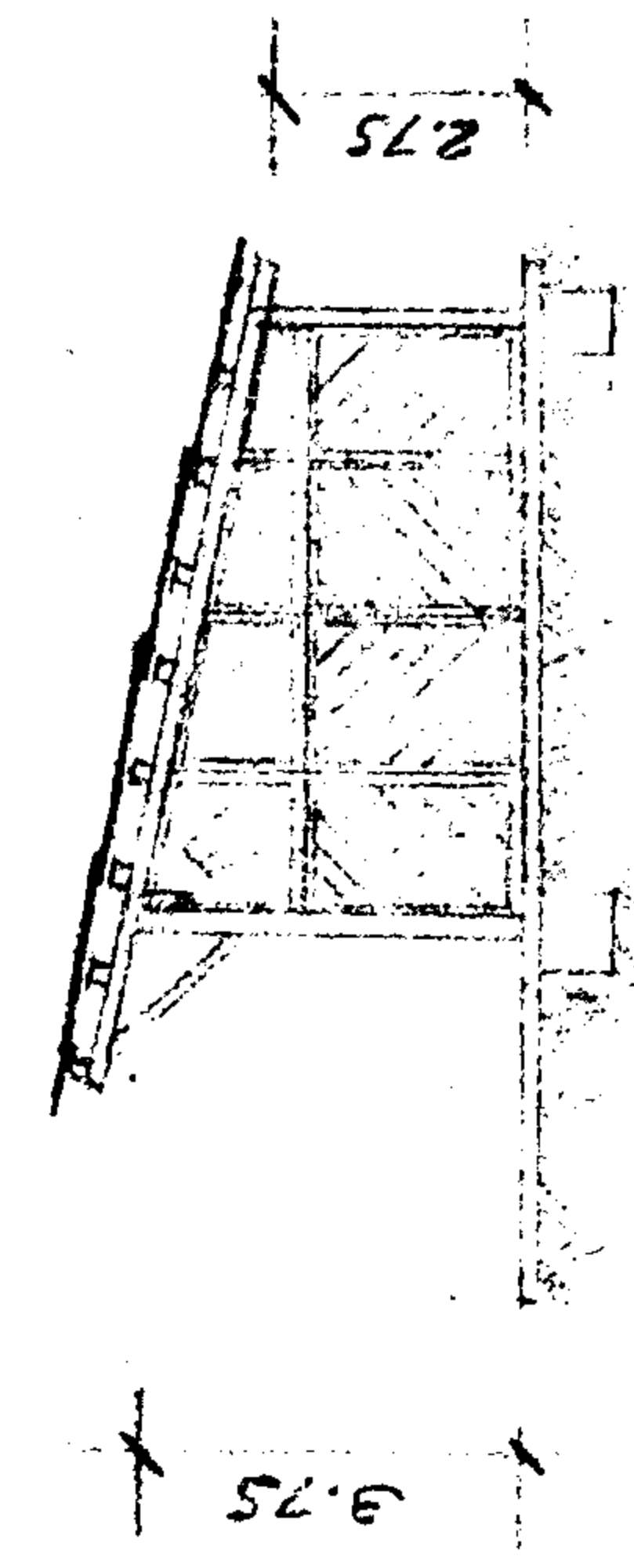
Esc. 1:200



Esquema Anclado

Detalle del Anclado de los montantes (Pies derechos)

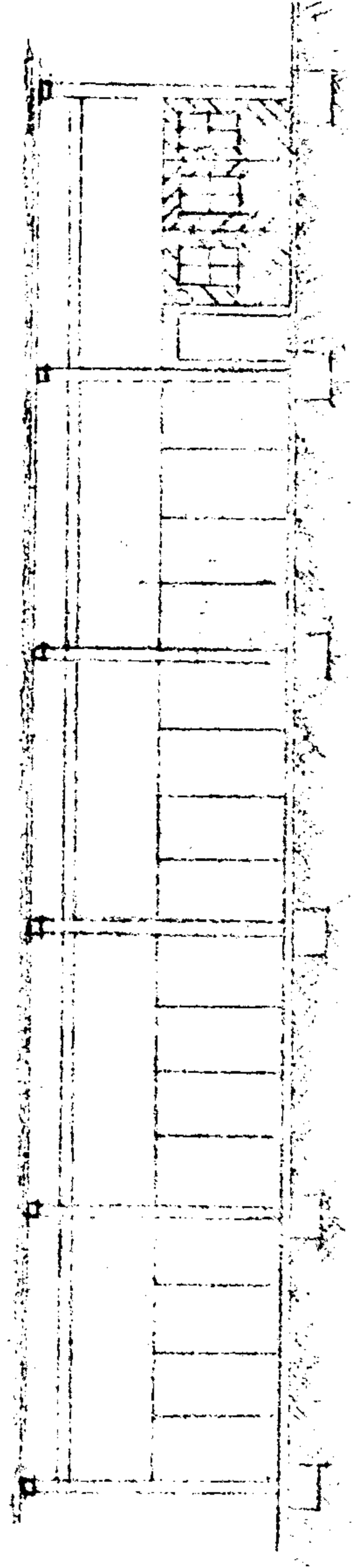
PLANTA



4.80

2.75

VISTA LATERAL



VISTA DE FRENTE

d).- Taller de Mecánica.-

Este elemento es esencial en el funcionamiento de un campamento ya que de un buen servicio de mecánica depende el funcionamiento normal y la reparación del equipo en trabajo.-

Es fundamental para el desenvolvimiento correcto de un Taller, el orden y la limpieza de su ambiente, por lo que es recomendable como cuestión previa, que toda la construcción se ejecute sobre piso de concreto, el que deberá ser debidamente diseñado teniendo en cuenta el peso del equipo por reparar.-

Se adjunta un plano de Taller de Mecánica de campamento que ya ha sido ejecutado y que actualmente está en servicio.- Se aprecia que toda la construcción es de madera para poder ser trasladado con facilidad.-

La parte central del Taller está separada para la Oficina de control y almacén de herramientas, debiendo además colocarse en él, como equipo adicional, estantes para herramientas simples y para guardar repuestos y piezas en trabajo, así como bancos para desmontar motores y reparación de piezas.-

La iluminación deberá hacerse por medio de luces fluorescentes teniéndose en cuenta la instalación de tomacorrientes para las luces transportables especialmente en las zonas de las fosas.-



Taller de Mecánica de Campo

Como adicional al Taller se puede colocar un servicio para lavado de equipo que constará de una fosa de almacenamiento de agua y una compresora para obtener el agua a presión necesaria.-

Debe tenerse siempre presente la eliminación de líquidos y grasas del fondo de las fosas así como paneles en las paredes interiores de ellas para la colocación de herramientas y piezas durante el trabajo.-

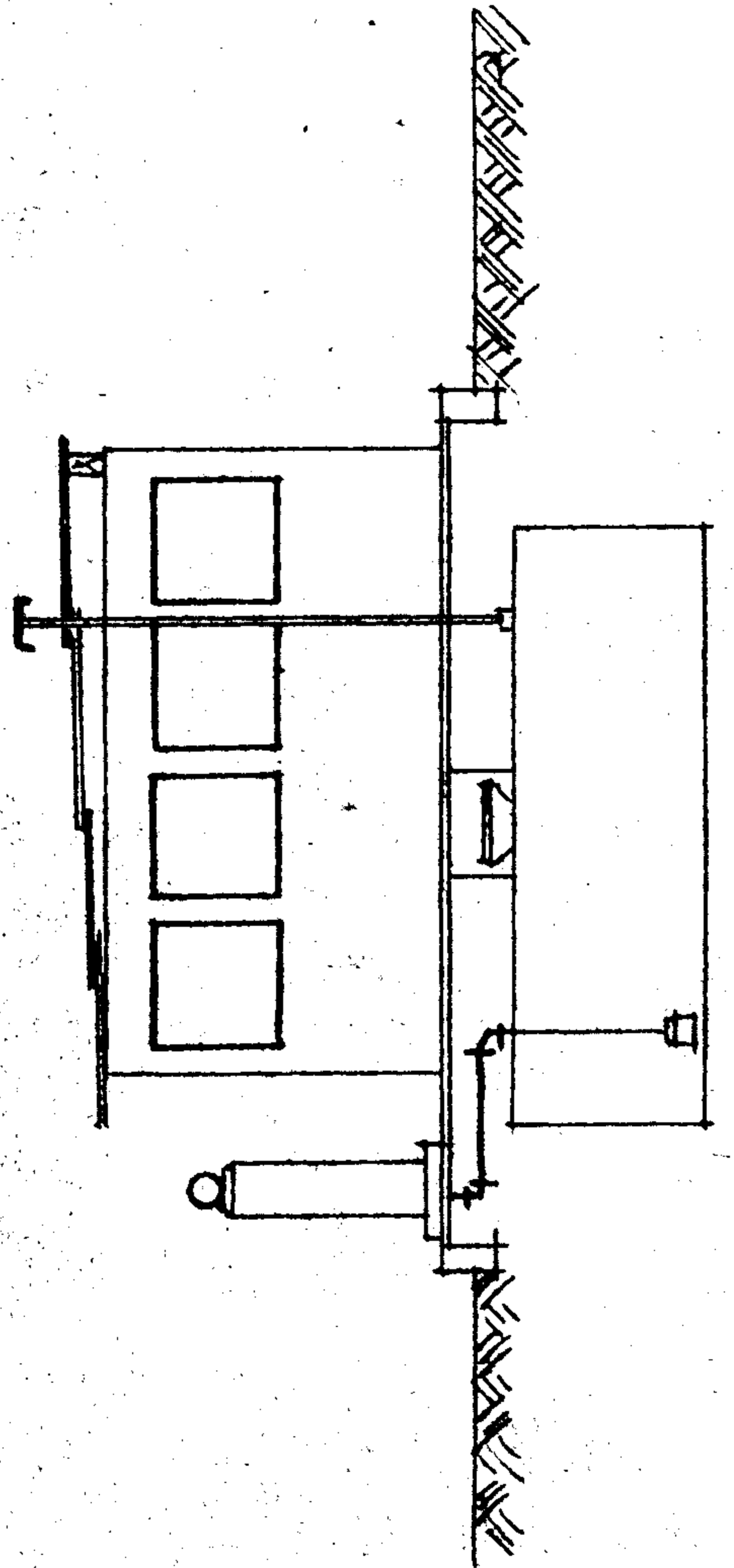
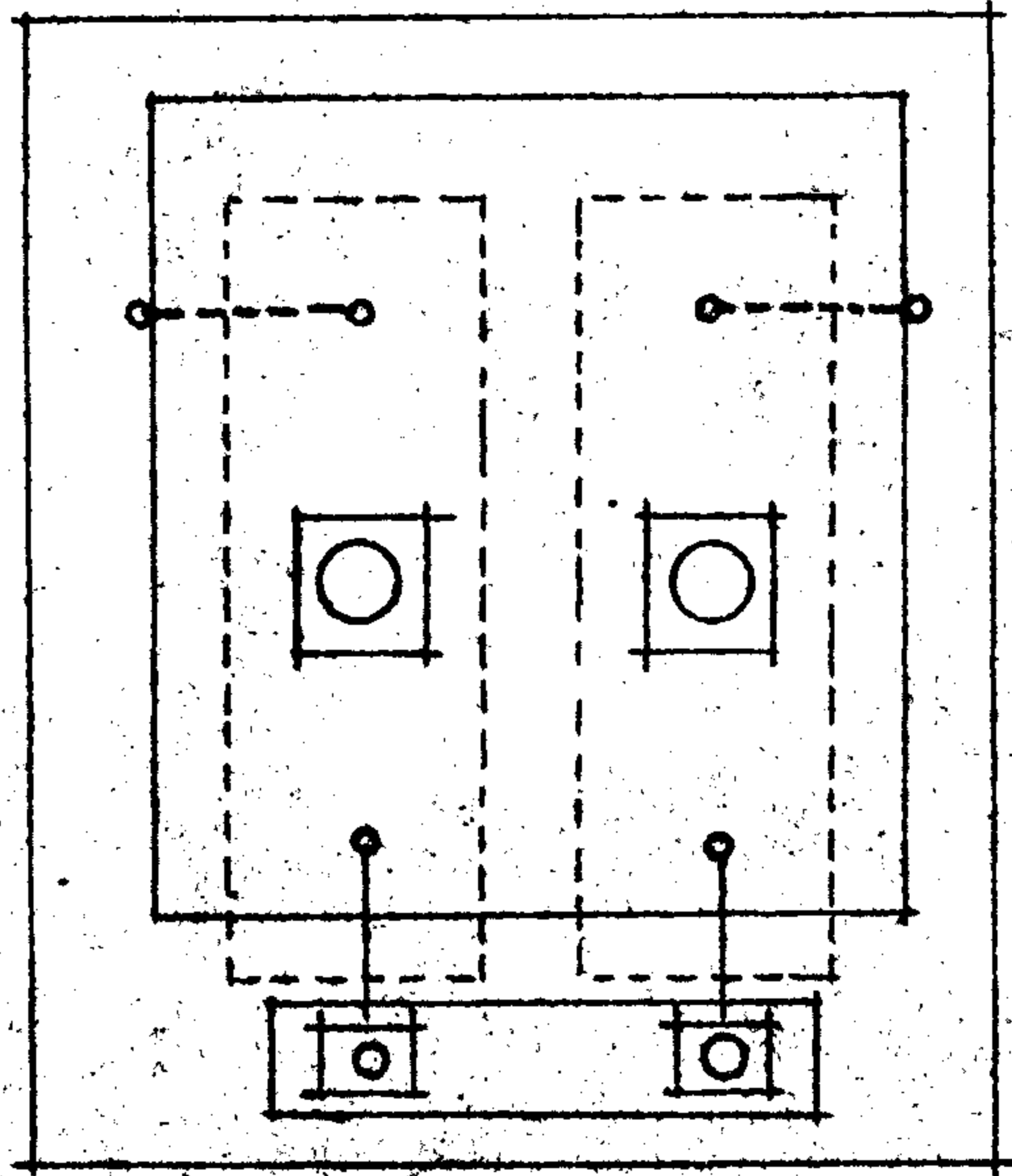
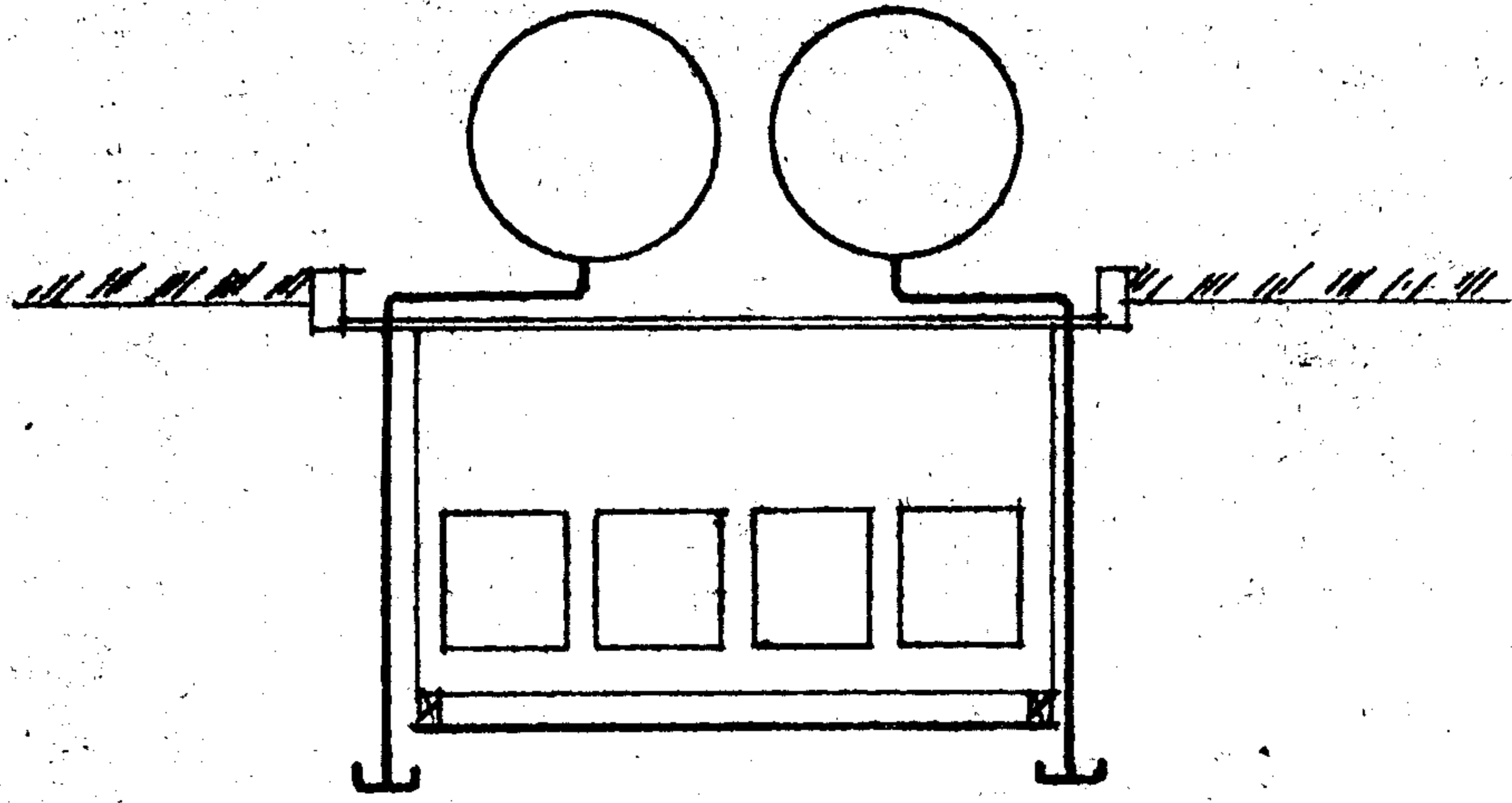
e).- Servicentros.-

Los servicentros incluyen todo lo referente al aprovisionamiento de combustibles y grasas para el equipo en trabajo.-

Hay dos sistemas para su organización é instalación. El primero es el simple y elemental sistema de apilar cilindros que contienen los lubricantes, debiéndose tener mucho cuidado en las medidas menores con que se sirve a las unidades, pues con este sistema se pueden complicar los controles lo que por principio suelen aprovechar los encargados de dichos lubricantes para organizar negocios ajenos a la obra.-

El segundo sistema es, aunque más costoso por la inversión inicial, el más seguro en lo que se refiere a posibles accidentes así como lo relativo a organización y controles, y no viene a ser otro que la instalación de un sistema completo de surtidores eléctricos.-

El esquema general de la instalación puede apreciarse en el croquis adjunto y según puede verse, consta de dos tanques de acero herméticos, enterrados bajo suelo, que sirven de depósito



NOTA.- LAS TUBERIAS SERAN DE FIERRO
 GALVANIZADO Y LAS UNIONES
 SE SELLARAN CON GOMALACA.

a los combustibles, instalándose sobre ellos los surtidores o bombas para el aprovisionamiento de los vehículos o máquinas.--

Debe de tenerse presente, especialmente en las instalaciones que se hagan en la Costa, la posibilidad de agua de filtración, ya que la corrosión puede ocasionar fugas de líquido, con la consiguiente pérdida y sobre todo por las complicaciones que resultarían de desmontar íntegramente el sistema para su reparación.--

Aparte de la ubicación de los tanques fuera de la acción corrosiva del agua, el único detalle que no esté indicado en el diagrama que sea de cierta importancia, es el que las uniones de las tuberías de fierro galvanizado no pueden hacerse a base de pinturas para hermitazarlas, pues la gasolina o petróleo la disuelven, por lo que es recomendable el uso de Gomalaca o similar.--

Concluída la instalación, se procederá a la prueba de fuga ya sea en el propio tanque o en las uniones, para lo cual se procederá a inyectar aire controlándose las presiones que deben permanecer estáticas cuando el sistema es correcto.-- Es recomendable hacer esta prueba en dos partes, la primera en el tanque solamente, inmediatamente después de haber sido colocado en su lugar definitivo y la segunda después de concluídas las instalaciones adicionales.--

Normalmente en este tipo de servidios, se coloca un surtidor eléctrico para el tanque de la gasolina, y una pequeña bomba impelente para el petróleo.-

En lo que se refiere a las construcciones adicionales, debe tenerse en cuenta que la estación de servicio debe ser perfectamente ventilada, así como los tanques mismos, debiéndose tener preparados para cualquier emergencia dos extinguidores de incendio, uno en la parte interior y otro en la exterior, debiendo el personal ser instruido en su uso.- Es recomendable como precaución adicional, colocar en la parte exterior depósitos de arena para su uso en caso de incendios.-

Debe considerarse además para un correcto funcionamiento del servicentro, la instalación de una compresora para tener aire a presión, y la de un pequeño tanque para servir de agua a los vehículos.-

f).- Instalaciones menores.-

Múltiples son las instalaciones menores que debe instalarse en un campamento, siendo todas ellas tan sólo el producto del ingenio del personal a cargo de su organización.-

Una de ellas es la del servicio de lavado de carros que puede hacerse por medio de un pequeño tanque, ya que las bombas son de sólo dos o tres galones de rendimiento a alta presión, completando el sistema con dos rampas de madera para inclinar el vehículo, recomendando que todo esto esté sobre una

losa de concreto de 2" con inclinación según el terreno, que va a dar a una zanja hecha en la arena en la cual filtra el agua residual.-

Otra instalación es la que se refiere al aprovisionamiento de agua para pensiones o departamentos de casados, cuyo sistema más útil es el de hacer un pequeño castillo con cuatro pies derechos de 4" x 4" sobre los cuales se colocan cuatro o seis cilindros de 55 glns. conectados entre sí y en la parte inferior y uniendo los pies derechos se puede hacer de ladrillo lavaderos o lavatorios según la necesidad.-

Este mismo sistema pero colocando los cilindros en el techo de las casetas se usa para alimentar de agua a las casas de Ingenieros o de personal con familia.-

CAPITULO II

EQUIPO MECANICO.-

Generalidades.- Este capítulo se refiere tan sólo a la descripción del equipo como máquina y la forma en que debe trabajarse así como las características y rendimientos de cada elemento.-

a).- MOTOR DIESEL.-

Por su resistencia y fácil conservación la tendencia de los productores de equipo para caminos, es la de colocar como elemento motriz en ellos los motores de petróleo usándose de preferencia el motor Diesel para este efecto.-

Este tipo de motor está compuesto en realidad por dos grupos, un motor pequeño de dos cilindros de gasolina, que normalmente tiene como medio de arranque un magneto accionado por una soguilla o por manizuela.- Este motor es completamente independiente en lo que se refiere a lubricación y control, y en la actualidad muchos fabricantes adoptan ya el sistema de arrancador automático accionado desde el mismo tablero de mandos.-

Este primer motor tiene de 5 a 20 caballos de fuerza aproximadamente según la potencia del Motor a petróleo.-

Una vez que se ha arrancado esta unidad auxiliar, se le debe dejar adquirir velocidad normal de trabajo y que caliente lo debido para su máximo rendimiento, lo que suele tomar de diez a quince minutos según el clima, y luego se acoplará el Motor Diesel propiamente dicho al cual lo hará marchar por arrastre.-

Este tránsito de motor a gasolina al de Petróleo, se efectúa de la siguiente forma: Se conecta el embrague que une el eje del motor pequeño al Diesel, el cual tiene las válvulas de admisión abiertas, de modo que el esfuerzo del primero es mínimo ya que los émbolos del Diesel si bien tienen su desplazamiento normal no efectúan ninguna fuerza de compresión.- Este sistema tiene por objeto iniciar la lubricación de la máquina y accionar el sistema de circulación de agua para la

refrigeración por acción de termosifones ya que inicialmente el desplazamiento del agua en las cámaras de enfriamiento se hace por cambio de temperatura debido al calentamiento de ésta en el motor chico, por supuesto por estar el Eje principal del motor en rotación se pondrá en funcionamiento del ventilador de la máquina.- Este estado debe mantenerse en el motor hasta que el desplazamiento de los émbolos sea completamente normal lo cual se obtiene a unas 800 revoluciones por minuto,- En ese momento se hace accionar la palanca que gobierna las válvulas de admisión las que se cerrarán automáticamente y al encontrar resistencia el émbolo en su carrera se produce por alta presión la primera explosión que determinará la marcha normal del Diesel.-

Como el embrague que une los dos motores es un sistema de uñas que mantiene el piñón del motor chico en contacto con la volante del grande, cuando éste toma su velocidad de trabajo, expulsa por acción de la fuerza centrífuga dichas uñas, lo que hace que el piñón pequeño quede libre, pudiéndose detener la marcha del motor de arranque, é iniciándose el funcionamiento normal del Motor Diesel.-

Otro sistema de funcionamiento de este tipo de unidades es el de usar un sólo motor con una cámara adicional para obtener baja presión, en su arranque se acciona un dispositivo que sincroniza simultáneamente la entrada de gasolina que es el combustible con que se inicia la marcha, el carburador, el magneto que dará la chispa necesaria para la ignición y abrirá

las válvulas pequeñas que pondrá en comunicación las dos cámaras de compresión que por tener mayor volumen sólo dará presiones bajas.- Una vez que se inicia la marcha del motor y cuando el eje ha dado aproximadamente unas 160 revoluciones, un dispositivo de exéntrica que hay en la bomba de inyección, desconecta automáticamente la acción del magneto y abre la entrada de petróleo, debiéndose cerrar la llave de entrada de la gasolina teniéndose ya el motor en funcionamiento normal pues dicha exéntrica ha cerrado al mismo tiempo las válvula de conexión de las dos cámaras de compresión.-

Ultimamente se está usando en algunas máquinas el sistema de varias baterías de 17 placas que dan un arranque directo con petróleo para lo cual se eleva la temperatura de la mezcla gasificada antes de entrar a la cámara de compresión por medio de una bobina accionada por corriente eléctrica de dichas baterías.-

En lo que se refiere a la lubricación de la máquina lo normal en este tipo es el de bomba para lubricación general colocada en la parte interna del motor, existiendo algunos tipos en que la bomba está colocada en el exterior del motor y la lubricación se hace por gotas en los puntos precisos en que se necesita el aceite.-

En cuanto a la refrigeración, la circulación de agua en las cámaras de enfriamiento se puede hacer por accionamiento de bomba que hace circular el agua del radiador al motor o inversamente del motor al radiador, o también por acción de termosifones cuyo funcionamiento consiste en abrir la circulación libre del agua cuando ésta ha llegado a cierta temperatura.

Es fundamental incluir entre uno de los primeros equipos que envíen, tractores de mediana capacidad y en lo posible una unidad para carguío de camiones.-

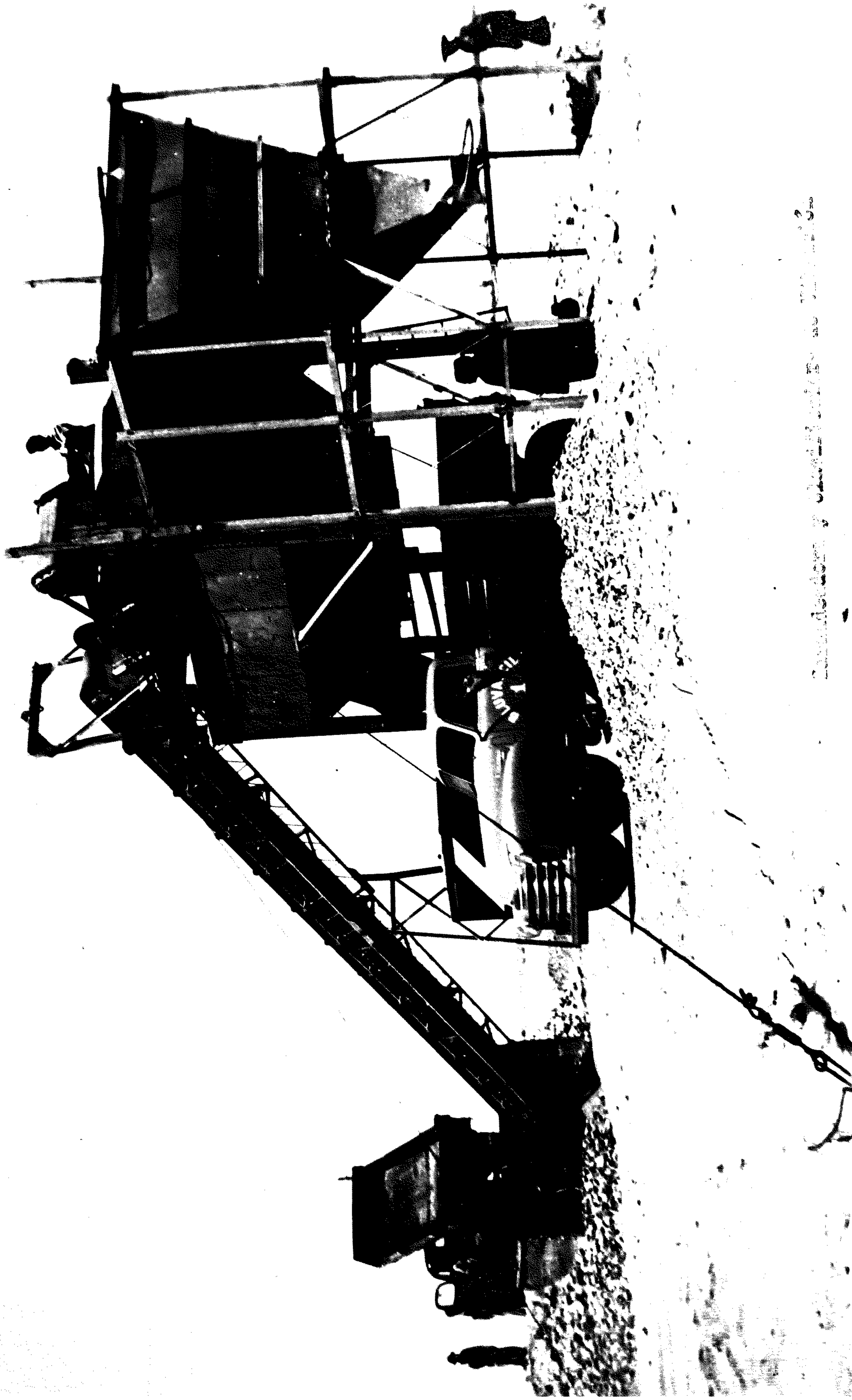
Luego se enviarán las maquinarias según el orden de uso en el trabajo en sí, significando ésto que de nada serviría enviar hoy los calderos y unidades de una planta de asfalto o una esparcidora si aún no se ha enviado el equipo necesario para ejecutar la explanación.-

En lo que se refiere a las máquinas estáticas, como son Zarandas mecánicas o plantas de asfalto, que absorben personal especializado en su armado, es conveniente despachar los convoyes que las transporte calculando el tiempo necesario para que cuando llegue el segundo ya se haya acabado de armar el primero, debiendo tener mucho cuidado el Ingeniero Residente a cargo de la Obra, de determinar perfectamente la ubicación del trabajo de dicho equipo, en el cual debe ya de tener listas las bases de concreto para columnas y motores así como todos los elementos necesarios para su descarga y armado.-

Procedamos ahora al estudio detallado de este equipo en sí :

b).- ZARANDA MECANICA.-

Esta unidad tiene como fin inmediato, el proporcionar los inertes necesarios para la ejecución de la mezcla asfáltica, y consta en líneas generales de un elevador de faja que conduce los materiales tal como vienen de la cantera a un juego de zarandas montadas



en un vibrador de alta velocidad que separa el material almacenándolo en tres tolvas que hay en su cuerpo central y echando el residuo en una tolva instalada fuera de la máquina en sí.-

En algunos centros de trabajo no se usa esta última tolva, de modo que la eliminación del material no se hace en forma ordenada y cómoda por medio de un camión sino que se elimina con un tractor con topadora lo que trae por resultado que si el trabajo es continuado, se forman grandes acumulaciones de material inútil alrededor de la máquina.-

Esta diferente forma de trabajo y organización se observa también en el sistema de alimentación, que en algunos lugares se hace con camiones y en otros con tractor.- La realidad es que éste último sistema es práctico cuando el manto de material tiene una gran potencia, de modo que el acarreo del tractor se hace dentro de límites de distancia económicos, pero cuando los mantos son de poca potencia y por lo tanto al cabo de algunas semanas de trabajo el acarreo del tractor se hará a distancias mayores de los 40 mts., el sistema deja de funcionar desde el punto de vista económico y se debe usar el procedimiento de alimentar con camiones.-

Es conveniente en esta forma de alimentación, que los volquetes estén dotados de zarandas especiales para recibir en su tolva sólo material menor de 2", y de ese modo el rendimiento de la máquina se aumenta notablemente, disminuyendo al mismo tiempo el volumen de residuo por eliminar.-

Aparte de un maquinista y un ayudante, en el sistema de alimentación a tractor es necesario emplear además del personal de esta unidad de acarreo el de cuatro peones auxiliares para no atorar la máquina lo que arruinaría las fajas; en el sistema de alimentación con camiones de volquete tan sólo son necesarios tres peones para igual función.-

Lo que sí debe de tenerse en cuenta al ubicar y armar la máquina, es que debido a que la faja de transmisión de potencia que va del motor a la volante tiene una longitud libre de casi 5 mt. se tiene como resultado que en zonas en que los vientos dominantes son bastantes fuertes, esta faja tiende a descentrarse ocasionando rozamientos que terminan por destruirla en corto tiempo ; en este caso es conveniente hacerle una defensa de madera a los largo de élla, tal como puede apreciarse en la ilustración, defensa que es aconsejable hacer extensiva al motor en sí.

Normalmente la organización del trabajo de este tipo de máquinas es la de doble turno a tiempo y medio, es decir que cada equipo trabajaría 12 horas hasta acumular todo el volumen de inertes que según cálculo previo ha de emplearse en el asfaltado.- Naturalmente que este sistema depende del tipo de alimentación y su organización, así como del rendimiento de la cantera, ya que en ese aspecto, los datos dados por la fábrica productora de este equipo, se refieren tan sólo a la capacidad máxima de la máquina en el caso que todo el material que se lleva a élla sea aprovechable, pero como lo normal es que no se encuentren ese tipo de canteras, la pro-

ducción varía entre 80 a 120 m³ diarios de material zarandeado.-

Hay dos problemas anexos al funcionamiento de esta máquina.- El primero es la cantera con poco material fino, lo que trae como resultado que la mayoría del volumen que se lleva al vibrador es eliminado, por lo que se hace obligatorio colocar a la salida de la tolva adicional una chancadora de material.- El segundo problema sería el de exceso de arcilla o limo que obligaría al lavado de los materiales, lo que puede hacerse ya sea por inyección de agua en las tolvas mismas o por medio de pozas adicionales.- Indiscutiblemente estas complicaciones traen como resultado la elevación del costo del material y por lo tanto de la obra misma.-

c).- FAJA ELEVADORA.-

Esta máquina tiene como única defensa el bajo costo de adquisición y por lo tanto el de amortización, ya que necesita condiciones muy especiales y dificultosas para su empleo con rendimiento apreciable en el carguo de camiones de volquete.-

En realidad esta máquina es un excelente auxiliar para otras y no como elemento independiente ya que demora de quince a veinte minutos para una carga completa, debiéndose en el proceso de trabajo vigilar que las piedras de tamaño mayor a 4" no pasen por ella ya que pueden destruirla rápidamente.-

A esta máquina además hay que hacerle una defensa de madera en la parte delantera ya que los templadores roscados y la ca-

talina o rueda dentada de transmisión quedan completamente al descubierto.- En resumen este equipo es un excelente apilador para una planta de asfalto por ejemplo, pero si bien es económico, resulta sumamente dificultoso para el carguío de camiones.-

d).- PALA MECANICA.-

Es esta la máquina ideal para los trabajos de excavación y carguío, ya que con operadores preparados se obtienen rendimientos elevadísimos.-

Consta de un chasis montado sobre orugas o llantas neumáticas que tiene una tornamesa en la parte central en la que se desplaza o gira la caseta en la cual está el motor y los controles con que se acciona la pluma que es el elemento de sostén del sistema de trabajo.- Este es muy variado y cambiabile según el uso a darle al equipo y puede ser : Pala Directa o de Descampar, que es la más usada y sirve para excavaciones de ataque frontal y consiste en un botalón o pluma normalmente de acero soldado, y diseñados para resistir los esfuerzos torsionales así como las flexiones que se producen en las excavaciones muy pesadas.-

Por un extremo se apoya en la plataforma giratoria de la caseta por medio de un pasador y en el otro tiene una garrucha o polea de gran diámetro que sirve para guiar los cables que accionan la cuchara.-

Esta cuchara que es de capacidad variable desde 1/2 yarda hasta las de 1 1/2 yarda que son las que usualmente empleamos en nuestro medio ya que en la actualidad existen cucharas hasta de 10

o más yardas cúbicas de capacidad, es sostenida por un extremo en la cuchara propiamente dicha por medio de un asa que aumenta el rendimiento de la excavación y elimina la concentración de esfuerzos en la parte de atrás del cucharón, y por el otro extremo se apoya por medio del engranaje de empuje y la cremallera del mango al botalón, produciéndose un endentado firme por la presión ascendente normal que ejerce el mango durante la excavación reduciéndose las pérdidas por fricción y de potencia en los rodillos del bloque de apoyo.-

Normalmente los cucharones son de aleaciones de acero al manganeso y son diseñados para trabajo pesado en roca teniendo la orilla y las puntas cambiables.-

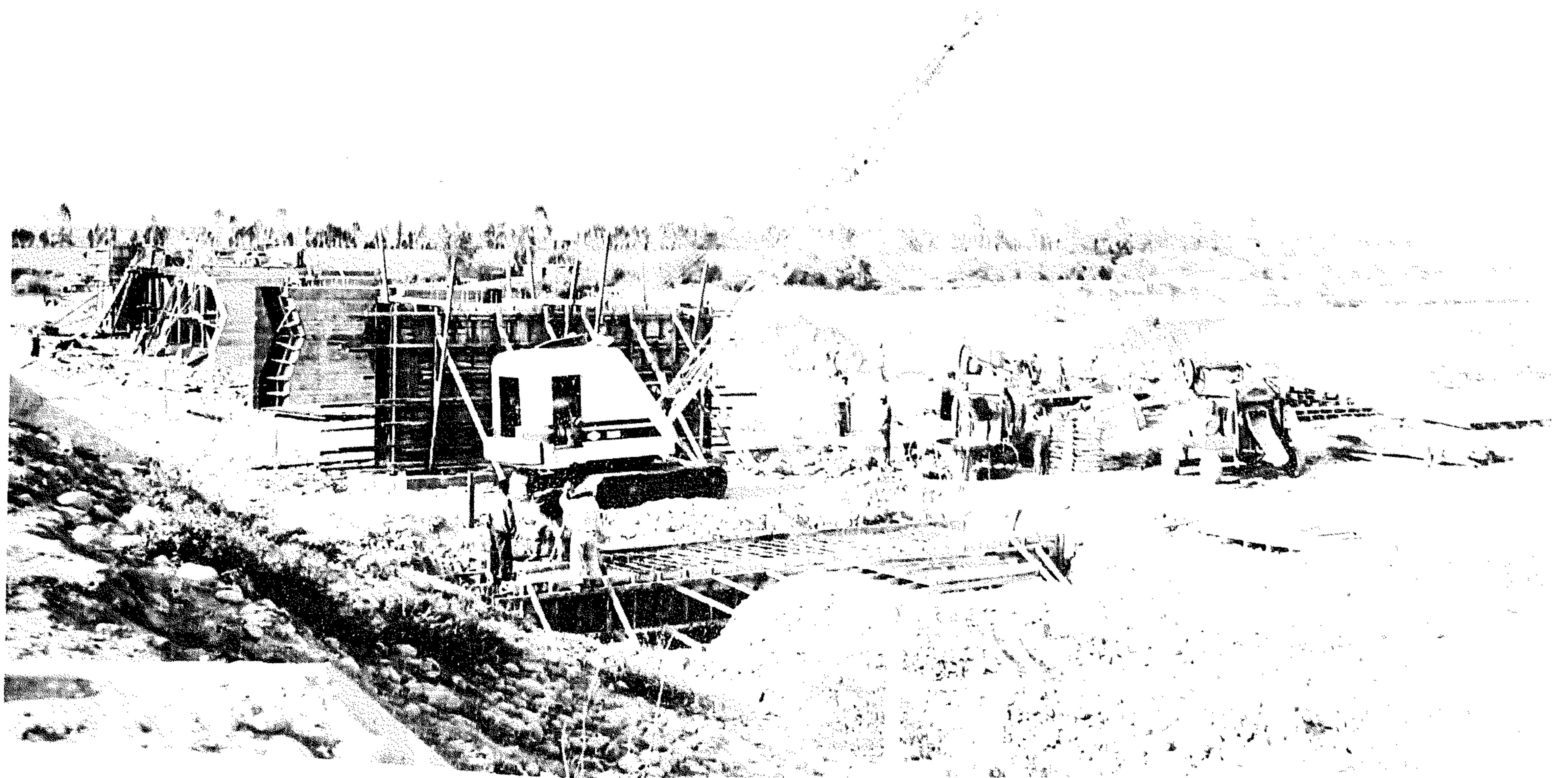
Para la descarga, la cuchara tiene el fondo removible estando suspendida por medio de soportes acodados que están compensados de modo que se cierre automáticamente cuando la tapa quede en posición vertical antes de efectuar la carga; el cierre se hace por medio de una lengüeta con resorte que es accionada por medio de un cable, por acción neumática desde la cabina de control o por succión en las unidades de trabajo por vacío de aire.

El sistema de detener el giro y ubicar la máquina en sentido horizontal es el de contramarchas, existiendo ya en la actualidad algunos tipos que vienen adaptados con frenos de oscilación, lo cual permite detener la rotación con más precisión y reduce el desgaste de los embragues aumentando la duración efectiva.-



Pala Mecánica "BUKEYE"

Arriba: Con botalón y cuchara (3/4 yd.cub.)
Abajo : Con pluma para grúa



La estabilidad de este tipo de máquinas se consigue por medio de contrapesos removibles según la forma del trabajo que se le asigne.

En cuanto a la máquina en sí, se tiene que la tornamesa rotatoria generalmente es una pieza vaciada íntegramente con sus sumideros de aceite y graseras, asegurando la alineación permanente de la maquinaria montada en la mesa.-

En las Palas Mecánicas de mandos neumáticos, un pequeño compresor suministra aire a baja presión y filtrado para accionar los émbolos de los embragues de oscilación, elevación, empuje y disparo del cucharón.-

Las operadas por vacío, constan de bombas que accionan los diferentes controles por medio de succión en diafragmas.- Tienen para ello un depósito central de 3 a 5 piés cúbicos debiendo obtenerse una presión mínima de 30 a 35 lbs.

Estas máquinas pueden ser accionadas por motores de petróleo, gasolina o eléctricos.-

Una variación en este tipo de palas es la de retroescavación, que no viene a ser sino el mismo sistema anterior pero con la cuchara y mango invertidos de modo que en vez de echar ésta hacia afuera en el momento de cargar, la atrae hacia sí.-

Este sistema es muy usado cuando la excavación se efectúa en lugares muy reducidos, como son los cimientos de un edificio o

para la ejecución de zanjas.-

Sustituyendo el botalón por un aguilón, se convierte el sistema en una grúa, muy útil en el armado y desarmado de máquinas, así como en las labores anexas a la construcción de puentes o muros de sostenimiento, pudiéndose además trabajar como pala de arrastre o como draga, sistemas muy poco usados en caminos ya que se emplean normalmente para trabajos en lugares húmedos, como son el desarenado de cauces de ríos o canales.-

En lo que se refiere a rendimientos, los de este tipo de máquinas son elevadísimos, ya que si se tiene en cuenta que con una pala mecánica de $3/4$ de yarda, un operador hábil puede dar cuatro paladas por minuto, es decir aproximadamente 2 metros cúbicos, en una hora se tendría un promedio de 90 a 100 metros cúbicos, por supuesto en una cantera normal de fácil extracción o removida con tractor previamente.-

Estos rendimientos evidentemente no pueden ser tenidos en cuenta en materiales duros o producto de voladuras con dinamita en que la extracción se hace sumamente difícil o la cuchara no puede trabajarse colmada.-

e).- CARGADORES.-

Son unidades generalmente adaptadas a tractores ya sean neumáticos o de orugas y tienen como principal función el carguío de camiones.-

El sistema de operación de este equipo es el siguiente:

El tractor ataca la cantera, que debe ser de material flojo, con la cuchara a ras del suelo y la irá elevando conforme progresa en el corte, debiéndose tener cuidado de no forzar la máquina para que no se echen a perder los embragues y se pare la máquina.-

Una vez cargada la pala, el tractor retrocederá, adelantando simultáneamente el camión por llenar en el que descargará el contenido. Inmediatamente el volquete seguirá su viaje hacia adelante repitiendo el tractor la maniobra.-

De esta forma y por medio de viajes cortos y alternados entre la unidad de carga y la de transporte se efectúa la operación que bien ejecutada suele demorar de cuatro a seis minutos.-

Es fundamental para obtener el máximo del rendimiento, que el desplazamiento del tractor sea el mínimo, por lo que debe obligarse al camión a efectuar su desplazamiento lo más cerca posible del frente de carga.-

Si según se ha indicado la carga demora como máximo, en condiciones normales, unos seis minutos, en un camión de tres metros cúbicos, es evidente que el rendimiento de la máquina oscila entre los treinta y cuarenta metros cúbicos a la hora.-

f).- EQUIPO DE RIEGO.-

El equipo de riego en la construcción de carreteras está constituido generalmente de tanques de cierta capacidad montados en automotores y llevando como aditamentos adicionales, canillas para riego.-

VISTA DE FRENTE

VISTA DE FRENTE

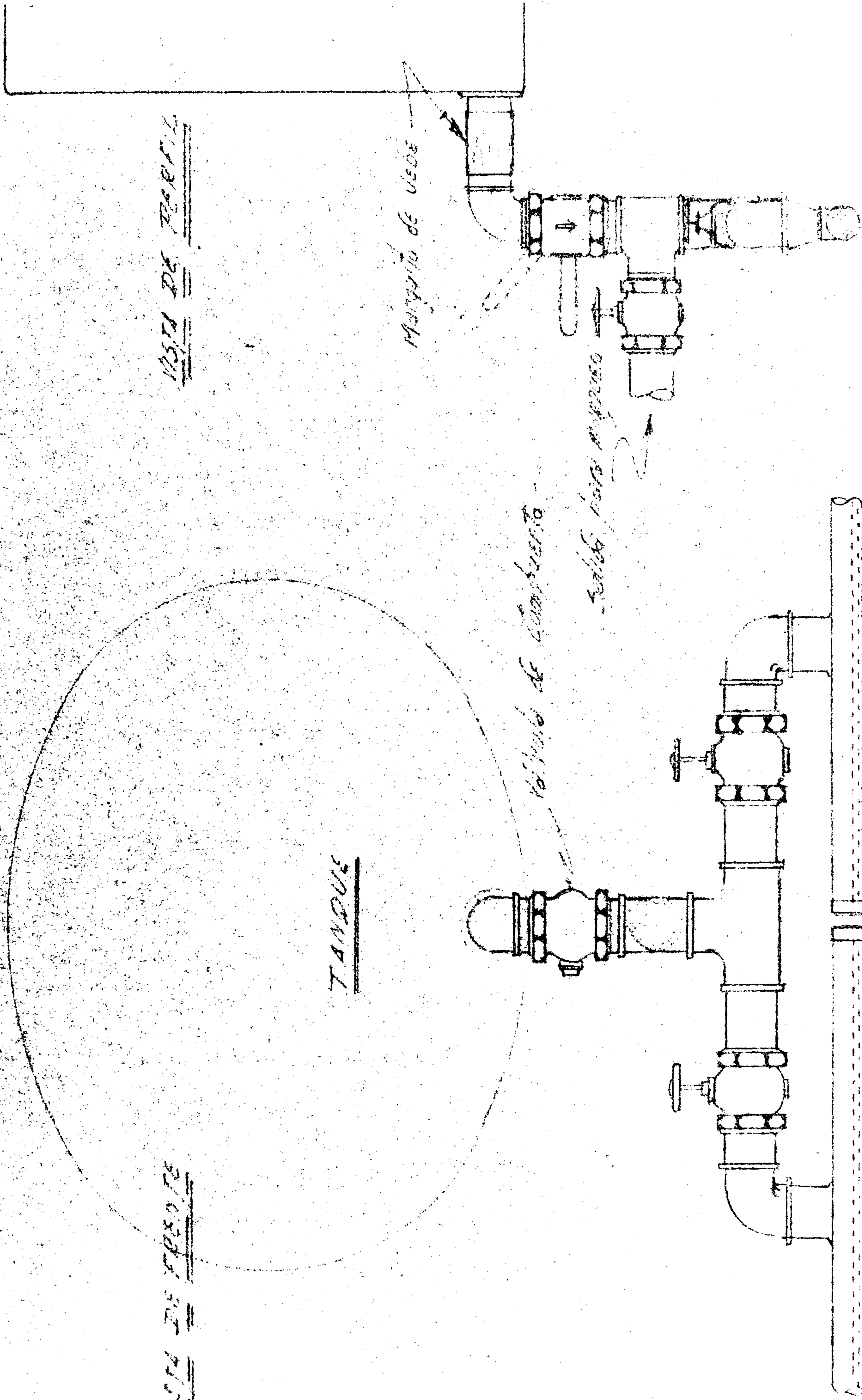
TANQUE

Margem de Uede

Volvo de Composto

Saída para o piquete

Tubo de Carga



Estas canillas son generalmente tubos de fierro galvanizado de 1 1/2" ó 2" perforado en trebolillo por su parte inferior de modo que abierta la llave, el líquido por gravedad sea distribuido de un modo más o menos uniforme en el terraplén.-

El aditamento completo puede apreciarse en el croquis adjunto, el que puede verse que consta en sí de una llave o válvula de compuerta que da el pase hacia las canillas de riego, una segunda llave que por medio de una T de conexión permite una salida directa para el caso de ser necesario el riego con manguera, y por último un niple flexible, que comunica el sistema con el tanque propiamente dicho y el cual independiza las vibraciones y elimina las fallas en las soldaduras y empaques del sistema, permitiendo que el juego de canillas sea firmemente soldado al chasis.-

Es recomendable que las perforaciones de las canillas sean ojivales y que la altura de riego sea la mínima posible para evitar las influencias del viento.- Lo normal es que las canillas queden a la misma altura que la caja de transmisión del vehículo automotor.-

Como complemento al equipo de riego se tienen los equipos necesarios para el llenado de agua de los tanques, y que no vienen a ser otra cosa que bombas de mayor o menor capacidad según el tipo.-

Las de mayor capacidad son las bombas estacionarias, es decir, aquellas que por su volumen y peso no pueden ser trasladadas

en la misma unidad de riego, éstas normalmente son de 4" y suelen llenar un carro cisterna normal en 3 ó 4 minutos.- Lógicamente estas unidades deben ser ubicadas en aquellos lugares en que el caudal de agua es constante para su perfecto funcionamiento.-

Las bombas cómodas para el sistema de riego son aquellas que pueden ser trasladadas en el mismo vehículo ya sea accionada por acoplamiento al eje de fuerza del automotor o acondicionadas en la parte posterior, y de funcionamiento completamente independiente.- Suelen ser normalmente de 2" que son las que más se usan en nuestro medio.-

Al escogerse antes de iniciar el trabajo, el tipo de bomba a usarse, debe de tenerse siempre en cuenta que élla será función de la distancia de acarreo, la cantidad de carros cisternas y la velocidad de carga necesaria para producir un aprovisionamiento continuo.-

g).- ZARANDAS ADAPTABLES A CAMIONES.-

Dado que nunca puede hallarse una cantera tal que dé las graduaciones necesarias para las distintas etapas del trabajo, sino que más bien lo que se suele hallar son depósitos de materiales con toda la variación de dimensiones posibles, se han ideado las zarandas portátiles que permiten una clasificación rápida y mecánica de los materiales.-

No vienen a ser sino una parrilla de fierro con las aberturas de la dimensión del material máximo permitido en cada tipo

de trabajo y constan como puede apreciarse en el croquis adjunto de un eje central de acero sobre el cual se apoyan las dos hojas de parrilla.- Estas son de mayor dimensión que la mitad de la tolva del volquete por lo que una vez armadas vienen a quedar como un techo a dos aguas cribado.- Como según puede apreciarse del croquis, estos accesorios son plegables por lo que hay que colocarles templadores por la parte inferior para fijarlas, de esto se deduce que se hará una unidad para cada elemento de acarreo y que no pueden ser cambiadas a no ser en los casos de tolvas standard.-

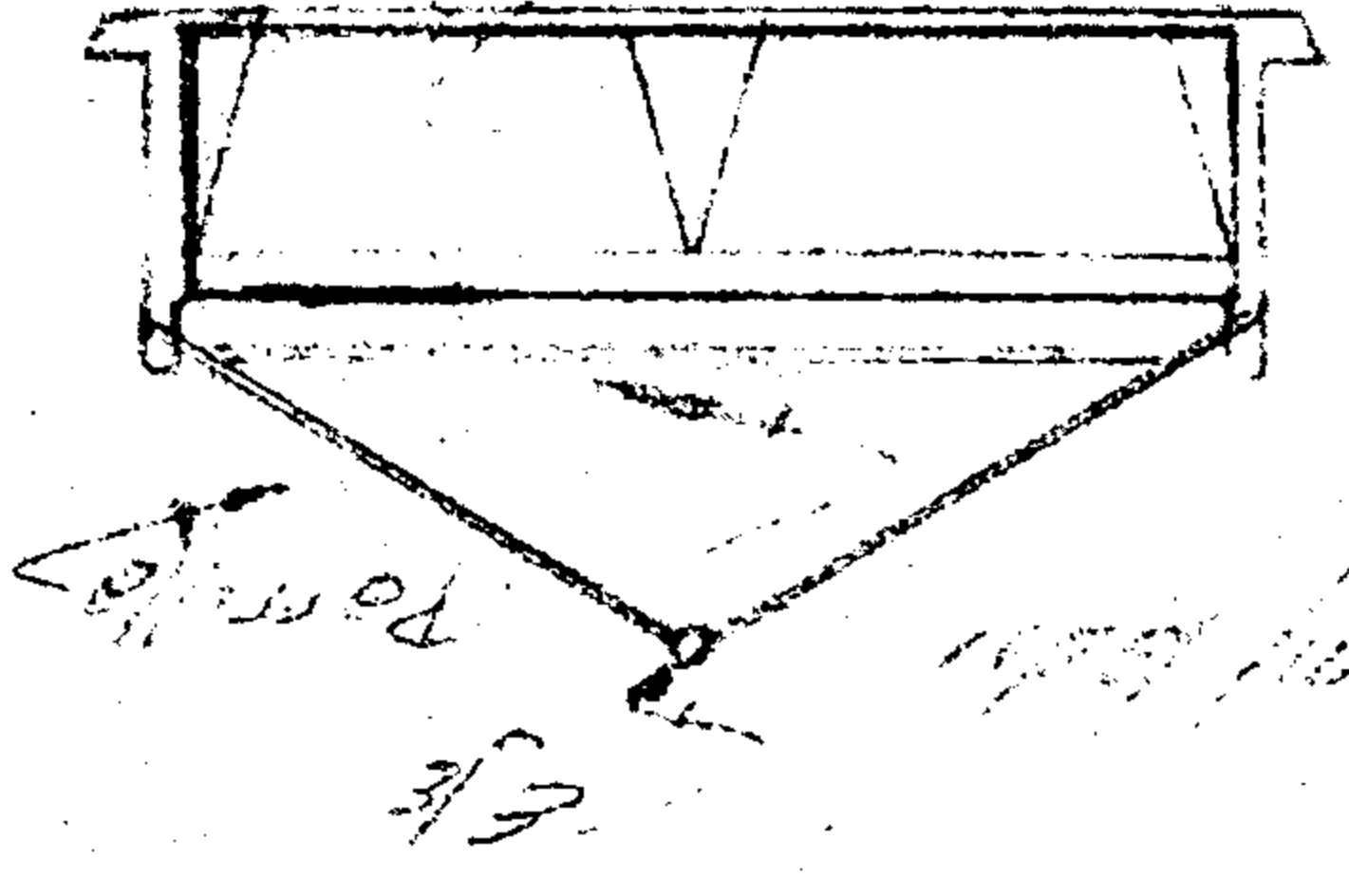
h).- TRACTORES.-

Son las unidades de potencia más usadas en los trabajos pesados y movimientos de tierras inherentes a la construcción de una autopista, por su gran potencia y capacidad de tiro son máquinas rudas, hechas para resistir labores pesadas y desplazamientos en los peores terrenos.-

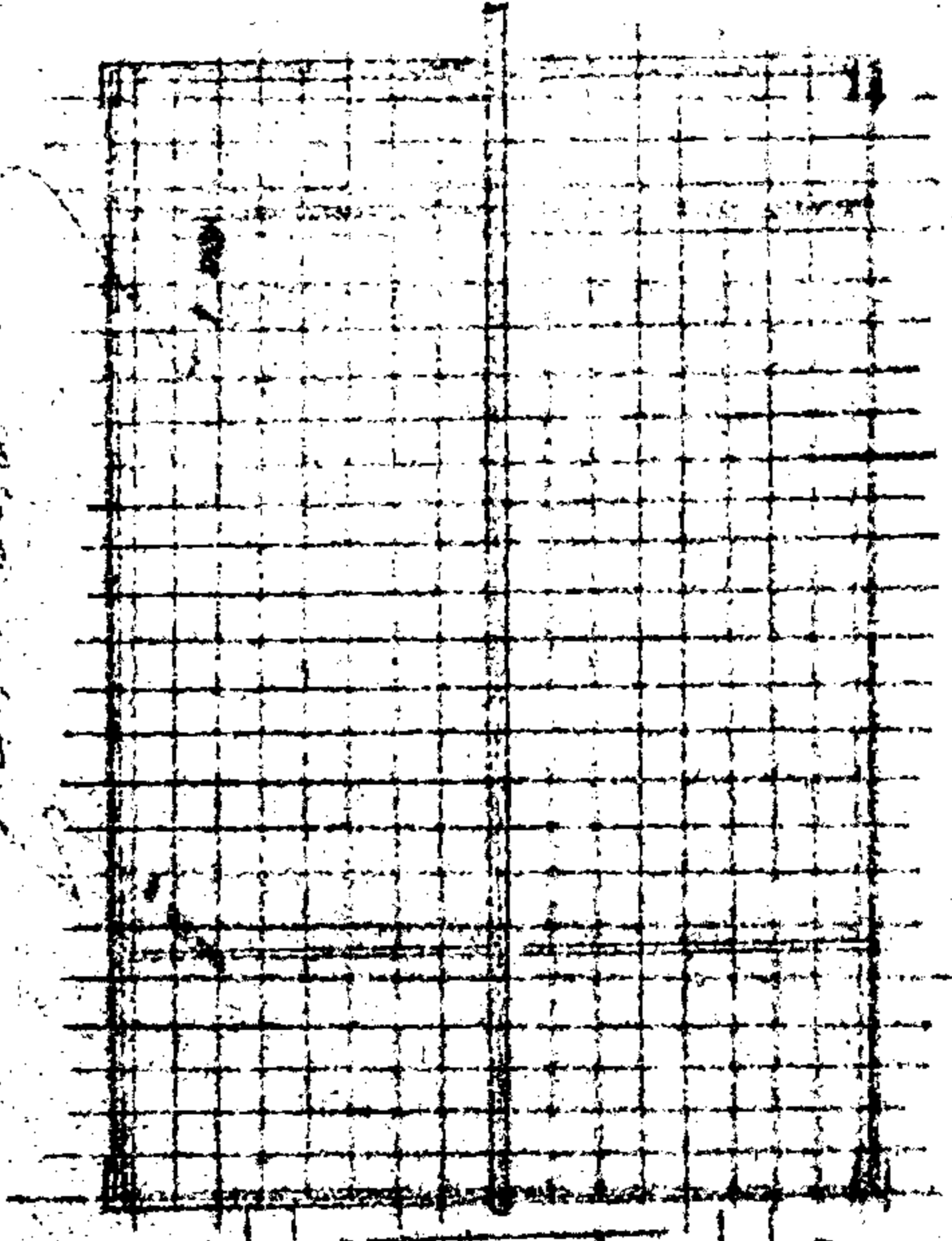
Por ser usados desde los pequeños trabajos de halado de rodillos livianos hasta los grandes movimientos de tierras, los productores de estos equipos presentan siempre una escala en ellos que fluctúan entre máquinas de 30 HP hasta los 150 HP ó más.-

En un principio sólo tenían como sistema de desplazamiento las orugas ya que estas máquinas se originaron en el deseo del hombre de construir ferrocarriles con sus rieles propios y transportables, pero ya en la actualidad se tiende a sustituir este sistema por el de grandes llantas neumáticas que dotan a la máquina de mayores velocidades y gran facilidad en sus desplazamientos y sobre todo en su

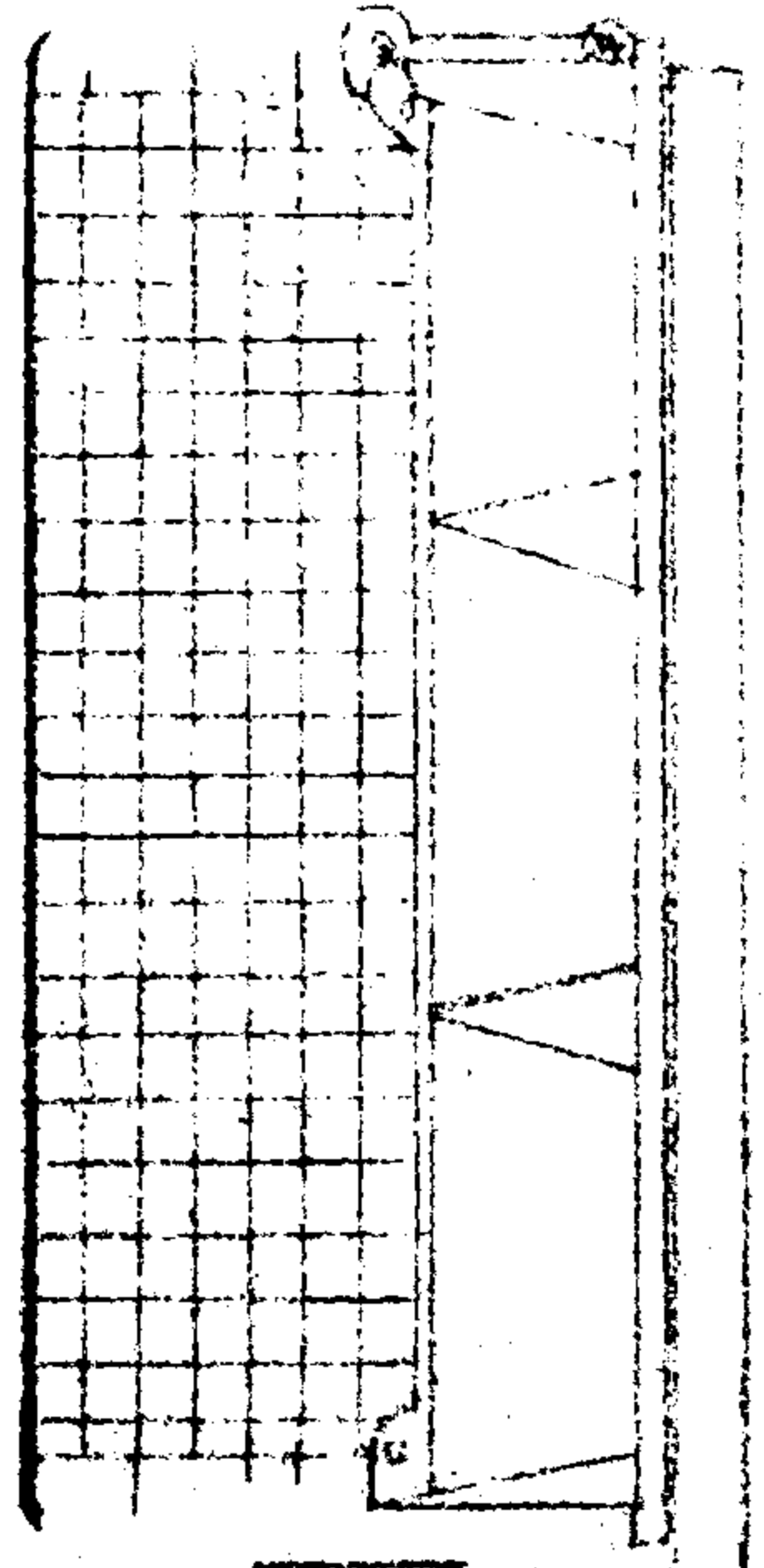
VISTA POSTERIOR



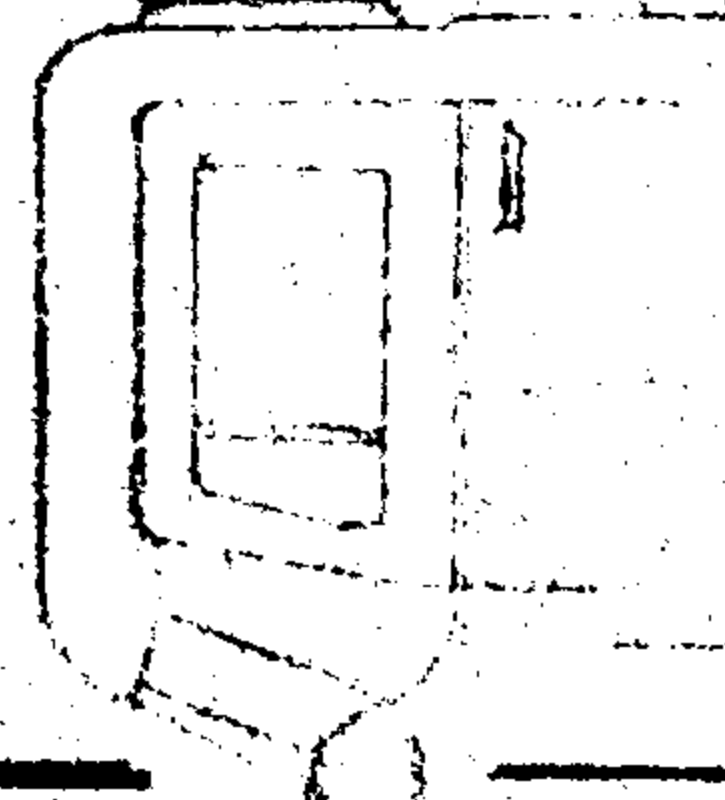
TENDIDOS



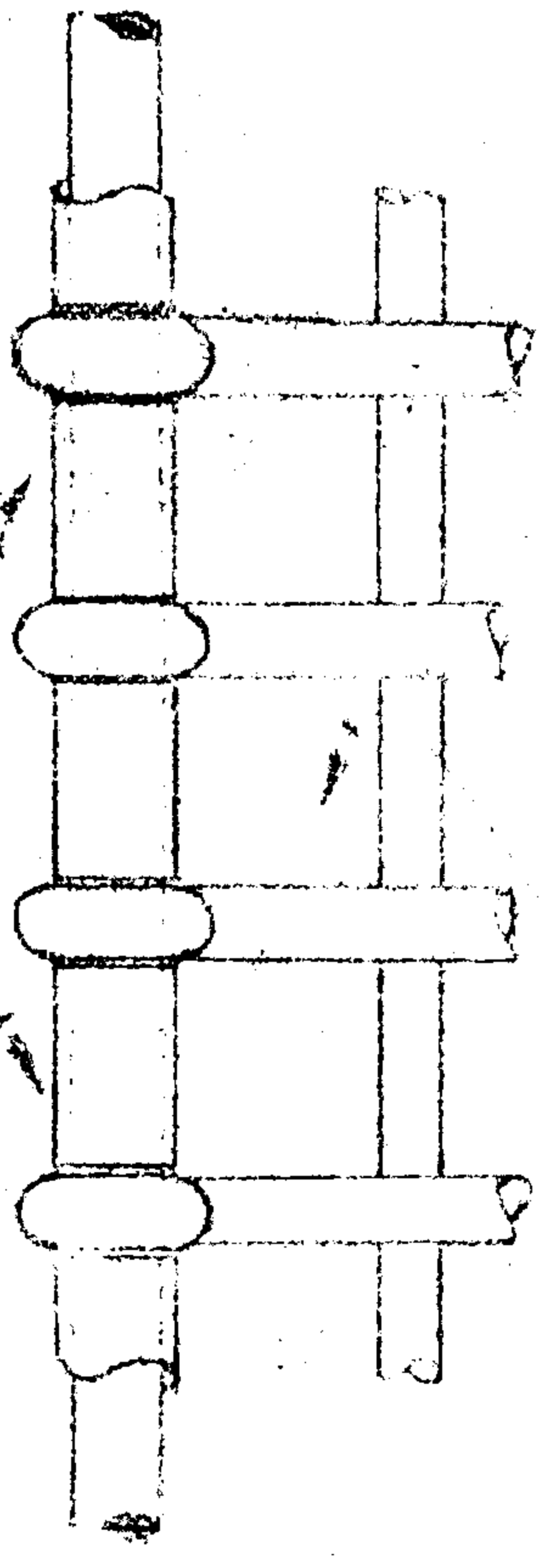
VISTA DE FRENTE



VISTA LATERAL

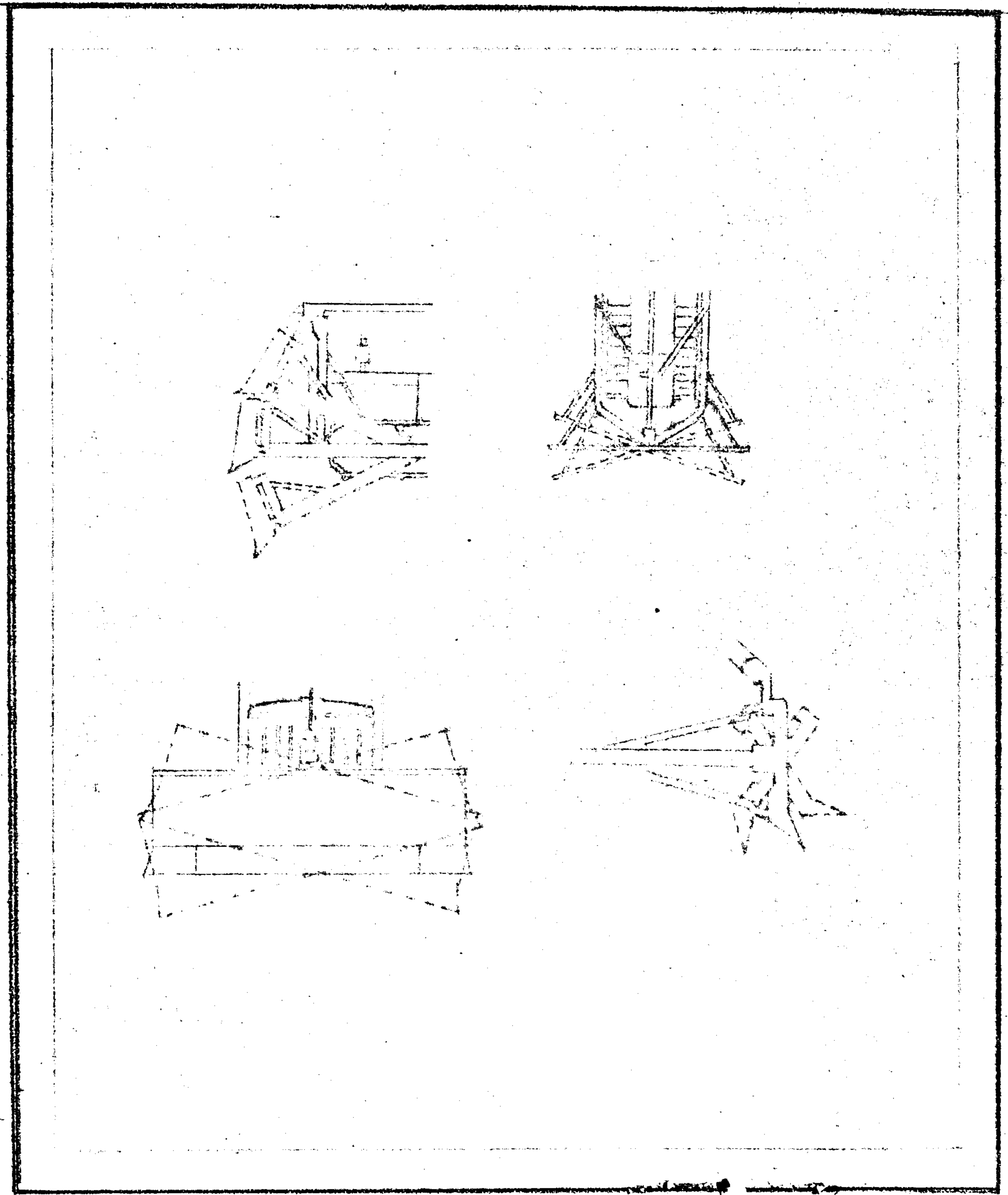


MONTAJE
SUELO CENTRAL



DETALLE CONSTRUCCIÓN

ZARANDA PARA CAMBIO



traslado.-

La característica más notable de estas unidades es su gran ductilidad para el trabajo debida a la gran cantidad de aditamentos que se los puede acoplar.-

El más común y conocido es el lampón o topador, más conocido con el nombre de bulldozer, y que viene a ser una lámina de acero colocada en la parte frontal y que puede ser accionada por medio de dos brazos controlados desde los mandos por el operador.-

Cuando este elemento sólo puede ser desplazado verticalmente, es conocido por el nombre genérico ya mentado de bulldozer, en la actualidad pocas son las máquinas que tienen este simple aditamento, siendo las más comunes las topadoras angulables que permite inclinaciones tanto en el sentido horizontal como en el vertical según puede apreciarse en el croquis adjunto.-

Son bastante usados en el medio caminero los rooters o rompedores y desenraizadores que suelen ser ya sea elementos independientes halados por el tractor y que generalmente son equipos algo pesados con una a cinco puntas para escarificar o en su defecto la misma topadora del tractor no es una lámina sino una especie de parrilla que termina en agudas puntas, de modo que se aprovecha al máximo la potencia del tractor.-

En la parte posterior suelen tener estas máquinas una toma de fuerza ya sea para colocar la unidad de control de las traf-

llas por éllas remolcadas o tambores para enrollado de cable cuando son usadas en el transporte de grandes trozas en los terrenos montañosos.-

El trabajo más usual para los tractores es el de empujar tierras para rellenos o eliminarla para los cortes.-

En el caso de cortes, es conveniente trabajar con esta unidad iniciando el corte desde la estaca de talud que previamente habrá sido colocada, de modo que conforme vaya progresando en el corte va dejando listo el talud de éste, es recomendable que siempre que sea posible y cuando el tractor es empleado como unidad independiente, el trabajo se efectúa en trinchera o corte cerrado ya que de esa manera el rendimiento es máximo ya que la lampa no perderá material por los bordes.

Cuando el trabajo es en media ladera debe tenerse en cuenta que desde que se inicia el corte la máquina debe estar inclinada hacia el lado interior de la plataforma para evitar deslizamientos de élla hacia el exterior.-

Para movimientos de tierra de gran volumen en que el frente de trabajo es generalmente amplio la mejor forma de trabajar con estas máquinas es colocando varias unidades una al lado de otra de modo de conseguir formar una sola lampa entre todas éllas,-

Este tipo de trabajo requiere personal bastante hábil ya que la máquina que va en el borde es la que mandará la línea de desplazamiento, debiendo las demás mantener la alineación sin estorbar a la primera y al mismo tiempo deben estar todas las to-

padoras lo más juntas que sea posible y con el borde inferior o arista de corte a un mismo nivel para conseguir superficies parejas.-

Debe tenerse en cuenta en este tipo de trabajo que si una máquina corta más que las demás, en la siguiente pasada ésta empujará más material y las adyacentes desplazarán el suyo hacia ella y además por tener el terreno menos resistencia tenderán a desplazarse en forma inclinada.- Es fundamental también que las máquinas tengan una misma velocidad por lo que no es recomendable usar para este sistema de trabajo unidades de distinta potencia.-

En la ejecución del trabajo se presentan además de las tierras y grandes piedras, un elemento que generalmente no se toma en cuenta y que tiene una técnica propia de trabajo con tractores, y es el desenraizado y derribado de árboles especialmente cuando son grandes y no pueden ser derribados de un sólo empujón.-

El método consiste en excavar previamente la tierra en la dirección en que se desea derribar el árbol acumulándola en la parte opuesta en la que se formará una especie de rampa apoyada sobre el árbol y que será del ancho necesario para que apoyen las orugas del tractor.-

Este atacará al árbol con la cuchilla lo más alto que le sea posible, debiendo retirarse rápidamente cuando aquél empiece a caer para evitar que las raíces produzcan un accidente.- Si el árbol no cae en el primer intento, el tractor repetirá la maniobra pero esta vez atacando no al tronco sino a las raíces.-

En el caso de que el árbol sea de raíces muy profundas y extendidas, deberá colocarse un taco en el sentido en que empuja para que por acción de palanca se desenraice con la inercia de la caída.-

En lo que se refiere a rendimientos en este tipo de máquinas son muy variados ya que dependen del tipo del terreno y de la forma de trabajarlas.-

Así se tiene por ejemplo, en terrenos de cultivos se pueden conseguir rendimientos variables entre 40 m³ y 70 m³ a la hora según las potencias y los tipos, elevándose notablemente cuando se trata de trabajos de arena si la máquina trabaja en bajada pero no perdiéndose gran cosa si el trabajo aún siendo en arena es en subida.- De todas formas el rendimiento se puede considerar aumentado en un 25% cuando el trabajo se efectúa con varias máquinas trabajando combinadas.-

El caso de trabajos en barro es un problema completamente diferente ya que los estudios previos se hacen cero, debiéndose más que buscar rendimientos, el evitar que la máquina se quede atollada por deficiencia en el manejo; es por eso que como única recomendación en este tipo de trabajo se indica que las máquinas deben de trabajar siempre en subida para que en el peor de los casos su propio peso ayude en su salida, debiéndose también tener presente que en la parte baja de las orugas se produce succión cuando la máquina se desplaza por lo que es muy delicado trabajar con orugas planas en este tipo de terreno.-

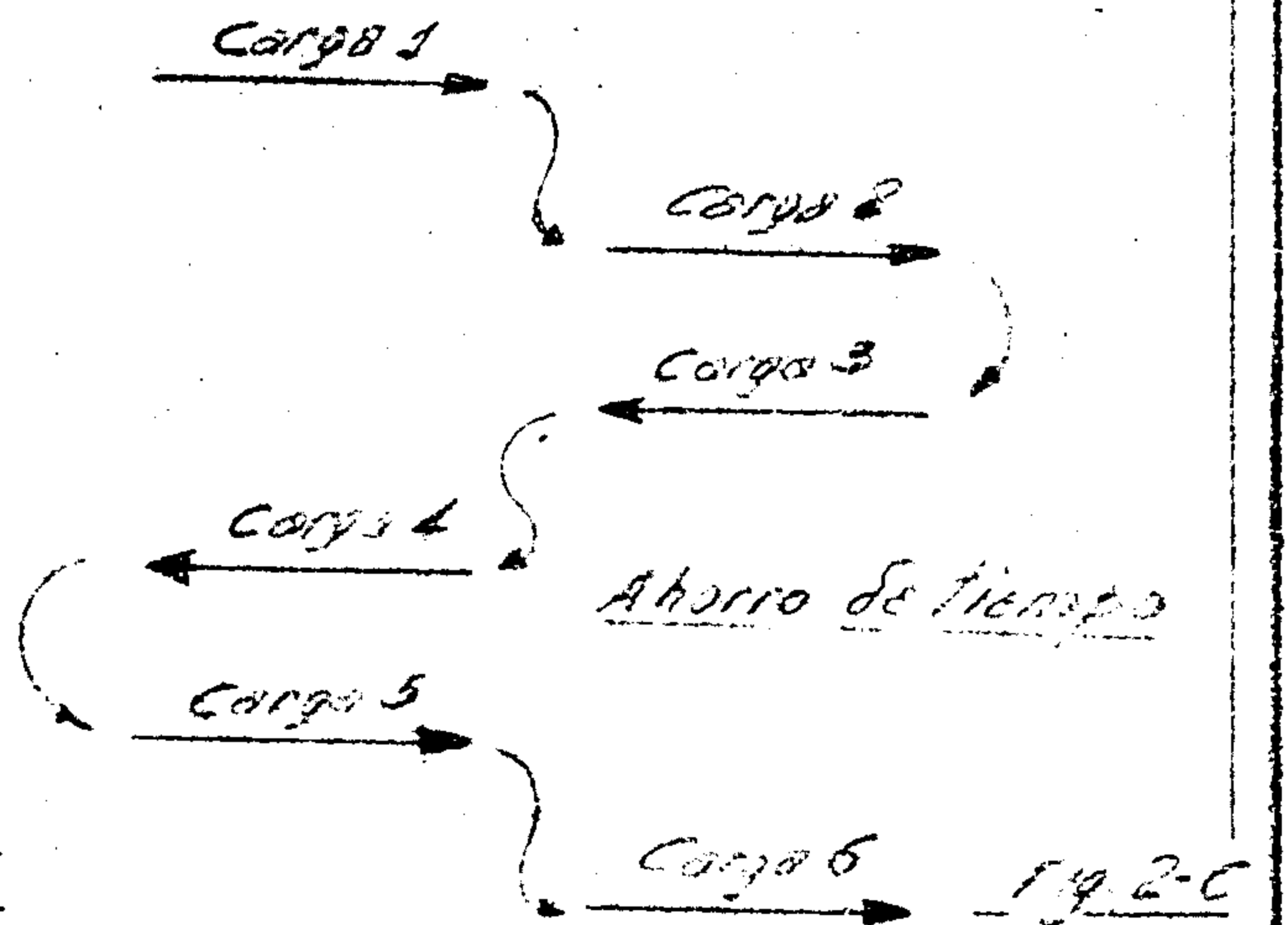
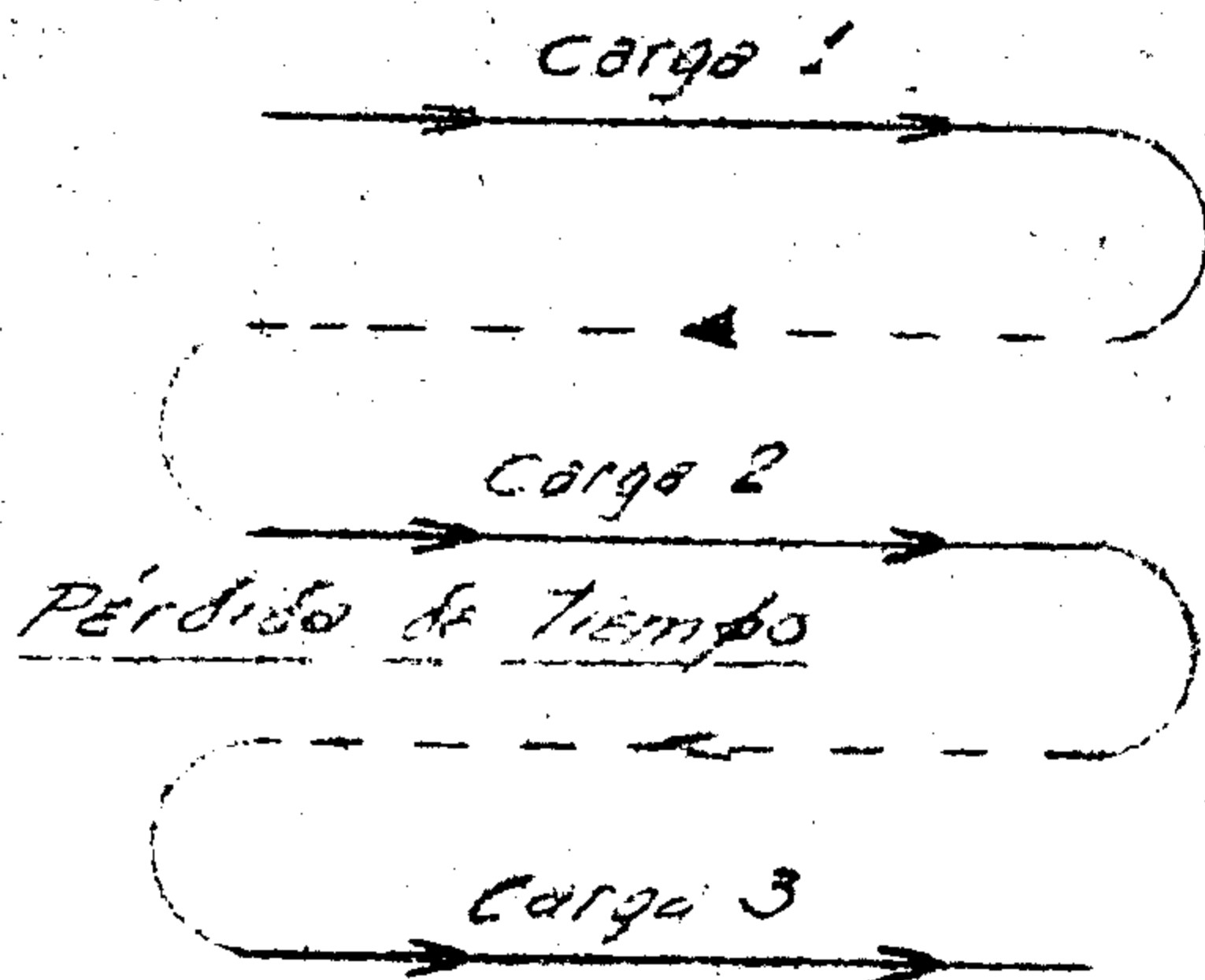
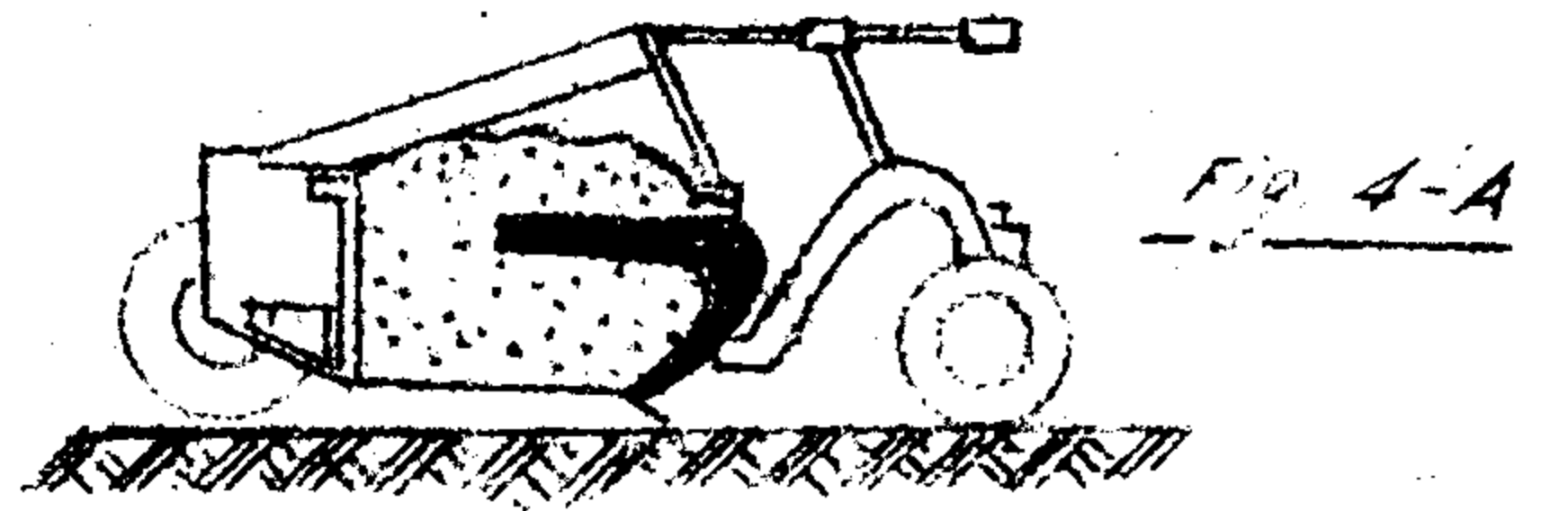
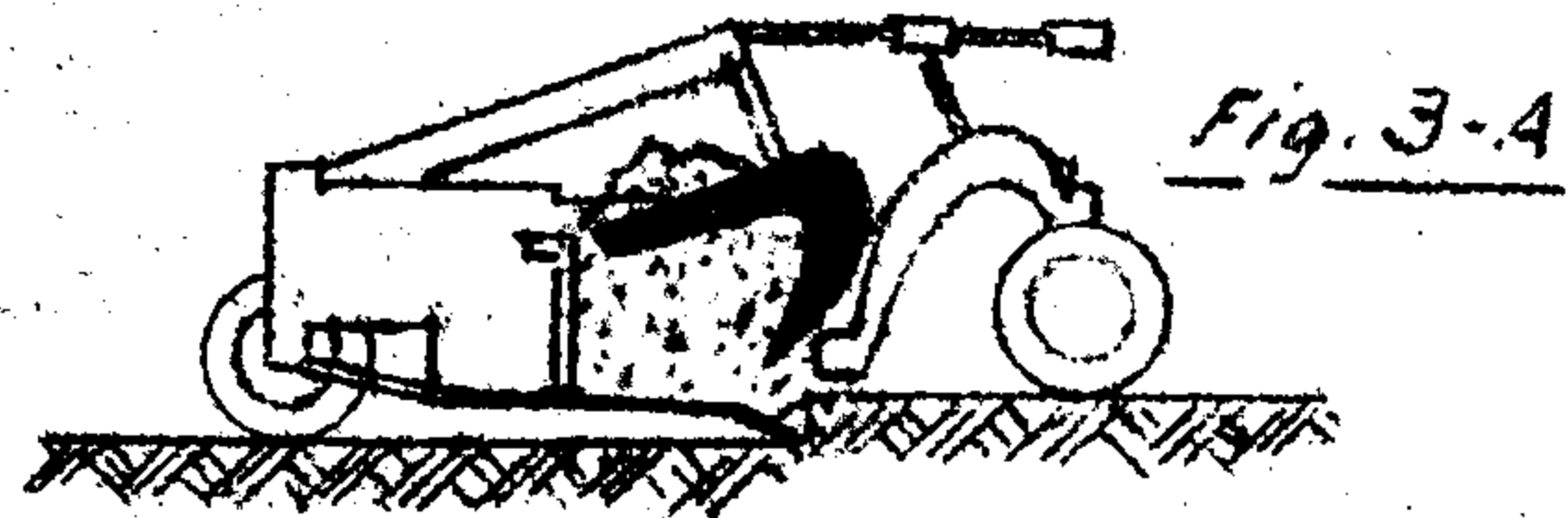
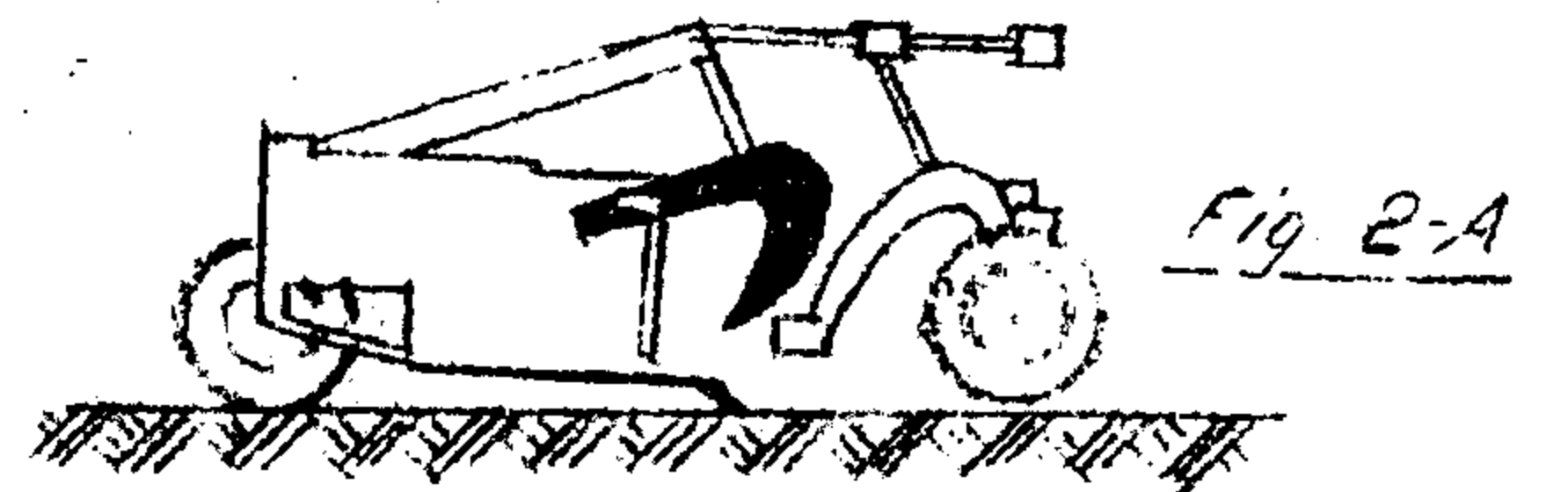
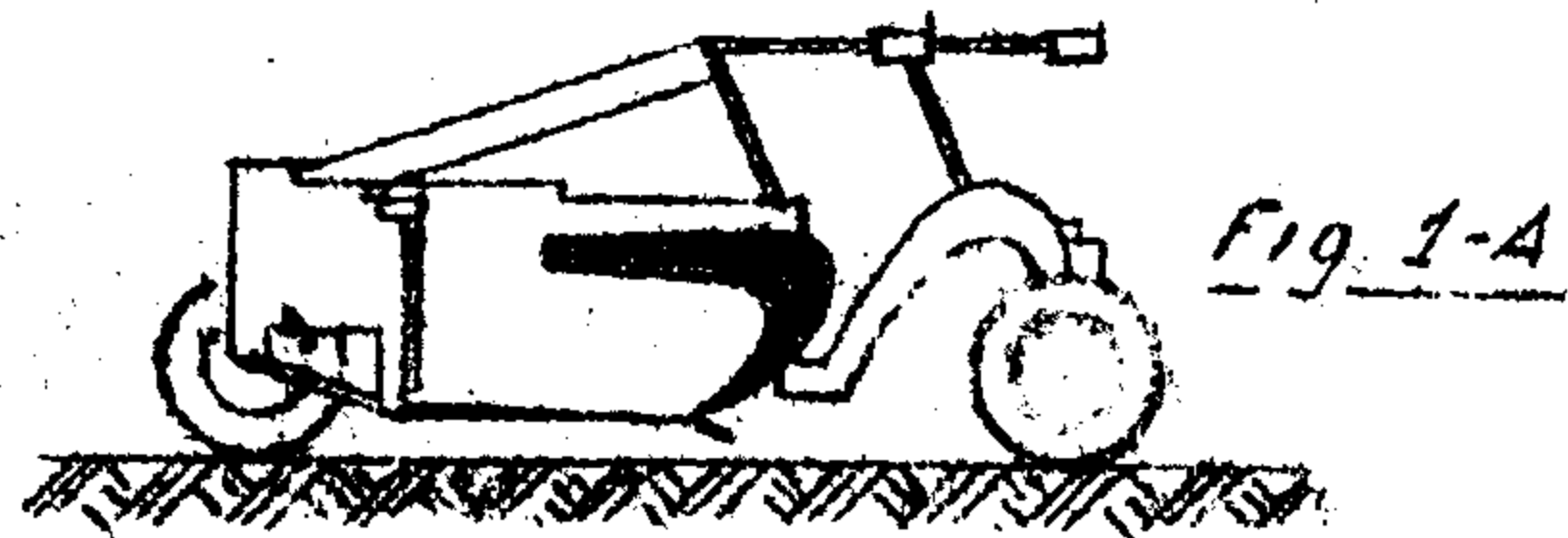
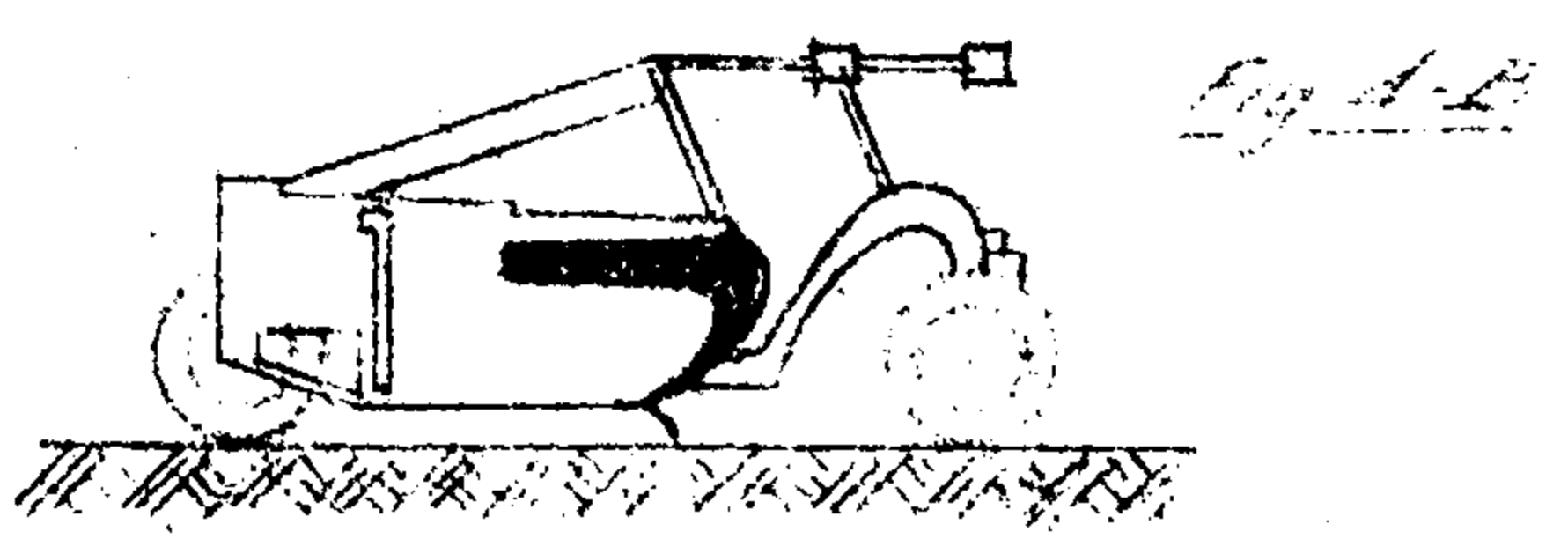
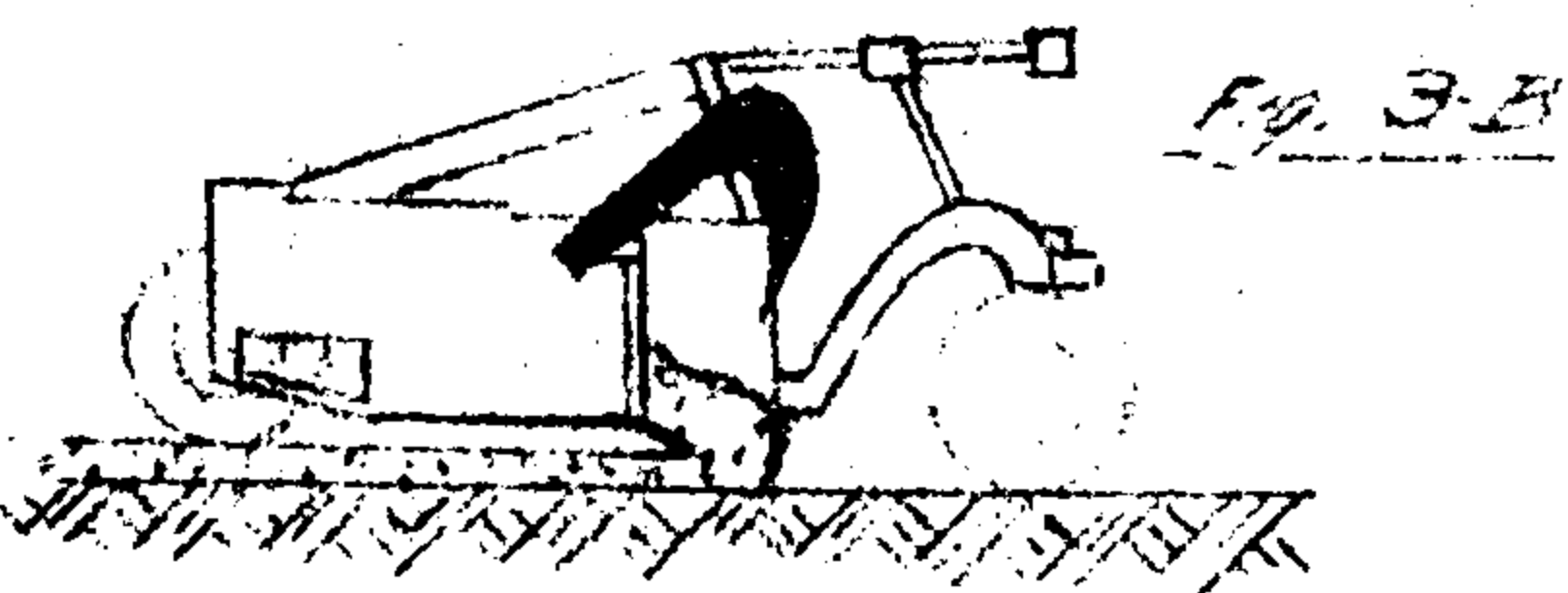
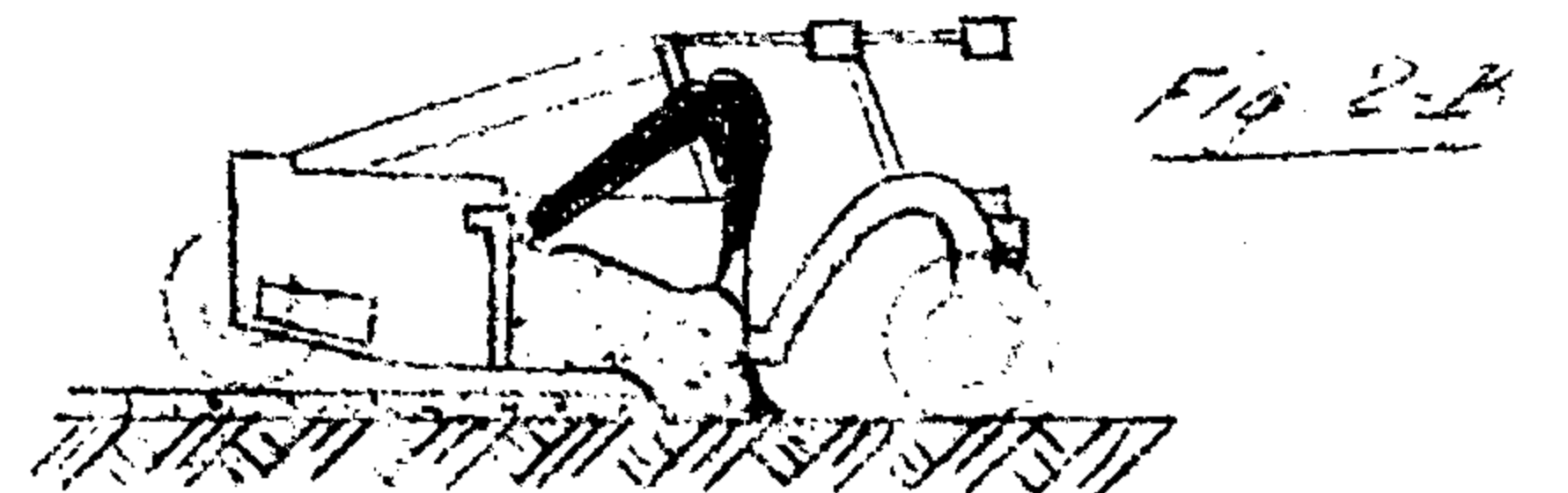
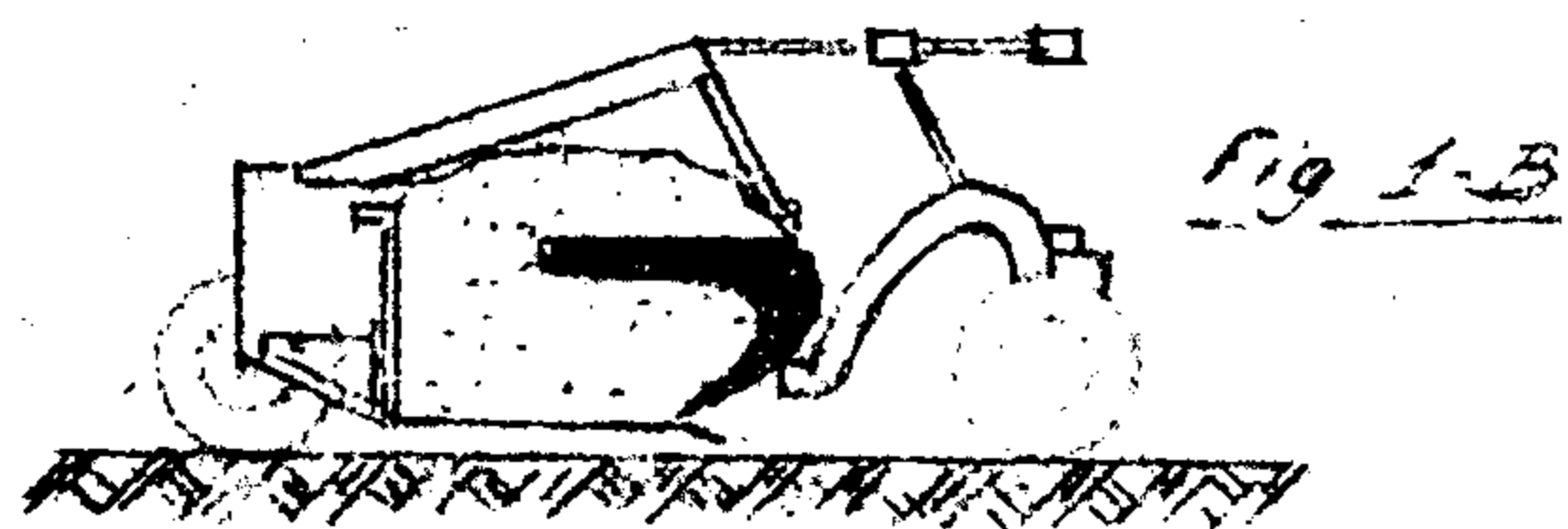
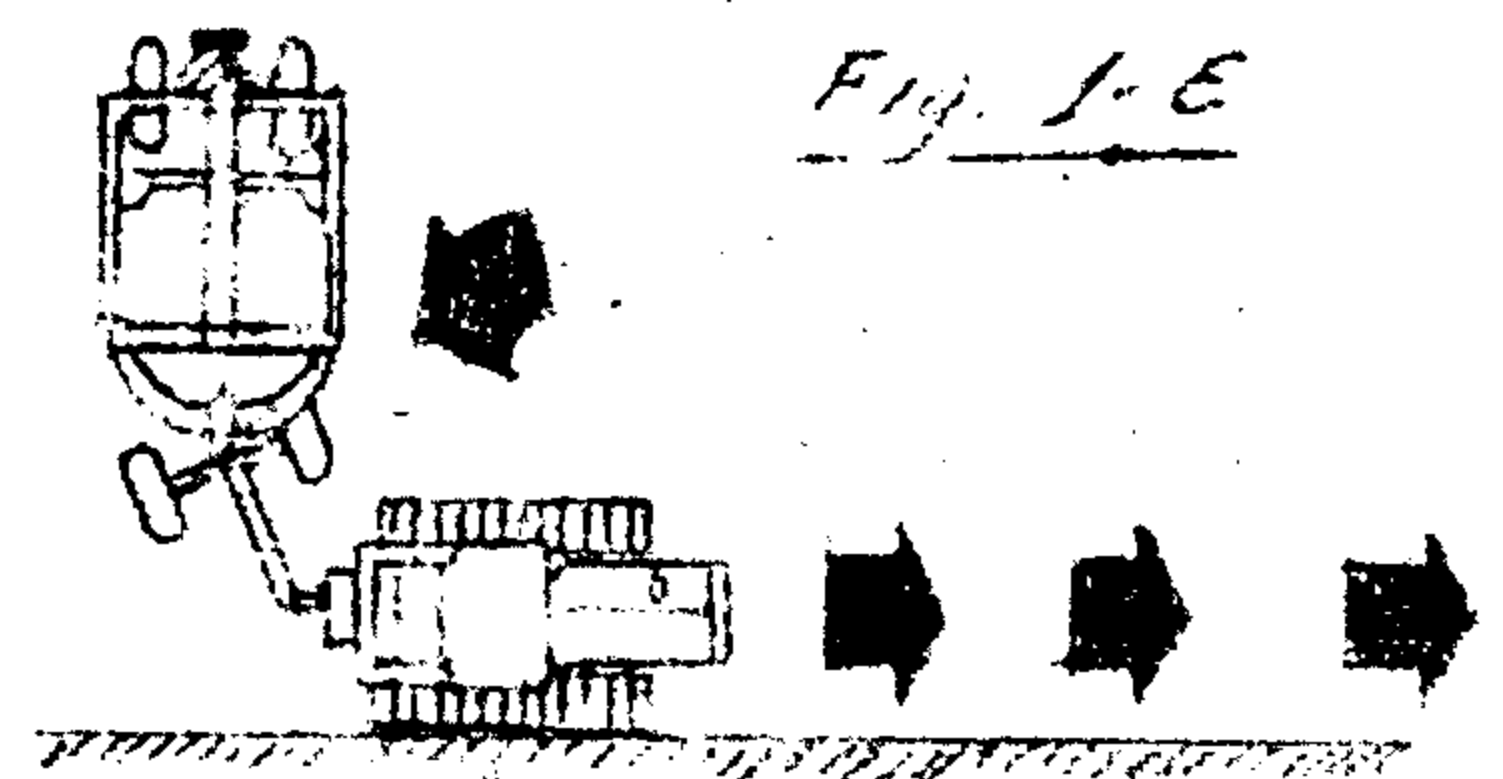
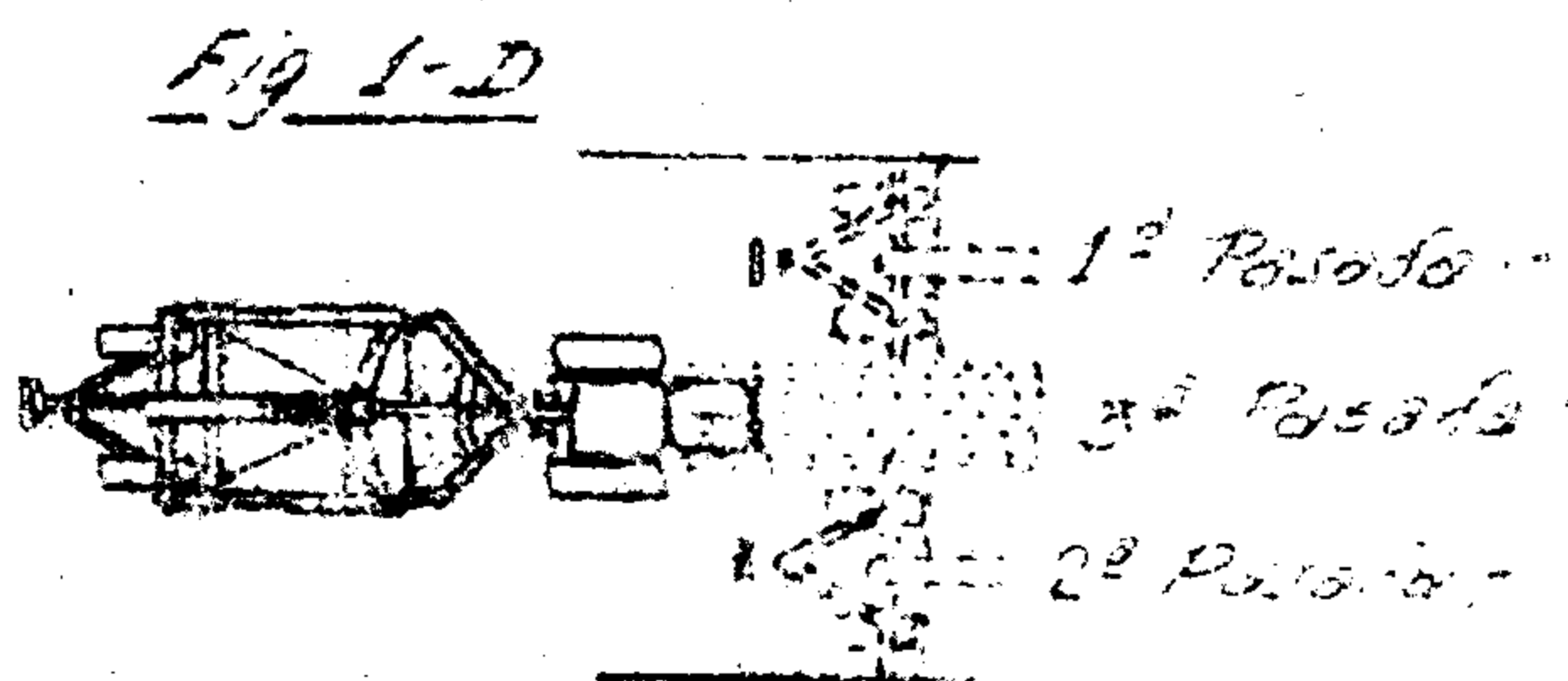


Fig. 1-C

Fig. 2-C



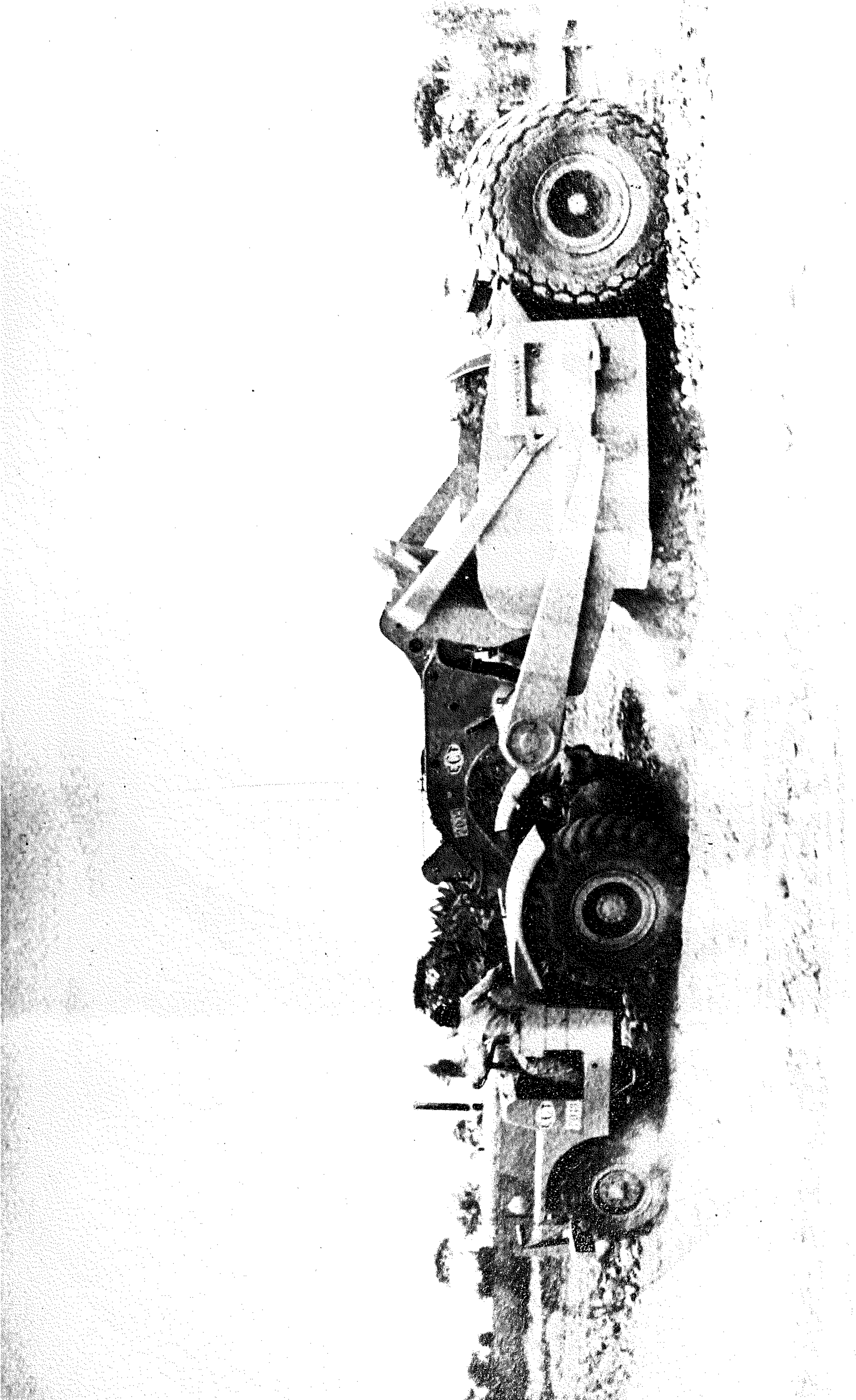
i).-- TRAILLIAS.--

Son elementos generalmente halados por una unidad de potencia y que tienen por objeto transportar rápidamente materiales ya sea para un relleno o eliminando un corte.-- La ventaja fundamental de estos equipos es su carga directa y automática y su descarga similar, y en las cantidades y niveles que se deseen.

Consta fundamentalmente de una gran caja de acero cuyo fondo es removible estando apoyado en pivotes en la parte posterior y que tiene en la parte delantera una cuchilla que al bajar al fondo corta el material y lo obliga por la misma potencia del tiro a introducirse en la caja.-- Tiene además como aditamento adicional, un mandil en la parte interior de la caja que también es accionado desde la unidad de tiro y que tiene por objeto lograr que se colme la caja en el momento de la carga y obligar a la descarga completa expulsando todo el material contenido en ella.--

El trabajo de esta máquina puede verse en forma esquemática en el croquis adjunto: en la figura 1-a se vé el momento en que el equipo entra a la cantera o al corte para ser cargado.-- La figura 2-a indica la iniciación del corte y en ella puede verse la cuchilla o fondo de la caja que ha sido bajada, y el mandil en su posición inicial, es decir en la parte delantera.-- La figura 3-a corresponde al proceso de la carga y la figura 4-a representa la trailla completamente colmada y condiciones de transporte.--

El proceso de la descarga del material puede apreciarse en el croquis 1-b; 2-b; 3-b y el 4-b que corresponde al 1-a.--



Trucks desarmados por campo.

Estas unidades de trabajo pueden ser haladas por unidades de tiro con sistema de rodadura de orugas, que son empleadas en distancias de transporte relativamente cortas, y por unidades con llantas neumáticas que por su mayor velocidad y facilidad de rodadura se suelen emplear en tiros más largos.-

Cualquiera que sea la unidad de tiro, los sistemas de operación de las traillas pueden ser hidráulicos o de cable, siendo el primero de mayor precisión y facilidad de manejo.-

La forma de organizar el trabajo de estas máquinas depende del material a transportar, siendo lo más común que necesiten un tractor con topadora para ayudarlas en el proceso del llenado.-

Es por esto que no es económico el efectuar movimientos de tierra con un sólo sistema de acoplado si éste no se puede cargar sólo, pues lo económico de esta máquina se pierde al tener un tractor sin efectuar trabajo durante el tiempo de transporte y descarga.-

El uso del tractor empujador requiere una técnica especial pudiéndose apreciar la diferencia en los croquis adjuntos.- En la Fig. 1-c todas las traillas avanzan en la misma dirección con el consiguiente resultado que el tractor empujador tiene que retroceder largo trecho sin efectuar trabajo efectivo con la consiguiente pérdida de combustible o producción.- En la Fig. 2-c se indica el sistema correcto de efectuar la carga, en la que el tractor empujador no retrocede para ayudar a las traillas, sino que tal operación

demanda tan sólo un pequeño desplazamiento lateral.- Con este segundo sistema y a una distancia de cuatro kilómetros pueden emplearse dos traillas más que si se cargara con el primer método.-

Si la zona en que se ha de efectuar la carga del material tiene una ligera pendiente, la operación de llenado debe efectuarse siempre aprovechando la acción de la gravedad de tal modo que el peso del equipo ayude en el carguío, pudiéndose llegar a eliminar el tractor empujador si la cuesta es lo suficientemente pronunciada.-

La carga por cortes separados ayuda también en la carga, como puede apreciarse en la fig. 1-d, pues las traillas se manejan de manera que efectúen dos cortes sucesivos separados un metro más o menos el uno del otro, esta separación contiene el material suelto que se ha perdido en los dos cortes, de modo que es sumamente fácil su carguío en la siguiente pasada.-

La indicación hecha para el trabajo de tractores de que al cortar en un terraplén deben estar siempre inclinados hacia el lado del talud es efectivo también para las traillas, debiéndose en ellas operar de la siguiente forma para lograr ese fin.-

La unidad de tiro se acercará perpendicularmente al talud (ver fig. 1-e) girando al llegar a él bruscamente hasta quedar paralelo, dejándose caer en ese momento la cuchilla, esta maniobra hace que la máquina empiece a cortar a la vez que dá la vuelta y las ruedas interiores entrarán en el corte quedando inclina-

da toda la unidad al efectuar el corte paralelo al talud.-

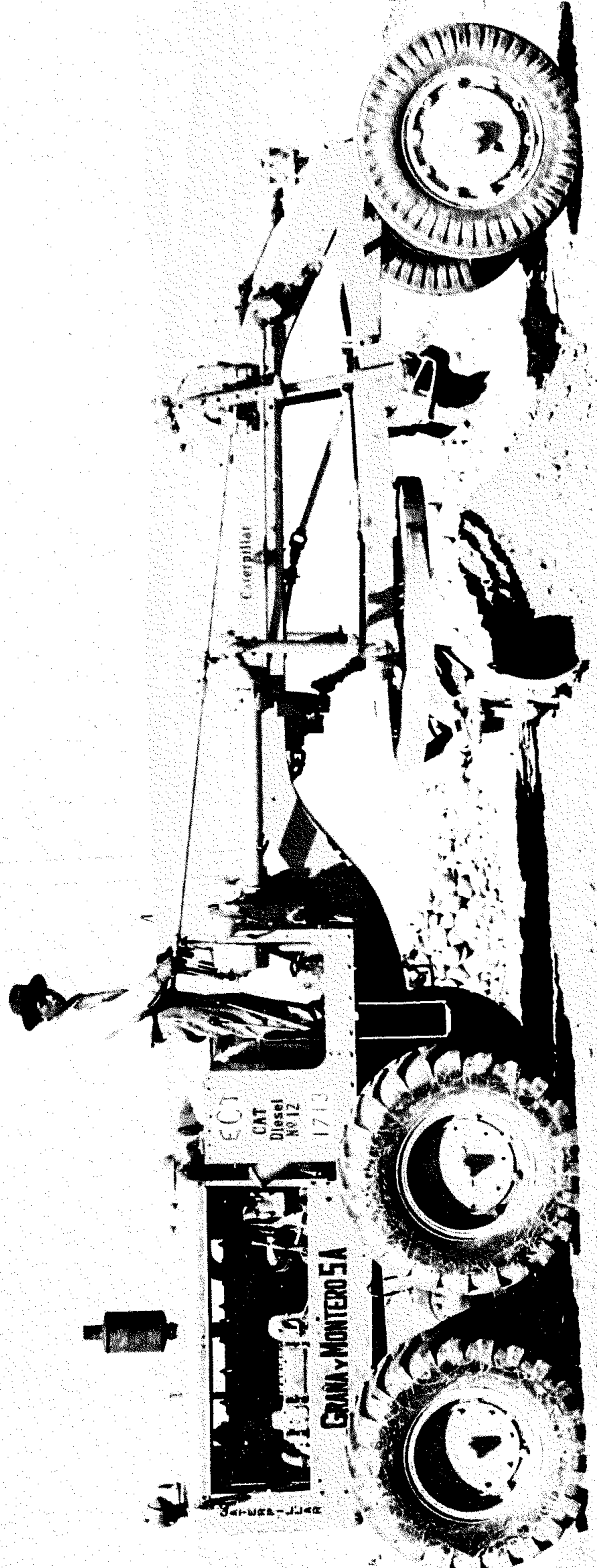
Desgraciadamente en nuestra Costa los tipos de materiales que normalmente se presentan no son los apropiados para el trabajo con este tipo de equipo, pues si bien la arena es sumamente fácil de cargar, las distancias de acarreos deben ser sumamente cortas, pues no siendo la caja de la trailla herméticamente cerrada, se presentan fugas de material que merman notablemente la carga, acentuándose la pérdida en razón directa con la distancia.- Otro tipo de material muy común en nuestra Costa y bastante difícil de trabajar con trailla es el hormigón, pues debido a las grandes piedras que éste tiene (coyotas) la cuchilla suele trabarse no pudiéndose cerrar y creando problemas cuando el operador no es lo suficientemente rápido.-

j).- MOTONIVELADORAS .-

Es el equipo ideal para movimientos de tierras menores de cuarenta centímetros de profundidad y para el acabado y conformado de las superficies finales de las diferentes etapas de la construcción.-

En este tipo de equipo la unidad de fuerza está situada en la parte posterior sobre un sistema de ruemas motrices tipo Tandem, existiendo en la actualidad un nuevo tipo montado sobre dos alantas neumáticas solamente, pero teniendo también tracción en las delanteras que en los demás casos son locas.-

Consta de dos elementos fundamentales de trabajo, la cuchilla que puede ser colocada en todos los ángulos de trabajo posi-



EC
CAT
Diesel
N012
1713

GRANA MONTERO SA

Caterpillar

McDONALD & LADDERS "CATERPILLAR" Mod. 12

bles considerando un plano transversal a la máquina y partiendo de los ángulos rectos en los dos lados, facultad ésta, que se utiliza para refinar los taludes de los cortes.- Asimismo en el plano horizontal puede desplazarse hasta hacer entre las dos posiciones extremas un ángulo de casi 70 grados, lo que permite a un operador adiestrado la nivelación en marcha de retroceso.-

El segundo elemento de trabajo son los dientes escarificadores situados en la parte delantera de la máquina y que permiten romper la superficie del terreno para ser luego nivelada, o eliminada si se trata de un corte en material algo duro.-

La inclinación que se les puede dar a las llantas delanteras, le permite una gran estabilidad y facilidad de trabajo en terrenos inclinados, cualidad que se aprovecha notablemente tanto en la ejecución de cunetas y zanjas, como en el refinado de taludes, ya que la inclinación de las llantas impide que la máquina se separe del talud debido a la resistencia que éste presente al corte.-

Una de las aplicaciones más efectivas de esta unidad de trabajo, es el mezclado de los elementos que se dosifican para la ejecución de las diferentes capas de afirmado de la calzada así como el conformado y acabado de las superficies propiamente dichas.-

Estas máquinas bien trabajadas pueden tender, mezclar y conformar un afirmado de 0.10 m. de espesor y 7.00 metros de ancho en una longitud de 500 metros diarios con relativa facilidad.-

En el caso de efectuarse el trabajo con varias unidades en forma simultánea, éstas se dispondrán en forma escalonada de tal

forma que el centro de la segunda máquina coincida con el borde exterior de trabajo de la primera.-

k).- EQUIPO DE RODILLADO Y COMPACTACION.-

Este es el conjunto de máquinas de mayor o menor tonelaje en peso bruto o de características mecánicas especiales para lograr altas densidades en los trabajos de terracerías y afirmados de que consta una obra de carreteras y pavimentación.-

Los tipos de rodillos más usados en nuestro medio son :

1.- Rodillo de Tres ruedas.- Que como su nombre lo indica, es una máquina que tiene como sustentación una rueda delantera de 1.20 m. o 1.30 m. de diámetro aproximado, que se compone en algunos casos de dos ruedas unidas que pueden ser accionadas independientemente por frenos, lo cual determina su sistema de dirección, y en otros casos es un sólo elemento accionado hidráulicamente por medio de un sistema de unión de nuez; y en la parte posterior tiene como apoyo dos ruedas de mayor diámetro pero menor ancho y que están dispuestas en tal forma que el centro de las posteriores corresponde al borde exterior de la delantera.-

Este sistema de rodillo es excelente para rodillados de superficies ya niveladas, pues al producir compresiones en el terreno desde tres puntos diferentes, se consigue en la zona interior de ellos una elevada compactación.-

2.- Rodillo Tandem o de dos ruedas.- Este equipo de compactación tiene características similares al anterior pero presenta la varie-

dad de estar dotado sólo de dos ruedas de distinto diámetro y que son huecas, pudiéndose rellenar con agua ó con arena húmeda según se desee, lo que permite poder darle a la unidad diversas capacidades de compactación.

Normalmente, tanto en este rodillo como en el anterior se tienen diferentes tipos según su peso el cual varía desde las 6 toneladas hasta las 14 ó 16.-

Estas máquinas, debe tenerse presente, sólo son útiles y ofrecen trabajo efectivo en superficies perfectamente niveladas y sobre todo que no presenten puntos sobresalientes de mayor dureza, pues como la superficie de contacto de las ruedas con el terreno es una línea, si un extremo de ellas se apoya en un punto sobreelevado y duro como puede ser una piedra, todo el sistema se inclinará y se perderá el contacto entre la línea de rodillado y el terreno, lo que produce una falla de menor compactación que trae como resultado deformaciones posteriores, es por eso que se recomienda el uso de estos equipos tan sólo después de haber sido rodillada la superficie con equipo neumático.-

3.- Rodillo Neumático.- Es la unidad ideal para los trabajos de consplidación, pues consta de una caja hueca que puede ser rellenada según la necesidad y además por tener la tapa de esta caja forma de plataforma, se le puede agregar carga adicional por medio de sacos rellenos de arena o similar.-

Todo este sistema tiene como medio de sustentación dos trenes de llantas que están emparejadas dos a dos, teniendo en la parte delantera una cantidad par de ellas, y en la posterior una más,

de modo que las traseras van cubriendo los vacíos dejados por las primeras.- Además las llantas están montadas sobre ejes oscilantes que le dan un movimiento de desplazamiento lateral que determinan una acción de amasado en el terreno rodillado.-

La gran ventaja de este sistema es que por ser las llantas neumáticas adaptables a las superficies con que estén en contacto, se consigue una compactación perfecta en las zonas tratadas con este sistema.-

Este equipo a diferencia de los anteriores no tiene propulsión propia, por que debe ser halado por unidades de tracción livianas.-

4.- Rodillo Pata de Cabra.- Este rodillo surgió en el deseo de los antiguos ingenieros de caminos de sustituir por algún equipo mecánico el sistema de rodillar terracerías por medio de la acción de ganados y caballerías y no viene a ser otra cosa que un tambor hueco, susceptible de ser llenado con agua o arena húmeda, que tiene en la superficie exterior una serie de apéndices que afectan la forma de una pata de cabra, lo que tiene como resultado que todo el peso de la unidad esté concentrado en las pequeñas superficies de las patas en contacto, lo que determina una gran presión en el terreno por unidad de área.-

Debe de tenerse en cuenta que este sistema de rodillado es excelente para laterales que tienen gran cantidad de aglutinante pero que es perjudicial para aquéllos que son altamente granulares, pues éstos son poco susceptibles a compactarse y más bien se desplazan de su posición inicial bajo la acción de fuerzas ajenas.-

Como el anterior, tampoco tiene propulsión propia, y debe ser halado por unidades de tracción.- Es muy común, que con el fin de conseguir economía y cuando no se tienen tractores pequeños que se acoplen varios sistemas de dos tambores y sean halados de una sola vez.- Como referencia se tiene que un tractor de orugas con un motor de 60 a 70 caballos de fuerza, puede halas fácilmente en terreno llano, tres juegos de dos tambores.- La forma de disponer estos sistemas cuando son halados en serie se puede ver en el capítulo correspondiente a construcción.-

5.- Rodillos varios.- Se tienen además, como complemento de los anteriores los pequeños rodillos de conservación, los cuales generalmente son de un sólo tambor en la parte delantera y en la parte posterior están dotados de dos llantas neumáticas.- Generalmente estas unidades tienen de una a cuatro toneladas y en la parte delantera tienen un sistema de gata por medio de una trompa que puede apoyarse en un automotor de remolque, de modo que el tambor quede suspendido y la máquina sólo se apoya en los neumáticos, lo que le permite ser trasladado a gran velocidad.-

Siguiendo este mismo sistema pero con otra disposición se tiene el rodillo de bermas, que tiene en uno de los lados una rueda similar a las posteriores de los rodillos de tres ruedas pero de menor diámetro y que va sobre la berma, teniendo como medio de sustentación tres ruedas pequeñas que pueden ser neumáticas o metálicas.-

Como novedad en equipo de compactación, ya que sólo data de corto tiempo, se tienen los rodillos de parrilla, que no vienen a

ser sino unidades que siguen el principio inverso al de la pata de cabra, es decir que donde éste tiene un saliente, aquél tiene un hueco, por no tener experiencia personal con este sistema de rodillado, el examinado se limita a hacer mención de él pero sin indicar sus características ni sistemas de trabajo.-

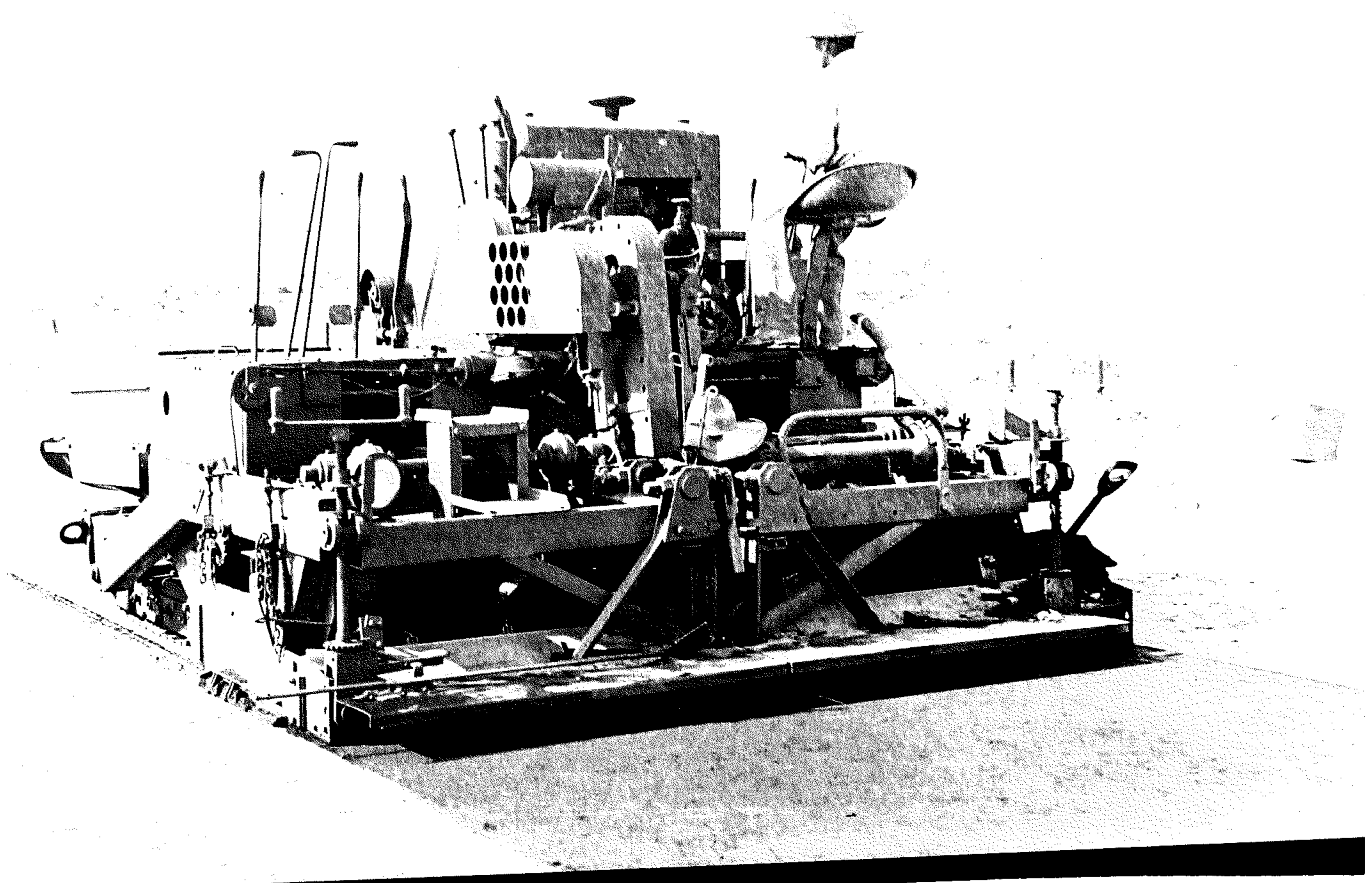
1).- ESPARCIDORAS.-

Este equipo no viene a ser otra cosa que una gran caja metálica que debido ya sea a un sistema de rodillo o al de paletas expulsa el material por su parte inferior a través de una abertura regulable por un sistema de compuertas.-

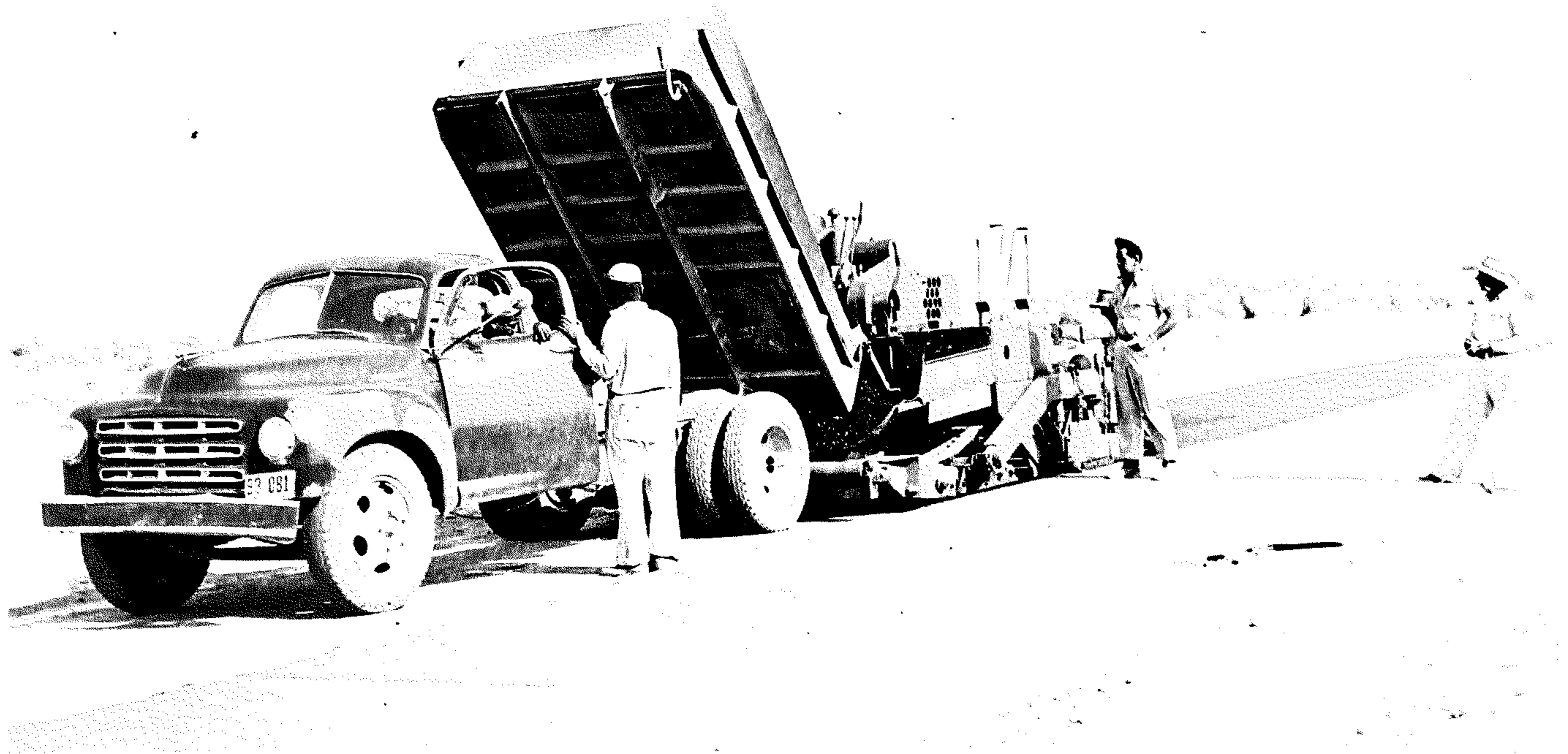
Este sistema se puede emplear indistintamente para materiales inertes ya dosificados para afirmados o para mezclas asfálticas en pavimentaciones.- Para ambos casos se pueden emplear esparcadoras de tracción o haladas por los mismos vehículos que transportan material.-

1º).- Esparcidoras simples.- Estas que son las más elementales son empleadas generalmente para el extendido de materiales inertes en afirmados, en sellados o en tratamientos de estabilización de suelos.-

En este sistema, la máquina tiene en su parte central un sistema de enganche automático muy semejante al de los trenes de ferrocarril y que consiste en un juego de mandíbulas o ganchos que por acción de resortes o similar se acoplan a una barra fija que tienen las unidades de transporte fijas en su parte posterior.-



Esparcidora de Asfalto Barber Green



Una vez efectuado el enganche, es dicha unidad de transporte la que sirve de unidad de tracción, accionando por medio de transmisión de cadenas que parten de las ruedas de sustentación todo el sistema de helicoidales o paletas que determinan la salida del material en forma uniforme a través de una abertura situada en la parte posterior del sistema y que puede ser regulable por medio de compuertas.-

Estos equipos, si bien muy útiles para materiales de afirmados o inertes sin ligante asfáltico o similar en que pueden ser fácilmente eliminadas las fallas que se presentan, es muy deficiente para ser empleado en el extendido de mezclas asfálticas, ya que el enganche con la unidad de transporte no puede efectuarse de una manera suave, sino que por el contrario produce siempre un impacto algo violento que determina pequeñas ondulaciones en la superficie extendida.-

2º).- Esparcidoras Mecánicas.- Estas vienen a ser la última palabra en lo que se refiere a extendido de materiales con equipo mecánico.-

Viene a ser en realidad un sistema similar al anterior pero de tracción propia, lo que determina una gran precisión en todo su sistema de engranajes.

El sistema de sustentación de estos equipos suelen ser ya sea de ruedas en la parte delantera con rodillos de apoyo en la posterior lo que determina una compactación previa en el material extendido, o en su defecto el sistema es a base de

orugas, en cuyo caso la parte posterior de extendido está suspendida por un compesador de cable y apoyada en el centro de gravedad de la máquina por pasadores en forma similar al topador de un tractor, en algunos tipos tienen vibradores para determinar la pequeña compactación previa y en otros dejan la mezcla absolutamente sin compactar lo que permite un rodillado posterior más uniforme.-

El sistema de transportar el material a extender desde la parte anterior de descarga hasta la posterior de extendido, es unas veces el de fajas metálicas transportadoras que entregan en una helicoidal o gusano sin fin y otras veces es simplemente un sistema de paletas que impulsan los materiales hacia atrás.-

Estas máquinas suelen extender una carga completa de camión en un ancho de 3.30 mts. y una longitud aproximada de 12 mts. en 2 minutos, por lo que bien alimentada, se puede lograr con ella rendimientos superiores al kilómetro diario.-

m).- EQUIPO DE IMPRIMACION.-

Son estos los equipos destinados al riego de asfalto líquido o que se emplean para elevar su temperatura lo suficiente para ser utilizado en las mezclas con inertes.-

El equipo más elemental de este tipo es la Cocina de Asfalto, que no viene a ser sino un calentador montado sobre ruedas.-Consta de un recipiente con capacidad aproximada de 60 glns. más o menos, y que tiene en su parte inferior un sistema de tubos para la circulación del calor que produce un inyector de kerosene que tiene un pequeño tanque con compresor de mano en la parte exterior.-

Este equipo suele llevar como aditamento un poste con cadenas para izar los cilindros de asfalto llenos y una bomba de mano de 1 1/2" que provista de su respectiva manguera y boquilla de riego sirve para el imprimado de superficies pequeñas.-

Esta pequeña máquina es un equipo obligado para la conservación de los pavimentos asfálticos, ya que es ideal para el parchado o sellado de superficies pequeñas.-

La última palabra en equipos de este tipo, es el tanque imprimador de propulsión y calefacción del líquido propios así como sistema automático de riego.-

Consta en general de un tanque de unos ochocientos galones de capacidad, completamente revestido de amianto o similar para conservar el calor, y está recorrido en su parte interior por serpentines por los que circula aire a elevada temperatura producida por un inyector de petróleo o kerosene colocado en la parte exterior.-

Tiene además este equipo, una bomba de gran potencia, generalmente acoplada al mismo motor del vehículo, que le permite succionar el asfalto frío de los tanques de almacenamiento.- Esta bomba cuando se invierte su funcionamiento y es acoplada a los tubos de regado, sirve para expulsar a presión el líquido contenido en el tanque.-

Al mismo tiempo que se invierte la bomba se conecta su funcionamiento a un control que regula su velocidad de acuerdo a las revoluciones que dá una rueda de diámetro fijo llamada Tacómetro, y

todo el sistema es controlado desde el tablero de mando del conductor por un registro automático de aguja que marca en litros por metro cuadrado, de este modo, el conductor sólo tiene que dar al vehículo una velocidad tal, que la rodadura del tacómetro determine en el registro la cantidad de líquido que se desea regar por unidad de superficie, y en ese momento, y manteniendo por supuesto la velocidad constante, el ayudante de la máquina dá pase de las bombas a las canillas de riego que están provistas de boquillas especiales de bronce y se procede a la imprimación.-

Para el trabajo con este tipo de máquinas hay que tener en forma especial tres precauciones fundamentales:

- a).- Que los operadores deben ser personas sumamente tranquilas en caso de accidentes y de gran sentido de la responsabilidad en el trabajo.-
- b).- La máquina debe de estar provista siempre de su termómetro y se debe de ser sumamente exigente en que por ningún motivo se pase la temperatura prudencial para la manipulación del asfalto.-
- c).- En todo momento debe de estar provista la máquina de extinguidores de incendio y el personal debe de estar debidamente instruído en su uso.-

Ultimamente y para labores de conservación, se han lanzado al mercado un sistema combinado de cocinas de asfalto con tanques imprimadores, es decir, que se han construído tanques de mayor capacidad que la Cocina por nosotros conocida, a los que se les ha acoplado una pequeña bomba que permite el riego automático por medio de canillas similares a las de los tanques imprimadores, pero todo este sistema no tiene propulsión propia ni tiene acoplado Tacómetro, sino que es simplemente remolcado por un automotor y para el riego se procede a darle al sistema velocidades más o menos aproximadas según la prác-

tica y criterio del conductor.- Evidentemente el equipo no es de una precisión matemática pero para trabajos pequeños, dado su bajo costo de adquisición, es ideal.

n).- CAIDERS PARA ASFALTO.- Dos son los sistemas que se emplean para la instalación de calderos en las Plantas de Mezcla Asfáltica, el primero es el que corresponde a las máquinas especiales de mezclado, que traen su instalación completa de calefacción y que por lo tanto sólo requiere para su instalación el seguir las instrucciones de los fabricantes, y el segundo sistema consiste en la construcción e instalación de calderos como equipo adicional especialmente en el caso de la ejecución de la mezcla con concretas o máquinas mezcladoras pequeñas.-

Este segundo sistema consiste en convertir el agua de un reservorio en vapor por medio de la elevación de temperatura producida por un inyector de petróleo colocado en la parte baja del caldero.- Lo normal es que la alimentación de este inyector se haga por gravedad desde un cilindro auxiliar colocado a altura prefijada para dar una determinada presión de salida.-Debiéndose tener en cuenta, que la parte baja del cuerpo del caldero que es en la que va a producirse la elevación de la temperatura, debe de estar protegida por ladrillos refractarios y las juntas cubiertas por tierra también refractaria.-

Este calor determinará, que en la parte superior del caldero, se transforme el agua en vapor que circulará por las tuberías de calefacción o serpentines.- Este segundo cuerpo del elemento deberá estar dotado por supuesto de válvulas de seguridad, indicadores de

nivel y manómetros para indicar la presión del vapor, así como de termómetros para conocer el grado de temperatura del vapor de agua.-

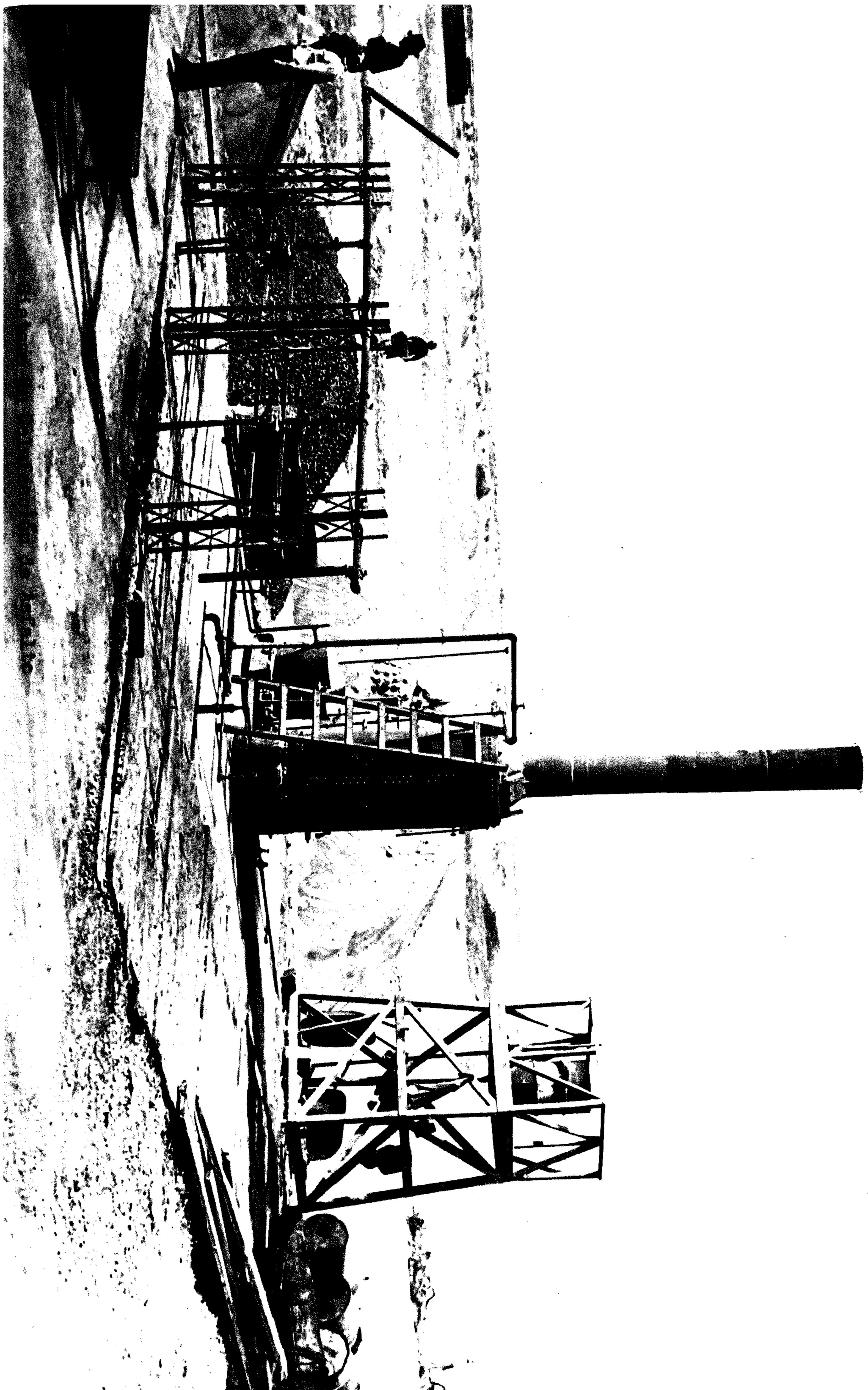
Conseguido el grado de calor y de presión necesarios para calentar una masa determinada y prefijada, se dará pase del vapor a las tuberías de calentamiento, que deberán diseñarse de modo que la distancia del caldero a los serpentines sea mínima para evitar pérdidas por radiación.-

Concluida su labor de calefacción, el vapor será conducido por tuberías de menor diámetro y por la parte exterior, en las cuales se irá enfriando y luego condensando para pasar por fin de retorno al reservorio inicial de agua.-

Conseguida de este modo la temperatura necesaria para hacer trabable el asfalto líquido queda aún el problema de la extracción de éste de los tanques en que ha sido calentado.-

Esto se puede hacer por simple gravedad cuando se pueden emplear las diferencias de nivel en el terreno o bien por bombeo, para lo cual, o se emplea una bomba de gran potencia para llevar el líquido a un tanque auxiliar elevado y volvemos al sistema de gravedad, o también se puede colocar bombas de mano de 1" o 2" que llenarán recipientes o galoneras que tendrán una medida fija que deberá respetarse celosamente para que la dosificación de la mezcla en lo que se refiere a líquido sea perfecta en lo posible.-

o).- EQUIPOS ESPECIALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS.- Este aspecto del tema general de equipo mecánico será tratado al fin del presente trabajo en el apéndice correspondiente a Trabajos de Esta-



bilización de Suelos.-

p).- SELECCION Y COORDINACION DEL EQUIPO.- El problema fundamental del uso del equipo mecánico en la ejecución de una obra, no está en tener una gran cantidad de equipo concentrado, sino en escoger y sólo utilizar aquél que no sólo resulte de provecho económico para la obra sino que también sea posible usarlo en forma coordinada con el resto del equipo escogido o disponible.-

Además en la selección de un equipo debe de tenerse en cuenta que mucho hace el tener uniformidad en los tipos y marcas de fábrica del equipo en trabajo, pues no sólo se consigue un menor stock en el almacén de repuestos, sino que la necesidad de operarios especializados en lo referente a mecánica, conservación y lubricación del equipo se reduce al mínimo.-

Pero aparte de estos conceptos que son fundamentales, debe de tenerse en cuenta que si bien redundaría en perjuicio para la obra una máquina detenida por necesidad de reparación, la tragedia en ella principia cuando, aunque sea una unidad queda detenida no por defecto mecánico, sino porque el encargado de dicha obra no ha tenido la precaución de preparar un trabajo para ella y esta máquina ha terminado la labor encomendada antes del tiempo que él había calculado, es decir, que se tiene que detener el equipo con el consiguiente desembolso de jornales, sobretiempos, amortización, etc. simplemente porque la máquina le ha ganado en tiempo al Ingeniero.-

Este problema suele presentarse, cuando se pierde el concepto de lo que significa desplazar constantemente las máquinas a distancias apreciables para ejecutar trabajos sin importancia, sin tener en cuenta el tiempo perdido sin efectuar trabajo efectivo y lo que es peor, lo que cuesta ese tiempo en soles oro.-

Es por esto que lo mejor al iniciar una obra, es distribuir el equipo disponible en unidades según el trabajo a efectuarse, el cual debe de quedar perfectamente terminado por una unidad antes de que la otra principie a ejecutar el trabajo que le corresponde.-

La mejor manera de distribuir el equipo a juicio del examinado, es siguiendo las etapas de construcción, o sea que se tendrá una unidad de explanaciones, otra de afirmado y una última de asfaltado, pudiéndose agregar como independiente en algunos casos, la unidad de canteras.- Es prudente y recomendable, que cada una de estas unidades esté a cargo de un Ingeniero Ayudante, que deberá ser responsable ante el ingeniero Jefe de la organización del trabajo y distribución del equipo en su pequeño frente de ataque.-

Una vez organizado en esta forma el sistema, y siendo cada Ingeniero Ayudante independiente del otro, es prácticamente imposible que el equipo se desplace a mayores distancias, ya que siendo uno responsable de un grupo mecánico, no querrá cederlo a otro y atrasar su trabajo, desorganizando de paso su sistema de ejecutarlo a no ser que el Ingeniero Jefe se lo ordene, lo que trae como consecuencia que éste con su mayor experiencia es el único que puede desplazar el equipo de una zona a otra.-

C A P I T U L O I I

CONSERVACION DEL EQUIPO MECANICO.-

Generalidades.- Evidentemente que el funcionamiento normal de una obra de carreteras, según la técnica moderna de construcción, depende fundamentalmente del perfecto estado mecánico para el trabajo de todo el equipo con que élla cuenta.-

Desgraciadamente es mucha la desproporción que existe entre los cuidados y precauciones que podemos dedicar a una máquina y la exagerada labor que le exigimos, ya que el equipo suele trabajar al máximo, no sólo por el avance efectivo que logramos, sino que desde el punto de vista económico, redundan en provecho para la obra el efectuar trabajos con una máquina durante dos o tres guardias cuando su amortización se hace por día, que es el sistema normal.-

Efectivamente es poca la protección que podemos brindar a un equipo que está desarrollando sus labores en barro, en nubes de polvo producido por su mismo trabajo, bajo lluvia o condiciones atmosféricas pésimas y lo que es peor en nuestra costa, contra el polvo de arena llevado por el viento que viene a servir de esmeril en engranajes, piñones y cadenas.-

Es por esto que lo fundamental en este tipo de obras, es desde el punto de vista mecánico, la lubricación y el mantenimiento del equipo y según el aspecto económico, su control para determinar los costos logrados y el rendimiento de las diferentes unidades.-

a).- Lubricación de máquinas.- Esta generalmente se efectúa de acuerdo a las tablas que los productores de equipo presentan y es por esto que deben de tenderse hacia la organización de un conjunto de máquinas de igual marca y si es posible tipo, a fin de poder establecer con más facilidad los sistemas de lubricación.-

Cuando se tiene equipo heterogéneo que es lo normal, se puede normalizar hasta cierto punto la lubricación en lo que se refiere a motores, engranajes cerrados, trenes de rodadura, etc., pero otro tipo de unidades como engranajes descubiertos, herramientas de aire comprimido y otras, necesitan el empleo de lubricantes especiales.-

Los adelantos actuales en la elaboración de aceites y lubricantes, permite con excelentes resultados, el uso de un mismo tipo en diferentes usos.-

Las características generales de los que más comúnmente se usan en este tipo de equipos automotores puede definirse brevemente en la siguiente forma:

1º.- Aceites de Motor tipo normal.- Que suelen usarse en motores de combustión interna que trabajan en condiciones normales.- Estos suelen clasificarse por su viscosidad sin tener en cuenta otras características de calidad y tipos de aceite.-

2º.- Aceites de Motor tipo Premium.- Que se usan para aquellos motores que son empleados en condiciones muy adversas, estando sometidos constantemente a casi toda su carga, lo que trae como resultado que por la elevada temperatura el oxígeno se combine con el aceite produciendo sedimentos perjudiciales.-

Es por esto que el aceite tipo premium tiene gran estabi-

lidad de oxidación y propiedades anticorrosivas, características éstas de gran utilidad para motores que trabajan en condiciones tan adversas.

3°.- Aceites para trabajos extraduros.- Que son los que se utilizan en motores de tractor o camión sometidos a grandes velocidades y elevada carga en ambiente de alta temperatura.- Suelen ser estables contra la oxidación, con propiedades anticorrosivas y detergentes.-

Ultimamente han surgido lubricantes completamente nuevos especiales para evitar las sedimentaciones o los excesos de élla y el desgaste que se produce por el empleo de combustibles de baja calidad, principalmente los que contienen gran proporción de azufre.-

En la actualidad, se está normalizando ya el empleo y usos de los aceites gracias a la llamada escala de viscosidad SAE establecida por la Sociedad de Ingenieros de Automotores Norteamericana, escala que sólo se basa en esa propiedad para la clasificación, sin tener en cuenta ninguna otra propiedad especial de ellos.-

4°.- Lubricantes de engranajes cubiertos.- La gran variedad de éstos en los diferentes tipos de máquinas, hacen que exista una gran división en las categorías de los lubricantes, llegándose a tener hasta cuatro tipos diferentes y cada uno de ellos con cuatro subdivisiones según su grado de viscosidad.-

a).-El lubricante normal o aceite de petróleo, adecuado para cajas de cambios diferenciales normales y la mayor parte de los engranajes cónico-helicoidales, excluyendo cambios automáticos, acoplamientos de fluido, convertidores del par del motor y los hidráulicos de los tractores.-

b).-El lubricante para engranaje de tornillo sin fin, que suele también usarse para ejes posteriores provistos de dicho sistema aunque no siempre es recomendable.-

c).-El lubricante EP de tipo suave, a usarse en muchos cambios de velocidades y diferenciales cónicos-helicoidales de elevada velocidad y severas condiciones de carga.-

d).-Los lubricantes universales, que tienen la calidad adecuada para ser usados en engranajes hipoidales, otros tipos de diferenciales y muchos tipos de cambios. También suelen emplearse cuando la velocidad es pequeña pero el par del motor es muy alto.-

Esta división de los lubricantes para engranajes descubiertos puede sintetizarse en el siguiente cuadro :

Viscosidad SAE	Viscosidad correspondiente en Saybolt-Segundos Universal.	Consistencia que impida circulación en servicio a :
80	100.000 seg. a -17.7°C máx.	menos 28.8°C .
90	800 á 1500 seg. á 98.8°C	menos 17.7°C .
140	120 á 200 seg. 98.8°C	más 1.7°C .
250	200 seg. á 98.8°C mín.	.....

El SAE-80 sirve para bajas temperaturas en las cuales el SAE-90 sería muy pesado.- El SAE-250 sirve para temperaturas en las que el SAE-240 sería muy liviano.-Evidentemente en este sistema cuanto más alta es la cifra, tanto más viscoso es el lubricante.-

5°.-Lubricantes para engranajes descubiertos.- Estos se emplean en aquellos sistemas de engranaje que quedarán en el momento del trabajo en contacto con el medio ambiente, como sería por ejemplo la cremallera del botalón de una pala mecánica.-

Este viene a ser un lubricante especial de grandes propiedades de adherencia y resistencia a la acción del agua, debiendo calentarse hasta que tenga la fluidez suficiente para aplicarlo con brocha, no goteando ni separándose fácilmente cuando se enfría.-

Estos son en general los tipos más usados de lubricantes que se emplean en los equipos especiales para la construcción de carreteras, pero debe de tenerse presente que el conocimiento de su existencia no sirve para nada si no se conoce también cuándo, cómo y en qué lugar deben de emplearse.-

Efectivamente, cuando se hace la primera aplicación de lubricación en una máquina nueva o recién recibida para el trabajo, no se ha hecho sino principiar las labores constantes de lubricación de esa unidad.- Esta debe de hacerse de acuerdo a tablas de tiempos de trabajo efectivo que generalmente se encuentran en los catálogos de los fabricantes, los cuales deben de ser revisados y comprobados cuidadosamente pues hasta el más experto mecánico puede no reparar en algún punto de difícil acceso o poco visible, que sin embargo, puede ser claramente determinado si se estudia el diagrama de engrase de la fábrica que produce el equipo.-

El uso de los lubricantes puede apreciarse en una forma general en los siguientes cuadros :

Pieza	Lubricante	Temperatura ambiente	
		Sobre 0° C	Sobre 12°C
<u>EQUIPO AUTOMOTOR</u>			
Motor Carter a Gasolina....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-30	SAE-10
Motor Diesel.....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-30	SAE-10
Eje rotor distribuidor			
ACEITE.....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-20	SAE-20
Grasa.....	Grasa tipo universal		
Distribuidor de encendido			
Generador, Arrancador, Mag-			
neto.....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-20	SAE-20
Cubo de ventilador de motor			
Aceite.....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-20	SAE-20
Grasa.....	Grasa tipo universal		
Bomba de agua del motor			
Cojinetes simples.....	Grasa tipo universal o lu- bricante de bomba de agua		
Coj.Antifricción.....	Grasa tipo Universal o lu- bricante de chasis.-		
Filtros de aire.....	Aceite de motor.Tipo medio....	SAE-20	SAE-20
Sistema Hidráulico.....	Aceite de motor.Serv.Pesado...	SAE-20	SAE-10
Cambios,Diferencial,Trans-			
misión final, engranajes...	Lub.engranajes.Tipo Universal.	SAE-140	SAE-90
Juntas Universales			
Aceite.....	Lub.de engranajes de tipo universal.....	SAE-140	SAE-90
Grasa.....	Grasa tipo universal		
Engranajes de dirección			
Aceite.....	Lub.Engranajes,Tipo Univ.....	SAE-140	SAE-90
Grasa.....	Grasa tipo universal o lub. de chasis		
Cojinetes de ruedas.....	Grasa tipo universal o de cojinetes		
Cojinetes de chasis			
Accesorios de presión.....	Grasa tipo universal o Lubricante de chasis		
Copas de grasa.....	Grasa tipo universal o de cojinetes de ruedas		

Pieza	Lubricante	Temperatura	Ambiente
		Sobre 0°G.	Sobre 12°C.
Palanca de embrague			
Aceite.....	Aceite de motor, Serv. pesado..	SAE-20	SAE-20
Grasa.....	Grasa tipo universal o de cojinetes de ruedas		
Transmisión de cadena silenciosa.			
Lenta.....	Aceite tipo universal...../o de motor.-	SAE-20	SAE-20
Rápida.....	Aceite para turbina o el que se use en el motor...	SAE-20	SAE-20

TRACTOR DE ORUGAS

Ruedas de oruga, rodillos de soporte, ruedas locas.-			
Aceite.....	Aceite de motor, Serv. pesado..	SAE-40	SAE-20
Grasa.....	Grasa de tipo universal o N°0 (Ver indicación del fabricante)		
Engranajes abiertos.....	Lub. de engranaje pesado.....		(Aplicar en caliente)
Cables.....	Lub. de cables.....		(Aplicar en caliente)
Nota: Esto sólo será para cables fijos o de transmisión y no para aquellos que se ponen en contacto con la tierra.-			
Engranajes de reducción..	Aceite de motor tipo medio...	SAE-40	SAE-30

COMPRESORAS

Pórtátiles a motor.....	Aceite motor, Serv. pesado.....	SAE-20	SAE-20
Estacionarias.....	Aceite de motor tipo medio...	SAE-20	SAE-20

UNIDADES DE AIRE COMPRIMIDO

Martillos perforadores, rompedores, y otros.....	Lub. de perforación con aire..	SAE-10	SAE-10
--	--------------------------------	--------	--------

MOTORES ELECTRICOS

Cojinetes de bolas simples o de engrase por anillo			
Aceite.....	Aceite para turbina.....	SAE-20	SAE-20
Grasa.....	Grasa de tipo universal o de N°2.-		

Ahora bien, si es relativamente fácil el establecer un sistema de lubricación y engrase con los tipos indicados en el cuadro anterior, suele presentarse el caso, que no sean empleados en su tiempo debido, es por esto, que lo primero que debe de hacerse al organizar el equipo de engrasadores de la obra, es darles un cuadro de los puntos que deben de engrasar y sobre todo, cada cuantas horas deben de hacerlo.-

Como indicar los cuadros correspondientes a todas las máquinas que se emplean en la construcción de carreteras, sería sumamente largo y no es el objeto del examinado escribir libros al respecto, se indicará tan sólo el cuadro horario de engrase de una de las máquinas de más uso y fabricante más conocido que se usan en nuestro medio, o sea, la carta de lubricación y mantenimiento de los Tractores con Oruga marca Caterpillar tipos D-4, D-6, D-7 y D-8, que es el siguiente :

CADA 5 HORAS.-

- a).-Completar aceite del Carter del motor Diesel.-
- b).-Engrasar carriles, ruedas locas y polines de guías (Cuando se trabaje en fango o agua sólomente).-
- c).-Engrasar chumaceras interiores del bastidor de orugas (Cuando se trabaje en fango o agua sólomente).-
- d).-Completar el radiador con agua limpia.- (Si es posible agua blanda)

CADA 10 HORAS.-

- a).-Completar el aceite del Carter del Motor de Arranque.-
- b).-Aceitar collarines de embrague de las direcciones (D-4)
Engrasar collarines de embragues de direcciones (D-6, D-7 y D-8)
- c).-Cambiar aceite al purificador de aire del motor Diesel (Lavándolo con petróleo Diesel)
- d).-Completar tanques de combustible de petróleo y gasolina (Con mucha limpieza).

CADA 20 HORAS.-

- a).-Aceitar el piñón del arrancador.-
- b).-Engrasar ruedas locas, carriles y polines de guía de orugas.-
- c).-Engrasar chumaceras interiores y exteriores del bastidor de orugas.-
- d).-Engrasar collarín de embrague principal (D-6, D-7 y D-8).-
Aceitar collarín de embrague principal (D-4)

CADA 150 HORAS.-

- a).-Cambiar aceite al carter del motor Diesel y sus elementos de filtro.-
- b).-Cambiar aceite al Carter del motor de Arranque.-
- c).-Completar aceite a la caja de bombas de inyección.-
- d).-Completar aceite a la caja de embrague de arranque.-
- e).-Limpiar con petróleo y aceitar las mallas de los resperaderos.-
- f).-Cambiar aceite al purificador de aire del motor de arranque (lavándolo con petróleo).-
- g).-Aceitar los cojinetes del dinamo (3 gotas c/u.)
- h).-Completar aceite al mando final.-
- i).-Completar aceite a caja de cambios y transmisión.-
- j).-Completar aceite a caja del cable de control.-
- k).-Completar aceite a mecanismos hidráulicos.-

CADA 300 HORAS.-

- a).-Cambiar aceite a cajas de bombas de inyección.-
- b).-Cambiar aceite a cajas de embrague de arranque.-
- c).-Engrasar el cojinete piloto del embrague principal.-
- d).-Engrasar el cojinete del ventilador.-

CADA 900 HORAS.-

- a).-Cambiar aceite a caja de mando final.-
- b).-Cambiar aceite a caja de cambios y transmisión.-
- c).-Cambiar aceite a la caja del horímetro.-
- d).-Cambiar aceite a la caja del cable de control.-
- e).-Engrasar mando del horímetro.-

Estos pueden ser los alineamientos generales a seguir en lo referente a engrase y lubricación del equipo mecánico a usarse en la construcción de carreteras, dejando constancia que no son rigurosamente exactos, pues varían con las organizaciones de las diferentes entidades dedicadas a esta rama de las Construcciones Civiles y a los diferentes tipos de lubricantes y grasas que éstas adopten como estándar en su sistema mecanizado.-

b).- Mantenimiento del Equipo Mecánico.- Es evidente que los factores fundamentales que influyen en la buena conservación del equipo mecánico son : Las condiciones del trabajo, la conservación, el tipo del motor, los combustibles y los aceites de engrase.-

Si bien ya en el desarrollo del presente tema hemos hecho hincapié en los tres últimos puntos, debe de tenerse en cuenta que prácticamente los principales son los dos primeros.-

Efectivamente, las condiciones en que trabajan los equipos determina el género de atenciones que a ellos debemos de prestar, y como generalmente en este tipo de trabajo son las peores en lo que a desgaste de máquinas se refiere, nos obliga a orientar nuestra organización de mantenimiento del de las unidades mecánicas en el sentido de vigilar hasta los más pequeños detalles.-

El primer cuidado que se debe de tomar es el referente a combustible y a su aprovisionamiento.- Es fundamental tener en cuenta que en este último debe primar la limpieza, eliminándose en lo posible el manipuleo de él por el personal de operarios en simples latas expuestas a polvo o a partículas de poder abrasivo que suele existir en el ambiente de construcción en el campo.- El ideal para el aprovisionamiento de combustibles a las unidades en trabajo viene a ser un tanque distribuidor que se aprovisiona directamente del servicentro del Campamento central, efectuando de ese modo toda la operación por medios mecánicos que suelen ser más limpios y seguros que el seguido a criterio de los operadores.-

Otro punto que requiere atención es el combustible en sí; por ejemplo la gasolina debe de ser de buena calidad con la conveniente volatilidad y libre de la tendencia a la formación de gomas, debiéndose controlar que el número de octanos de élla sea lo bastante alto para que pueda cumplir las condiciones de trabajo, el aceite a usarse en los motores Diesel debe de ser duro y de buena calidad con las características de ignición convenientes, poca proporción de azufre y la suficiente viscosidad para el funcionamiento correcto de las bombas de medición.-

Además de los lubricantes y combustibles, otro aspecto que debe de tenerse en cuenta por su gran importancia es el de las facilidades de reparación con que se ha de contar durante la ejecución de la obra.- Si el Taller con que se cuenta está bien montado y el personal de mecánicos es competente, el problema de reparaciones se reduce a un buen stock de almacén, en que existan aquellas piezas que suelen fallar con más frecuencia, tales como cables, links para embragues de tractores, etc., pero debe de tenerse presente, que un Taller de campo es una cosa pequeña en la que sólo deben de hacerse reparaciones rápidas pero nunca se debe llegar hasta desmontar un motor por ejemplo, o querer alinear un cigüeñal, pues para esto se requiere equipo e implementos que no suelen existir en campamentos portátiles, y si es cierto que buenos mecánicos podrían hacerlo, también es cierto que el tiempo que en ello demoran no sólo en la operación en sí sino en esperar repuestos especiales trae como consecuencia que la reparación resulta antieconómica y muchas veces defectuosa pués élla tiene que volver a hacerse a muy corto plazo.-

c).- Control del Equipo.- Tres son los aspectos desde los cuales el Ingeniero Residente de una obra debe de encarar desde la iniciación de ésta en el control y supervigilancia del Equipo mecánico a su cargo, no sólo para el normal desarrollo de élla sino también para que resulte una inversión que dé ganancia y no pérdidas.-

Estos son : el mecánico, el técnico y el económico.-

Aunque aparentemente distintos, estos tres factores deben de funcionar como uno sólo pues del uno depende el otro.- En efecto, si bien ya prácticamente hemos agotado el tema desde el punto de vista de conservación de las unidades mecánicas, ésta debe de hacerse en una forma perfectamente organizada, pues debe de llevarse el control de las diferentes reparaciones y defectos irremediables que van progresivamente valorizando o desvalorizando dicha unidad, lo que afectaría directamente al aspecto económico del sistema.-

Lo normal para el control de las máquinas en trabajo, es el que en la Oficina del Campamento Central, se lleve un Registro o Kardex en que cada unidad esté inscrita en una tarjeta en la que se lleva el record de las horas de trabajo, sus cambios de aceite y engrases, las diferentes reparaciones a que ha sido sometida incluyendo el monto en soles de la reparación y si es posible el lugar en que está efectuando el trabajo, aunque esto último suele hacerse en grandes cuadros que contienen todas las máquinas y centros de labor, y en los cuales por medio de alfileres de cabeza coloreada se ubica cada unidad en el lugar exacto en que en ese momento se encuentra.-

Ahora bien, todos los días los operadores deben de presentar un parte diario en el que se indica no sólo las horas de trabajo, sino los consumos de lubricantes y combustibles, partes que pasarán, previo control con las libretas de tareo y sobretiempos y con las de salida de almacén o servicentro, al personal encargado del control de costos unitarios de la obra.-

Debe de tenerse en cuenta que en toda obra ha de llevarse un control lo más exacto posible de los costos unitarios resultantes del trabajo diario, pues ellos son el termómetro que indicará si el aspecto técnico de la construcción está bien llevado, es decir, si la organización del trabajo desde el aspecto técnico para su mejor rendimiento es correcta o defectuosa, lo cual sólo podría apreciarse cada treinta días en el caso de conformarse, en forma bastante comercial por cierto, a los balances mensuales de la obra.-

NOTA.- Las tablas de engrase y lubricación del presente capítulo, han sido tomadas de los informes al respecto presentados por las Firmas Productoras de equipo para construcción de caminos siguientes :

Allis-Chalmers Manufacturing Co.
Bucyrus-Erie Co.
Caterpillar Tractor Co.
Chicago Pneumatic Tool Co.
Cleaver-Brooks Co.
D-A Lubricant Co.
Federal Motor Truck Co.
Gar Wood Industries Inc.

Gulf International Corp.
Huber Manufacturing Co.
International Harvest Export Co.

Joy Manufacturing Co.
Koehring Co.
Le Tourneau, R.G., Inc.
Riddel, W.A., Inc.
Sinclair Refining Co.
Stewart-Warner Corp.
Trackson Co.
Traylor Engineering & manufacturing Co.
Ulrich Products Co.
Unit Crane & Shovel Corp.
Worthington Pump & Machinery Corp.

S E G U N D A P A R T E

- C O N S T R U C C I O N

CAPITULO III.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.-

Los movimientos de tierra representan el primer paso fundamental en la ejecución de la obra en sí, desde el punto de vista de ejecución de los trabajos, y no viene a ser otra cosa que convertir un terreno común, con las deformaciones propias de su naturaleza, en una plataforma ordenada, siguiendo el eje del camino a construir, con su superficie correctamente nivelada, y los taludes laterales con las inclinaciones propias de los materiales empleados en élla.-

Es indiscutible que de la correcta ejecución de esta fase de la obra depende la organización del resto de élla, y es por esto que demanda precisos trabajos preliminares de gabinete y de campo.-

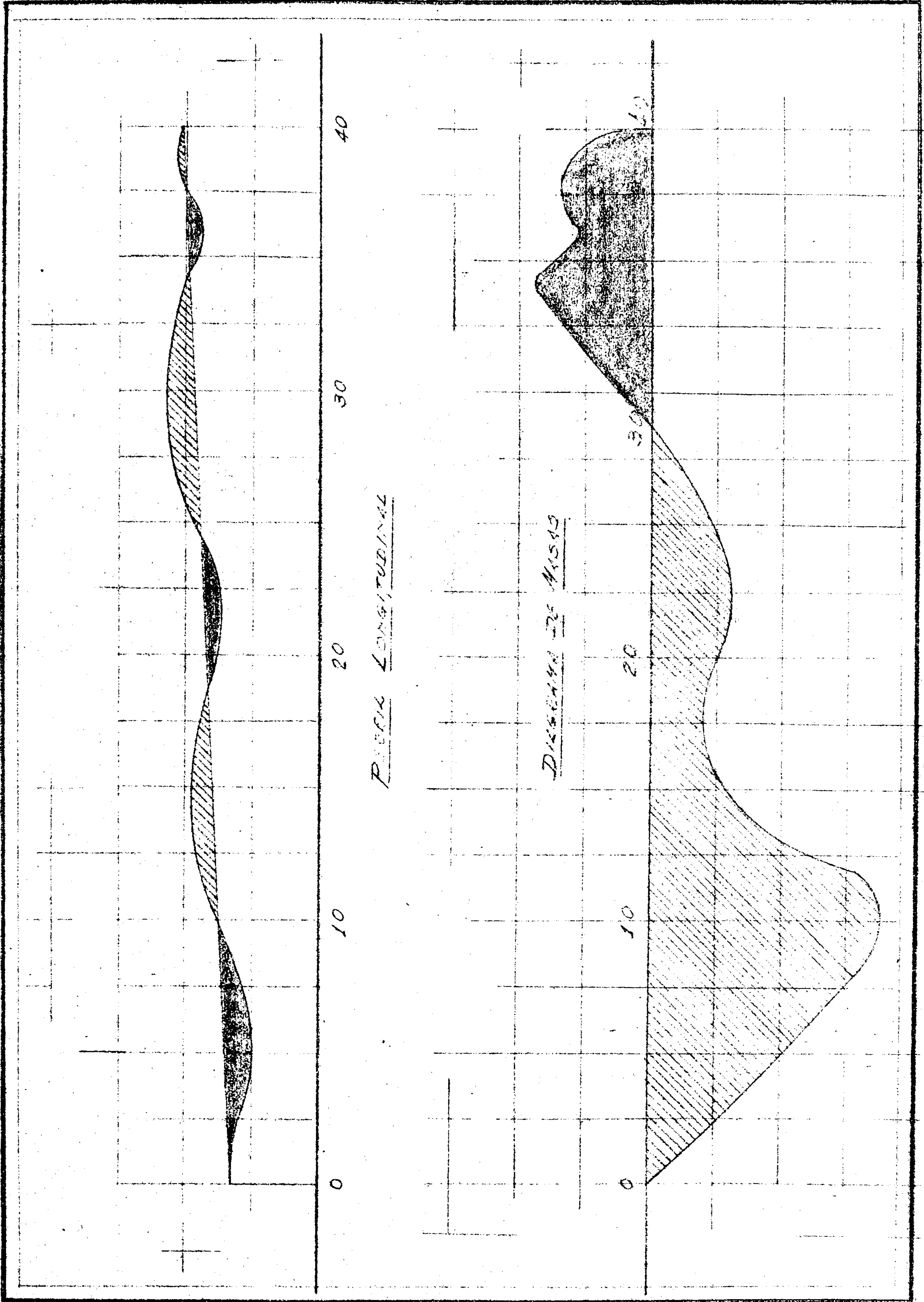
Lo primero que debe de hacerse antes de la ejecución en sí, es el replanteo del trazo dado, el cual debe de tenerse presente, muy raramente va a coincidir estaca por estaca con el original, pues debe de ser hecho con mayor precisión; es por esto que lo recomendable es ubicar como cuestión previa los puntos de intersección de los alineamientos (P.I.) y los elementos de las curvas, y luego rellenar estacando debidamente cada veinte metros, estacas que deberán de ser claramente numeradas, especialmente en los kilómetros exactos, lo cual puede hacerse con marcas especiales o si es posible

con tubos de cemento semienterrados y pintados de blanco con su numeración perfectamente visible, estos postes pueden ser usados posteriormente como bases de nivelación (B.M.).-

Efectuada esta labor preliminar en el campo, se procede a estudiar los planos de ejecución desde un punto de vista práctico y económico de construcción, para lo cual se debe de haber inspeccionado el terreno debidamente, con lo cual se podrá determinar con cierta precisión, las zonas en que es posible usar en los rellenos los mismos materiales extraídos en los cortes, que viene a ser desde todo punto de vista lo más económico, las zonas en que se necesite material de acarreo y aquellas en que sólo se necesita eliminación a más de 60 mts. de distancia.-

El ideal viene a ser aquella rasante de plataforma que determina una cierta compensación de los volúmenes de corte con los de relleno entre distancias razonables ya sea para el acarreo con tractor o con traíllas.- Para el estudio de esta compensación se puede emplear el simple perfil longitudinal de la obra, o se puede hacer un diagrama de masas de los volúmenes a mover.-

El Diagrama de Masas, es en realidad el método más preciso, aunque moroso, de determinar con gran precisión, el más económico sistema para efectuar grandes movimientos de tierras, compensando sus cortes con sus rellenos.- Para su explicación clara, se adjunta un diagrama de un trazo cualquiera, en el que puede verse que en la estaca 0 (cero) en que no se efectúa ningún movimiento, la ordenada es también 0 (cero); la ordenada de la estaca 10, representa el total de los volúmenes entre la estaca 0 y la es-



taca 10; la ordenada de la 20 representa el total de los volúmenes entre la estaca 0 y la 20, y así sucesivamente, es decir, que en cualquier punto, la ordenada representa la suma algebraica de los volúmenes entre la estaca 0 y el punto dado, considerando por supuesto el relleno como positivo y el corte como negativo.- El diagrama adjunto indica pues, que entre la estaca 0 y la estaca 20 el corte está balanceado con el relleno y que entre la estaca 0 y la 40 hay un pequeño exceso de corte, lo cual puede apreciarse en el Diagrama de Masas (inferior) con más claridad que en el perfil longitudinal (superior).-

Para el estudio de movimientos de tierras por este sistema, debe de tenerse presente lo siguiente :

1°).- Los puntos de máxima y mínima en el diagrama se presentan en donde no hay ni corte ni relleno.-

2°).- En el diagrama de masas, las líneas descendentes indican relleno y las ascendentes corte.-

3°).- La diferencia algebraica de longitud entre las ordenadas de dos puntos cualquiera indica el volumen total que existe entre estos dos puntos.-

4°).- Cuando una línea horizontal es secante al diagrama de masas, el corte y el relleno son iguales en los puntos de intersección.-

5°).- El área comprendida entre una línea horizontal y la curva del diagrama indica el movimiento de tierra a efectuarse entre los puntos de intersección.

Una vez determinados por cualquier sistema los volúme-

nes por mover y su distribución según la forma de trabajo escogido para cada zona, se presenta el problema de la organización del control de ellos en obra. Si el movimiento de tierras se va a efectuar por acarreo a más de 60 metros, o sea con transporte en automotores, con ubicar éstos y controlar el número de viajes que hagan está resuelto el problema, pero si se trata de cortes y rellenos compensados, especialmente en casos de grandes movimientos, es recomendable para conocer el avance diario en metros cúbicos y poder dar un dato más o menos cierto para efectos de los costos, proceder a nivelaciones rápidas al fin del día, lo que muchas veces se puede hacer con simples niveletas, dibujando una línea siguiendo la forma del terreno aproximadamente como se encuentra sobre la sección original de trabajo, se aprecia en forma de porcentaje el avance obtenido en la jornada diaria.-

Debe de tenerse en cuenta también que la organización del trabajo depende muchas veces de la naturaleza del terreno por mover, es por esto que el estudio de la ejecución de la obra se hará teniendo en cuenta :

- a).-Movimientos de tierras con material suelto.-
- b).-Movimientos de tierras con material duro.-
- c).-Movimientos de tierras con material húmedo.-

Creiendo el examinando incluir en esta división prácticamente todos los materiales que se suelen presentar en la costa del Perú.-

a).- Trabajo con Material Suelto.- Se entiende por material suelto aquel cuya dureza varía entre poder ser trabajado con pico y lampa hasta ser trabajado con relativa facilidad por el equipo

mecánico, no siendo en ningún momento necesario el uso de explosivo para aflojarlo ni el empleo de Rooters halados por tractor para facilitar el trabajo de traíllas.-

Este es el tipo de terreno más común en la costa peruana, en la que predomina la arena que es el material suelto por excelencia, en él varían los métodos de trabajo según los volúmenes por mover y el equipo mecánico con que se cuenta.-

En el caso ideal de cortes y rellenos compensados, se suelen emplear tractores con topadora si la distancia es menor de 30 mts. y traíllas haladas por tractor de orugas para tiros mayores.-Debe de tenerse en cuenta en la ejecución de la obra en este tipo de terrenos, que al ser extraídos de su lecho natural los materiales van a incorporar cierta cantidad de aire y que éste al ser expulsado por las vibraciones del tránsito posterior produciría asentamientos, por lo que es recomendable desde todo punto de vista, el ejecutar el terreno por pequeñas capas que permitan una compactación uniforme en todo el ancho.-

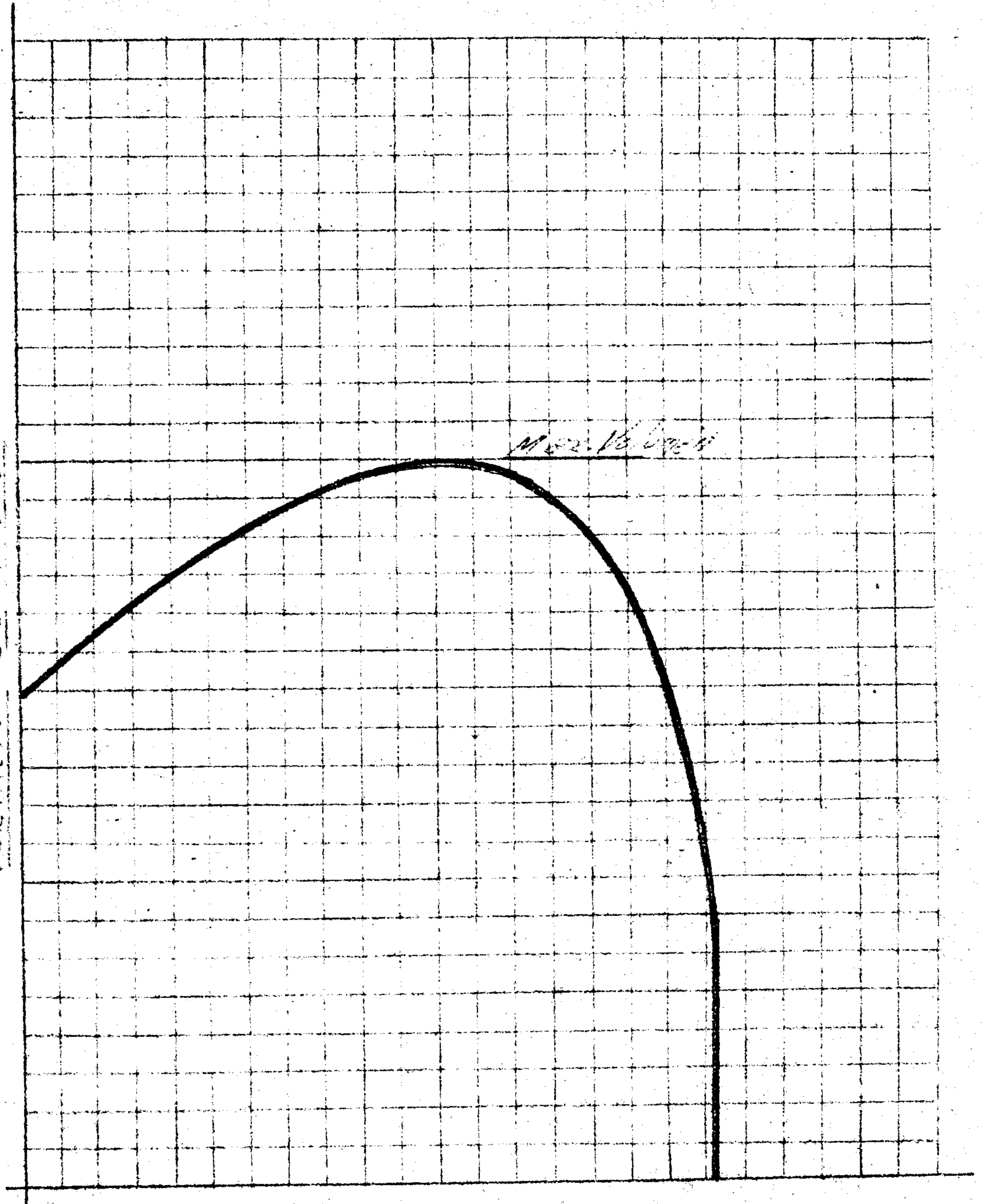
Desgraciadamente en nuestro medio, muy poca es la atención que se presta a un punto tan fundamental en la ejecución de terraplenes, pues desgraciadamente un fuerte porcentaje de constructores de caminos, siguen aferrados al antiguo procedimiento de conseguir primero una pequeña calle que alcance en la parte central los niveles definitivos en una forma bastante aproximada, y luego van ensanchando la plataforma hasta conseguir el ancho justo exigido por las especificaciones sin tener muchas veces, cuando no se les exige, la precaución de dar a los taludes inclinaciones de seguridad tales

como 2 1/2 en 1 ó 3 en 1 que es lo prudencial para terraplenes en arena, sino que por ahorro mal entendido y con un criterio por demás comercial, perfilan los taludes en la inclinación natural, sin tener en cuenta que estos materiales están húmedos por la acción del riego o del medio ambiente y que una vez que esta agua se pierda por evaporación el cambio que experimenta la inclinación del talud natural es bastante fuerte.-

La mejor manera de ejecutar un terraplén con materiales granulares y con alturas de corte y relleno relativamente altas es a juicio del examinando la siguiente:

Supongamos, por ejemplo, un relleno de tres metros de alto en un terreno de cultivo, o sea más o menos plano, con las características de la actual Carretera Panamericana.- Si este relleno lo vamos a ejecutar por pequeñas capas, digamos de 40 a 50 ctms., es evidente que la primera capa no va a tener 12 mts. que es el ancho de la plataforma terminada, sino que va a abarcar el ancho que determinen los pies de los taludes, es por esto que es este ancho el primero que debemos de fijar, para ellos hacemos el siguiente cálculo, si el talud es de tres en uno es evidente que por cada metro de relleno tendremos tres metros de más a cada lado sobre el ancho de la plataforma acabada, es decir que para tres metros de relleno tendremos 9 mts. a cada lado, o sea que la plataforma inicial de trabajo tendrá un ancho de 12 mts. centrales más 9 mts. a cada lado o sea un ancho total de 30 mts. que se fijará con estacas bien visibles que se llaman estacas de talud, el resto del trabajo se reduce a que las capas sucesivas que se vayan colocando sean desplazadas hacia el centro de tal forma, que se mantenga siempre los taludes de

VARIACION DE VOLUMEN



CANTIDAD DE ASLA

tres en uno lo que determinará que cuando la plataforma tenga más o menos 12 mts. de ancho su superficie ha de estar también más o menos en sus niveles definitivos, lo que se verifica colocando plantillas para el acabado de la explanación.-

Debe de tenerse presente en la ejecución de un terraplén de arena, que por ser ésta un material granular incomprensible, salvo el caso de tener ligante de arcilla o limo, no tendrán efecto de compactación en ella sino los rodillos neumáticos, siendo lo más efectivo la propia vibración del equipo que sobre ella transite en el proceso de la construcción y el regado por capas.-

En lo que se refiere al regado, debe de tenerse en cuenta la curva adjunta de relaciones de volumen del material y la cantidad de agua que en él se echa, pues puede verse que en la primera parte de la curva el agua no expulsa al aire sino que causa efecto perjudicial, pues hace aumentar de volumen al material hasta cierto punto en que el peso del agua desplaza al aire y se produce un mínimo en el volumen, a partir de éste todo exceso de agua arrastra consigo partículas de arena produciendo una disminución violenta no por acomodo del material ni por expulsión de aire, sino por eliminación, de lo que se deduce que en determinadas condiciones, puede usarse simplemente el agua para efectuar la eliminación de grandes masas de arena.-

Si el material con que se hace el relleno es de formación arcillosa la cantidad de agua a echar será determinada y controlada por el Laboratorio de Campo, debiéndose usar de preferencia en este tipo de terreno para lograr altas compactaciones los rodillos Pata de Cabra primero y Neumático después.-

En este segundo tipo de terraplenes, el acabado se puede hacer perfecto con Motoniveladoras, así como en aquellos en que se emplea arena con ligante, pero en los terraplenes de arena pura, esta máquina prácticamente no puede ser empleada, pues si bien es cierto que se logra una superficie pareja con la cuchilla, también lo es que las llantas motrices posteriores echan a perder todo el trabajo pues desplazan el material dejando profundas huellas.- Lo recomendable en estos casos es después de regar el terreno, nivelarlo aproximadamente con un tractor de orugas en marcha de retroceso, y luego hacer el acabado a mano.-

Queda sobreentendido por supuesto, que los niveles de explanación serán los más exactos posibles y la superficie debe de quedar completamente nivelada, pues la teoría, muy común por desgracia, de que el afirmado dará los niveles definitivos y que la explanación sólo se hace aproximada, trae como resultado que la capa resistente del camino no es uniforme en espesor, y por lo tanto la repartición de cargas en el terraplén dará como resultado que en aquellas partes en que la explanación quedó alta se presentarán fallas que a veces comprometen el mismo asfaltado.-

En la ejecución de cortes, el problema es más sencillo, puesto que el material que se esponja es el que se elimina, debiéndose por eso tener cuidado de no remover el material de su lecho natural por debajo de los niveles de la plataforma, evitándose de este modo en parte, la compactación y el regado.-

Cuando las explanaciones se hacen con terrenos de préstamo,

acarreando con tractor desde los costados de la carretera, el procedimiento a seguir es exactamente el mismo, con la única diferencia que la disposición de las máquinas no serán en sentido longitudinal, sino que una batería trabajará por cada lado o en su defecto la misma alternada y una unidad quedará sobre la plataforma extendiendo lo acarreado por las demás, quedando a criterio del ingeniero cuál es la máquina que efectuará esa labor, para lo cual tendrá en cuenta el factor distancia de acarreo, potencia de las máquinas, uniformidad de velocidad de trabajo de las que trabajarán juntas, y pericia de los operadores.-

En caso de no ser una plataforma completa la que hay que construir, sino que simplemente se trata de un ensanche en una autopista ya construída, los problemas son exactamente iguales, con la única diferencia que el área de desplazamiento del equipo es tres o cuatro veces menor, lo que crea grandes dificultades especialmente cuando la referida autopista se encuentra entregada al tránsito.- Es por eso recomendable, tratar siempre de ejecutar los ensanches por un sólo lado, lo que permite una mayor facilidad en la ejecución de las capas de rellenos, o en el caso de ejecutar cortes, dificultar el tránsito en un sólo lado y sobretodo, peinar un sólo talud.- Además, hay que tener en cuenta siempre, que cuanto mayor es el ancho de la superficie por compactar, más efectiva será la acción de los rodillos, que no se verán obligados a hacer prácticamente un surco compactado, sino que podrán desplazarse lateralmente de modo que cada pasada no la hagan

en el mismo sitio, sino con el eje del rodillo siguiendo el alineamiento del borde exterior de la pasada anterior.-

Una vez efectuado los trabajos de explanación, por ningún motivo deben de verse los taludes completamente deformados pues esto es una simple muestra de falta de organización o falta de preparación del personal a cargo de ellos, pues la economía de la ejecución está en no tener al fin de ella material sobrante que haya sido transportado sin necesidad, además debe de tenerse presente, que son los taludes los que confinan el material de la plataforma e impiden su desplazamiento lateral por lo que deben de ser refinados, no a la perfección por supuesto, desde los trabajos preliminares, pues ello determina una resistencia uniforme a todo lo largo de la plataforma lo que dará como resultado una correcta distribución de las cargas en ella, tanto en sentido horizontal como vertical.-

b).- Trabajo con material Duro.- Se entiende por material duro aquel que para su eliminación es necesario ejecutar trabajos preliminares de ruptura ya sea por medio de explosivos o por medio de tractores con topadora de potencia mayor a los 100 H.P. Diesel.-

Explosivo viene a ser todo compuesto o mezcla que es capaz de transformarse químicamente, dando lugar al desprendimiento rápido de un gran volumen de gases a temperatura elevada, cuya expansión violenta vencerá la cohesión y elasticidad del material natural separándolo del resto de su masa en las zonas cercanas a la perforación en que ha sido colocado.

Dos son en nuestro medio los explosivos más usados para los trabajos de Construcción de carreteras:

La dinamita, que tiene como elemento explosivo principal la nitroglicerina, que está íntimamente unida a la masa del explosivo y del cual no debe de separarse, pues por poco que exude, el cartucho se vuelve sumamente peligroso de manipular y es por lo tanto mejor no emplearlo.- La dinamita pertenece a los explosivos de acción rápida denominados rompientes.

La pólvora negra, que es una mezcla de azufre, carbón y nitrato de potasio lo que determina una acción de descomposición química relativamente lenta y prácticamente quemar más que explotan, es decir, que la pólvora actúa más por presión mantenida que por choque, debido a que en su acción rompiente no explota sino deflagra.

Normalmente las pólvoras son usadas para aquéllos materiales de cohesión baja, como son las rocas estratificadas o sedimentarias y las dinamitas por su acción rompiente se usan para las altas cohesiones, por ejemplo para las rocas ígneas.

Como elementos auxiliares para la explosión o deflagración, tenemos las mechas y los fulminantes o detonantes.-

La mecha consiste en una pequeña columna de más o menos 2.5 mm. de pólvora especialmente preparada, envuelta en capas de hilazas de algodón y yute y revestidas de cáñamo, que es el tipo más sencillo para terrenos secos, pero cuando se trata de trabajar en lugares húmedos, la resistencia al agua se obtiene en varios grados por la aplicación de betún seleccionado y gutapercha.- La mecha suele venir en pequeños rollos de 25 pies (7.30 m.) y la velocidad media de combustión por metro lineal es de 98 segundos con una tolerancia de 11 segundos.-

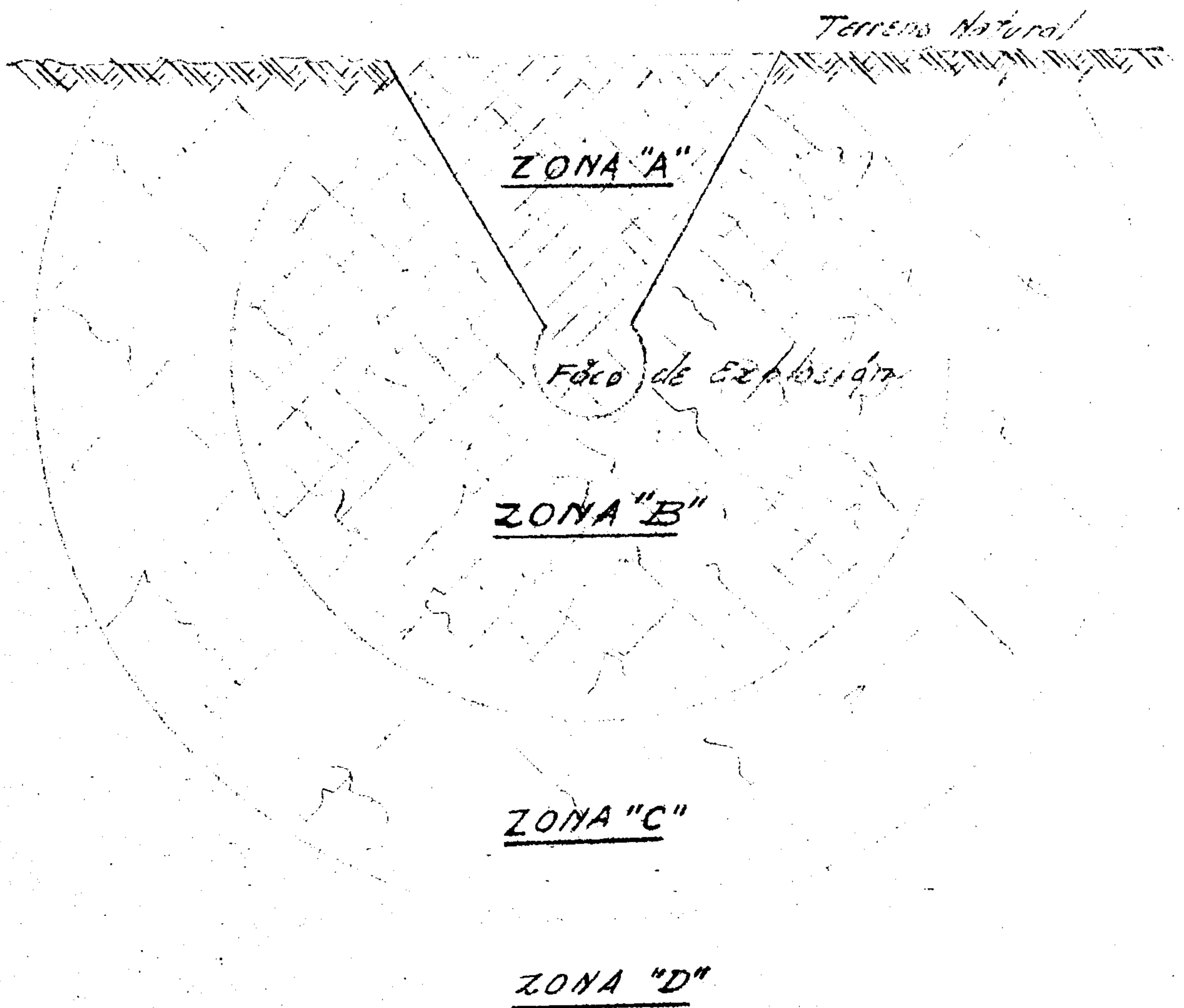
Zona A: Fragmentación elevada

Zona B: Fragmentación en bloques grandes

Zona C: Solo Esqueletos

Zona D: Libre Esqueletos

ESQUEMA DE EXPLOSION



Existe otro tipo de mecha muy poco usada en la construcción de caminos por ser relativamente nueva su existencia comercial, y es la mecha detonante, que es el ideal para disparos simultáneos de grandes cargas, pues reduce el peligro del corte de las machas especialmente cuando no se trabaja con explotor eléctrico.-Esta guía tiene un revestimiento plástico y el alma está constituida por un explosivo de velocidad de detonación mayor a 6000 metros por segundo lo que puede considerarse para los efectos del trabajo como instantáneo.-

Los detonantes, son pequeños cartuchos de metal, rellenos de fulminato de mercurio o clorato de potasa, que debido a su gran sensibilidad explotan en el interior de una masa de dinamita (cartucho de ceba) debido al calor producido por la deflagración de la pólvora de la mecha que a él se conecta o debido a la chispa eléctrica producida entre dos polos libres de un circuito eléctrico si se trabaja con explotores.-

Ahora bien, si con estos elementos practicamos un disparo en una masa rocosa observamos que en la parte central (Zona A) se presenta una fuerte fragmentación del material, la que disminuirá conforme se va alejando del foco de la explosión (Zona B) hasta producir tan sólo agrietamientos (Zona C) y desaparecer la influencia completamente (Zona D), pero esta teoría es efectiva tal sólo en masas homogéneas, pues en masas estratificadas, los planos de clivaje presentan planos de menor resistencia por los que escapan los gases y se dice que el tiro se ha "soplado".-

El sistema a seguir para cargar un tiro de dinamita es el de determinar cuáles son, por medio de muestras hechas en el barrenó, los puntos de menor resistencia en la perforación y al llegar a ellos mientras se carga, no se coloca explosivo sin tacos de material inerte, de modo que toda la fuerza de la explosión se haga contra masas de gran resistencia.-Si las condiciones lo permiten, es preferible perforar longitudinalmente un estrato que atravesar una serie de ellos.-

La forma y sistema de cargar los diferentes tipos de disparo que se pueden necesitar en la ejecución de una voladura, tiene en nuestro país nombres especiales, propios de los operarios y personal dedicado a ellas, y éstos son:

Calambucos: perforaciones verticales del ancho necesario para que un hombre pueda penetrar en ellos en el momento de su ejecución, suelen tener varios metros de profundidad pues es su objeto el mover grandes masas de material.-

En la parte inferior se le hace un ensanchamiento denominado "tasa" que es donde se han de colocar los explosivos, de modo que tengan acción directa sobre la masa de roca y no sobre el relleno conque será atacado el hueco antes del disparo.-

Es de recomendar que en este tipo de voladuras, se coloquen dos o más mechas con sus correspondientes cartuchos de cebo, para evitar el tener que desatacar el tiro, labor sumamente peligrosa, porque se ha cortado la mecha.-

Mina o Galería: similar al anterior pero horizontal, la diferencia está en la forma de la tasa que en estos casos es en T o en L.-

Medias Barretas: que vienen a ser disparos hechos con barrenos a los que se les da una inclinación aproximada de 45° hacia abajo.-

Cmulanas: similares al anterior pero dirigidos hacia arriba.-

Cachorros: pequeños disparos hechos con pedazos de cartucho, y que sirven especialmente para romper pequeñas salientes cuando se perfila un talud o para efectuar ensanches en una perforación, como por ejemplo para hacer la tasa de un Calambuco (destasar)

Plastas: este sistema no viene a ser para ejecución de disparos sino más bien para la rotura de bloques en el exterior, y consiste en extender una capa de explosivo en la masa por romper, escogiendo el lugar que tenga un plano de fractura y se recubre con arcilla húmeda que en los bordes irá prensada a mano, la carga se inicia con un detonador simple y con una mecha de más o menos dos pies de largo, la piedra quedará rota por la violenta conmoción producida por la explosión o según los términos criollos por la "patada" del tiro.-

Ratas: vienen a ser tiros que se hacen en la parte baja del frente de ataque y se trazan en forma horizontal.-

Es evidente que estos tiros, excepción hecha de los calambucos o cañoncitos (pequeños calambucos) raramente se hacen en forma separada, sino que se combinan de acuerdo con la naturaleza del terreno para conseguir un rendimiento más alto, así por ejemplo, en el diagrama adjunto puede apreciarse la disposición de un tiro que tiende a extraer material de un frente de ataque vertical y que se denomina un tiro de arrastre.-

Generalmente en la construcción de carreteras, el problema de trabajo en material duro sólo representa alguna importancia, cuando los cortes por efectuar demandan movimientos fuertes de materiales o en su defecto son de mucha superficie, lo que obliga a no considerar los tiros en forma independiente sino como elementos de una voladura mayor.

En general, podemos descomponer las diferentes maneras de efectuar cargas de explosivos en dos grandes ramas, la que corresponde a rocas de baja cohesión o blandas (rocas calizas, conglomerados, etc.) que se suele hacer por medio de cámaras de explosión (calambucos, galerías) y la que corresponde a aquellas rocas que por su gran dureza, sólo permiten efectuar en ellas perforaciones de menores diámetros y generalmente con medios mecánicos ya que los métodos a base de "barreteros", o sea a mano, dan escaso rendimiento económico pues en una roca basáltica por ejemplo, el examinando ha podido comprobar que el avance en una jornada completa, no era mayor de un pie (30 cmts.) de profundidad en labores de este tipo que se efectuaban en una de las minas de la región de Oroya.-

Para poder efectuar la carga con alguna referencia en el primero de los sistemas, debe de tenerse en cuenta que un explosivo rompiente, en este tipo de tiros puede mover de 10 a 15 toneladas de material por kilogramo de explosivo, debiéndose tener en cuenta, para los efectos de las dimensiones de la cámara de explosión, que mientras 1 Kilogramo de explosivo rompien ocupa más o menos 5.50 cm³ la misma cantidad de pólvora negra ocupa 1260.00 cm³ y mueve de 6 a 10 toneladas de material por kilogra-

mo de explosivo.

Debe de tenerse en cuenta también, que por este sistema se obtiene una fragmentación menor que por medio de barrenos pero sí, un mejor rendimiento, aunque el gasto en explosivo es mayor, ya que a no ser que se tenga un equipo especial, se consume casi un 25% de la carga principal en fragmentar el material resultante de la voladura.-

Para efectuar una voladura por el segundo sistema o sea por medio de barrenos, se inicia éste con una pequeña barra de acero fundido o de hierro con punta de acero de unos 35 cms. de longitud denominado "patero" y que conforme va progresando la perforación será sustituido por otros de longitudes mayores denominados en el argot criollo "yeguas" y "seguidores". Es fundamental en el proceso de la perforación que estas barras o barrenos se hagan girar constantemente, consiguiéndose una mejor ejecución del agujero cuanto menor sea el ángulo de giro entre golpe y golpe.-

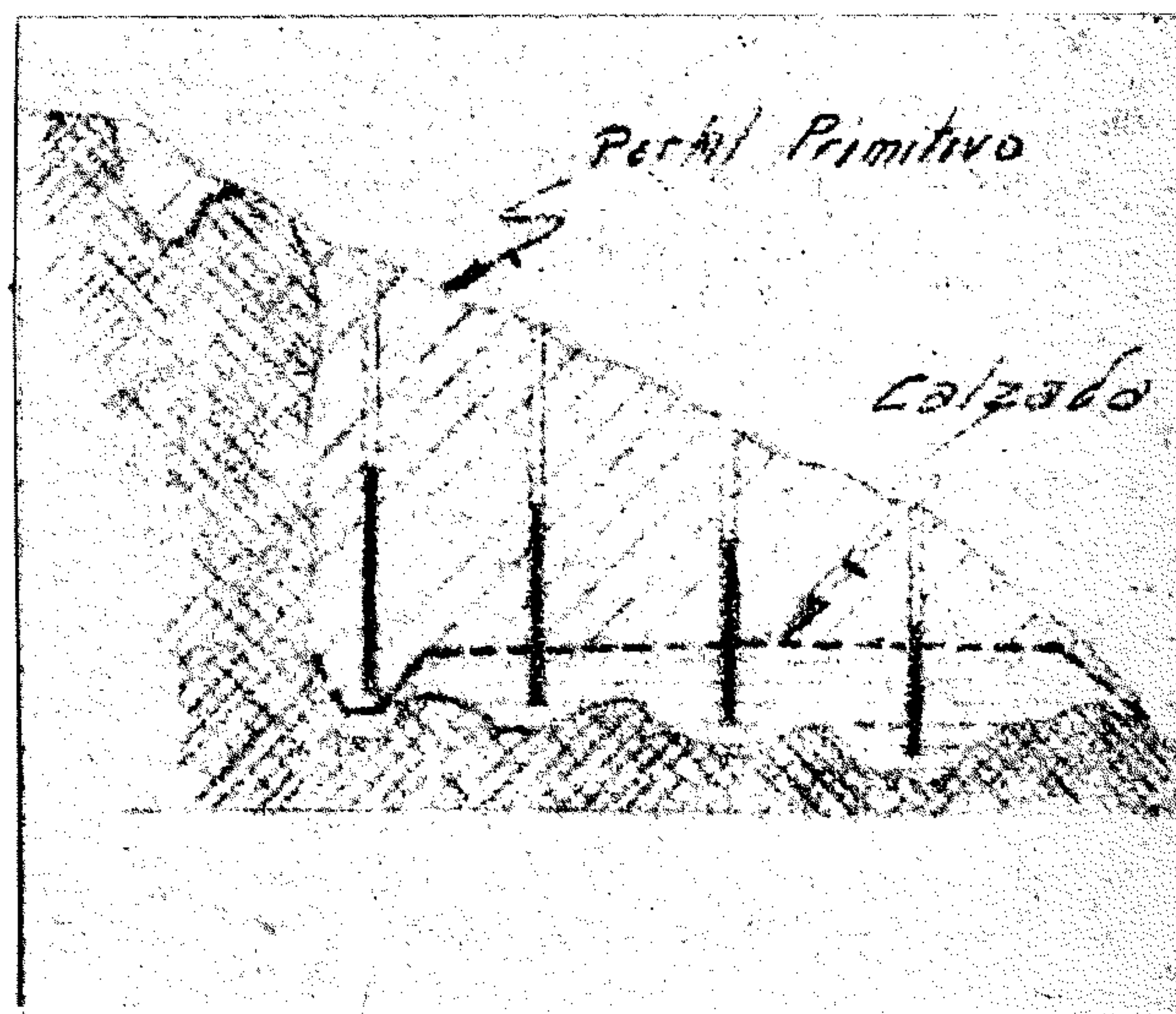
Para evitar el recalentamiento del metal, se acostumbra echar agua en la perforación, la que forma una masa con la roca desintegrada por el barreno que luego es extraída por una barra de fierro delgada ($1/4''$ o $3/8''$) que en uno de sus extremos ha sido achatada y curvada y que se denomina "cuchara", para que ésta trabaje se necesita que las partículas estén acumuladas al fondo del barreno, para lo cual y también para pulir las paredes de él, se usa una barra de fierro similar a la anterior pero agusada y curvada en un extremo y denominada "pico de loro".-

La forma de disponer una serie de tiros por medio de barrenos, requiere un estudio detenido del terreno y del material por volar, así como de las disposiciones de los estratos, no pudiéndose dar ninguna regla precisa al respecto.-

Cuando se trata por ejemplo de una voladura con frente de ataque, y muy poco volumen de material por mover, se hará ésta por medio de tiros cortos normales a dicho frente, debiéndose aflojar la base con tiros aproximadamente 1 1/2 a 2 veces más profundos y voltear el material con barrenos verticales de dos y media a tres veces más de longitud que los horizontales.- Las cargas para rocas de cohesión media pueden considerarse como de 0.60 kilogramos de explosivo por metro cúbico de excavación.-

Es recomendable en todo caso que para tiros cortos la carga ocupe como máximo la mitad del barreno.-

Así mismo para tiros de más de 6 mts. de profundidad es recomendable aumentar el diámetro de los barrenos.-



Para el caso de voladura en media ladera, una disposición recomendable para los barrenos sería la de la figura adjunta.-

Pero la Voladura en sí no representa todo lo difícil a efectuarse en un terraplén en material duro, pues luego viene el pesado trabajo de descampar la voladura, en el cual el equipo con

que se cuente desempeña un papel básico para su ejecución rápida y por último la laboriosa tarea de peinar taludes laterales.-

Este trabajo se suele hacer por medio de pequeños tiros o "cachorros", y es muy común que en algunos puntos el cuerpo por eliminar sea tan pequeño que se tenga que hacer con cincel, lo cual indica no sólo el tiempo que demanda, especialmente cuando se trabaja en rocas duras, sino el alza de los costos que determinan los jornales invertidos en dicho tiempo.-

Para evitar que esta labor se repita en la superficie horizontal del tiro, es recomendable que la voladura se efectúe a una cierta distancia prudencial por debajo de la rasante de la explanación, no debiéndose bajo ningún punto de vista tratar de dejar las superficies de los cortes sobrelevadas para disminuir las alturas del afirmado.-

Un gran paso de adelanto que ha dado la técnica de la voladura, y que desgraciadamente aún no se le dá la debida importancia en nuestro medio caminero, es la aparición de los sistemas de detonación retardada y el ya conocido de los explosores eléctricos.-

Los detonantes retardados tienen una apariencia exterior similar a los comunes, pero además de la carga explosiva tienen el elemento de retardo y la ceba.- El elemento de retardo es introducido en un tubo de aluminio que se ajusta fuertemente en el interior del casquillo y su longitud determina la del detonante, así por ejemplo, ésta es de 54 mm. para un retardo N°1 y de 78 mm. para un retardo Ne.10.- En el montaje la carga explosiva es compri-

mida contra la base del detonante.-

El cebo está unido a las extremidades de los hilos conductores, y éstos pasan a trevéz de un tubo plástico o de plomo que cierra el tubo.- Generalmente todas las juntas entre los hilos conductores, la ceba y el tubo de aluminio, están recubiertas de gomas para impermeabilizarlas, lo que asegura que la velocidad de inflamación del elemento de tiempo no está influenciado por la temperatura, presión, humedad, etc.-

El intervalo normal para detonantes retardados es de un segundo, pero pueden hacerse hasta de medio segundo.-

En cuanto al explosor, éste no viene a ser sino un pequeño magneto que dá la corriente necesaria para producir una chispa eléctrica entre los terminales del cable conductor que está insertado en el detonante.- En su uso deben de tenerse las siguientes precauciones:

a).-Las conexiones del circuito de disparo con la línea principal, y las de disparo de los tiros deben de colocarse en una caja fija que estará a cargo del barretero encargado del disparo.-

b).-Existen riesgos de contacto directo si se desconecta uno de los alambres de la línea principal, por lo que los dos conductores deben de quedar desconectados hasta el momento de hacer el disparo.-

c).-Se cuidará de que no haya contacto entre ninguna parte del circuito de tiros con carriles, cables de luz o fuerza, etc.-

Cuando las voladuras no son ya en campo libre, sino que se emplean en la perforación de túneles, el problema se complica enormemente, pues no se trata en estos casos de volar los mayores vo-

lúmenes posibles, sino que se convierte en trabajos de alta precisión en que se tiene como factor constante la forma de ejecutar el tiro siempre que no cambie el aspecto geológico del frente de ataque y como factor variable, dicho frente de ataque.-

En general son dos las formas o series para atacar un frente en un túnel, el corte en pirámide y el corte en diamante, debiéndose tener en cuenta para elegir cualquiera de ellos la naturaleza de la roca, su dirección, ocurrencia y buzamiento de los planos de cruceros y de los planos de fractura.-

Para cualquiera que sea el sistema de tiro, lo recomendable es hacer una maestra o patrón que fije el lugar exacto de los puntos por perforar.- En el croquis adjunto pueden verse una carga de cada tipo con sus correspondientes retardos y cantidades de explosivo por barreno.-

Ahora bien, es efectivo que las circunstancias en que se trabajan los túneles son tales que rara vez se puede efectuar la voladura de todo el ancho a un mismo tiempo, lo habitual es perforar un túnel de menor sección que sirva de guía y que luego se irá ensanchando por voladuras sucesivas.-

Lo que sí debe de tenerse en cuenta, es que la profundidad de la voladura en cada disparo, depende de los medios de extracción de desmonte con que se cuente, para poder organizar adecuadamente el trabajo en ciclos de perforación, voladura y retiro de material.-

Una idea aproximada del consumo de explosivos en trabajos de túneles sería la siguiente :

Rocas duras igneas (Granito, etc.).....3.50 a 5.00 Kgs./m³

Pizarra dura y piedra caliza.....3.00 a 4.00 Kgs./m³

Rocas estratificadas blandas.....1.00 a 2.50 Kgs./m³

Estas cifras serían para túneles de una vía en Carreteras de Sierra del Perú.-

c).- TRABAJO EN MATERIAL HUMEDO.-

En realidad, este es un problema que relativamente se presenta muy poco en la construcción de carreteras en la Costa del Perú, y se reduce tan sólo a las precauciones necesarias a aquellas zonas en que se atraviezan campos de cultivo, ya que las zonas de gran precipitación pluvial casi no existen a lo largo de la Carretera Panamericana en actual construcción, y a la que se refiere la presente exposición.-

El problema de las zonas de cultivo, es sumamente delicado especialmente en el momento de la construcción, ya que muy rara vez coincide el eje de la carretera con la orientación de los rayados de riego de los agricultores, lo que trae como resultado una prioridad indiscutible a los trabajos de drenaje antes de proceder a la ejecución de terraplenes que en caso contrario serían constantemente anegados.-

El sistema de protección contra el agua de regadío es el de las colectoras laterales, que debe de tenerse presente, son completamente independientes de las acequias paralelas a la calzada, ya que el objeto de los drenajes es no sólo impedir los excesos de agua al terraplén, sino el de bajar el nivel de la capa freática

a una profundidad tal que no afecte la estabilidad del relleno y que según las Especificaciones de Construcción de la Dirección de Caminos es de 1.20 mts. (4') bajo la razante de la plataforma acabada.-

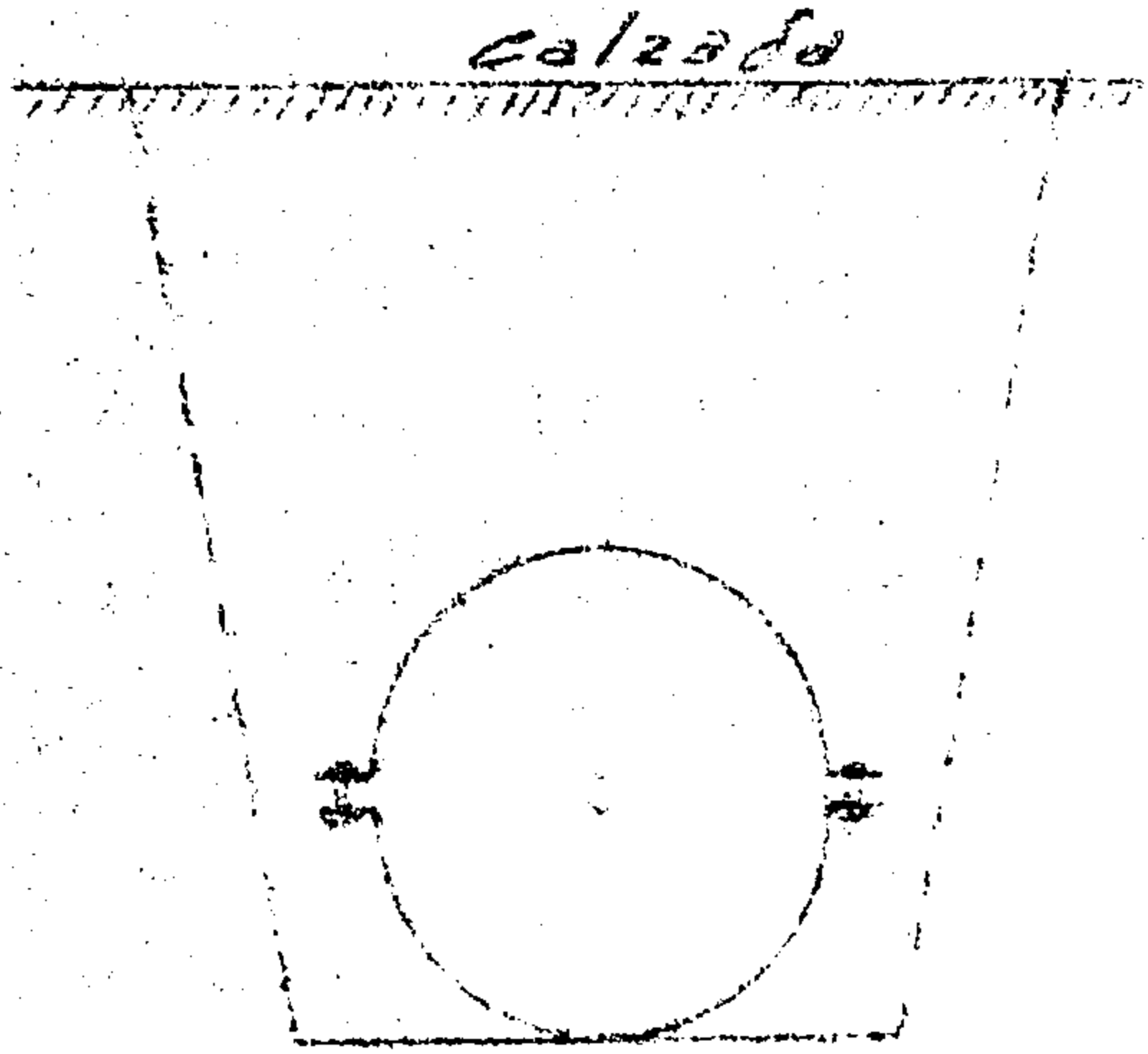
Estas colectoras o "sangraderas" desaguarán en pases especiales o alcantarillas, que deben de ser calculadas no sólo desde el punto de vista de resistencia estructural, sino también desde el punto de vista hidráulico para su ubicación y perfecta circulación del agua por ellas.-

Es recomendable que estas obras de arte tengan un mínimo de sección que permita el pase de un hombre por ellas para así poder ser limpiadas en cualquier emergencia.-

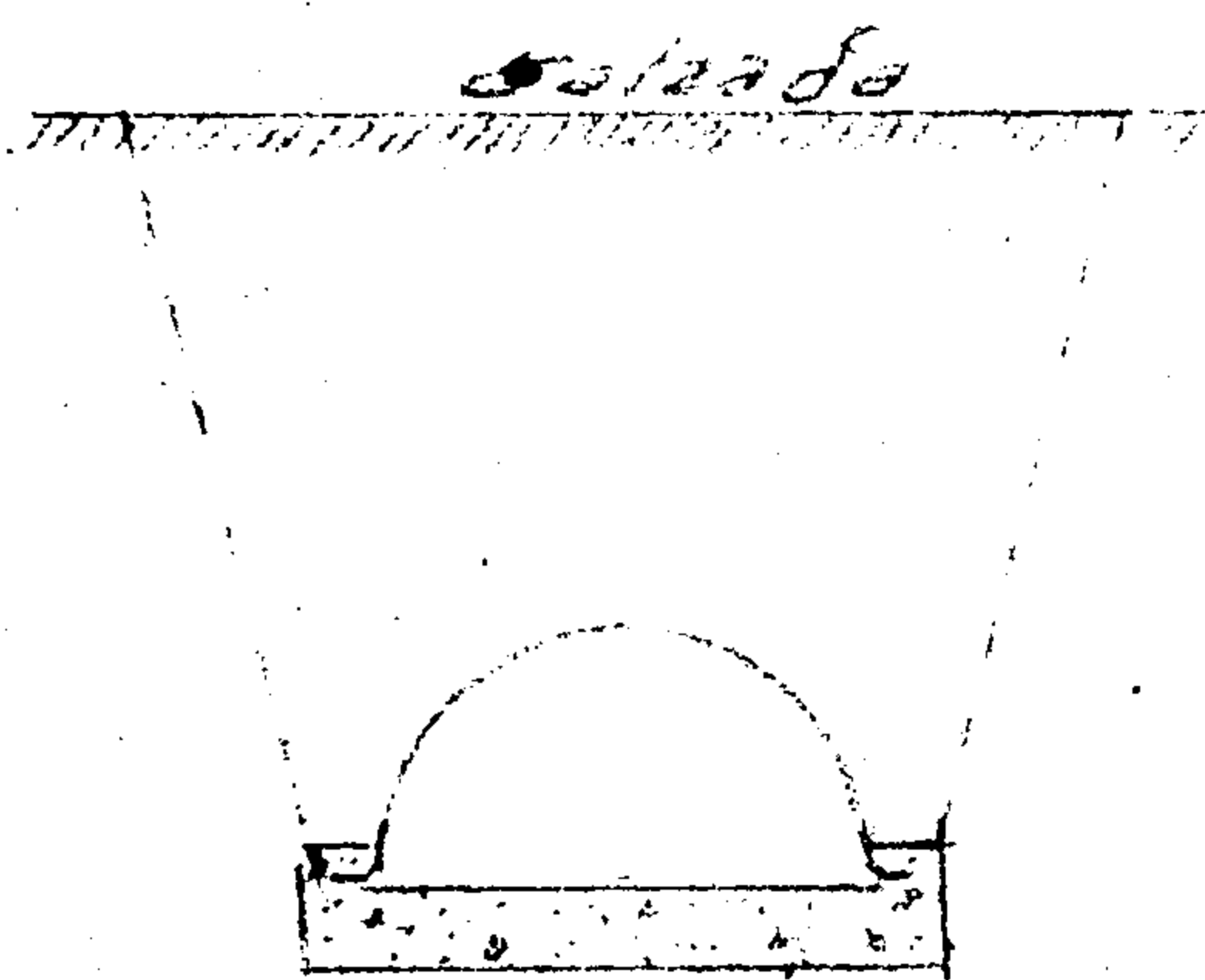
En los gráficos adjuntos puede verse el diseño típico de la Dirección de Caminos para alcantarillas tipo de 1 mt. de luz y su variación en obras de menor capacidad construídas a base de tubos de metal (Armco).-

En el caso de efectuarse cortes cerrados en zonas de cultivo o en las que haya peligro de aguas de escorrentía, es recomendable efectuar sangraderas a cierta distancia (1 m. a 1.50) del borde del corte pendiente arriba en el sentido transversal, y en caso de ser el talud de material suelto o delesnable y de cierta altura, se construirán colectoras secundarias en él y en todos los casos cunetas laterales al borde de la berma.- Todos estos elementos serán desaguados por medio de colectoras verticales que desemboquen en alcantarillas y es recomendable hacerlas revestidas

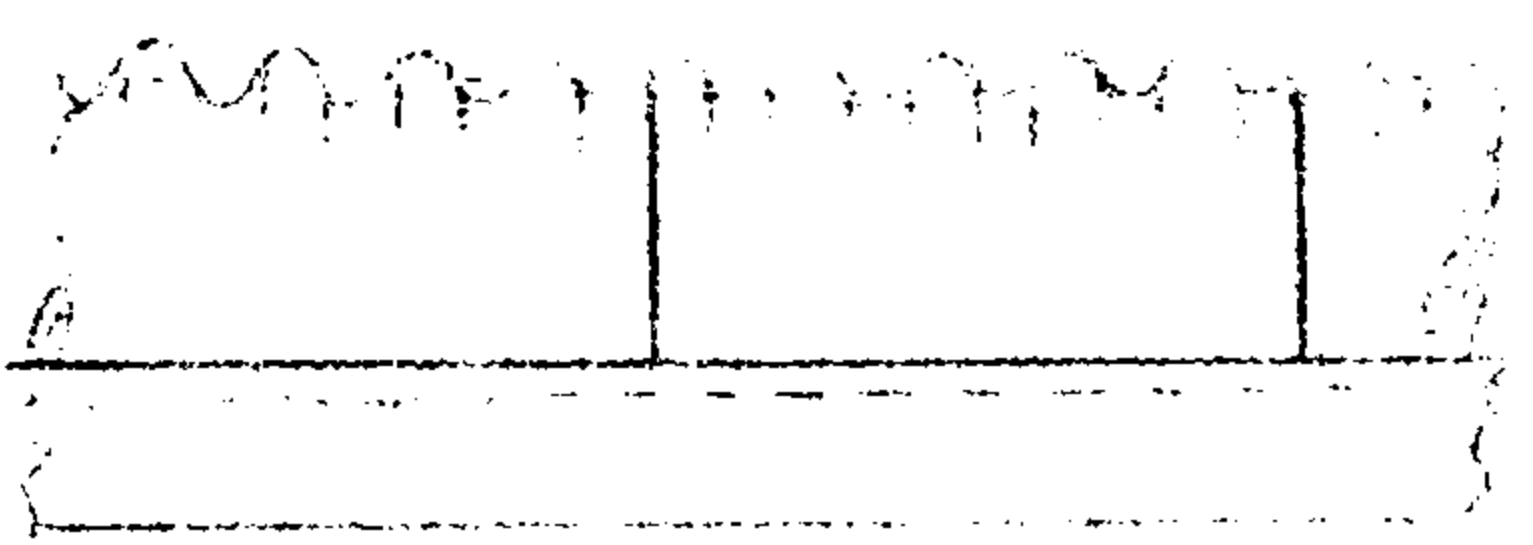
Alcantarilla Arco Circular



Prof. Min. = Diámetro



Prof. Min. = Diámetro



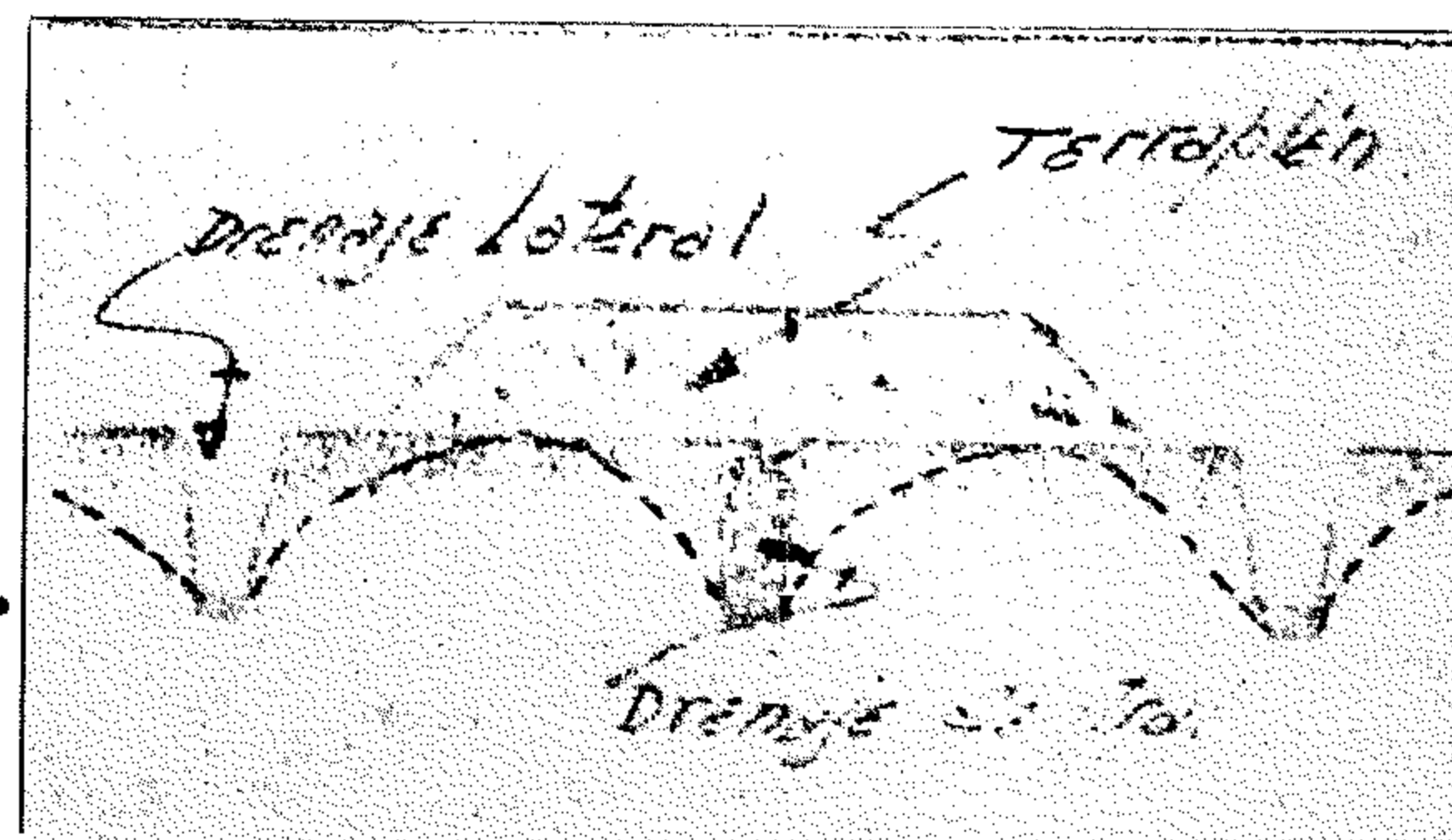
Alcantarilla Arco de Medio Punto

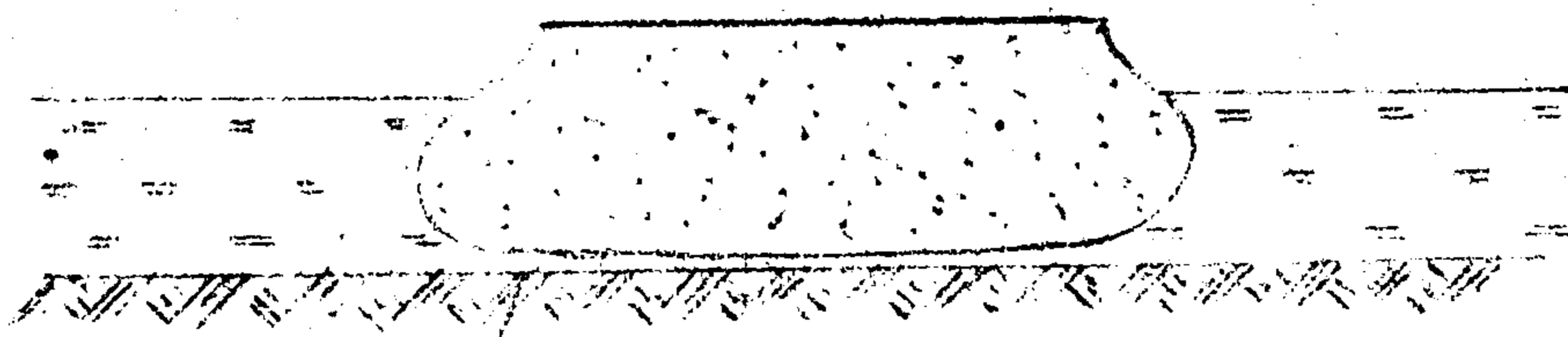
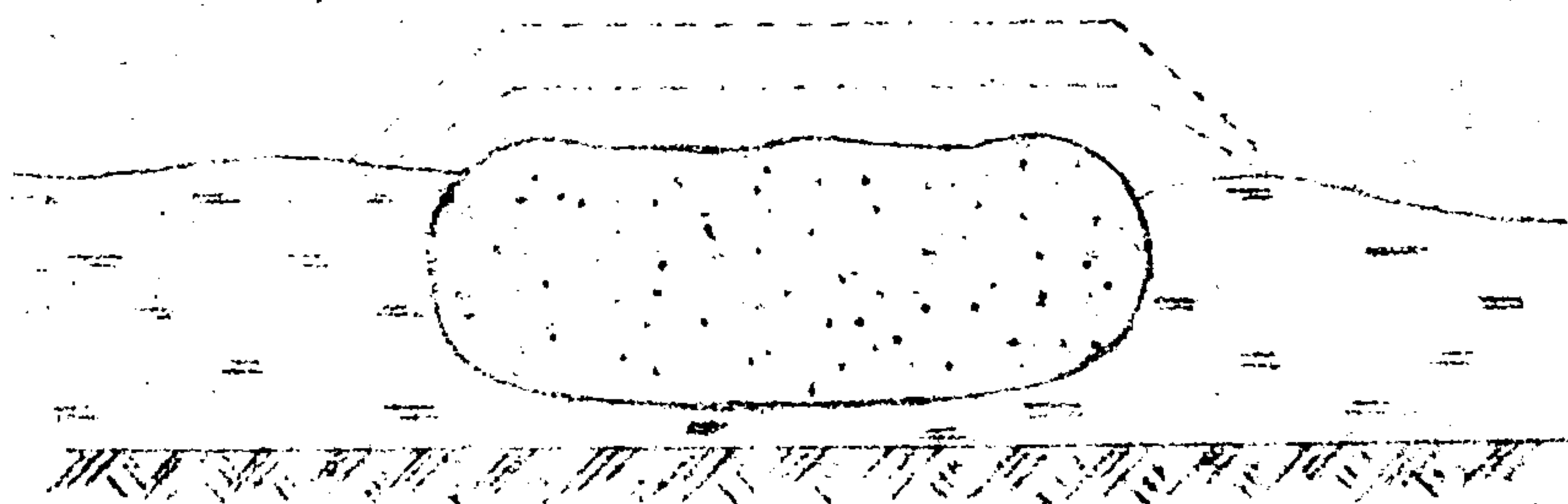
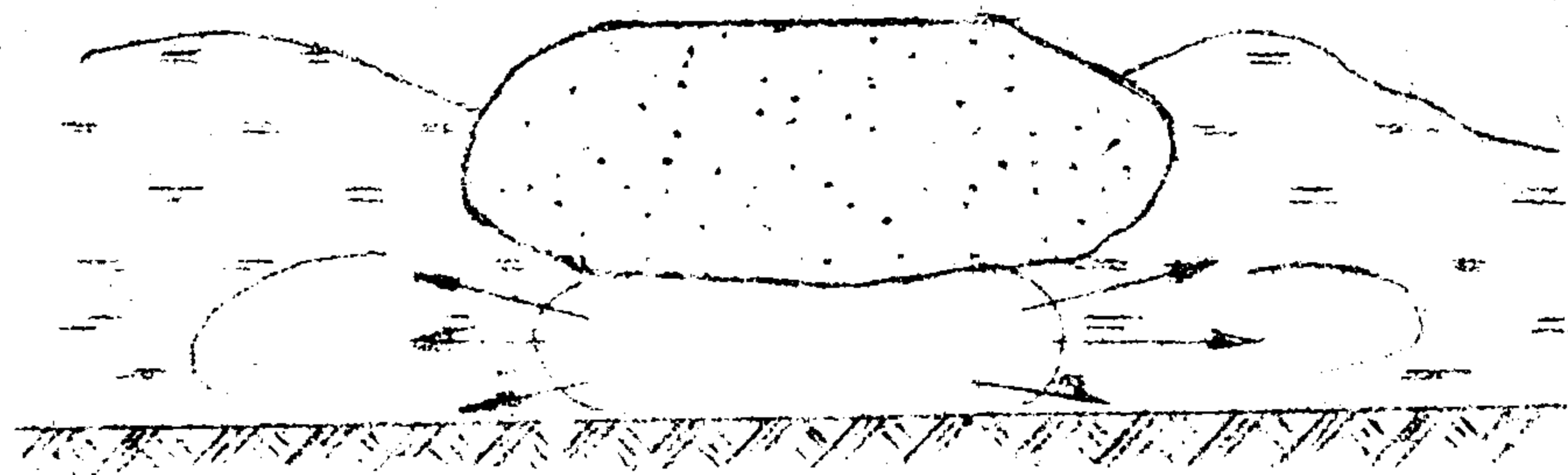
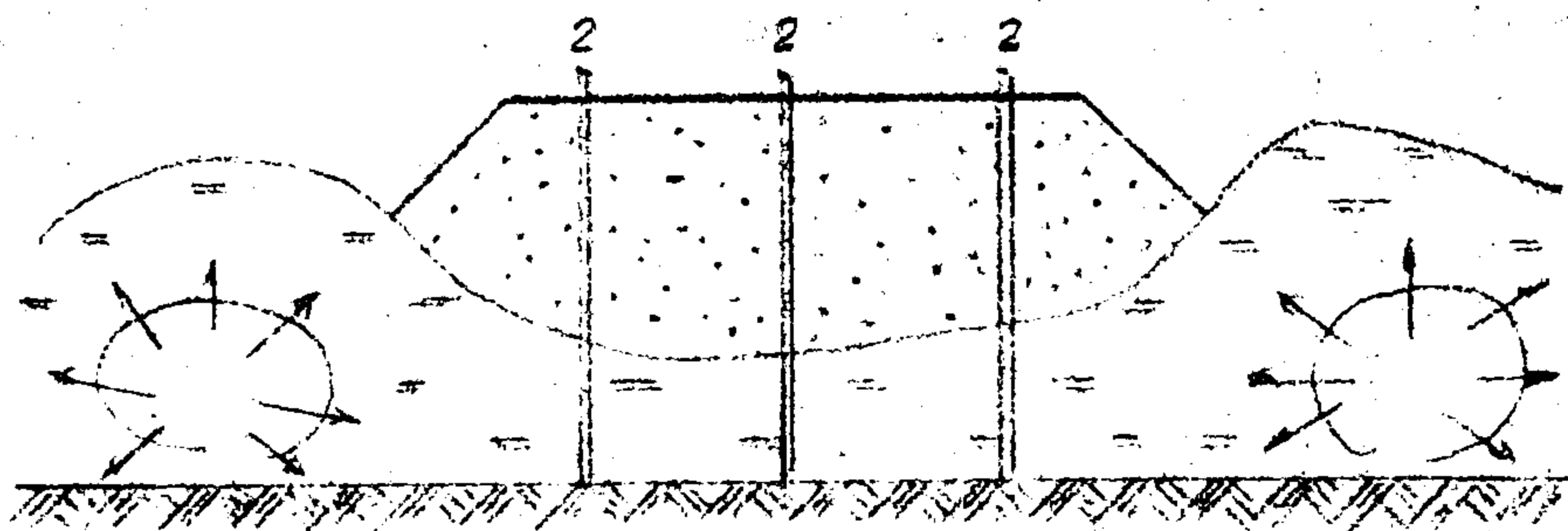
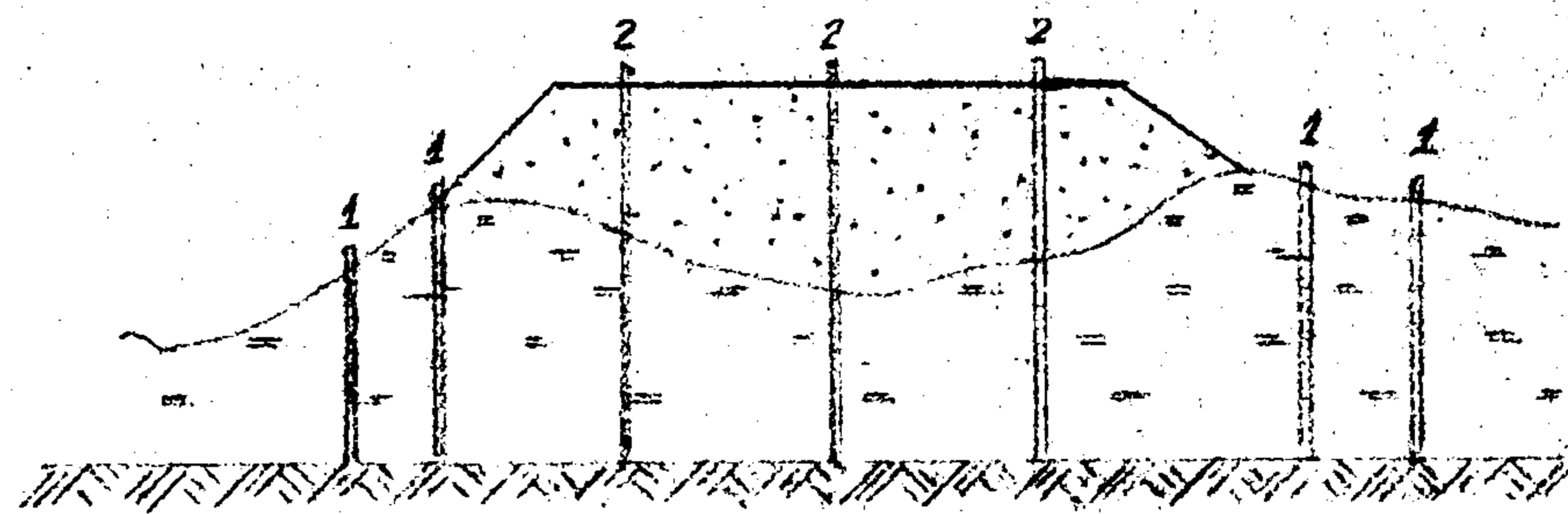
para evitar la erosión, así como el proveer un colchón de agua, que servirá de amortiguador al golpe hidráulico de la caída y evitará la sovavación de la obra de arte.-

Ahora bien, si es verdad que los valles o zonas de cultivo son algo numerosos en la costa peruana, también es verdad que las zonas pantanosas son muy contadas y de áreas muy reducidas, y dados los altos costos de construcción en estos terrenos, es recomendable el evitar que el trazo las cruce, ya sea pasando por las partes altas o por el mismo dique que causa el embalse del agua.-

En todo caso si las circunstancias obligan la construcción de la vía por este tipo de terreno, en el proceso de la construcción deben diferenciarse dos aspectos de su ejecución y ubicación:- Los accesos en que a veces es posible el evacuar el agua por medio de sangraderas y la parte central.-

En las zonas de accesos, las sangraderas deben de ser profundas para que la parábola de depresión del agua evacuada sea mayor y sobretodo de secciones amplias, pues por ser el terreno generalmente de pésimas condiciones (A-7 o A-8), las zanjas tendrán tendencia a obstruirse, siendo muy común el caso que si bien las sangraderas impiden el paso del agua al terraplén por construir cuando son debidamente evacuadas, la que está contenida en la zona sobre la que se va a construir el terraplén no es drenada pues la distancia entre las laterales hace que quede fuera de su zona de influencia, en cuyo caso la solución es efectuar un drenaje longitudinal siguiendo el eje de la carretera,





la que deberá ser rellena con materiales pétreos de cierto volumen cuyos vacíos serán ocupados por materiales granulares que permiten el escurrimiento del agua a través de ellos.-
Otras veces se procede a provocar un gran golpe de ariete artificialmente por la explosión de una serie continua de cargas de dinamita a lo largo del eje, que expulsará el agua hacia las sangraderas laterales.-

En la zona central en que la evacuación del agua contenida en el terreno es imposible, el mejor sistema a juicio del examinando es el seguido en la construcción de las autoestradas alemanas y que consiste en lo siguiente:

El terraplén a base de agregados gruesos se coloca directamente sobre el terreno pantanoso, luego se colocan barrenos en forma vertical y en un mismo plano transversal cada cierta distancia previamente calculada los que se harán explotar en forma escalonada por medio de detonantes de retardo, en la forma como se indica en el diagrama, repitiendo la operación hasta que el material pantanoso sea desplazado lateralmente y el relleno se apoye en la capa impermeable inferior pasando recién a perfilar debidamente la plataforma, la que deberá de tener un exceso de material tanto en altura como en ancho para el caso de futuros hundimientos que se puedan presentar durante el proceso de la compactación y vibración mecánica que deberá de ser intensa.-

Si la capa pantanosa es de potencia reducida se puede pasar con un simple enrocado.-

CAPITULO V

CONSTRUCCION DE AFIRMADOS .-

Los afirmados en una calzada vienen a ser el elemento resistente a los impactos y vibraciones de la rodadura de los automotores y tiene como finalidad el repartir en forma uniforme las cargas que ellos determinan.

Son construídos de espesor constante y predeterminado por el cálculo de la resistencia de la autovía y su espesor debe de ser igual en cualquier punto, siendo sus materiales de graduación granulométrica estudiada de acuerdo con los que se obtengan en la zona y las resistencias que las especificaciones demanden determinarán la densidad que debe de tener una vez terminada su ejecución.-

Evidentemente es muy difícil que el terreno natural sobre el que se ejecuta la obra tenga las características necesarias y es por esto que los elementos del material de afirmado tengan que ser extraídos de canteras diferentes para ser luego mezclado en el terraplén mismo, siendo lo más común en nuestra costa obtener materiales a base hormigón que luego serán dosificados con la cantidad de arcilla necesaria para su estabilidad.-

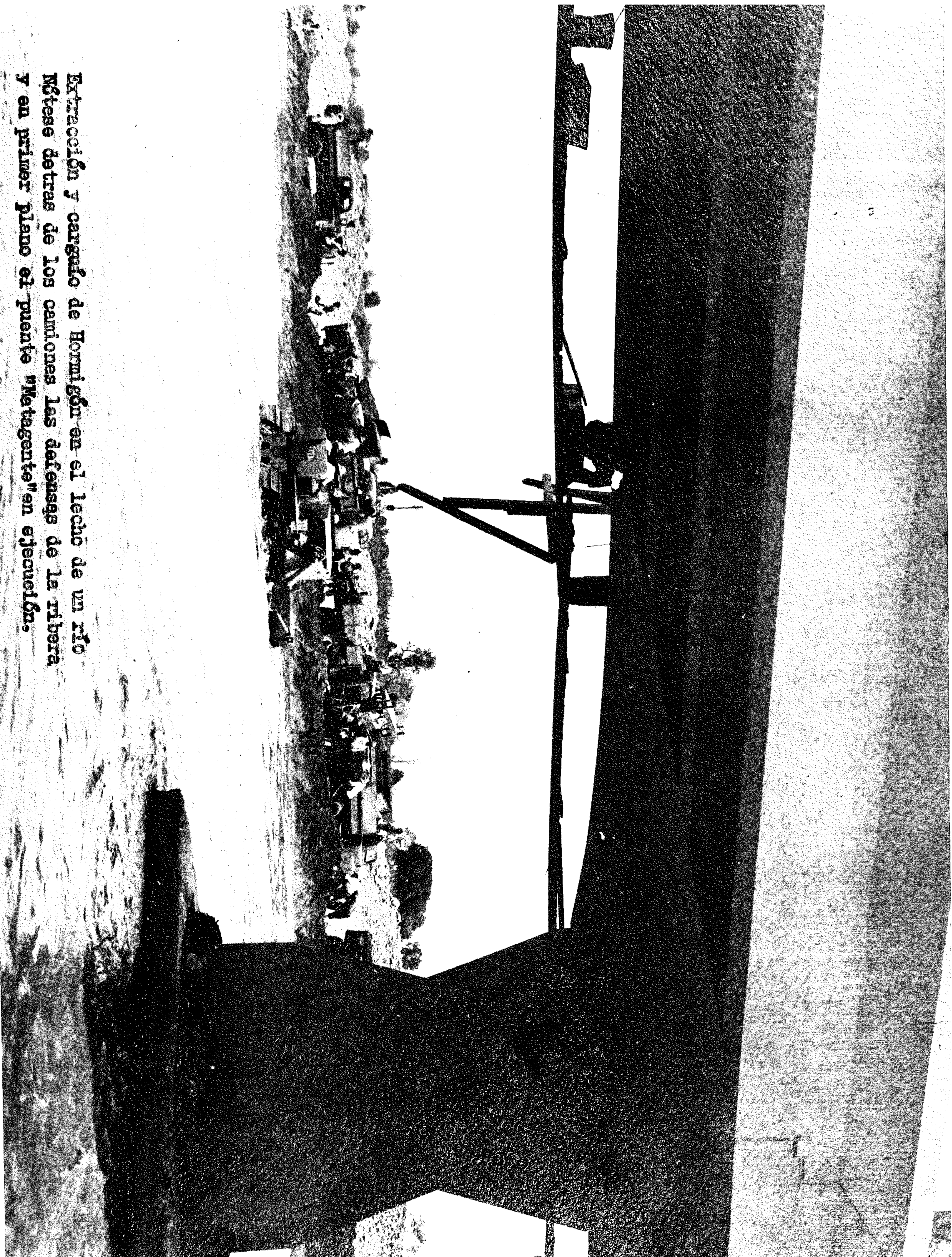
Es por esto que el estudio de esta fase de la construcción la haremos desde dos puntos de vista fundamentales: Explotación de Canteras y Ejecución propiamente dicha.-

a).- Explotación de Canteras.- Las canteras vienen a ser los bancos o depósitos naturales de materiales que llenan los requisitos necesarios para poder ser empleados en la formación de afir-

mados ya sea en forma natural o zarandeado si su granulometría excede la especificada.-

Ahora bien, no sólo se requiere la presencia de ellos en la zona, sino la factibilidad de su explotación con los elementos de extracción y carguío de que se disponga, pues así como un manto de gran potencia o profundidad puede ser trabajado con cualquier equipo, si éste tiene una altura de material explotable menor de 1 mt. de profundidad, las labores necesarias para acumular el material sobrecargan el precio en tal forma que hace muy costoso el uso de una pala mecánica, y si es menor elimina a veces a pequeñas unidades de carga y puede llegar a hacerse antieconómico explotar la cantera aún a mano.-

Este último sistema es el más rudimentario que se conoce y aún es empleado aunque se tenga equipo mecánico cuando se trata de materiales fácilmente cargables como es la arena por ejemplo, pero tiene el inconveniente de reducir el tiempo de trabajo pues sólo se puede efectuar durante el día.- En la explotación de las canteras por este método, es recomendable definir un frente de ataque amplio, en forma tal que las unidades de transporte estén siempre ubicadas perpendicularmente a él, y de ese modo puedan salir libremente de la cantera, debiéndose evitar que cada unidad se cuadre en el sitio que mejor les plazca originando un desorden que muchas veces trae como resultado que un volquete no pueda abandonar o entrar a la cantera porque otro que está siendo cargado obstruye completamente el paso.- También debe de tenerse en cuenta, que en cualquier momento, puede contarse con



Extracción y cargado de Hormigón en el lecho de un río
Mótese detras de los camiones las defensas de la ribera
y en primer plano el puente "Matagente" en ejecución.

una unidad de carga, y si el manto ha sido atacado en forma desordenada, se crea el problema de tener que hacer un movimiento de tierras preliminar a base de tractores con topadora, para poder tener un frente de ataque más o menos trabajable, en todo caso, si la explotación hay que hacerla a mano pero con la posibilidad de tener posteriormente equipo mecánico para el carguío, es recomendable atacar el manto de material por los extremos o partes de menor potencia que en ningún modo serían explotados con una Pala mecánica por ejemplo.-

De la explotación a base de equipo, el sistema corriente es el que tiene como unidad de carguío una pala mecánica cualquiera que sea su capacidad, pero debe de tenerse presente que, mientras que con el sistema de carguío a mano, los costos unitarios siempre son bajos y sobre todo fijos, ya que lo más común es subcontratar el metro cúbico cargado a una cantidad siempre menor que la base que el constructor tiene, en la explotación con una Pala Mecánica, el costo depende de la buena organización, del control del trabajo y aún de la cantera misma.-

En este tipo de explotación de canteras, no todo depende de adquirir una unidad e iniciar el trabajo, sino antes de iniciar la obra, que es cuando se deben de estudiar las canteras y sus posibilidades, deben también precisarse los tres factores que influyen en el buen rendimiento del sistema de Pala Mecánica y equipo de transporte que debe de ser considerado como una sóla unidad. Estos factores son :

- 1°)- Capacidad de la Unidad de excavación y carguío
- 2°)- Capacidad de las unidades de transporte
- 3°)- Sincronización de la flota de transporte para obtener demoras mínimas y rendimientos máximos.-

Este plan hecho antes de iniciar la obra debe ser evidentemente reajustado en el momento de iniciarla teniendo en cuenta la realidad del momento y los nuevos factores que hayan surgido en el momento de la ejecución de la construcción.-

1°)- Capacidad de la Excavadora.- La capacidad de la excavadora depende de los factores que se presentan en el terreno mismo, tales como el tipo del material a excavar, pues cuando el terreno es duro, las ventajas de las grandes unidades, tales como potencia, abertura del cubo, construcción más sólida, etc. resultan económicas, en cambio en terrenos fáciles, las ventajas de menor inversión, más movilidad, facilidad de transporte, menor espacio necesario para trabajar, etc. imponen el uso de las pequeñas.-

Una idea general sobre los rendimientos de las excavadoras de acuerdo con la calidad de materiales, se puede obtener de la siguiente tabla tomada de los Boletines Técnicos de la Power Crane and Shovel Association que a continuación reproducimos en los que se supone óptima profundidad del corte, 90° de giro y carga a nivel de la explanación.

RENDIMIENTO POR HORA EN YARDAS CUBICAS

Clase de terreno	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
Magra húmeda o arcilla arenosa suelta	115	165	205	250	285
Arena y grava	110	155	200	230	270
Tierra común	95	135	175	210	240
Arcilla dura y compacta	75	110	145	280	210

Clase de terreno	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
Roca bien quebrada	60	95	125	155	180
Tierra común con piedras y raíces	50	80	105	130	155
Arcilla húmeda y pegajosa	40	70	95	120	145
Roca mal quebrada	25	50	75	95	115

Debe de tenerse en cuenta que cuando más profundo es el corte o frente de ataque, mayores serán las ventajas que tendrán las unidades de mayor capacidad, mientras que en un corte pequeño las dificultades de este tipo en llenar bien la cuchara y levantarla con rapidez suelen dar mayor ventaja a las unidades de menor capacidad.-

Debe de tenerse en cuenta también el alcance y el espacio libre necesario para cargar que influye notablemente en el ángulo de giro de la máquina al cargar, debiéndose siempre considerar que cuanto menor sea éste, tanto mayor será el rendimiento de la Pala Mecánica.-

Estudiadas estas condiciones mecánicas y de operación debe de tenerse en cuenta, que el empleo de este tipo de unidades es una inversión que debe ser remunerada, es decir que la máquina en el trabajo debe dejar utilidades sobre su costo de adquisición. Para esto debe de analizarse el volumen de obra por ejecutar y la posibilidad de trabajos futuros, siendo corriente para los efectos del estudio considerar un trabajo normal de 2,000 horas de funcionamiento productivo por año.-

2°)- Capacidad de las unidades de transporte.- Después de un estudio profundo para la adquisición de la excavadora más apropiada suele ocurrir que en el trabajo, el constructor no da lugar a un

rendimiento máximo de la unidad por deficiencia mecánica o de organización del sistema de transporte, pues suele ocurrir que las unidades empleadas son de tamaño demasiado pequeño, son insuficientes en número o pierden mucho tiempo útil, no se desplazan con la conveniente sincronización, no se dispone de unidades de repuesto o simplemente no se colocan bien para ser cargados.-

Debe de tenerse en cuenta que cualquier deficiencia de este género en la flota de transporte incide directamente sobre el rendimiento de la excavadora y por lo tanto en los costos que se obtengan en obra, por lo que debe de dársele al problema de acarreo casi la misma importancia que al del carguío, pues debe de considerarse en todo momento que tanto la excavadora como los volquetes, trabajan como una sola unidad.-

La mejor práctica para la elección de los elementos de transporte, es la de estimar la capacidad de estos como de cuatro o cinco veces la de la cuchara de la excavadora, debiéndose evitar en todo momento que un volquete para ser colmado requiera una fracción de capacidad del cubo de la Pala mecánica.-

Una idea aproximada por ser teórica, de la cantidad de vehículos que puede cargar una Pala mecánica de acuerdo con su capacidad y en terreno de dureza media, es la siguiente :

Capacidad de la excavadora	Capacidad del vehículo	Tiempo por lampada	Tiempo por carros	Debe entrar un carro cada:	Nºcarro por hora
1/2	2	19	76	1.26 min.	48
3/4	3	20	80	1.33 min.	45
1	4	21	84	1.40 min.	43
1 1/4	5	21	84	1.40 min.	43
1 1/2	6	23	92	1.53 min.	39

Debe de tenerse presente, aparte de la técnica del transporte, de debe tenerse en todo momento unidades de repuesto, lo que aparte de mantener el ciclo de afluencia de unidades constantes aún en caso de accidentes imprevistos, permite el poder controlar y ejecutar cambios de lubricantes y engrases durante las horas de trabajo sin recurrir a trabajos fuera de horario normal que redunde en perjuicio para la obra, debiéndose tener por norma, que las reparaciones que hagan necesario el desmontado de un vehículo, se hagan en el tiempo necesario y sólo cuando se tengan los repuestos en la obra, para evitar que una máquina que más o menos pueda trabajar sea desmantelada y quede así por todo el tiempo que demore la llegada de las piezas de cambio necesarias, lo que sucede especialmente cuando no se trabaja cerca de un centro poblado más o menos desarrollado.-

Al elegir los vehículos de transporte, debe de tenerse en cuenta que la distancia de transporte es lo fundamental en el número de ellos a emplearse, debiéndose estudiar además las velocidades que puedan desarrollar, la relación entre la potencia y la carga útil, pendientes que se encuentran en carga y vacíos, estado de los caminos de acceso, tiempos de carga y vuelco, facilidad de maniobra.-

Así se tiene por ejemplo, que para efectuar acarreos a distancias menores de 4 Kmts. se requieren unidades de gran capacidad de maniobra pues la cantidad de veces que van a repetir la operación de carga y descarga es mayor que si el acarreo se efectúa a 18 Kmt. de distancia por ejemplo, en cuyo caso serían más

útiles las capacidades de transporte mayores, debido al menor desgaste mecánico, la menor congestión de unidades, y una mayor facilidad de sincronización.-

Lo que sí debe de evitarse es la colocación de los vehículos al acaso, costumbre lo más común y perjudicial por cierto, pues el giro del botalón es una de las operaciones que más tiempo consume, y reducir en unos 30° el ángulo de giro aumenta en un promedio de 15% el rendimiento de la máquina, en cambio, si entre el conductor del vehículo de acarreo y el operador de la Pala Mecánica alargan el ángulo hasta casi 180° cuando se podría hacer a 90° lo único que se consigue es perder cerca de un tercio de la producción. Además, la colocación precisa de las unidades en el mismo lugar, trae como consecuencia la mecanización del operador de la Pala con el consiguiente aumento de rendimiento.- Esta colocación exacta se puede lograr colocando maestras de madera en el suelo sobre las que deben colocarse los camiones, pero esto requiere la presencia de un controlador encargado de la operación, y si bien aparentemente parece un recargo al costo unitario, la realidad es que cuando hay una persona que mantiene la disciplina entre el personal y el orden de carguío, su jornal queda ampliamente compensado con el aumento de rendimiento debido a la disminución de tiempos perdidos.-

3°)- Sincronización de las flotas de Transporte.- La fusión de la Unidad de carga con las de Transporte, depende únicamente de la autoridad del Ingeniero encargado de la obra y de la disciplina que éste pueda imponer en el personal de operadores,

amoldándose por supuesto a las condiciones locales y facilidades que existan en la construcción. En general las indicaciones que pueden hacerse en este aspecto son las siguientes :

a)-Camiones de marcha lenta: sustitúyase por uno de los de repuesto hasta que sea debidamente revisado en el taller central, si la lentitud se debe a que la unidad está sumamente desgastada, disminúyase su capacidad de carga.-

b)-Conductor aficionado a carreras: suspéndase al conductor o despídase si reincide, pues este tipo de operadores aparte de los peligros de accidentes, sólo consigue desgastar indebidamente el vehículo y desorganizar todo el sistema de transporte que debe funcionar lo más perfectamente posible.-

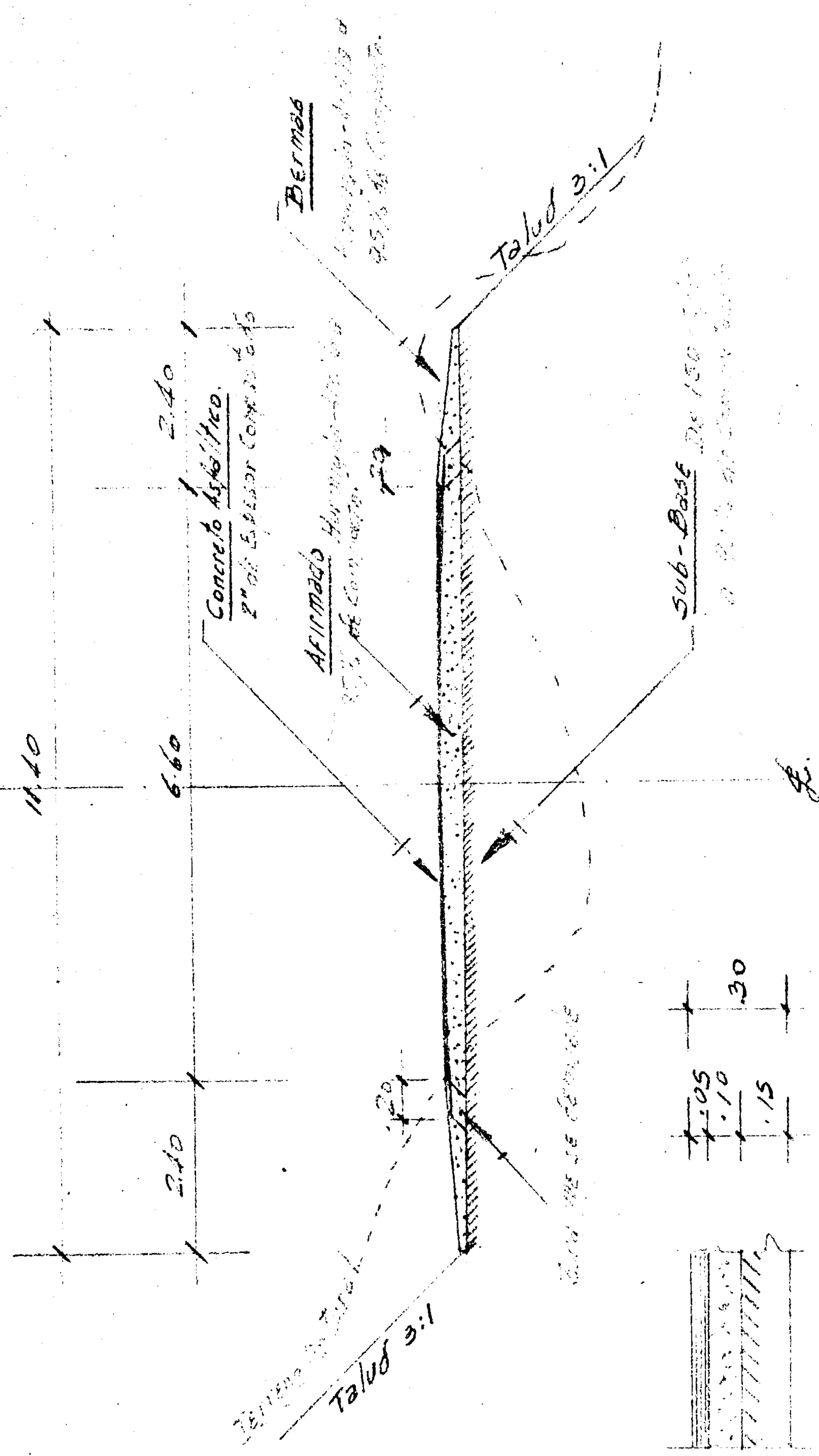
c)-Vaciado lento a causa del material pegajoso: cárguese las primeras paladas con material seco de la parte superficial de la cantera.-

d)-Vaciado lento a causa de accesos malos: distribúyanse los camiones de modo que descarguen alternadamente en un sitio malo y otro bueno o alternense las unidades en tiros cortos y largos.-

e)-Camiones atascados: sustitúyanse por unidades de repuesto y en ningún caso debe de permitirse que se detengan una o más unidades a auxiliar al atascado, pues se desorganiza completamente el sistema de transporte.-

f)-Falta de camiones en la Pala: El operador deberá aflojar el material por cargar para así tener mayor facilidad cuando lleguen varias unidades juntas.-

En general debe tratarse de que no existan distanciamientos personales entre los conductores y el operador de la Pala Me-



11.40

6.60

2.40

2.40

Concreto Asfáltico.
2º de Espesor Compuesto

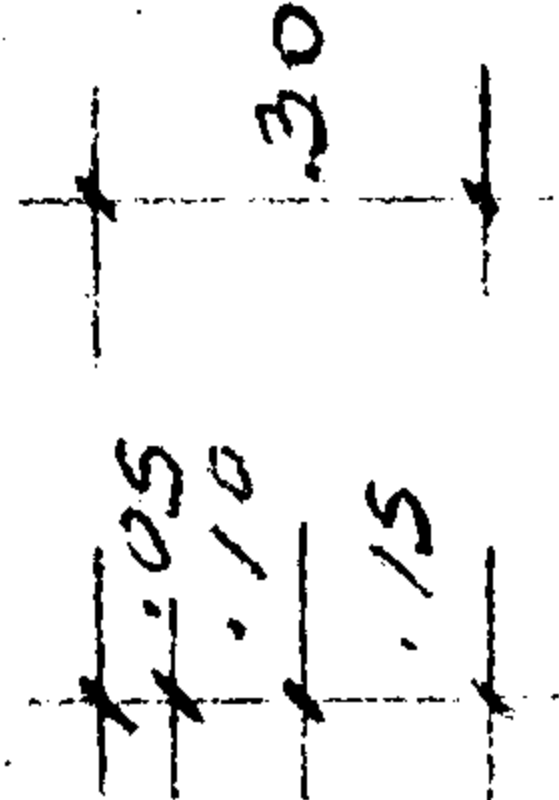
AFIRMADO
Hormigón - 10% de
25% de Compuesto

Bermas

Talud 3:1

Talud 3:1

Sub-Base de 150
a 150 de Espesor



ASFALTO
BASE
SUBBASE

CORTE AFIRMADOS

CARRERA PANAMERICANA SUC

cánica debiendo en todo momento solucionar los problemas que se presenten y lograr de este modo que todos trabajen como una sola unidad.-

b).- Afirmados propiamente dichos.- Si hacemos una sección transversal típica de la Carretera Panamericana en actual construcción, observaremos que la capa resistente a la rodadura está formada de tres partes, la Carpeta Asfáltica de 5 cm. de espesor, y que trataremos más adelante, la Base de hormigón-arcilla de 10 cm. de espesor a una densidad mínima de 95%, la Sub-Base que está formada por 150 lts/m² de material a densidad mínima de 90%, y por último viene la explanación.-

Es decir que la primera obra de afirmado que se colocará inmediatamente después de acabados los terraplenes será la Sub-Base que, puede ser ejecutada ya sea con materiales de hormigón-arcilla, usándose los materiales de hormigón tal y cual salen de la cantera para ser luego dosificados con la proporción debida de arcilla, o se puede, aunque rara vez se usa, estabilizar la arena del terraplén mismo por medio de una proporción mayor de arcilla que la usada en el anterior procedimiento, efectuando de esta manera un afirmado del tipo llamado Arena-Arcilla (sand-clay), que bien ejecutado, presenta las mismas garantías que el sistema de Hormigón-arcilla.-

Inmediatamente sobre esta capa será colocada la base, que será de espesor uniforme de 10 cmts. en cualquier punto de su superficie y que tiene dos procedimientos muy diferentes de ejecución.- El primero consiste en hacer la base y la sub-base del mismo ancho, es decir de 11.40 mts. y aún muchos constructores llegan a

no distinguir una de otra pues la construyen de una sólo vez, con el peligro de no usar material zarandeado en su ejecución, ya que las especificaciones al respecto indican que la base será hecha con material menor de 2" o en su defecto con el consiguiente alza en el costo de ejecución, si zarandean el material de la sub-base cuya granulometría no está especificada.-

El segundo sistema consiste en hacer la sub-base de 11.40 mts., pero la base de sólo el ancho del asfaltado más un huelgo de 20 cm. a cada lado para su estabilidad, diferenciando de este modo de una forma nítida los dos procedimientos de construcción y permitiendo un control más exacto de Laboratorio y una mejor compactación por capas.-

Los partidarios del primer sistema alegan a su favor que con él se consigue una mejor distribución del rodillado y que en ningún momento pueden presentarse fallas a lo largo del borde del asfalto, y además que el mismo tránsito de vehículos va a cooperar en la compactación de la superficie afirmada lo cual es exacto hasta cierto punto según el criterio del examinando, pues si es verdad que el tránsito ayuda a la compactación, también lo es que una vez refinada la superficie afirmada y en estado de imprimir, éste resulta perjudicial para la conservación de élla, además si es cierto que el tránsito en ese momento puede ser encausado hacia las bermas, también lo es que la mentalidad de los conductores de vehículos particulares parece no estar de acuerdo con ello, y si no encuentran el fuerte desnivel que determina la base con respecto de la sub-base lo común es que circulen no sólo sobre una superficie refinada sino aún que lo hagan cuando la imprimación de élla o el

asfaltado mismo es reciente con los consiguientes daños, además, al ejecutar la berma se tendría un trabajo de relleno de sección triangular (ver el dibujo adjunto) que tendría la altura de asfaltado o sea 5 cm. como base, cuya ejecución sólo tendrá las seguridades técnicas necesarias si se tiene el cuidado de escarificar toda la superficie de la berma correspondiente al afirmado ya hecho, pues en caso contrario se colocará una lámina de material de espesor promedio de 2.5 cm. sobre base compactada a más de 95% y es sumamente dudoso que haya alguna trabazón entre las mismas siendo más bien posible que la primera trate de deslizarse sobre la segunda al ser sometida al tránsito de automotores; debe de tenerse también presente que en ningún caso se podría escarificar una zona cercana al asfalto pues se levantaría éste, ni tampoco se podría escarificar una distancia de más o menos 50 cm. del borde exterior de la berma, y por lo tanto sólo la parte central de la zona por trabajar presentaría las seguridades necesarias.-

A juicio del examinando el segundo sistema de construcción de sub-base y base separadamente, además de las ya indicadas garantías de control de laboratorio y rodillado por capas, presenta una mayor independencia del trabajo y una mayor seguridad de la estabilidad de los terraplenes ya que al ser encausado el tránsito por las bermas en las etapas de construcción, los bordes del terraplén serán altamente compactados y la estabilidad de estos bordes es una garantía para la imposibilidad de asentamientos en la parte central que quedará confinada entre dos zonas de gran densidad que actuarán como muros de sostenimiento en el peor de los casos.- Además, la e-

jecución de las bermas es prácticamente perfecta pues las huellas que el tránsito encausado determina, sirve de diente a un volumen de material que va a ser lo suficientemente alto como para soportar las tendencias al deslizamiento lateral.- Este sistema tiene la ventaja, de que por medio de rampas, en los sitios que se desee, se puede encausar el tránsito hacia la zona de la base, todo el tiempo y en los lugares precisos que el Ingeniero Residente crea conveniente pudiéndose eliminarlo casi instantaneamente con sólo destruir las rampas.- Este sistema presenta como única dificultad, el que si la compactación de la berma no se hace con todo cuidado se puede presentar una línea de menor resistencia en la junta lateral del de la carpeta asfáltica con la berma misma, este peligro desaparece cuando se controla las densidades antes de entregarlas definitivamente como terminadas.-

En la ejecución misma de los afirmados, cualquiera que sea el sistema que se siga, la nivelación y los sistemas de plantillas de construcción son la base para su perfecto acabado.-

El sistema de estacado que en nuestro país se usa, o sea el de colocar una estaca numerada cada veinte metros, ha generalizado también la ubicación de estas plantillas de nivel a igual distancia. Este procedimiento es aceptable para la ejecución de terraplenes y aún para sub-bases, pero no lo es para la base que es la que va a recibir la carpeta asfáltica y que de su nivelación depende la perfecta ejecución de esta última.-

El sistema de niveles más perfecto que se ha empleado en nuestro medio es el que se ha usado por primera vez en la construc-

ción de la Carretera Panamericana del Sur y que viene a ser una variación criolla del método más costoso usado en los E.U.A. y que se conoce con el nombre del Blue Point.-

Este sistema consiste en colocar cada diez metros, no un tronquito de árbol de más o menos una pulgada de diámetro ni una caña, sino una estaca de madera de 2" x 2" de sección y de dos pies de largo pintada de blanco y al nivel del asfalto, o sea cinco centímetros encima del nivel del afirmado en el eje, se colocan clavos de 2" de tal modo que en cualquier momento se pueden determinar los niveles en una sección transversal del trabajo templando un cordel entre los clavos de las estacas, pues en el centro la plantilla quedará cinco centímetros por debajo del cordel y en las estacas mismas quedará a los cinco centímetros más los seis que determina el bombeo para el caso de afirmados de 7.00 mt. de ancho. Una vez terminada la superficie y cuando se va a refinar, se colocan en los bordes y al centro por el mismo sistema, pequeñas estacas de 1" x 1" x 6" que determinarán con toda precisión la superficie final de la base, estacas que deben verificarse antes de proceder a la imprimación con asfalto líquido.-

Para evitar posibles equivocaciones del personal encargado de colocar las plantillas y manipular los cordeles, se les proporcionará tacos de madera de 5 cm. x 5 cm. x 11 cm. de modo que echados determinen la diferencia entre el cordel y la plantilla al centro, y parados la determinen en los bordes.-

La ejecución de los afirmados en sí, es la clásica en los trabajos de este tipo, es decir, se acarreará material, que según

las especificaciones al respecto debe de ser menor de 2" y se acumulará al centro de la plataforma, siendo tendido en forma rápida por la motoniveladora, luego se procederá a colocar la arcilla a una distancia constante de acuerdo con la dosificación establecida por los análisis del laboratorio, la que también será tendida por el mismo sistema, procediendo luego al mezclado mecánico en seco de los materiales para lograr una dosificación más o menos perfecta.-Es común indicar en los libros de texto la cantidad de veces que debe voltearse el material de un borde a otro de la plataforma para lograr una mezcla aceptable, pero la verdad es que esto depende directamente de los materiales, teniéndose así, que si los de hormigón son perfectamente granulares y sin ligante y la arcilla es casi pulverizada, la mezcla se efectúa con más rapidez que si los materiales pétreos traen consigo algo de conglomerados y materias aglutinantes en baja proporción, pues la mezcla además de ser menos dócil de trabajar presenta el peligro de formar bolsones de arcilla que serían perjudiciales una vez que se efectúe el riego y la compactación.-

Aunque es muy común considerar el mezclado de la motoniveladora como perfecto, la verdad es que al voltear el material en el proceso de mezcla, se efectúa una cierta separación de los materiales debido a su diferencia de peso, que hace que por inercia unos rueden más que otros, es por esto que el examinando es partidario del uso de los arados de discos después de tendidos los materiales ya mezclados por la motoconformadora, los cuales efectuarán la mezcla no ya en sentido transversal o longitudinal, sino en el de la profundidad.-

El siguiente paso en la formación de la base, es el riego, el cual debe de hacerse de acuerdo con las indicaciones del Laboratorio de Campo.- En el riego así como en toda acción de rodillado, el trabajo debe iniciarse por los bordes y concluir en el centro, el objeto del riego en esta forma es el de crear como cuestión previa dos cortinas de agua que impidan que la que se riegue en la parte central se desplace lateralmente por estar estas zonas ya saturadas.-

Viene luego la parte más delicada de la construcción y sin duda la más discutida en su ejecución, pues sobre el sistema de combinar los rodillos para lograr la óptima compactación son muchas las opiniones, por lo que el examinando expondrá la que cree a su criterio ser la más efectiva.-

Al analizar en la parte correspondiente a rodillos cada una de las unidades, se dejó constancia que tanto los rodillos planos como los neumáticos, tenían por sus mismas condiciones mecánicas, muy poca penetración en su efecto de compactación ya que élla no va más allá de las 2", en cambio el rodillo pata de cabra, por tener sus apéndices mayores de 10 cm. tienen una acción mayor en sentido de profundidad; siendo los materiales con que se construyen las bases ligados por medio de arcilla, es evidente que este tipo de rodillado tiene acción sobre ellos, por lo que sería conveniente que el primer paso en la compactación sea dado por este equipo, pero teniéndose cuidado de no abusar de él ni emplearlo sin medida, pues un exceso en su uso puede traer como consecuencia que los materiales de menor graduación queden en la superficie mientras que los mayores sean profundizados o quebrados

por la acción del rodillado.-

Inmediatamente se procederá al rodillado con las unidades neumáticas, que tienen mayor acción en terrenos no lisos y por último se procederá al empleo del rodillo de tres ruedas primero y al tipo tandem después.-

Es conveniente no invertir este último proceso de la compactación, pues si se emplean primero los rodillos lisos, los puntos de mayor resistencia determinarán en la superficie según se ha indicado en la descripción de ellos ya hecha, zonas de menor resistencia, y el rodillo neumático que tiene acción de compactado pero no nivelante no podrá corregir estas fallas lo que determinará una superficie deformada. Deformaciones que desgraciadamente no son siempre perceptibles con la vista y que se reflejarán indefectiblemente en la superficie del asfaltado.-

Lo que sí debe de tenerse en cuenta es que las labores de refinado deben de hacerse siempre sobre superficies ya compactadas.-

Si la superficie ya acabada va a estar sometida al tránsito antes de ser imprimida, es recomendable que sea mantenida húmeda debiendo ser regada preferible de noche en que la evaporación es menor.- En todo caso, antes de proceder a la imprimación, deben de ser verificados los niveles de la Base.-

La ejecución de esta face de la obra, debe de estar siempre bajo la supervigilancia directa de un Ingeniero el que tendrá en obra como equipo mínimo: una motoniveladora, un rodillo pata de cabra y un rodillo neumático que pueden ser halados con la misma unidad de tiro la que bien empleada puede aún ser usada para trabajar

con el arado de discos. Un rodillo de Tres Ruedas de 12 Tm, un rodillo tipo Tandem de 8 Tm como mínimo y los tanques que sean necesarios de acuerdo con la distancia de la que tenga que transportarse el agua para el riego; todo este equipo debe estar a órdenes directas de un capataz de cierta experiencia, el que tendrá como ayudantes a tres cadeneros encargados de mantener las plantillas de trabajo, y además un mínimo de veinte hombres para todas las labores que sean necesarias, incluyendo la conservación de la berma inmediata a la zona en trabajo que estará en tránsito mientras dure la construcción.-

CAPITULO VI.-

ASFALTADO.- GENERALIDADES.- La Carpeta Asfáltica viene a ser la última etapa de la construcción de una autopista y es la verdadera capa de rodadura en la que se desplazará el tránsito de los vehículos, la calidad de su ejecución depende principalmente del costo unitario de ella que refleja directamente el grado de inversión que se desee hacer de acuerdo a las condiciones de intensidad e importancia del tránsito a la que va a estar sometida.-

Estas categorías de superficies asfálticas son generalmente diferentes en su ejecución y en líneas generales las podemos dividir en :

1º).-Estabilización de suelos con productos asfálticos, que viene a ser el sistema de más bajo costo, y cuyas etapas de

trabajo serán desarrolladas en el capítulo correspondiente a Estabilización de Suelos.-

2°).-Tratamiento superficial por Penetración Invertida, cuyo proceso de trabajo consiste en colocar capas sucesivas de materiales inertes sobre riegos previos de asfalto líquido, iniciando la primera capa con el material de más alta graduación y terminando con un sello a base de arena, de tal modo que cada ~~capa~~ va llenando los vacíos que deja la anterior, debiendo ser rodillada una por una de modo que el aglutinante asfáltico surta por efecto de la compactación.-

Debe de tenerse en cuenta, que conforme se va disminuyendo la graduación del material el área superficial que debe de ser envuelta por el asfalto va aumentando y que además parte del riego va a ser absorbido por la superficie inmediata inferior, por lo que la cantidad de líquido a echarse por metro cuadrado debe de ser controlado en cada capa por el Laboratorio de Campo de acuerdo con la granulometría de los materiales a usarse.-

3°).- Tratamiento superficial por Penetración Directa, cuyo procedimiento de construcción es similar al anterior pero con la variación de que primero se tiende la capa de agregados y luego se hace el riego directamente sobre ellos debiéndose de tener presente que entre el tendido de cada capa, hay que dejar el tiempo necesario para la penetración del Asfalto y su fragua, de modo tal que pueda ser rodillado sin deformación de la superficie.-

El primer procedimiento se hace a base de mezclas de

de agregados de graduación abierta y son empleados para carreteras de segunda categoría, ya que la superficie acabada no es lo suficientemente pulida ni resistente como para permitir el desarrollo de grandes velocidades.-En cambio el segundo por su mejor acabado y el empleo de materiales de mayor graduación puede ser empleado para vías de primer orden.

4°).- Mezclado en la misma calzada (in situ), que consiste en acumular en la superficie imprimada, los materiales inertes ya graduados, los cuales serán extendidos con motoniveladora, y luego de su riego con asfalto líquido mezclados con la misma unidad o se puede hacer empleando equipo especial para el caso que consiste en una mezcladora-esparcidora transportable que puede ser alimentada de áridos con automotores en forma directa o que si está provista de elevadores de faja o cangilones, los puede tomar de la misma superficie en que han sido acumuladas.-

El mezclado es bastante sencillo de hacer, debido a que en este tipo de superficies asfálticas se suelen emplear materiales inertes gruesos solamente y en algunos casos de una sólo dimensión, colocándose después de efectuada la mezcla, una capa de materiales finos con el fin de llenar los poros y a manera de sello.- Debe de tenerse en cuenta que este tipo de mezcla debe de hacerse con temperaturas ambientes elevadas para evitar el rápido enfriamiento del asfalto lo que dificultaría enormemente el mezclado.-

5°).- Mezclado en Plantas estacionarias o semiportátiles, que viene a ser el sistema más completo de efectuar superficies asfálticas y que según sean instaladas con secador de inertes o

sin él, podrán producir los dos tipos generales de mezclas asfálticas o sea en caliente y en frío. Ambas mezclas de características granulométricas básicas diferentes y aglutinados los inertes con distinto tipo de producto bituminoso, ya que en nuestro medio para las mezclas en frío se suele usar el Asfalto tipo RC-2 que tiene una penetración de 80 a 120 y para las mezclas en caliente se usa asfalto de penetración de 50 a 60.

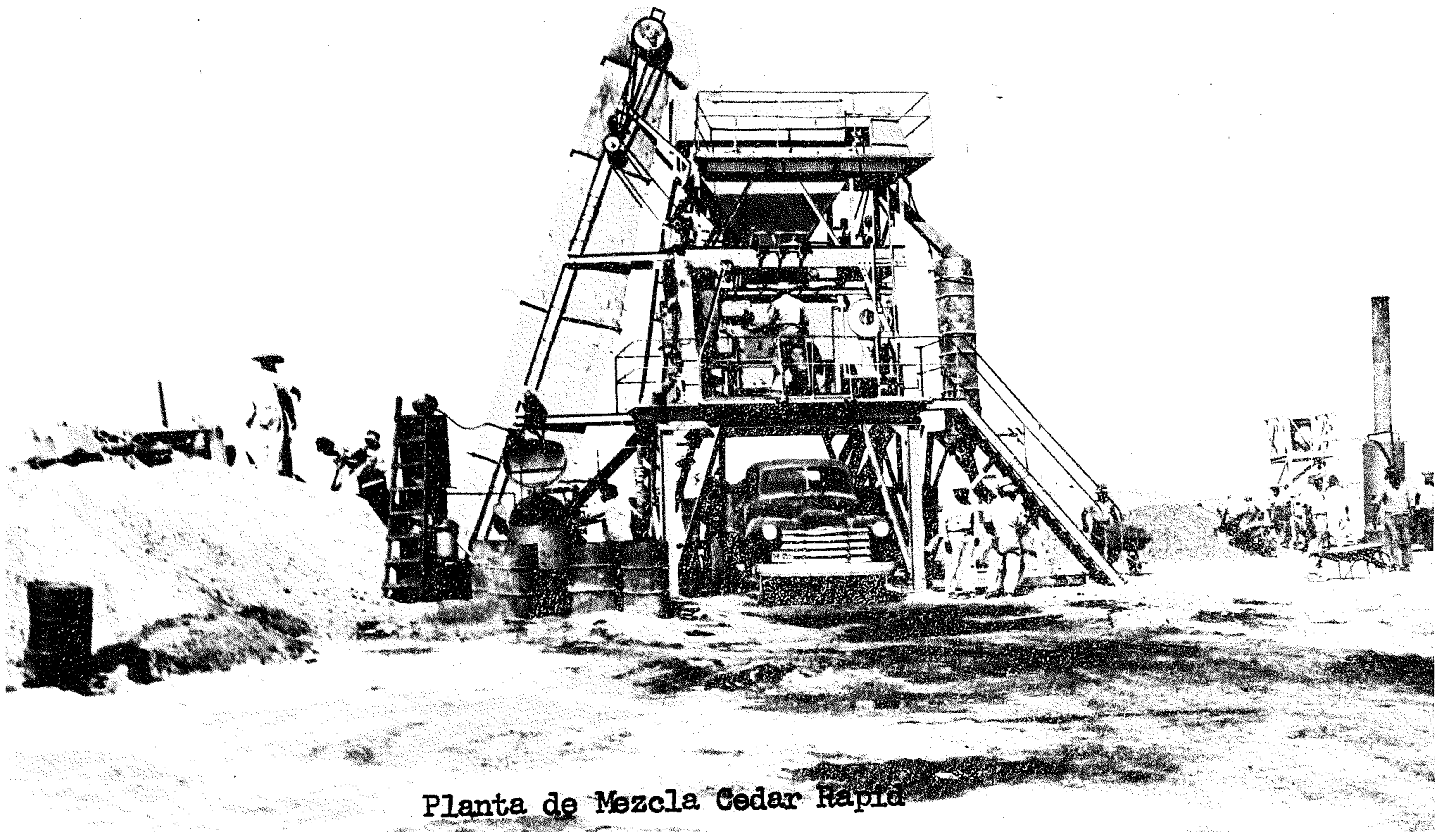
Estas mezclas pueden ser efectuadas con agregados de graduación cerrada pero en nuestro medio no se emplea el polvo mineral sino que el material más fino que se usa es la arena que pase por las mallas Nos. 100 a 200.

La diferencia fundamental entre estos dos tipos de mezclas es la gran diferencia que existe en sus velocidades de fragua, pues mientras la mezcla en frío que ha sido ejecutada con los materiales inertes a temperatura ambiente y con asfalto de fragua rápida es fácil de manipular y en climas cálidos sólo puede ser rodillado varias horas después de expendido, las mezclas efectuadas en caliente en que los agregados pétreos han sido calentados en el secador y el ligante bituminoso (de fragua mucho más rápida), es sumamente difícil de ser extendido a mano por ejemplo, y puede ser rodillado en tiempo bastante más corto que el anterior aún en zonas cálidas, esto hace que en un trabajo de asfaltado de carretera el segundo sistema exija más proximidad entre las plantas sucesivas de mezclado.-

En nuestro medio la gran ventaja del asfaltado en frío sobre el caliente es que éste necesita instalaciones especiales mientras



Unidad de mezclado formada por tres concreteras de 16 piés cúbicos



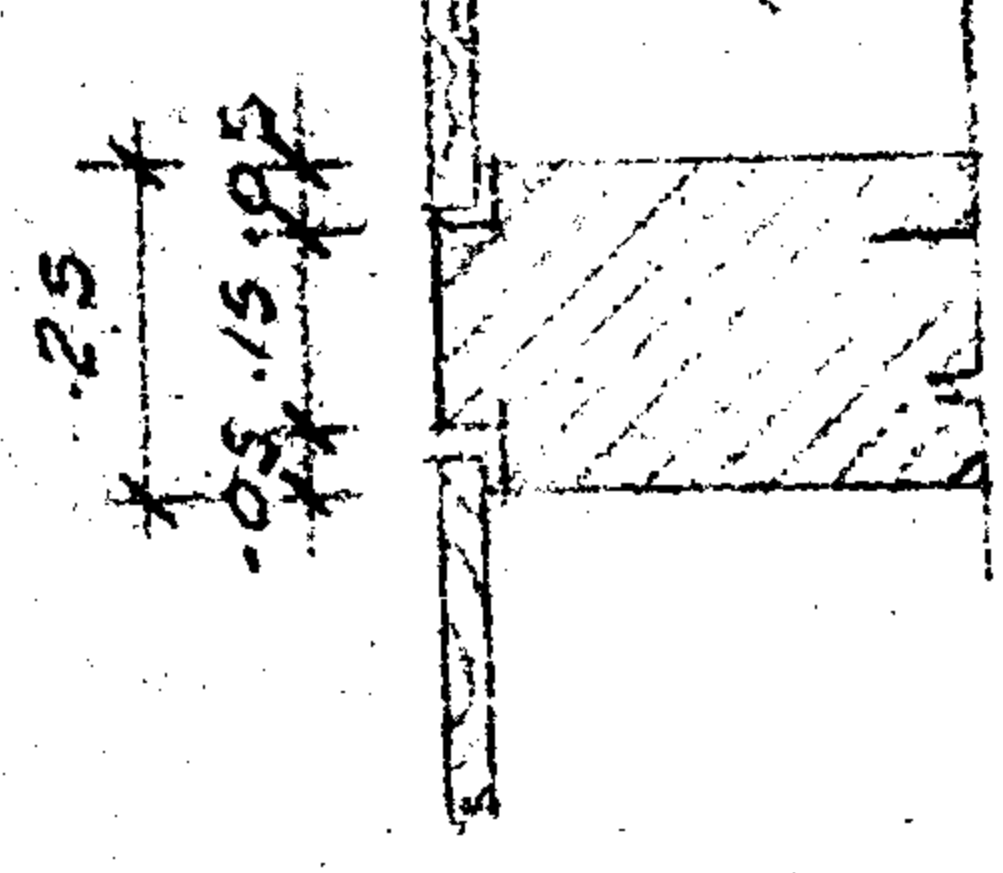
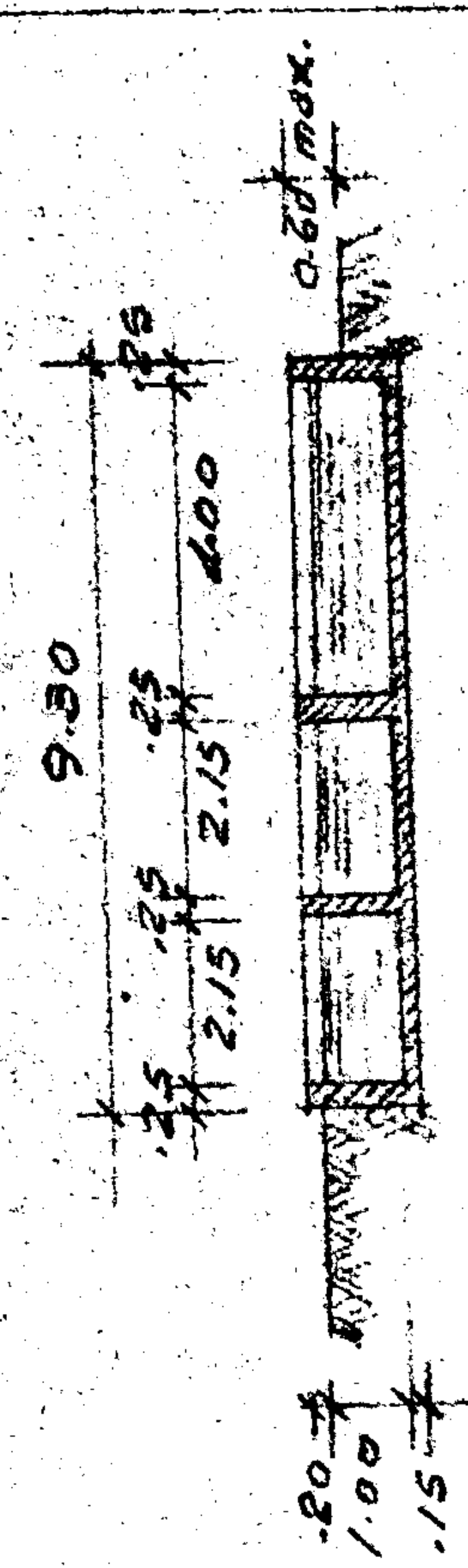
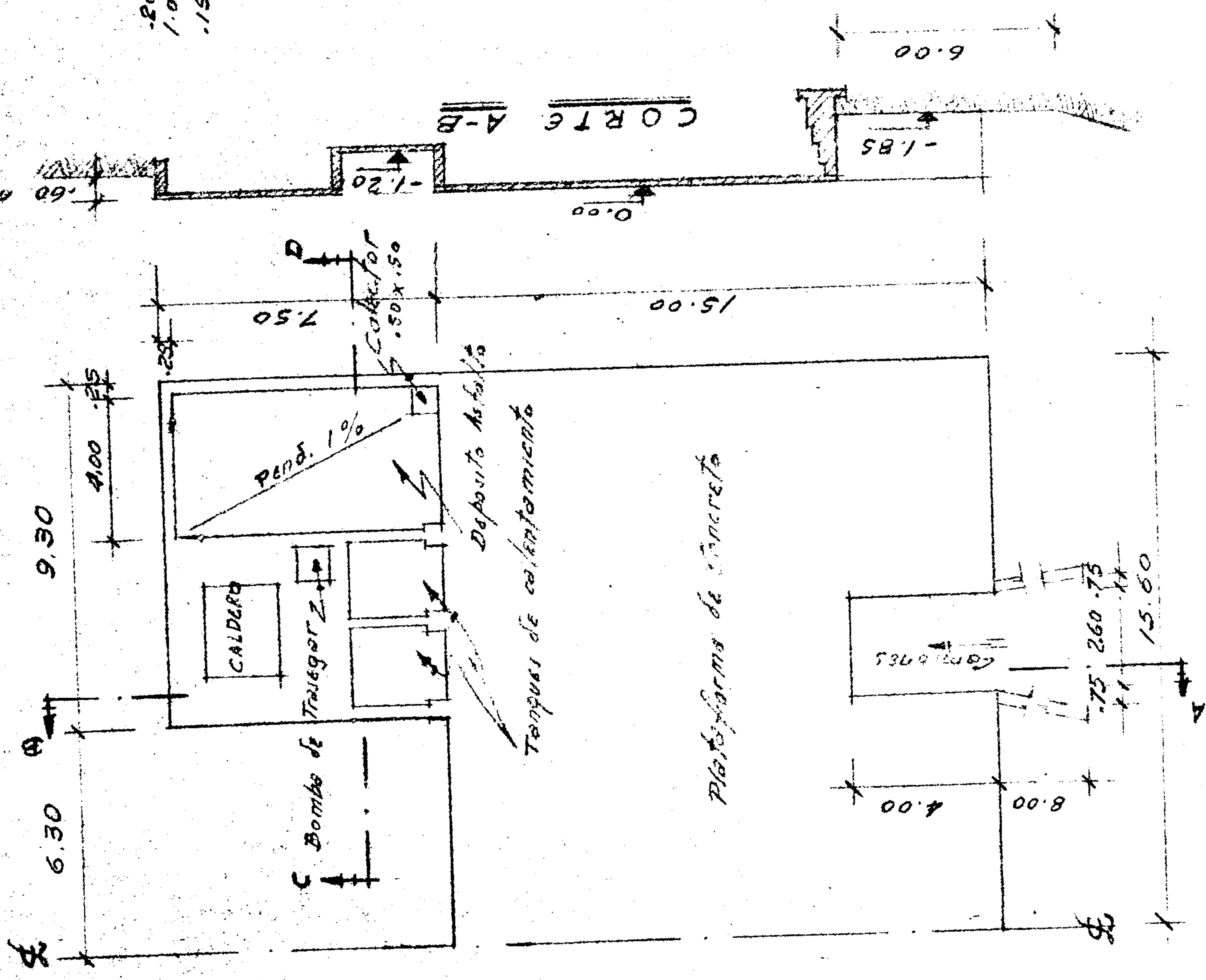
Planta de Mezcla Cedar Rapids

que el primero puede ser mezclado aún con simples concretas si se tiene el debido cuidado en su ejecución.-

Siendo este sistema de asfaltado el que se sigue en la construcción de la Nueva Carretera Panamericana, será el que se desarrolle detenidamente en el proceso de exposición del presente tema, haciendo el estudio desde cuatro puntos de vista: Plantas de Asfalto e Instalaciones, Labores preliminares, Ejecución del trabajo y Conservación de la superficie asfáltica.-

a).-Plantas de Asfalto e Instalaciones.-

En el proceso de la ejecución del asfaltado con mezcla en frío, la experiencia tanto técnica como económica aconseja que cada 25 Kmt. de distancia más o menos se instale un centro de producción de Mezcla denominado Planta de Asfalto y que deberá constar con tanques de almacenamiento de líquido, tanques de trabajo dentro de los cuales tendrá acción el sistema de calefacción por caldero, una plataforma preferiblemente de concreto que será construida de acuerdo a las máquinas mezcladoras a usarse, libre acceso tanto para las unidades de transporte de la mezcla como para aquellas que acarrearán los inertes necesarios y por supuesto un gran espacio libre para la acumulación de éstos, de preferencia debe ubicarse la planta lo más cerca posible a los centros de extracción y zarandeo de los materiales pétreos lo que traerá una menor distancia de acarreo con la consiguiente economía y disminución de costos de obra.-Debe de considerarse la orientación de la planta para que el viento ayude a limpiar los materiales.-



PLANTA DE ASFALTO

ESC. 1:200

Debe de tenerse siempre presente al diseñar una planta, que son tres los tipos de asfalto que en élla van a ser acumulados: RC-2 para la ejecución de la mezcla, RC-1 para la ejecución del sello y MC-0 que se empleará en la imprimación, por lo que los distintos tanques deben de estar convenientemente separados para evitar cualquier error involuntario del personal obrero que no tiene ninguna preparación y no hace mayor diferencia entre ellos.-

Como para la construcción de una Planta para una máquina determinada sólo se podría dar como diseño los planos mismos de esta máquina, el examinando tomará como ejemplo de planta de asfalto, aquella en que la mezcla se va a hacer a base de concreteeras o mezcladoras de asfalto portátiles pequeñas.- En el plano adjunto pueden apreciarse todas las dimensiones características de una planta de producción simple y un pequeño croquis de cómo se construiría con las mismas dimensiones una similar pero doble.- Debe de tenerse en cuenta que por ningún motivo se pretenderá usar un sólo caldero para abastecer de calor los dos pozos de trabajo, pues el sistema de calefacción se calcula de acuerdo a un volumen determinado por calentar y a base de él se deduce la capacidad del caldero.- Como ya se indicó, para el caso de asfaltados en caliente, el sistema de mezclados requiere máquinas especiales que son mucho más voluminosas por tener aditamentos especiales como elevador de agregados finos y secador de inertes.

b).- Labores Preliminares.-

Antes de iniciar cualquier obra de asfaltado ya sea en frío o en caliente, como el caso en estudio, o ya sea para tratamientos

superficiales, el problema fundamental que hay que resolver es el de los materiales inertes a usarse en la ejecución de la obra.-

Para ello el primer paso es la determinación de las canteras que contengan los materiales con la granulometría necesaria, la cual será detenidamente estudiada por el Laboratorio de Campo, el cual indicará los lugares exactos de que será extraído cada uno de los elementos inertes de la mezcla asfáltica, indicando por supuesto las proporciones a usarse.-

Pero como antes de iniciar la obra es muy difícil haber ya determinado las proporciones de mezclado, es norma general considerar para efectos del presupuesto que el 90% de la mezcla asfáltica en volumen será absorbido por la piedra y el 60% por la arena, de modo tal que 1 1/2 veces el volumen de la mezcla será la cantidad total de inertes a usarse; este dato, la ubicación de la Planta Central de Mezclado y las canteras por explotar determinarán los datos fundamentales para la elaboración de presupuesto de obra.-

Conocido ya el volumen total de cada elemento que ha de ser usado en el tramo de influencia de una Planta Central, debe de calcularse el tiempo que ha de emplearse, para de acuerdo con las condiciones especiales de la zona, poder acumular dichos volúmenes con la anticipación necesaria para no verse obligado a detener las labores de asfaltado por falta de materiales.-

Es recomendable, que la Planta Central quede a menos de 4 Km. de distancia de la cantera explotada para facilidad de la alimentación de inertes y desde el punto de vista económico, ya que según costumbre el mínimo que se paga por transporte de materiales es de 4 Km. y todo acarreo a menor distancia es ganancia segura.-

Esta cantera evidentemente puede ser explotada mecánicamente o a mano.- El primer aspecto ya ha sido tratado en la exposición de las máquinas zarandeadoras, el segundo sistema es el de proveer a personal obrero de zarandas portátiles hechas de malla de acero templada sobre un marco de madera, que se colocarán ligeramente inclinadas y se echará sobre ellas el material bruto, con lampa, evidentemente sólo parte de este material pasará por la malla, quedando retenido aquel que es mayor de la abertura de ella; este material que ha pasado una malla digamos de 1" será nuevamente zarandeado en una malla de 3/8" siguiendo el mismo sistema, de modo tal que queda separada la arena que pasa por la malla de 3/8" de la piedra comprendida entre esta malla y la de 1". Con este sistema se puede evidentemente separar cualquier dimensión de material con sólo usar las mallas adecuadas.-

Es recomendable para los efectos del control, que este trabajo se subcontrate "extraído, zarandeado y cargado" al camión que debe de transportarlo a la planta.-

En la Planta Central de Mezclado, al recibir el material zarandeado a usarse en la mezcla, se debe de tratar por supuesto que éste quede en montones lo más altos posibles para disminuir la distancia de alimentación en el momento de efectuar la mezcla, por lo que es recomendable hacer en la parte posterior de cada planta dos montones de piedra y en medio de ellos uno de arena, pero ubicados de tal modo que queden completamente independientes uno de otro.- Para conseguir esto se suele usar una Faja Transportadora para apilar o lo que es más común un pequeño tractor con topadora.-

Otro punto que debe ser debidamente estudiado es la provisión de asfalto líquido a los tanques de almacenamiento, factor que es el que más influye en el avance de las labores de asfaltado, pues si bien los inertes pueden ser acumulados casi a partir de la iniciación de la obra, la capacidad de los tanques de almacenamiento es limitada y no se puede sobrepasar, por lo que el ritmo de llegada de los tanques de transporte debe de ser precisado de antemano de acuerdo con el equipo de mezclado y extendido a emplearse en la obra.-

Así por ejemplo, si nuestro equipo de mezclado, transporte y extendido debe dar un rendimiento de 500 m.l. diarios de pista asfaltada de 6.60 m. de ancho, es evidente que nuestro avance diario será de $500 \times 6.60 = 3,300$ m². diarios, y suponiendo un promedio de 1.50 gln/m². en mezcla de 5.00 cm. de espesor el total de galones diarios que se necesitarían sería de $3,300 \times 1.50 = 4,950$ glns. diarios, o lo que es lo mismo, nuestra provisión deberá tener un ritmo de dos tanques de 2,500 glns. de capacidad por día útil de trabajo.-

Debe de tenerse en cuenta que el estudio de la provisión de asfalto no sólo corresponde al que se ha de emplear en la mezcla RC-2 en este caso, sino también al MC-0 para la imprimación de los afirmados y al RC-1 que se ha de emplear en las labores de sellado.-

c).- Ejecución del Trabajo.-

La primera labor de asfaltado de asfaltado propiamente dicha en una autopista, es el riego con asfalto líquido MC-0 a 60°C que se efectúa cuando el afirmado ha sido debidamente acabado, y

el laboratorio ha indicado que se ha conseguido densidades mayores de 95% y humedades menores de 3%, momento en que se procede al barrido de la superficie afirmada y luego al regado en sí, el que se hace en una proporción de 1.00 a 1.50 lt/m². debiendo ser absorbido en un tiempo variable de 24 a 48 horas según los climas y sobre todo según la densidad y la cantidad de arcilla contenida en el afirmado.- Debe de tenerse en cuenta, que todo exceso de asfalto de la imprimación debe de ser eliminado por barrido o con arena si es superficial antes de proceder al extendido de la mezcla asfáltica, ya que este exceso de material bituminoso sería absorbido por la mezcla, la cual quedaría en esta zona con mayor proporción de asfalto que el resto de la superficie y el resultado de esto sería una exudación en la superficie ya acabada bajando la estabilidad.-

Viene luego la etapa de la ejecución de la carpeta asfáltica propiamente dicha, en la cual lo fundamental es la mezcla misma y sus proporciones de mezclado que deberán ser constantes en todos los grupos de mezcladoras o las plantas que la produzcan.-

Para ello se tiene el informe del Laboratorio de Suelos que ha estudiado los materiales a usarse, el que debe indicar las cantidades a emplearse tanto en peso como en volumen, debiéndose en obra transformar estos datos en carretillas, si es que la unidad de mezclado no tiene balanzas automáticas.-

Para explicación más clara del proceso a seguir, vamos a suponer un ejemplo en el que el Laboratorio ha indicado que deben de emplearse:

Piedra: 50% en volumen, de la piedra que pase por la malla de 1" y quede retenida por la malla de 3/16"

Arena: 50% en volumen.

Asfalto: 5.50% en peso.-

Como dato adicional supongamos que la mezcla se va a ejecutar en una mezcladora de 16 piés cúbicos de capacidad.

Lo primero que debe de hacerse es determinar la cantidad de asfalto en volumen, para ello, se toma primero una carretilla vacía y se pesa en una balanza, repitiendo la operación varias veces con la carretilla cargada con dos piés cúbicos que es su capacidad, descontando por supuesto el peso muerto de la carretilla, se tendrá un peso promedio de una carretillada de piedra. Se repite la operación con la arena. Determinados estos pesos, que digamos serían de:

Piedra: 74 Kgs.

Arena : 100 Kgs.

Como la capacidad de la mezcladora sería de ocho carretillas, el peso total de una tanda de mezcla sería:

Piedra : $4 \times 74 = 296$ Kgs.

Arena : $4 \times 100 = 400$ Kgs.

Total : 696 Kgs.

Asfalto : 5.50% de 696 Kgs. = 38 Kgs. Por tanda.

Para determinar las medidas de capacidad en que se va a manipular el asfalto, se puede seguir un procedimiento similar al de los inertes, o sea, que en una balanza se marcará la mitad del peso, ya que no se podrá trabajar con tanto volumen en una sólo vez, agregándosele en el fiel el peso muerto del recipiente,

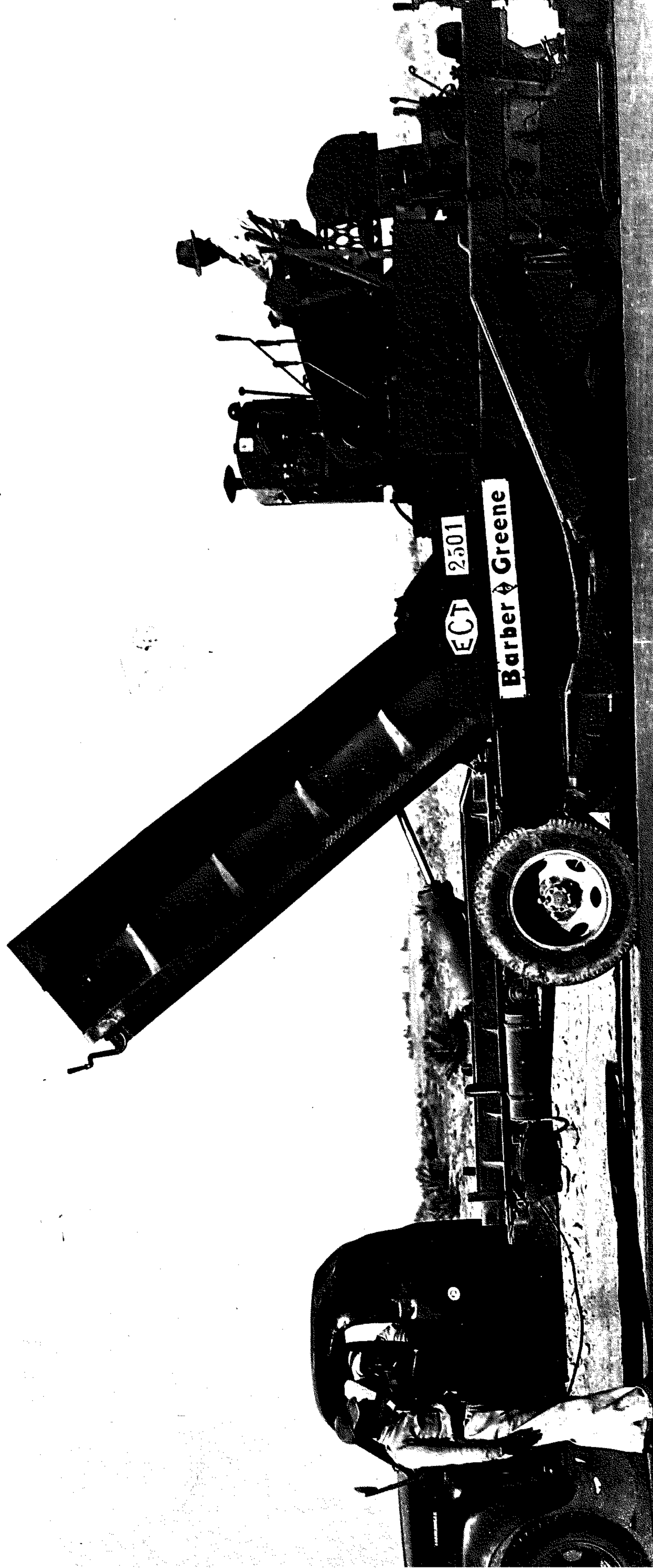
luego se va llenando dicho recipiente de asfalto líquido a "temperatura de trabajo" (60° C. más o menos) y cuando la balanza esté en equilibrio se tendrá la cantidad necesaria para la ejecución de la mezcla, conseguido este equilibrio, se marca debidamente el recipiente.- Si se tienen medidas de capacidad ya graduadas de antemano, bastará con transformar el porcentaje de asfalto en kilos a litros o a galones, así por ejemplo los 38 Kgs. de asfalto darán (densidad 0.9) un volumen de 34.20 lts. o lo que es lo mismo 9.12 galones.

Debe de tenerse siempre presente, que las cantidades fijadas por el Laboratorio no son exageradamente rígidas, pues son calculadas a base de muestras que no reflejan las constantes variaciones que pueden presentarse en la explotación de una cantera, por lo que si bien el informe dado por el Laboratorio es la base del diseño de la mezcla, ésta deberá ser ligeramente variada, de acuerdo a los resultados que se observen en el campo y a la experiencia del ingeniero a cargo de la obra.-

En lo referente al transporte no existe mayor dificultad que el sincronizar debidamente la flota a usarse para no tener unidades de más que obstaculicen en la planta el desplazamiento de las demás ni unidades de menos que hagan esperar a las mezcladoras, pues un exceso en el batido de la mezcla hace que la arena absorva todo el asfalto y se formen grumos perdiéndose toda la tanda.-

En la ejecución de las labores de extendido de mezcla, se suelen seguir tres sistemas completamente diferentes según la

capacidad económica del contratista que las ejecuta, pero siempre sobre superficies barridas.- El primero, el de menor inversión y también el más antiguo, es el de esparcir la mezcla asfáltica a mano. Este sistema consiste en colocar en un borde y al centro de la zona por asfaltar, reglas de madera o metálicas que tengan una altura que exceda en 20% la de la superficie compactada, y sobre éstas se desplazará una maestra o zercha movida a mano a la que se le dará un desplazamiento lateral de vaivén al mismo tiempo que se desplaza longitudinalmente, debiéndose ayudar en el extendido acomodando el material con lampas primero y con rastrillos después.- Para la ejecución de la segunda mitad de la calzada, si bien la parte exterior no presenta problema por la facilidad de colocar la regla, en la parte interior se suelen seguir varios sistemas, uno de ellos es el de no rodillar unos veinte o treinta centímetros a partir del centro en la parte ya extendida de modo de tener una plantilla que sirva de maestra, otro sistema es el de rodillar toda la superficie extendida y luego colocar en el borde central una platina ancha que tenga un espesor igual al asentamiento por compactación, también se suele asfaltar toda la calzada por medio de pequeños avances alternados, lo que permite usar la misma regla central que será retirada cuando la mezcla está todavía fresca lo que permite rellenar el espacio que ella deja sin que se note mayormente. El defecto de este último sistema está en que el personal ha de caminar sobre mezcla recién tendida y que aún no ha sido rodillada, lo que obliga a constantes trabajos de refine durante la ejecución de la obra.-



Esparcidora de Mezcla de Concreto "BARBER-GREENE"

Los otros dos sistemas de ejecutar las labores de extendido es el emplear esparcadoras simples o mecánicas, cuyo empleo ya ha sido descrito en el capítulo correspondiente a Equipo Mecánico.

En el empleo de las esparcadoras debe de tenerse presente, que todas las deformaciones que existan en el firme serán reflejadas en menor grado si se permite que las ruedas o las orugas de las máquinas rueden sobre ellas.- Como en una superficie acabada en una carretera de primer orden no suelen presentarse deformaciones debidas a mala nivelación, las únicas fallas que en realidad hay que vigilar son las debidas a falta de compactación que suelen reflejarse casi inmediatamente en una superficie imprimada que ha sido entregada al tránsito así como los excesos de asfalto líquido en la imprimación, es decir, el líquido que después de cuarentiocho horas no ha sido absorbido dejando pequeños charcos que deberán ser eliminados por medio de un barrido fuerte echándole luego arena encima.- Toda falla que presente en la superficie imprimada que deje huecos, deberá eliminarse rellenando éstos con mezcla asfáltica fina.-

Debe de tenerse en cuenta especialmente en el trabajo con esparcadoras automáticas, que la velocidad de la máquina puede ser aumentada en los días cálidos en que la mezcla se mantiene largo tiempo trabajable con el consiguiente avance, y sobre todo que por ningún motivo la unidad de transporte de mezcla asfáltica de

la planta a la esparcidora, debe de golpear ésta en el momento de descargar, pues como ya se indicó en la exposición de este tipo de máquinas, la sacudida que el impacto va a producir en la esparcidora, puede determinar una pequeña ondulación en la superficie extendida que será sumamente difícil de eliminar con el rodillado.-

El rodillado es en realidad la verdadera técnica del asfaltado, pues es el que va a uniformizar toda la superficie y sobre todo a mantener el bombeo y los peraltes y especialmente a disimular las juntas de construcción.-

Debe siempre iniciarse por los bordes exteriores con un rodillo tipo Tandem cuyo peso será variable de acuerdo al asfaltado mismo y su desplazamiento debe de ser siempre en tal forma, que se vaya acercando al centro de la vía de medio tambor en medio tambor, siendo recomendable que se deje una faja de veinte o treinta centímetros sin rodillar en el centro, siempre que la otra mitad de la vía vaya a ser asfaltada del mismo día; este reborde sirve de guía para las alturas de la segunda parte en que el sistema de rodillado será semejante, siendo siempre la faja central la última en ser compactada.-

Este procedimiento no es recomendable para asfaltado en zonas frías en que la fragma se efectúa con mayor rapidez.-

En las curvas, debe de tenerse siempre la precaución de rodillar de la parte interior hacia el exterior de ella de modo que se mantenga el peralte sin variación, siendo en todo momento preferible que la jornada de trabajo se reduzca a sólo la curva de P.C. a P.T. para no mezclar su rodillado con el de la tangente

que es en dos sentidos que convergen en el centro mientras que en élla lo es de borde a borde en un sólo sentido.-

En lo referente a las juntas transversales de construcción, es recomendable que al terminar su labor la unidad de esparcido, se coloque una regla que tenga la altura de la carpeta asfáltica compactada a unos cincuenta centímetros del borde en el que el rodillo hará un chaflán o rampa en el proceso del rodillado, de modo que al día siguiente al reiniciar las labores, al remover el material excedente de la rampa y la regla misma, ésta deja una arista viva perfectamente recta, en la que es sumamente fácil hacer el empalme des asfaltado con el ya rodillado del día anterior.-

Debe de tenerse en cuenta que, el que la mezcla sea buena o mala depende en gran parte de los materiales y de los análisis de Laboratorio que debe ser diarios, pero la categoría de un asfaltado con mezcla en frío y por lo tanto la del Ingeniero a cargo de la obra se mide por los siguientes factores:

- 1°) Ausencia de exudaciones o excesos de asfalto que manchen la superficie, pues lo contrario indicaría falta de cuidado con la imprimación, o falta de cuidado con la ejecución de la mezcla que sería más grave, o también deficiencia de las máquinas mezcladoras.-
- 2°) Ausencia de baches a distancias constantes, que indicarían en caso de presentarse falta de cuidado en la ejecución de las juntas de construcción.-
- 3°) El bombeo perfectamente definido, sin ondulaciones en la superficie ni menos con una pequeña depresión longitudinal en el centro que denotaría falta de cuidado o de conocimiento en el rodillado incluyendo en la palabra bombeo los peraltes que deben de tener las curvas, los que bien compactados deberán presentarse nítidos y definidos.-

d).- Conservación de la superficie asfáltica.-

Las labores de conservación de una superficie asfáltica se inicia en el mismo momento en que ésta es entregada al tránsito de los vehículos, debiendo el ingeniero a cargo de la conservación revisarla constantemente para poner el remedio apenas aparezca el mal y evitar que éste se haga general aunque sea en una zona reducida.-

La primera labor de conservación, viene a ser el sellado de la calzada, que se efectúa no antes de un plazo recomendable de seis meses de entregada la obra, plazo que puede ser alargado hasta uno o dos años de acuerdo con el tránsito a que esté sometida la vía y al comportamiento de la superficie rodada.-

Para ejecutar este sello, se coloca a lo largo de la pista y sobre la berma pequeños montones con la cantidad de arena determinada por el Laboratorio, procedimiento que se eliminará si se va a usar en el sellado esparcidoras simples de enganche al automotor y especiales para el extendido de inertes, o en su defecto se proceda a regular la abertura de las compuertas de los volquetes de modo que distribuya una capa uniforme al desplazarse en retromarcha.

Habiendo determinado la forma de extender la arena ya sea a mano o mecánicamente, se hace un riego de asfalto líquido R-C1 caliente en cantidad y temperatura indicada por el Laboratorio de Campo (de 1.00 a 1.50 lt/m² a 60° C) el que será cubierto por el material inerte con una capa uniforme y luego compactado con un rodillo liviano para ser posteriormente barrido y entregado al

tránsito, este proceso le da evidentemente una nueva vida a la superficie de rodadura y además cierra completamente la superficie que seguramente ya ha sido desgastada.-

Otro aspecto de la conservación de carreteras asfaltadas es el parchado de los huecos que en ella pueden presentarse. Este parchado, aunque en nuestro medio aún queda cierto sector de ingenieros que insiste en no darle la importancia debida es en sí una verdadera técnica, ya que en la ejecución del parche debe de tenerse presente que los ángulos oblicuos en su forma ayudan al desplazamiento de la mezcla por impacto de los neumáticos, además, debe de evitarse que una llanta pase bruscamente de la superficie vieja de la vía a la nueva del parche, pues deformará éste, y esto sucederá siempre que un lado de la figura del parche quede perpendicular al eje de la pista, es por esto recomendable en el trazado de éstos el hacerlos de preferencia rectangulares y dispuestos de tal forma que todos sus lados queden inclinados con respecto a los ejes longitudinal y transversal de la vía.-

Además al cortar la pista vieja para efectuar su parchado, debe procederse a trazar la refacción con regla y luego cortarla dejando aristas vivas y el hueco completamente limpio para lo que deberá ser barrido e imprimado antes de llenarlo con mezcla asfáltica la que deberá ser rodillada con una unidad portátil de compactación.-

Si al abrir la superficie asfáltica que ha fallado se en-

cuentra que ha sido comprometida la base, se procederá a reparar ésta siguiendo el mismo sistema pero usando materiales apropiados para afirmado y compactándolos debidamente con pisones de mano.-

Cuando una pista ya ha sido muy rodada, suele agrietarse en tramos más o menos grandes y en forma muy especial suele malograrse el borde exterior de la carpeta pues al desplazarse o desaparecer la protección de la berma la acción de las llantas va desmenuzando los bordes llegando a veces a presentar verdaderas lagunas sin asfalto. Para poner remedio a esto es preferible el hacer pequeños ensanches en la zona afectada colocando una regla paralelamente a la pista y rellenando el vacío con mezcla asfáltica, si la falla es sólo local o no se quiere hacer un ensanche por no ser necesario, la regla se colocará en el lugar en que estaba el borde del asfaltado originalmente reconstruyendo de este modo la calzada antigua.- Es recomendable el reconstruir la berma en estos tramos para la defensa del borde del parche.-

Para el caso de agrietamiento o en su defecto cuando la superficie ya ha sido parchada tantas veces que parece un mosaico, lo más prudente es escarificar a profundidad mayor que el bache más profundo toda la superficie agregándole luego grava o arena gruesa en una proporción de 40 a 60 lts/m² que será mezclada y extendida con los restos del asfaltado antiguo perfilándola con motoniveladora y rodillándola con una unidad liviana de conservación. Se le riega luego con asfalto líquido M-CO en proporción de 1.00 a 2.00 lt/m² y se le deja penetrar como si fuera un tratamiento superficial de penetración directa y luego al día siguiente se

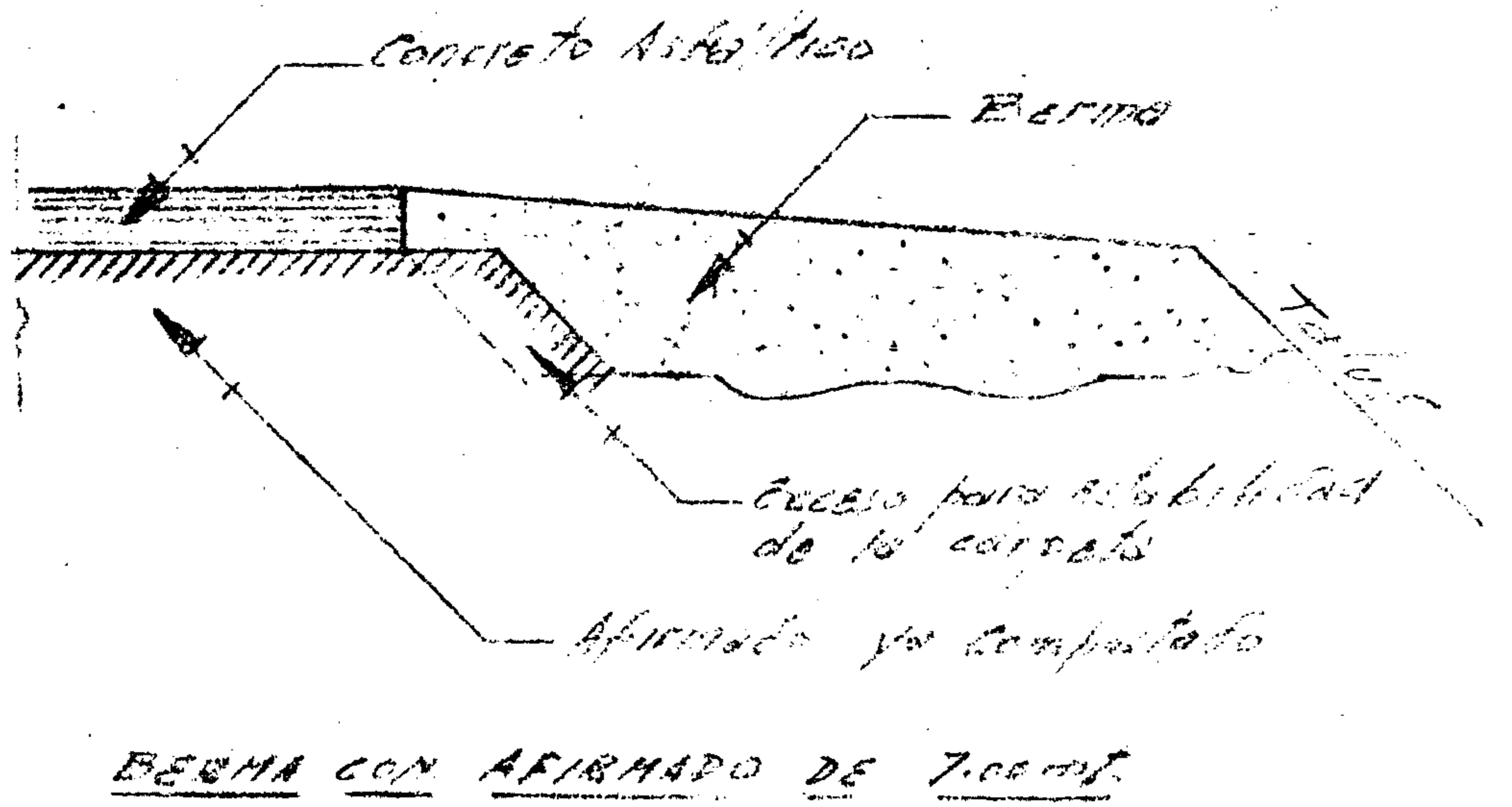
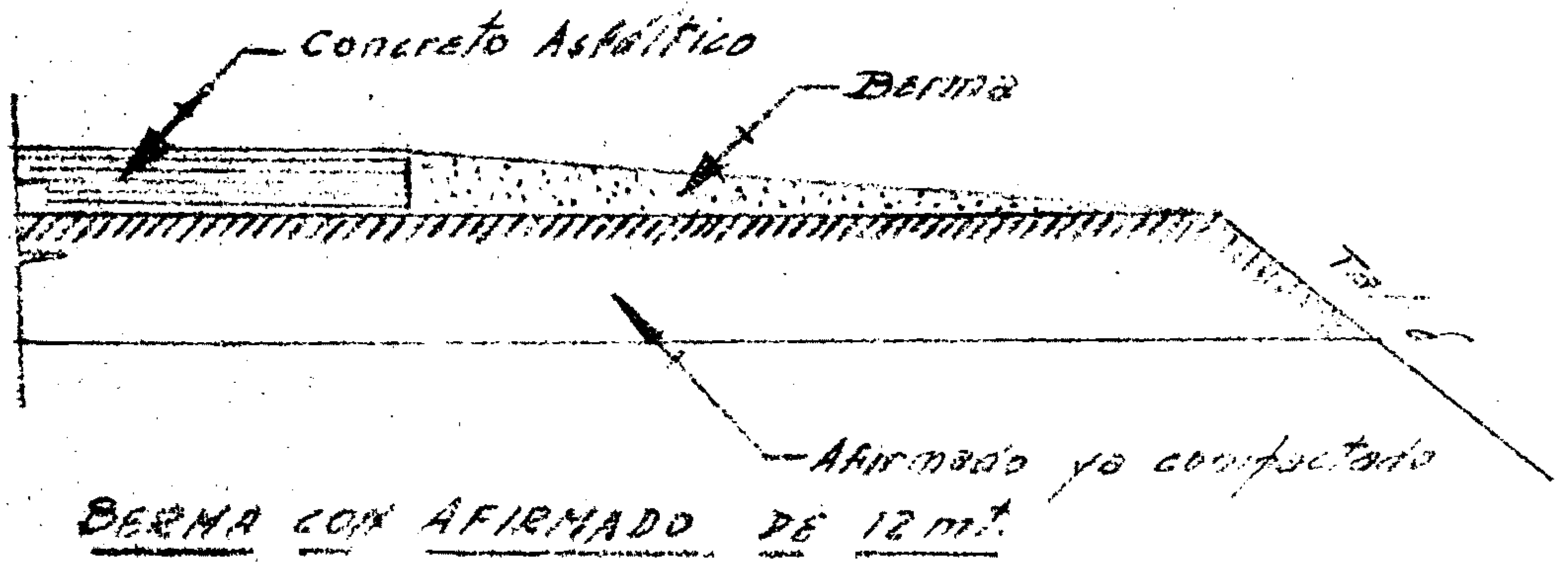
le aplica un sello hecho a base de asfalto líquido RC-2.

CAPITULO VII.-

BERMAS.- GENERALIDADES.- Las bermas vienen a ser las fajas laterales de material de graduación similar con un mayor por ciento de arcilla al de la Base y que tienen como fin aparte de proteger los bordes exteriores de la Carpeta Asfáltica contra la acción del tránsito de vehículos, el permitir el estacionamiento de éstos evitando la posibilidad de accidentes por obstrucción de la vía, especialmente si ésta por sus características permite el desarrollo de grandes velocidades como lo es la Carretera Panamericana en la costa peruana.

La ejecución de las bermas se inicia cuando la Carpeta Asfáltica está ya debidamente fraguada y si es posible entregada por algún tiempo al tránsito, de modo que su superficie esté completamente cerrada y no sufra deformación alguna por el desplazamiento de los automotores que transportan el material de las canteras, los cuales es prudente que sean esparcidos sólo en un principio por medios mecánicos como lo es una conformadora, debiendo ser extendidos los bordes exteriores a mano para evitar pérdida innecesaria de materiales que rodarían por el talud sin poderlos recobrar.

Como el material que primero se extiende es el Hormigón a no ser que se tenga una cantera ideal que ya dé materiales graduados y con ligante, éste deberá ser extendido con posterioridad a mano, presentándose el problema del mezclado el que se soluciona con



un arado de discos que se irá trabando progresivamente conforme se avanza el mezclado.-

Luego se colocarán masstras cada veinte a diez metros que marquen el nivel a todo el ancho de la berma y se procede al perfilado con moto-niveladora.- El proceso de riego y compactación es el mismo que para la ejecución de los afirmados, considerando por supuesto que en la ejecución de las Bermas sólo se usará un rodillo neumático y un rodillo liviano si es posible portátil.-

La Bermas estarán sometidas a los mismos controles de Laboratorio que la Base y la Sub-base.-

Es prudente indicar que la conservación de las Bermas debe de vigilarse tanto como la del asfalto, con el agravante que más rápido se malogran éstas que aquél, y que la falta de bermas trae como consecuencia la destrucción de los bordes exteriores de la carpeta.-

CAPITULO VIII.-

SEÑALIZACION.- Generalidades.- Es evidente que en esta rama de la ingeniería caminera, no pueden haber técnicas especiales ni personales de los profesionales dedicados a la construcción o conservación de autopistas, es por esto que el examinando, sólo se limitará a transcribir las Generalidades del Manual de Señales de Tránsito en actual elaboración en el Departamento de Conservación de la Dirección de Caminos del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, el que será publicado en breve.-

MANUAL DE SEÑALES DE TRANSITO

C A P I T U L O I

G E N E R A L I D A D E S

1.- Función de la señal de tránsito.- "El medio más sencillo y más común para controlar la operación de los vehículos en un camino, es la señal de Tránsito. Se les debe de usar solamente cuando sean necesarias, pero su uso es imprescindible cuando la seguridad del tránsito lo requiera o cuando se han adoptado reglamentos especiales, tales como la de "Velocidad máxima....Kms., o "Desvío a....m", etc.

Su objeto, en general, es informar al conductor del vehículo acerca de las circunstancias que gobiernan el camino tales como rutas, direcciones, puntos de interés turístico, etc.

2.- Autoridad encargada.- "Es esencial que las señales de tránsito sean colocadas por la entidad gubernamental competente, única manera de que puedan ser respetadas y sancionadas sus infractores. Es por esto, que de acuerdo a los artículos 37 y 38 del Reglamento General de Tránsito, la Dirección de Caminos del Ministerio de Fomento, es la única entidad llamada a diseñar y colocar las señales de tránsito en las carreteras de la República, no pudiendo ninguna otra autoridad colocar dichas señales sin estar autorizada por la citada Dirección.

3.- Clasificación de las señales.- "Las señales camineras se clasifican en los tres tipos siguientes:

1.- Señales restrictivas

2.- Señales preventivas

MANUAL DE SEÑALES DE TRANSITO

C A P I T U L O I

G E N E R A L I D A D E S

1.- Función de la señal de tránsito.- "El medio más sencillo y más común para controlar la operación de los vehículos en un camino, es la señal de Tránsito. Se les debe de usar solamente cuando sean necesarias, pero su uso es imprescindible cuando la seguridad del tránsito lo requiera o cuando se han adoptado reglamentaciones especiales, tales como la de "Velocidad máxima....Kms., o "Desvío a....m", etc.

Su objeto, en general, es informar al conductor del vehículo acerca de las circunstancias que gobiernan el camino tales como rutas, direcciones, puntos de interés turístico, etc.

2.- Autoridad encargada.- "Es esencial que las señales de tránsito sean colocadas por la entidad gubernamental competente, única manera de que puedan ser respetadas y sancionadas sus infractores. Es por esto, que de acuerdo a los artículos 37 y 38 del Reglamento General de Tránsito, la Dirección de Caminos del Ministerio de Fomento, es la única entidad llamada a diseñar y colocar las señales de tránsito en las carreteras de la República, no pudiendo ninguna otra autoridad colocar dichas señales sin estar autorizada por la citada Dirección.

3.- Clasificación de las señales.- "Las señales camineras se clasifican en los tres tipos siguientes:

1.- Señales restrictivas

2.- Señales preventivas

4.- Norma de diseño.- "En la época actual en que las velocidades de los vehículos han sido enormemente incrementadas, es preciso que las señales de tránsito sean reconocidas y comprendidas en forma inmediata!"

"Por ello es indispensable que su diseño sea lo más sencillo posible y que la misma señal sea siempre usada en el mismo caso, si a esto se agrega la uniformidad en su ubicación, los conductores de los vehículos se acostumbrarán a interpretarlas rápida y eficazmente. Es por esto, que todas las señales de las carreteras del Perú, deben de estar de acuerdo a las Normas y Especificaciones dadas en este Manual para los casos especiales que no estén contemplados, se podrá alterar ya sea el ancho o la altura de las letras, así como el espaciamiento entre ellas, siempre y cuando el diseño corresponda a las formas y colores que se prescriben."

5.- Formas de las señales.- "El significado de la forma exterior de la señal ha sido prescrito como sigue:

Forma Octagonal.- "Se le utiliza exclusivamente para la señal de "ALTO" que requiere la detención del vehículo en el punto donde dicha señal ha sido colocada".

Forma Circular.- "Se le usa únicamente para la indicación del cruce a nivel con una línea férrea".

Forma Romboidal.- "Se le emplea para aquellas señales preventivas que indiquen un peligro en la vía o zonas adyacentes a ellas"

Forma Rectangular.- "Las señales restrictivas y las de dirección (exceptuando la señal de "ALTO") serán de forma rectangular. Las

directivas tendrán su mayor dimensión en el sentido horizontal mientras que las restrictivas la tendrán en el sentido vertical." Formas Especiales.-"Han sido reservadas para determinados casos. Por ejemplo. Los indicadores de ruta han sido diseñados con la forma del Escudo Nacional. Cuando sea necesario usar formas especiales, éstas tendrán que ser aprobadas por la Dirección de Caminos".

6.- Colores.-"Las señales restrictivas, exceptuándose la señal de "ALTO", será de color blanco con letras y mardo negros".

"Las señales preventivas (incluyendo la señal restrictiva de "ALTO") serán de color "Amarillo caminero" con letras y marcos negros.

"El color denominado "amarillo caminero" (highway yellow) ha sido establecido para ser usado en las señales y marcas en los pavimentos de las carreteras.

"Las señales de direcciónj serán de color blanco con letras y marco negros".

7.-Dimensiones.-"Las dimensiones de las señales de tránsito mostradas en este Manual, son las mínimas recomendadas. El incremento de éllas es permisible y deseable siempre y cuando investigaciones y estudios efectuados en el campo demuestren la necesidad de ello!"

"En la determinación de la necesidad de establecer una señal de dimesiones mayores que las prescritas, debe tenerse en cuenta factores tales como la velocidad de los vehículos , el grado de peligro (limitaciones, visibilidad, complejidad en las intersecciones) y la ubicación de las señales ya establecidas".

8.- Letras .-"El diseño de las letras ha sido adoptado de acuerdo al tipo aprobado por el Comité sobre Uniformidad de Señales y Controles de Tránsito de los EE.UU. (Joint Committee on Uniform traffic Control Devices)".

"Para el diseño de las letras se seguirá las indicaciones dadas en el Apéndice pág....."

9.- Marco .-"Las señales de tránsito deben tener un marco del mismo color que las letras. Para la señal más común, que es la de 0.60m. x 0.60m., se usará un marco de 2cm. de ancho distanciando 1 cm. del borde, aumentándose proporcionalmente estas dimensiones a medida que la señal es de mayor tamaño"

10.- Ubicación .-"Las señales de tránsito, como regla general, deberá colocarse a la derecha en el sentido del tránsito, formando ángulo recto con el eje del camino. Cuando las señales tengan elementos reflectorizantes, se colocarán ligeramente inclinadas con respecto a la normal del eje, con el fin de que los faros de los vehículos las iluminen normalmente."

11.- Distancia lateral .-"La distancia del eje vertical de la señal al borde de la carretera no deberá ser menor de 1.80 m., ni mayor de 3.00 m., salvo casos excepcionales (Fig. I-1)".

12.- Altura .-"La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura del camino será de 0.75m.; en el caso de que hubiera que colocar varias señales sobre el mismo soporte, esa altura puede reducirse hasta 0.60 m.(Fig. I-1)".

13.- Uso .-"Como se ha expuesto en el acápite "Norma de Diseño" (Pág. 3), es muy importante que cada señal sea utilizada siempre

con el mismo objeto y en las mismas condiciones. Cuando se coloquen señales para indicar condiciones especiales de tránsito, como por ejemplo "Camino en construcción" o "Desvío", éllas deberán ser retiradas en cuanto esas condiciones dejen de existir".

"Se recomienda en general, que las señales se usen sólo cuando sean necesarias para evitar que el excesivo número de éllas las haga ineficaces".

14.- Proximidad.- "En general, dos señales que tengan diferentes indicaciones, no deberán colocarse a distancia menor de treinta metros una de otra, siempre que esto sea posible".

- - - - -

CAPITULO IX.-

ESTUDIO DE LOS SUELOS.- El estudio de los suelos que han de emplearse en la ejecución de una autopista no se inicia con la construcción en sí, sino que debe de efectuarse simultáneamente con los estudios de trazo, siendo en todo momento un factor importante en la determinación del mismo, debiéndose hacer, al tiempo que se replantea el eje definitivo, sondajes, para la ejecución de un perfil edafológico que nos permita formarnos una idea bastante aproximada de los terrenos en que van a desarrollar los trabajos de construcción, así como la posible existencia de canteras y la presencia de napas de agua o mantos rososos.-

Es en los planos de trazo definitivo, en que se indicará la ubicación de las canteras explotables y si es posible las zonas de influencia de ellas, debiéndose numerar las canteras, de modo que se puedan enviar al Laboratorio de Suelos, las muestras de los materiales existentes para su análisis.-

El estudio de estas muestras en el Laboratorio, seguirá los siguientes pasos:

a)-Análisis Granulométrico: La muestra que ha sido enviada del campo debidamente numerada y precisada su procedencia rara vez está en condiciones de análisis inmediato, debiendo generalmente dejarla secar sin aplicarle directamente el calor en el caso que esté húmeda o en su defecto puede tener limos u otras materias menores por lo que se hace necesario lavarlas, para lo cual se le cubre completamente de agua y se mantiene en este estado hasta que se diluyan estas materias, lavandó luego la muestra a travez de una malla n°200 y se deja luego secar.-

Luego se procede al Análisis Mecánico en sí, que consiste en cuartear el material de modo de dividir la muestra en porciones lo más iguales posibles, operación que se puede repetir cuantas veces se crea necesario de acuerdo al peso de las muestras que se desee, el cual será para:

Material de arcilla y limo.....	70 gr.
Material Arenoso.....	100 gr.
Material que contiene grava.....	500 gr.

Esta muestra así obtenida se seca en la estufa y se pesa, procediendo luego a pasar el material por el juego de mallas pesan-

do las cantidades retenidas en cada una y determinando su peso en porcentaje del total. Para mayor precisión es recomendable aproximar la pesada hasta 0.1 gramo.

El equipo de Laboratorio a usarse en este análisis será el siguiente:

Malla de 2"
Malla de 1 1/2"
Malla de 1"
Malla de 3/4"
Malla de 1/2"
Malla de 3/8"
Malla de 1/4"
Malla N° 4
Malla N°10
Malla N°40
Malla N°100
Malla N°200
Balanza de precisión
Depósito para Mallas
Cuarteador
Estufa o Cocina

b)-Peso Específico Aparente.- Para determinar el peso específico aparente del material, se deja caer éste por medio de un embudo colocado a una altura de unos 10 o 15 cm. en forma de un chorro delgado y continuo dentro de un recipiente de capacidad conocida el cual se rasa con una regla pero sin apisonarlo ni vibrarlo, luego se determina el promedio de varias pesadas sucesivas de este proceso y dividiendo el peso determinado entre el volumen del depósito se obtiene el peso aparente por metro cúbico.-

El equipo de Laboratorio usado en esta prueba es el siguiente:

Moldes de 1, 1 1/2 y 1/10 de pié cúbico (o el de Proctor
1/30 pié cúbico)
Regla Metálica
Balanza de precisión
Bandeja de Zinc.-

c)-Peso específico Absoluto.- El proceso fundamental de este análisis es el de determinar el peso de una cantidad determinada de material y ver luego el volumen de agua que desaloja.-

El aparato más comúnmente usado en esta prueba es el frasco graduado de Le Chatellier, en el cual para el caso de material fino, se colocará agua hasta la marca de 1 c.c. más o menos y luego se introducirá de 50 a 70 gr. de material arenoso por medio de un embudo para que las partículas de él no se adhieran a las paredes del frasco, para expulsar el aire contenido en la muestra se gira el frasco en posición inclinada y se lee el aumento de volumen que será el de la muestra.-

Para agregado grueso en vez del frasco de Le Chatellier se usará un cilindro de metal, debiéndose secar el material hasta peso constante a 110° C. sumergiéndose luego en agua durante un día. Se seca luego la superficie de cada uno de los elementos y se repite el procedimiento anterior.-Según la A.S.T.M. la cantidad de agregado grueso a ensayar debe de ser de 1000 grs.-

Evidentemente el único equipo de Laboratorio a usarse en este análisis es el vaso graduado de Le Chatellier o su sustituto para agregados gruesos y una balanza de precisión.-

d)-Determinación de las constantes físicas.-

Límite Líquido: Se determina por medio del aparato de Casagrande debiéndose regular éste antes de iniciar la operación de modo que tenga una caída de 1 cm. exacto lo que se hace por me-

dio del mango del calibrador. Se toman luego unos 30 gr. del material que ha pasado por la malla N°40 y se hace una masa con agua destilada con la espátula, se toma luego una cantidad tal que llene más o menos $1/3$ de la tasa del aparato, se hace luego con el acanalador una incisión que divida la masa en dos partes iguales a lo largo del diámetro que es normal al eje de la manija.- Se gira entonces el manubrio a razón de dos vueltas por segundo hasta que las dos mitades de masa se junten en una longitud aproximada de un centímetro anotándose el número de golpes dados.- Con la espátula se sacan unos 10 gr. del material de la parte que se unió, se pone en un pesafiltro, se tapa y se determina la humedad.- Esta operación se hará con dos contenidos de humedad que estén sobre la necesaria para juntarse antes de los 25 golpes y dos que estén entre 25 y 35 anotándose en un papel semilogarítmico la relación humedad-n° de golpes y se unen con rectas los resultados de las pruebas, la humedad contenida correspondiente a la intersección de la curva con la ordenada de los 25 golpes es el límite líquido.-

El equipo de Laboratorio a usarse será :

Aparato de Casagrande
Estufa o cocina
Pesafiltros
Espátula
Acanalador
Gotero
Balanza sensible al 0.1 gr.

Límite Plástico.- Se toman unos 15 gr. del material que pasa por la malla N°40 y se le agrega agua hasta que sea posible amasarlo, luego con la palma de la mano y contra una placa de vidrio

se hacen unas barritas de 3mm. de diámetro las que una vez obtenidas se unen y se vuelven a amasar repitiendo la operación hasta que las barritas en el proceso del amasado y al llegar a esta dimensión se quiebren en varios trozos.- Se ponen estos trozos en el pesafiltros y se determina la humedad.-

El porcentaje de humedad de la muestra referido al peso seco es el Límite Plástico.-

El equipo de Laboratorio necesario para esta prueba será:

Estufa o cocina
Placa de vidrio deslustrado
Pesafiltros
Espátula
Balanza sensibleal 0.1 gr.

Índice de Plasticidad.- Viene a ser la diferencia de los valores del Límite Líquido y el Límite Plástico.-

Humedad equivalente de Campo.- Unos 50 gr. de suelo se colocan en una cápsula y se irán mezclando con cuidado con agua destilada de modo que se vayan mezclando poco a poco cuando la masa empiece a formar "bolas" se alisará con la espátula y se dejará caer luego en un gotero graduado gota a gota el agua sobre esta superficie lisa, hasta que el agua no desaparezca inmediatamente sino que se desparece dándole un aspecto brillante a la parte lisada. En ese momento se toma una muestra se coloca sobre un pesafiltro y se determina la humedad.-

e)- Densidades teóricas de Laboratorio.- Máxima densidad y óptima humedad.- Se pasa por la malla N°4 unos 20 Kg. de suelo a fin de eliminar las partículas mayores y desmenuzar las menores

cuarteándose luego el material en partes de 3 Kg. más o menos y se secan al aire hasta que quede ligeramente humedecida.-

Se mezcla la muestra con agua hasta que después de apretada con la mano se desmenuce al soltarla.- Se pesa el molde y se pone una porción de mezcla húmeda dentro del molde, que sea aproximadamente un tercio de su capacidad, es decir, que se hará el molde completo en tres capas cada una de las cuales recibirá 25 golpes de apisonador repartidos en toda su superficie, desde una altura aproximada de 30 cm.- Se le quita luego el anillo y el exceso de material que ha quedado dentro de él y se procede luego a cortar con un cuchillo o regla de acero hasta enrasarlo con el molde, luego se pesa el molde con material con 1 gr. de aproximación.-

Para determinar la humedad se toman dos muestras en la parte superior y una en la inferior para así tener un promedio del total.-

La muestra compactada se saca del molde se pulveriza y se le agrega aproximadamente 1% más de agua repitiendo luego toda la operación para determinar una nueva humedad, lo cual se hará hasta que la muestra esté muy húmeda y cambie notablemente el peso del suelo compactado.-

La densidad húmeda se obtiene dividiendo el peso neto de la mezcla por el volumen del cilindro y la densidad seca dividiendo la densidad húmeda por uno más la humedad contenida y se expresa como relación.-

Si los valores de las distintas pruebas de compactación son llevados a un diagrama, se tendrá una curva de las den-

sidades teóricas y la ordenada correspondiente al máximo de esta curva indicará cuál será la óptima humedad que determinará la máxima densidad en ese tipo de suelo.-

Conocidas estas características de los materiales existentes en las canteras, se procederá al diseño de las diferentes partes del pavimento en sí, teniéndose en cuenta que si bien estos requisitos y características van a dar firmes y bases hechas con materiales de mayor garantía para su estabilidad bajo condiciones adversas que se puedan producir en cualquier momento, esto no quiere decir que se deba dejar de tener en cuenta materiales que no aprueban todos los análisis indicados y que sin embargo bajo condiciones especiales de lugar pueden comportarse igual o mejor que aquéllos que teóricamente son perfectos.- Este es el caso especial de la costa del Perú en la que hay zonas en que prácticamente no llueve ni se presentan capas de agua subterráneas que puedan afectar a la estabilidad de las obras construídas.-

Es por esto que el estudio de los materiales debe de hacerse simultáneamente con el trazo definitivo y "en el mismo terreno" pues si los diseños y análisis van a ser hechos por personas que no conocen la zona de trabajo ni en referencia, poca es la garantía que podrán ofrecer las indicaciones del Laboratorio al Ingeniero encargado de la construcción.-

Por no ser la presente exposición de diseño sino de construcción, el examinando no profundizará los procesos de los diferentes sistemas empleados para la determinación de las mezclas a usarse en las bases y sub-bases, sino que indicará simplemente los métodos más usados para tales diseños.-

Los procedimientos más usados son :

a)- Mezclas teniendo en cuenta el I.P. que consisten en combinar los materiales de modo que el índice de plasticidad esté entre los límites permitidos, para lo cual es necesario hacer una muestra de la mezcla y probar si el I.P. es el deseado; si el L.L. está también entre los límites permitidos, lo mismo que la graduación de las partículas.-

b)- Mezclas efectuadas a base de combinar los materiales de tal modo que su curva de graduación granulométrica esté dentro de las curvas límites permitidas (Curvas de Fuller, curvas de Weymouth, etc.), y luego analizar una muestra de la mezcla para determinar si su I.P. y su L.L. son correctos.-

c)- Mezclas efectuadas por el simple método de tanteo hasta que se encuentre una satisfactoria, sistema que requiere por supuesto una gran experiencia.-

d)- El método de los vacíos, que por ser de cálculos matemáticos vendría a ser el más exacto de los cuatro, ya que en realidad los tres anteriores son de tanteo aunque en los dos primeros existe alguna pauta determinada a seguir.-

Ahora bien, después de estudiar un material de cualquier cantera, lo más normal en la costa peruana es que por ser los suelos naturales altamente granulares, la curva de graduación se salga de los límites aproximadamente a partir de la malla N°100, es decir, que no sólo tiene poco material granular fino, sino que carece de las proporciones de arcilla necesarias para ser estables, ya que van a ser deficientes de materiales ligantes, por lo tanto hay que

proceder a la dosificación de estos materiales granulares con una cantidad $x\%$ de arcilla que se determina del modo siguiente:

Se calcula el volumen del material de afirmado para una longitud determinada que generalmente es de 20 mt. o sea una estaca, como el material granular tiene un peso aproximado de 1800 Kg/m³ es sumamente fácil determinar su peso y sobre él determinar el porcentaje de arcilla que faltaría para que la graduación de la mezcla sea lo más perfecto posible, como este porcentaje será dado en peso, con sólo conocer que la arcilla tiene un peso de 1200 Kg/m³. es sumamente sencillo determinar el volumen de arcilla que habrá que colocar cada veinte metros de afirmado para que la dosificación sea correcta.-Debe de tenerse en cuenta por supuesto que este cálculo no sirve absolutamente para nada si no tiene especial cuidado de ejecutar debidamente la capa de material de afirmado, procediendo a hacer un mezclado lo más perfecto que sea posible dentro de los elementos que se tenga en obra para tal efecto.-

En lo que respecta a las cantidades de arcilla en afirmados de carreteras, debe de tenerse en cuenta que si bien este elemento es fundamental en calzadas que van a ser dadas al tránsito sin mayor tratamiento superficial, como sucede en carreteras de menor categoría, ya que va a ser el elemento que impida la evaporación del agua indispensable para su estabilidad, en cambio, si esta misma firme es cubierto con una superficie asfáltica que evita casi totalmente la evaporación superficial, la arcilla húmeda puede expandirse y ablandarse, y si no ha sido debidamente pulverizada antes de mezclarla o ha sido mal mezclada, puede presentar bolsones de menor resistencia dentro de la masa de la capa de afirmado lo que

puede provocar grandes fallas en la superficie acabada de la vía.-
Por lo tanto es recomendable que el porcentaje de arcilla en afirmados que van a ser luego asfaltados sea menor que en los firmes y aún que las subrasantes.

A parte de las consideraciones de orden granulométrico y de comportamiento de los ligantes dentro de la masa de afirmado en diversas condiciones de trabajo, las mezclas para ser estables deben además tener ciertas características en lo que a índice de plasticidad se refiere, en efecto:

Para firmes, o sea superficies que van a ser entregadas al tránsito en estado natural, el I.P. no será mayor de 6.-

Para superficies que van a ser estabilizadas antes de entregarlas al tránsito, es recomendable que el I.P. oscile entre 4 y 9.-

Para sub-rasantes en general el I.P. no excederá el valor 15.-

En general se puede considerar que los materiales cuyo índice plástico varía entre 4 y 6 son aceptables para todo tipo de mezcla de afirmados y sub-rasantes, ya sea estabilizadas o no.-

Debe de tenerse en cuenta que todos estos estudios o apreciaciones del comportamiento de los materiales en un terraplén o firme son hechos a base de que las condiciones de estos materiales no sean cambiadas, por descomposición de los materiales pétreos, lo cual queda eliminado de hecho si en el campo no se cambian las canteras sin previo estudio de ellas o si antes de proceder a la ejecución de los afirmados no se ha resuelto ya el control de las aguas provenientes de las lluvias y sobre todo se ha eliminado la

posibilidad de que se presenten capas de agua subterránea que por su nivel variable puedan afectar a la estabilidad de toda la terracería.-

Para esto hay que determinar previamente a la ejecución de los terraplenes, la profundidad y posible variación de la capa freática para de esa manera poder fijar, por medio de los convenientes drenajes el nivel máximo que éstas puedan alcanzar y proceder a colocar la superficie de la calzada a una altura tal de ella que no sea afectada por el agua de capilaridad, colocando si es posible capas de material granular que evite esta capilaridad y sirva en cierto modo como aislante de la humedad del sub-suelo.- Las especificaciones al respecto determinan una altura mínima de la rasante sobre la capa de agua subterránea de cuatro pies (1.20 m.) de modo de obtener una altura de tres pies de máxima capilaridad posible y un pie de sequedad absoluta.- La capa de material granular (arena) aislante es recomendable hacerla como mínimo de treinta a cincuenta centímetros.-

En lo que se refiere al agua de precipitación, un sistema de cunetas laterales de pendiente y capacidad de eliminación calculadas de acuerdo a la intensidad de la deposición pluviométrica de la zona, que estén conectadas a un sistema de alcantarillas que puedan eliminar este volumen de agua de lluvias y el debido bombeo transversal de la calzada, serán suficientes para prevenir cualquier daño que ellas puedan causar.- Debe de tenerse en cuenta que la conservación de este sistema de escurrimiento de agua es tan importante como la conservación de la misma superficie asfáltica.-

Otro aspecto del estudio previo del Laboratorio y quizás el más delicado, es el corresponde a los materiales a usarse en las superficies asfálticas de rodadura y que tiene como elementos principales el producto bituminoso a usarse y los materiales pétreos que constituirán la parte resistente del pavimento.-

Estos últimos debe de ser esencialmente duros, pesados y sobre todo que no se encuentren en proceso de descomposición, siendo en general los más usados los siguientes:

a)- La arena, que viene a ser el material natural producto de la desintegración de las rocas variando su dimensión desde los 2.00 mm. hasta los 0.05 mm., es decir que se puede considerar como arena los materiales granulares comprendidos entre las mallas N°4 y la malla N°200.

Esta arena puede ser obtenida de diversas fuentes, teniendo así la de médano, que viene a ser la más fina ya que su procedencia es fundamentalmente eólica; la arena de sedimentación en corrientes de agua o reservorios naturales que es una de las mejores para fines de construcción de pavimentos asfálticos ya que está perfectamente lavada y por lo tanto desprovista de sales perjudiciales; la arena de bancos naturales que suele proceder de areniscas o desintegración natural de las rocas, generalmente tienen una pequeña proporción de arcilla y sales que puede llegar en conjunto hasta un 12% y algo de grava pero en cambio por su excelente graduación son excelentes para mezclas asfálticas.-

Una diferencia clara entre estas arenas las dará la siguiente graduación granulométrica aproximada de las mismas:

Arena de corrientes de agua:

Pasa por la malla N° 4	.....	90%
Pasa por la malla N° 20	.....	40%
Pasa por la malla N° 30	.....	30%
Pasa por la malla N° 100	.....	5%

Arena de banco natural:

Pasa por la malla N° 3/8"	.....	100%
Pasa por la malla N° 4	.....	98%
Pasa por la malla N° 10	.....	85%
Pasa por la malla N° 20	.....	78%
Pasa por la malla N° 40	.....	52%
Pasa por la malla N° 80	.....	14%
Pasa por la malla N° 200	.....	3%

Desgraciadamente en nuestra costa si bien los primeros tipos de arena son abundantes en cambio el de bancos naturales es bastante raro por lo que prácticamente no debe de ser tenido en cuenta como elemento fundamental en el diseño de un pavimento.-

También puede considerarse la arena que resulta del chancado de piedra, considerándose como tal el material que está por debajo de la malla N°4.-

b)- Piedra, que procede también del resultado de la desintegración natural de las rocas pero sin llegar al extremo de la arena, considerándose como piedra todo material granular retenido en la malla N°4.-

La forma de obtener la piedra puede ser: en río, en banco o partiéndola artificialmente.- La primera suele ser redondeada y si bien se presenta sumamente limpia también es verdad que su trabazón no es de primera categoría ya que su forma facilita el deslizamiento; la segunda suele ser de formas más heterogéneas pero como se presenta siempre ya sea conjuntamente con arena fina y

limo (hormigón) o con arcilla, resulta a veces demasiado sucia lo que puede traer como consecuencia la formación de grumos al efectuar la mezcla asfáltica, que de no ser retirados van a presentar en la superficie asfáltica zonas que carecen de material granular y que por lo tanto van a presentar puntos de falla segura bajo la acción del tránsito.- La piedra que proviene de la rotura artificial o sea obtenida con chancadoras es la ideal para la ejecución de mezclas y en general para todo tipo de asfaltado, ya que por presentar aristas y ángulos sumamente agudos la trabazón entre ella será perfecta y garantiza la estabilidad de la mezcla.-

Como ingrediente adicional y con el objeto de obtener graduaciones granulométricas cerradas se suele usar el polvo mineral, es decir, materiales granulares que pasan por la malla N°200 y a este grupo pertenecen las arenas muy finas, escorias minerales que suelen ser silicatos y alumino-silicatos, y loes.-

Ahora bien, el problema inicial al diseñar una mezcla asfáltica es la forma de graduar los materiales que se puedan obtener en el terreno en que se va a ejecutar la construcción, y de acuerdo con ellos determinar primero el tipo de pavimento a usarse y luego definir si va a ser de graduación granulométrica cerrada, abierta, de graduación fina de características especiales o semi-cerrada.-

Las primeras, o sean las graduaciones cerradas, no son prácticamente usadas en nuestro medio, en cambio la última, es la que se usa en la pavimentación de la carretera Panamericana del Sur, base de esta Memoria que se expone.-

El Sr. F.N. Hveem, Ingeniero Supervisor de la División de Caminos del Estado de California, E.U.A. ha hecho un estudio de pavimentos ya construídos, buenos y malos, y como deducción ha presentado Diagramas que sirven para determinar las curvas de graduación granulométricas de los agregados para la obtención de una buena mezcla asfáltica.-

Como mezclas de graduación fina de características especiales tenemos las Láminas Asfálticas (sheet asphalt) que vienen a ser mezclas a base de arenas bien graduadas combinadas con cemento asfáltico y polvo mineral o algún material granular lo suficientemente fino como para llenar vacíos (filler), pudiéndose usar arenas que pasen la malla N°200.- Este sistema se usa solamente en las secciones de autovías que cruzan los centros poblados, pues su costo es bastante elevado.-

Esta lámina asfáltica sin polvo mineral pero con una proporción de un 30% más o menos de material pétreo retenido por la malla N°10 y con tamaño máximo que pase por la malla de 1/2" nos daría una idea aproximada de lo que sería la graduación de una mezcla tipo "Topeka", la cual dá resultados excelentes cuando es usada como sello de superficies asfálticas antiguas o tratamientos superficiales desgastados, y es tendida en espesores de 3/4" a 1".-

Otro tipo de mezcla de graduación fina sería el ya poco usado sistema denominado "Colprovia" que viene a ser la mezcla de los agregados ya graduados, asfalto en polvo y como disolvente se usa el "flux oil". Esta mezcla se suele hacer en planta y luego de tendida y ya rodillada y bajo la acción del tránsito, el asfalto

va amalgamando lentamente con el flux oil y va formando un cemento asfáltico similar en naturaleza al usado en las mezclas en caliente.-

El último método especial, es el de emulsiones asfálticas, en las cuales la graduación granulométrica de los materiales es similar a la de las mezclas en frío, pero el proceso constructivo es diferente, ya que la mezcla se hace con una emulsión asfáltica, la cual puede ser de dos tipos la directa o clásica en la cual el asfalto está disuelto en agua con la ayuda de un agente emulsificador que puede ser arcilla coloidal, silicatos solubles o insolubles, jabón o resinas vegetales saponificadas como el Vin-sol por ejemplo.-

El segundo tipo de emulsiones sería la invertida o sea aquella en que pequeños glóbulos de agua están dispersos en el asfalto.

Por medio de emulsiones se puede asfaltar por medio de mezclas en planta o en la misma pista (in situ) presentado en general como características importantes el de poder mezclarse con los materiales pétreos húmedos y no es afectada por la humedad del ambiente en el proceso de construcción.-

Evidentemente toda esta variedad de mezclas asfálticas, si bien tienen cierta variedad en lo que a granulometría se refieren, tiene como verdadera diferencia entre una y otra el tipo de producto bituminoso a usarse, por lo que como último aspecto de los elementos de una superficie pavimentada pasaremos a estudiar los asfaltos en sí.-

El asfalto puede ser natural y artificial; el primero es el residuo que queda cuando un yacimiento petrolífero aflora y la acción del sol y demás agentes atmosféricos volatilizan y descomponen todos los gases y sustancias solventes, presentándose en estado natural como una sustancia negra y plástica.- Los asfaltos artificiales son residuos que quedan en el proceso de la destilación industrial del petróleo.-

Los diferentes tipos de asfalto que se producen artificialmente están clasificados de la siguiente forma:

- a) Asfaltos líquidos de fragua lenta.....SC (Slow Curing)
- b) Asfaltos líquidos de fragua media.....MC (Medium Curing)
- c) Asfaltos líquidos de fragua rápida.....RC (Rapid Curing)
- d) Cementos Asfálticos.....AC (Asphalt Cement)
- e) Emulsiones asfálticas.....RS y MS
- f) Asfaltos concentrados

Las características generales de estos diferentes tipos de asfaltos son:

a)-Asfaltos SC.- Son el resultado de la mezcla de residuos del petróleo con cemento asfáltico en caliente; en general son sumamente viscosos y tienen excelentes condiciones de aglutinantes y requieren ser calentados para ser trabajables y tiene las siguientes características generales:

	SC-0	SC-1	SC-2	SC-3	SC-4	SC-5
Temp.de inflamación	150F°	150F°	175F°	200F°	225F°	250F°
Viscosidad a 77° F.	75-150	-----	-----	-----	-----	-----
Viscosidad a 112° F.	-----	75-150	-----	-----	-----	-----
Viscosidad a 140° F.	-----	-----	100-200	250-500	-----	-----
Viscosidad a 180° F.	-----	-----	-----	-----	125-250	300-600
Porcentaje de agua	0.5	0.5				
Temp.de mezcla en F°	50-120	80-200	150-200	175-250	175-250	200-275

b)-Asfaltos MC.- Son el resultado de la disolución de cemento asfáltico caliente en kerosene, lo que lo hace trabajable a temperaturas relativamente bajas, especialmente los dos primeros tipos de este asfalto son de excelente penetración y sus características generales son; de acuerdo con los datos indicados por el Instituto de Asfalto de los E.U.A. :

	MC-0	MC-1	MC-2	MC-3	MC-4	MC-5
Tempr.de inflamación F°	100	100	150	150	150	150
Viscosidad a 77 F°	75-150	---	---	---	---	---
Viscosidad a 122 F°	---	75-150	---	---	---	---
Viscosidad a 140 F°	---	---	100-200	100-200	-	---
Viscosidad a 180 F°	---	---	---	---	125-250	300-600
Temperatura de Mezcla F°	50-120	80-150	100-200	150-200	175-225	200-250

c)-Asfaltos RC .- Este tipo es el más usado en el Perú para la ejecución de las mezclas asfálticas y es el resultado de la combinación de cemento asfáltico en caliente y gasolina como disolvente, por este hecho tienen menos penetración que los del grupo MC pues la gasolina es un disolvente más volátil que el kerosene.- Las características generales de este tipo son las siguientes:

	RC-0	RC-1	RC-2	RC-3	RC-4	RC-5
Temp.de inflamación en F°	---	---	80	80	80	80
Viscosidad a 77°	75-150	---	---	---	---	---
Viscosidad a 122 F°	---	75-150	---	---	---	---
Viscosidad a 140 F°	---	---	100-200	100-200	---	---
Viscosidad a 180 F°	---	---	---	---	125-250	300-600
Temp.de Mezcla F°	50-120	80-150	80-125	125-175	150-200	175-225

Del estudio de los tipos ya expuestos se puede ver que en cada uno los que tienen mayor numeración son más viscosos, por ejemplo el RC-5 lo es más que el RC-0 pero si se comparan los tres grupos se puede ver que el grado de viscosidad es similar para una

misma categoría en todos ellos, como por ejemplo el SC-3, con el MC-3 y el RC-3.-

c)-Asfaltos AC.- Se obtiene de la destilación fraccionada del cemento natural hasta que se obtiene una penetración determinada de antemano.- Son similares al tipo SC pero son mucho más viscosos que todos los tipos de asfalto expuestos.- Su fluidéz a diferencia de los SC, MC y RC no depende de la presencia del solvente sino simplemente del calor y tiene como características generales:

Temperatura de inflamación	350 á 450 F°
Temperatura de mezcla	200 á 325 F°

d)-Asfaltos RS-MS y SS.- Son aquellos preparados especialmente para emulsiones asfálticas y se dividen en tres grupos:

1°- Tipo RS (Rapid setting) que son de asentamiento o fragua relativamente rápida, y que son usados para imprimaciones y tratamientos superficiales.-

2°- Tipo MS (Medium setting) que son usados para:

MS-1.....Emulsiones de baja viscosidad
RS-2.....Emulsiones de viscosidad media
RS-3.....Emulsiones de viscosidad alta

3°- Tipo SS (Slow setting) que se usan para emulsiones con agregado fino.-

En líneas generales estos datos sobre características y análisis de los materiales, así como el estudio de estos mismos y el ligante bituminoso nos darán todos los elementos necesarios para el diseño no sólo de las superficies preliminares de compactación hechas con material graduado o dosificado y ligado con arcilla, sino que también nos permitirá de acuerdo con las condiciones del lugar determinar el tipo más conveniente de superficie asfáltica para la vía en estudio y el tipo del ligante bituminoso

que en élla ha de emplearse, lo que es básico para el ingeniero a cargo de la construcción para poder organizar su provisión de productos asfálticos para el momento preciso de la ejecución de la carpeta de rodadura.-

Pero todos estos análisis y determinaciones previas que hace el Laboratorio deben de ser verificadas en el momento de la construcción, y los sistemas más comunmente empleados para tal fin, aparte de los correspondientes controles diarios de la cantera pre-indicada y ya estudiada son:

a)-El control de las densidades y el porcentaje de humedad de los afirmados antes de dar el visto bueno para la imprimación con asfalto líquido.-

b)-Este mismo control en las Bermas antes de recibirlas como acabadas.-

c)-El control de los agregados y porcentajes de asfalto que se ha colocado en la mezcla que ha sido extendida, para cuyo fin han de tomarse muestras que serán analizadas diariamente, emitiendo el Laboratorio el informe correspondiente que permitirá al Ingeniero a cargo de la obra poder verificar día a día su propio trabajo y poderlo corregir en caso de ser deficiente.-

El control de las densidades de campo y del porcentaje de humedad (a y b) se hace de la siguiente manera:

En las partes que lógicamente tendrán menor compactación o sea en los bordes de la superficie afirmada, se harán unos hoyos a travez de una bandeja especial de unos 0.40 por 0.40 m. con un agujero circular de 20 cm. de diámetro en el centro, de modo que todo el material quede depositado en dicha bandeja y luego se pesa.-

Se rellena luego el hoyo con una arena de graduación comprendida entre las mallas Nos. 10 y 20 y cuya densidad se conoce y que está contenida en un botellón graduado y con una tapa especial en forma de compuerta que se desliza lateralmente, y se determina el volumen del hueco dividiendo el peso de la arena que se determina por la diferencia de peso del botellón antes y después de la operación, por la densidad conocida.-

Conocido el volumen del material extraído y el peso, se puede determinar la densidad húmeda del suelo compactado.-

La arena especial usada debe de recogerse del hoyo en la mayor cantidad posible, relleniéndose el hoyo con el material extraído después de tomar una muestra del terreno de las paredes de dicho hueco para poder determinar su humedad.-

La densidad seca del suelo es igual a la densidad húmeda dividida por uno más el contenido de humedad y el resultado se expresa como relación.-

La densidad seca del suelo dividida por la máxima densidad seca que determinaron las curvas de los análisis del Laboratorio nos dará el porcentaje de compactación de la plataforma en el lugar comprobado.-

Evidentemente las distancias en que se han de tomar las pruebas no pueden ser hechas a distancias matemáticamente exactas pues no indicarían ninguna realidad, sino que a criterio del encargado de tomar las pruebas de compactación y humedad deben de ser variadas más o menos según encuentre el terraplén, pues estas muestras deben de ser tomadas en las partes de menor densidad

que se presenten, ya que si éstas satisfacen a las especificaciones el resto quedará correcto sin necesidad de muestrear en él.-

En lo que se refiere al tercer control (c) éste puede hacerse de dos maneras:

1º) Por centrifugado, para lo cual se la centrifuga 500 gr. de muestra asfáltica y se agrega tetracloruro de carbono haciéndose girar la centrifuga hasta que éste salga líquido y completamente limpio.-

Se pesan luego los agregados y por diferencia se obtendrá el peso del asfalto contenido en la muestra.-

2º) Por lavado con gasolina, para lo cual se toman los 500 gr. de muestra y se lavan con gasolina hasta que queden completamente limpios, debiendo hacerse este lavado a travez de la mailla N°200.- Se mide la gasolina empleada y se toma una muestra unidad que se pone al fuego para eliminar la gasolina, quedando tan sólo la arcilla o limo cuyo peso se relaciona con el total del líquido empleado en el lavado.-

La diferencia entre el peso de la muestra original y el de los agregados que quedan después de lavada, dará el peso del asfalto debiéndose por supuesto hacer la corrección correspondiente a la arcilla.-

Después de lavados los inertes, se tamizan y se determina la graduación que realmente se ha puesto en la mezcla extendida en el campo.-

El equipo de Laboratorio usado en estas pruebas de control será el siguiente:

a) y b)

Balanza.-
Frasco de vidrio de 1 galón
Trípode-cono
Bandeja perforada
Badilejo, espátula, punta, regla metálica
Arena calibrada.

c)

1°-Cantrífuga
Tetracloruro de carbono
Balanza
Papel de filtro

2°-Depósito de latón
Gasolina
Juego de mallas
Probeta de 1000 cc.
Cápsula de porcelana
Balanza.-

Es de recomendar que todos los controles de Laboratorio así como en general todos los problemas de pavimentación, estabilización de suelos, materiales, etc. estén a cargo o supervisados por un ingeniero especializado, que deberá de trabajar conjunto y de acuerdo con el Ingeniero Jefe de la Obra, debiendo de tener tres ayudantes para las labores de muestreo en el campo los cuales deberán a su vez estar dotados de movilidad independiente de las labores de construcción.-

CAPITULO X.- ADMINISTRACION .-

a)- Trabajos Preliminares.- El primer trabajo de Administración propiamente dicho se efectúa antes de iniciarse las labo-

res de campo, pues ya sea la obra por realizarse contratada a suma alzada o resultado de una licitación, como cuestión previa a la ejecución está la elaboración de los presupuestos que van a determinar el costo de ella y sobre todo a eliminar la posibilidad de reclamos posteriores por falsas interpretaciones o especificaciones poco claras.-

Es por esto que al contratista se le entregan los planos completos de la obra por efectuar incluyendo plantas, secciones transversales y perfiles longitudinales, así como la ubicación de las canteras de la que se van a extraer los materiales que ya han sido estudiados en el Laboratorio de Suelos y las especificaciones y planos de las obras de arte necesarias.-

El primer problema que se presenta en este estudio es la determinación de los volúmenes a mover en el momento de efectuar los trabajos de explanación, los cuales son generalmente entregados por el Propietario con la debida clasificación geológica para su valorización, debiéndose previo estudio de los planos y de la zona por trabajar en el mismo campo, determinar cuales son las formas de trabajos que habrá que ejecutar, debiéndose diferenciar las zonas que tienen cortes o rellenos compensados de aquellas en que habrá material lateral de préstamo o eliminación a distancias superiores a los 60 mt. en que ya no se podrá trabajar a base de equipo mecánico con topadoras y por último de las zonas en que se deberá emplear material de préstamo a base de acarreos a mayores distancias en que habrá que incluir la extracción y el carguío por medio de automotores o traíllas.-

Otro aspecto que hay que considerar en esta face del presupuesto es el que corresponde al paso por terrenos de cultivo en que hay que tener en cuenta la eliminación de vegetales así como la restauración de los sistemas de riego de los agricultores y los sistemas de drenajes para control de las capas de agua subterránea.-

En la elaboración del presupuesto en la parte correspondiente a la Base y a la Sub-base así como la de las Bermas, debe de tenerse presente que lo fundamental es la determinación de las distancias de acarreo del material de las canteras a la obra misma, así como que tanto la Base como las Bermas deben ser efectuadas con material cuya mayor graduación no excederá las 2ⁿ y por lo tanto debe de ser zarandeado.-

Si bien, las cantidades correspondientes a las explanaciones son variables en todos los kilómetros por presupuestar, el resto de las faces del trabajo son prácticamente constantes variando sólo en distancias de acarreo.-

Así se tiene por ejemplo que para la su-base que será de 12 mt. de ancho con 150 lt/m² de material a 90% de compactación se tendrá:

$$0.15 \times 12.00 \times 1000 = 1980 \text{ m}^3 \text{ por kilómetros}$$

a los que habrá que agregar un 20% por concepto de compactación, ya que si debemos de tener un espesor compactado de 15 cm. es evidente que tanto la extracción y carguío como el transporte se hará sobre material esponjado que se considera para el Hormigón de un 20%, o sea que tendremos en total:

$$1.20 (0.15 \times 12.00 \times 1000) = 2160 \text{ m}^3 \text{ por Km.}$$

De igual forma se obtendría para la base de 6.60 mt. de ancho, que sería lo que le corresponde al asfaltado y que debe de ser de 10 cm. de espesor:

$$1.20 (0.10 \times 6.60 \times 1000) = 792 \text{ m}^3 \text{ por Km.}$$

y para las bermas se tendría:

$$1.20 (0.10 \times 2.40 \times 2.000) = 576 \text{ m}^3 \text{ por Km.}$$

Es de indicar que las compactaciones se consideran por metro cuadrado de superficie menos en los rellenos de la explanación en que se considerarán por metro cúbico.-

En lo referente a la arcilla, ésta será un porcentaje del total que será indicado por el Laboratorio en el informe pertinente y que por regla general varía entre un 4% y un 10%.-

En el cálculo de las cantidades bases para el presupuesto en lo que concierne al asfaltado, debe de tenerse presente que la carpeta asfáltica antes de ser compactada ha de tener un 20% más de altura, o sea, que en la Carretera Panamericana en que se especifican 2" de espesor o sean 5 cm. el expendido hará de 6 cm. y por lo tanto el cálculo de volúmenes se hará sobre esta medida.-

En efecto tenemos que en un kilómetro de carpeta asfáltica hay:

$$6.60 \times 0.06 \times 1000 = 396 \text{ m}^3 \text{ de mezcla}$$

Ya hemos indicado que un 90% de esta cantidad será absorbida por la piedra y un 60% por la arena, luego las cantidades de inertes que se necesitarán serán:

$$\text{Piedra: } 396 \times 0.90 = 356 \text{ m}^3 \text{ por kilómetro}$$

$$\text{Arena: } 396 \times 0.60 = 238 \text{ m}^3 \text{ por kilómetro}$$

En lo referente al asfalto, es función de las proporciones que se usen y generalmente su precio así como el del necesario para la imprimación está incluido en el costo unitario de esparcido.-

Conocidas ya las cantidades básicas, son necesarios para la confección del presupuesto los costos unitarios de cada etapa del trabajo.- En el sistema actual de contrata a suma alzada con que se viene construyendo la Carretera Panamericana, éstos precios unitarios los determina el Propietario, y el contratista los acepta de hecho en el momento de tomar el contrato, sobre la base de que ellos ya han sido estudiados en un Departamento Técnico de toda garantía y con la experiencia de muchos años en los que se han llevado estadísticas y datos de trabajo y rendimientos.-

En el caso de presentarse a una licitación, si bien tiene mucha influencia el equipo mecánico con que se cuenta, es prudente estudiar los precios unitarios a base de estadísticas llevadas en otros trabajos similares o en su defecto hacer el estudio sobre la base de trabajo a mano y con equipo y luego hacer una comparación de acuerdo con las realidades de la zona en la que se va a ejecutar la obra, y las posibilidades del uso del equipo en ella, teniendo en cuenta la existencia de vías de acceso aptas para el transporte de equipo pesado, así como la justificación del transporte de este equipo.

Como referencia, indicará el examinando los costos unitarios que se obtuvieron del estudio de la obra que efectuó el Ministerio de Fomento por administración, en el Tramo Fuente Lurín-Mala en el año 1948-49, dejando constancia que es el resul-

tado de una estadística llevada día a día y sobretodo que éstos precios sólo son de costo directo de obra sin considerar en forma alguna Administración General, Transporte de Equipo Mecánico, instalación de Campamentos, visitas de inspección, Leyes Sociales que son las que afectan notablemente el precio unitario, y sobretodo sin utilidades ni imprevistos:

1°)-Explanaciones 9.60 m. de ancho:

a)-Movimientos de tierra:

Rellenos con material de Primera
efectuados con tractor con topadora.....S/. 0.90 m3

Corte y eliminación de materiales
de III y IV (promedio) c. tractor.....S/. 3.80 m3

b)-Preparación de la Superficie de rodadura (Sub-Base):

Compactado de Rellenos a base
de riego y vibrado con máquinas
usadas en el extendidoS/. 0.35 m3

Acabado con motoniveladora.....S/. 0.06 m2

RegadoS/. 0.10 m2

Rodillado (neumático y 3 ruedas).....S/. 0.18 m2

2°)-Afirmados de 9.00 mt. de ancho y 15 cm. de espesor.-

Extracción y carguío de material
con Pala Mecánica.....S/. 1.07 m3

Transporte (recorr. prom. de 5 Km.).....S/. 0.60 m3/Km

Extendido con Motoniveladora.....S/. 0.06 m2

RiegoS/. 0.10 m2

Escarificado, nivelado y acabado.....S/. 0.12 m2

Regado.....S/. 0.10 m2

Compactado.....S/. 0.25 m2

3°)-Asfaltado de 6.60 mt. de ancho y 0.06 de espesor.-

a)-Imprimación con MC-0.-

Un litro de asfalto por m².....S/. 0.20 m².

Riego con tanque imprimador.....S/. 0.10 m²

b)-Ejecución de la mezcla asfáltica.-

Materiales Inertes (60 lts./m² a 10,00 S/m³).S/.0.60 m²

Asfalto RC-2S/. 1.40 m²

Transporte de inertes a la Planta (10 Km)...S/. 0.60 m³/Km

Preparación de la mezcla.....S/. 0.50 m²

Transp. de mezcla asfáltica.....S/. 0.60 m³/Km

Extendido con máquina esparcidora.....S/. 0.30 m²

Rodillado.....S/. 0.20 m²

c)-Bermas de 1.00 m. de ancho y 0.06 m. de espesor.-

Extracción del material.....S/. 0.05 m²

Carguío.....S/. 0.05 m².

Transporte con acarreo prom. de 5 Kmt.....S/. 0.60 m³/Km

Extendido a mano.....S/. 0.20 m²

Riego.....S/. 0.20 m²

Rodillado.....S/. 0.22 m²

En los diversos costos unitarios se han considerado los jornales, gastos de almacén y depreciación de máquinas así como las amortizaciones para la reparación de las mismas.-

En la actualidad, los costos unitarios vigentes para los trabajos de construcción de la Carretera Panamericana son los establecidos por la Dirección de Caminos del Ministerio de Fomento y Obras Públicas que son los que a continuación se indican, y en los que ya se ha incluido Leyes Sociales, Utilidades

y administración, es decir, que son precios unitarios básicos para contratos de construcción a suma alzada.-

- 1)-Corte o relleno compensado dentro de 60 mt. lineales.-
 - a)-Para material de Primera y Segunda.....S/. 3.50 m³
 - b)-Para material duro o Roca.....S/. 18.00 m³

- 1a)-ó Extracción y Carguío.-
 - a)-Para material de Primera y Segunda.....S/. 3.50 m³
 - b)-Para material duro o roca.....S/. 18.00 m³

- 2)-Rellenos.- Compactación en capas de 30 cm. y perfiladoS/. 1.50 m³

- 3)-Zarandeo.-
 - a)-Para material con piedra hasta de 2"S/. 6.00 m³

- 4)-Acarreo.- Para material de rellenos, material de compactación de la sub-rasante, material de afirmado o Base y bermas. Con mínimo de acarreo de 4 Km.....S/. 1.50 m³/Km

- 5)-Compactación de la Sub-rasante.- Compactación y refine con más o menos 1/2" y densidad mínima de 95% Excluso material.....S/. 1.20 m²

- 6)-Afirmado y Bermas.-Con espesor promedio de 0.10 m. refinado con más o menos 1/2" y con densidad mínima de 95%. -Excluso material.....S/. 1.50 m²

- 7)-Pavimento Asfáltico.- Concreto asfáltico mezclado en frío con 5 à 6% de asfalto líquido RC-2 de 5 cm. de espesor compactado, incluyendo imprimación con MC-0. Excluso agregados y acarreo. Los productos asfálticos considerados a S/.0.88 el galón puestos en tanques en el Callao.....S/. 8.20 m²

- 8)-Sello.-Sellado con asfalto RC-1, rodillado y barrido de arena. Incluso agregado. El producto asfáltico considerado a S/.0.88 el galón puesto en el Callao.....S/. 1.50 m².

Mantenimiento del tránsito.- Los contratistas se obligan, en los tramos en que el nuevo trazo coincide con el actual camino, a mantener sin inconvenientes, el tráfico regular en doble sentido. Para este efecto las propuestas tendrán un recargo de 5% sobre el valor del tramo correspondiente.-

Obras de Arte, - De concreto de 7 1/2 glns. de agua por saco de cemento.-

a)-Excavación ordinaria.....	S/.	7.50	m3
b)-Excavación en roca.....	S/.	26.50	m3
c)-Solados.....	S/.	17.50	m2
d)-Muros laterales. Cobreto.....	S/.	150.00	m3
e)-Muros laterales. Encofrado.....	S/.	13.00	m2
f)-Losa. Concreto.....	S/.	173.00	m3
g)-Losa. Armadura.....	S/.	3.50	m2
h)-Losa Encofrado.....	S/.	29.00	m2
i)-Tarrajeo de cemento y arena....	S/.	7.00	m2

Aplicando estos costos unitarios, y deduciendo los metrados ya sea del modo ya indicado o por medio de los metrados que entregue el propietario, es sumamente sencilla la ejecución de los presupuestos Kilómetro por kilómetro.-

A continuación y como ejemplo, sedá el cálculo del presupuesto de un kilómetro ideal, en el que se ha tratado de considerar las variaciones posibles de presentarse en un sólo tramo.- Debe de tenerse presente que si bien los metrados de sub-base, asfalto y bermas son más o menos exactos, las distancias de accareo y sobretudo las explanaciones son a base de cifras unitarias tomadas al azar, de modo que el total que resulta al aplicar los costos unitarios no representa en absoluto el costo de un kilómetro determinado.-

Especificaciones	Unidades	Metrado	Precio Unitario	Costos	
				Parciales	Totales
Generalidad.-					
Se refiere a la ejecución de explanaciones, afirmados, asfaltado y obras de arte del Km.....de la Carretera Panamericana del Sur					
Movimiento de Tierras para explanaciones de 12.00 m. de ancho.-					
a)-Desyerbe y desenraizado	m2	17.500.00	0.80	14.000,00	
b)-Acequias de riego	m.1	800.00	7.00	5.600.00	
c)-Extracción y carguo de material de primera incluyendo un exceso de 20% por compactación	m.3	24.196.00	3.50	84.686.00	
d)-Acarreo a 4 Km.	m3/Km.	96.784.00	1.50	145.176.00	
e)-Corte y eliminación de material de primera a menos de 60 mt.	m.3	319.00	3.50	1.116.50	
f)-Relleno con material de primera con acarreo a menos de 60 mt.	m.3	2.000.00	3.50	7.000,00	
g)-Compactación y perfilado de rellenos	m.3	22.163.00	1.50	33.244.50	290.823.00
Sub-rasante de 12.00 mt. de ancho.-					
a)-Extracción y carguo de hormigón, incluyendo un exceso de 20% por compactación.	m.3	2.160.00	3.50	7.560.00	
b)-Acarreo a 4 Km.	m3/Km.	8.640.00	1.50	12.960.00	
c)-Extracción y carguo de arcilla.	m.3	150.00	3.50	525.00	
d)-Acarreo a 6 Km.	m3/Km.	900.00	1.50	1.350.00	
e)-Extendido, compactado y acabado.	m2	12.000.00	1.50	18.000,00	40,395.00
Base de 6.60 mts. de ancho.-					
a)-Zarandeo del material con piedra hasta de 2"	m3	792.00	6.00	4.752.00	
b)-Extracción y carguo de hormigón incluyendo un exceso de 20% por compactación.	m3	792.00	3.50	2.772.00	
c)-Acarreo a 9 Km.	m3/Km.	7.128.00	1.50	10.692.00	
d)-Extracción y carguo de arcilla	m3	125.00	3.50	437.50	
e)-Acarreo a 6 Km.	m3/Km.	750.00	1.50	1.125.00	
f)-Extendido, compactado y acabado.	m2	6.600.00	1.50	9.900,00	29.678.50

Debe de tenerse en cuenta que estos precios unitarios son tan sólo para las zonas relativamente cercanas a la Capital por cuanto la influencia de las distancias de transporte excesivas influyen notablemente en la variación de estos precios especialmente en los que dependen de combustibles y sustancias industriales elaboradas lejos de la zona en trabajo tales como el asfalto, gasolina, kerosene, etc.

Por eso es recomendable que en el caso de un sector determinado que debe de considerarse para trabajar, siempre es preferible iniciar la obra por el extremo que esté más cercano o sea más accesible a las fuentes de abastecimientos para que de ese modo conforme se vaya progresando en la ejecución de la obra, ésta misma sirva como medio de transporte cómodo a los convoyes o unidades de aprovisionamiento.-

Otro punto que debe de considerarse es que los replanteos definitivos del eje de la calzada deben de estar determinados antes de la iniciación de la obra para poder tener la libertad necesaria para atacar los puntos de más larga duración en su ejecución o aquellos que faciliten en algún modo el desenvolvimiento de la misma.-

b)-Organización General.- La organización general de una obra depende evidentemente de la entidad que tenga a su cargo la ejecución de la contrata, ya que son muy personales los sistemas de control y la misma organización en sí, diferenciándose notablemente de compañía a compañía y más aún si se trata de contratistas independientes en que su administración es prácticamente nula ya que se reduce a ellos mismos o a lo más un ayudante o tareador.-

Es por esto que el examinando no trata de exponer una idea

determinada en el sistema de controles y contabilidad, ya que éllas dependen de la organización interna de los Contratistas Generales sino de indicar a su criterio, los empleados más necesarios en una obra, suponiendo que ésta es de cierto volumen y que no será ejecutada con el concepto absurdo de la economía en lo que a personal de oficina se refiere.-

Una obra tendrá como es de suponer una oficina central, que generalmente está bastante alejada del trabajo en sí y que por lo general está ubicada en la población más cercana lo que le permite una rápida comunicación con las distintas partes de la República y muy especialmente con la Capital que es la fuente más segura de aprovisionamiento y sobretodo de crédito bancario. Esta oficina, aparte del personal técnico, estará a cargo del Contador General de la Obra que será el responsable de todos los movimientos de Contabilidad que se realicen en la obra y que estará supeditado por supuesto al Ingeniero Jefe y que será en todo momento considerado como un profesional que colabore en la obra y nó como un empleado más de élla.-

Este Contador tendrá como personal subalterno un Tenedor de libros, un encargado del Archivo, un Secretario y un empleado dedicado exclusivamente a calcular costos unitarios; algunas veces cuando la obra se encuentra cercana a la Oficina, el Almacén General es controlado directamente desde ésta y en ese caso el almacenero general pertenecerá también al personal de dicha Oficina Central, en caso contrario tendrá sede independiente en la obra pero siempre supeditado directamente a las órdenes del

Contador General de la obra.-

Este Almacenero General como ayudantes a dos almaceneros de obra como mínimo, los cuales se encargarán de la sección Herramientas y de la Sección Repuestos, las que deben de funcionar de preferencia en forma independiente.- De éste dependerá también el encargado de la estación de Lubricantes y Combustibles, la que por lo tanto funcionará directamente en contacto con la Oficina Central e independiente de las de Obra en lo que a administración se refiere.- Así mismo dependerá de esta Oficina Central todo lo que se refiere a Talleres Centrales de reparación, siendo llevados en la obra y por un empleado especial, las estadísticas de control de máquinas la que serán registradas en un Kardex en la Oficina Central en el que estarán inscritas todas las unidades en servicio de la obra, con una tarjeta independiente para cada una y debidamente numerada, para de esa manera poder determinar con rapidez y precisión, los valores de depreciación o de reposición de una máquina que ha sido reparada.- La manera de controlar estas reparaciones será por medio de órdenes de trabajo firmadas por el Jefe del Taller y serán ratificadas por los partes diarios de los mecánicos a cargo de las reparaciones.-

En lo que se refiere a la obra en sí, cada oficina secundaria o de campo estará a cargo de un sobrestante que tendrá como ayudantes a un tomador de tiempo y un almacenero de obra que responderá por el pequeño almacén en el que se depositarán herramientas menores y utensilios de trabajo, tales como Palas, picos, etc.-

En estos almacenes todo el movimiento debe de estar controlado por medio de vales de entrada y salida de materiales, y los encargados de ellos pasarán a la oficina inmediata superior, un parte semanal de materiales gastados o recobrados, de acuerdo con su libro de registro o libreta de almacén en el cual estarán anotados todos los movimientos indicando además el número del vale de salida, para de esa manera poder tener al día el inventario parcial de la obra y así mismo el General de la Oficina Central.-

En las oficinas menores se llevará todo el movimiento de control y registro del personal en trabajo, que será por supuesto supervigilado por la Oficina Central.-

Una de las funciones básicas de estas oficinas de obra es el control de las planillas que serán hechas bajo la supervigilancia del Ingeniero Jefe del Sector, y serán ejecutadas de acuerdo a las disposiciones vigentes é indicadas por la Dirección General de Trabajo del Ministerio de Justicia y Culto, y según el modelo entregado a cualquier interesado en las que constan los siguientes renglones:

- a)-N° de Libreta Militar
- b)-N° de Ficha
- c)-N° de la Libreta del Seguro Social
- d)-Nombre y Apellidos
- e)-Oficio
- f)-Días trabajados
- g)-Jornal diario
- h)-Horas de Sobretiempo
- i)-Totales
- j)-Descuentos (Seg.Soc.--Pro Desc.--Patronal)
- k)-Pago neto
- l)-Bonificaciones (25% en la actualidad según tabla)

Para poder llevar este control en cada obra se tiene un juego de fichas, de modo que cada operario es inscrito con un

número, y diariamente al entrar al trabajo deberá recabar su ficha que será la que acredite su asistencia, debiéndola entregar a la salida de la jornada.

Lo usual para el tareo del personal es tener empleados que recorran el trabajo tomando el nombre de cada operario que ha asistido o en su defecto lo hacen los capataces, lo cual es sumamente moroso, por lo que en algunas compañías se ha sustituido el sistema de las libretas de asistencia por el de las falsas planillas que consisten en tarezar no a los que asisten que son la mayoría, sino a aquellos que han faltado al trabajo, lo cual es sumamente sencillo si cada operario debe de recoger diariamente su ficha de control, y ningún capataz lo recibe en el trabajo sin élla, pues con sólo contar las fichas que están en el tablero o fichero del personal después del tiempo de tolerancia para ingreso a la jornada se puede hacer un parte de inasistencia, en el que debe de constar además de las fichas de los que faltaron, las correspondientes a los enfermos o accidentados y aquellas que se encuentran disponibles, teniendo un control exacto el ingeniero del estado de su personal, con sólo verificar en breve tiempo los partes en referencia.-

El número de esta ficha de trabajo debe de coincidir con el de la ficha de inscripción en el Seguro Social y con el de la libreta del mismo o en caso de estar ésta en trámite, con el de la cédula provisional de reintegros.-

Debe de tenerse en cuenta que en la ficha del Seguro Social, debe de constar todo cambio de salario que se le haga al

operario debidamente firmado por el Ing^o a cargo del sector, y que en ningun momento puede ser rebajado este jornal, y que en la liquidación de élla por despedida o retiro voluntario, debe de considerarse el pago de las Vacaciones establecidas por ley y las indemnizaciones de acuerdo con el tiempo de trabajo.-

c)-Control de Obra.- Si bien es sumamente sencillo en el desarrollo de una obra el organizar el control del personal propio de élla al que se le paga directamente el jornal, debe de tenerse en cuenta que una buena parte del personal total no va a estar considerado en las planillas de administración, sino que van a hacer trabajos por destajo o subcontratas o en su defecto van a ser proveedores de materiales, y a estos en general se les debe de controlar en forma estricta pues de ello depende el buen funcionamiento económico de la obra.-

Así por ejemplo, en el caso de los subcontratistas es recomendable que todo trabajo que a ellos se encomiende sea claramente determinado con anterioridad a su ejecución no sólo en su aspecto técnico, sino muy especialmente en el económico pues es sumamente embarazoso el efectuar el pago por determinado trabajo y que el encargado de ejecutarlo se niegue a recibirlo por no estar de acuerdo con su monto y por lo tanto proceder a reclamos que entorpecen el desarrollo de la contabilidad de la obra.-

Es por esto que antes de proceder a dar el visto bueno a la iniciación de un trabajo de este tipo, se debe proceder a dejar claramente escrito y firmado por ambas partes el motivo de élla y la obra a realizarse, determinando claramente sus alcances.-

Estos pequeños contratos o subcontratas, serán efectua-

dos por triplicado, de manera que una de las copias quede en poder del interesado, otra debidamente sellada y aprobada por el Ingeniero Jefe quedará en el archivo de la obra y el original pasará a la Oficina Central para los efectos de la contabilidad, quedando por tanto archivado en élla.-

El problema de los proveedores de materiales, como se le denomina en términos contables a los propietarios de automotores alquilados por determinada unidad horaria o simplemente pagados por viaje o por metro cúbico transportado es generalmente el mayor problema que se presenta en una obra de esta naturaleza, pues cuanto mayor sea el cuidado del ingeniero en organizar el sistema de control de éellos, tanto mayor será el cuidado de los choferes en eludir ese control para provocar enredos y dificultades que a las largas pueden favorecerlos.-

El sistema más comúnmente empleado en nuestro medio es el de poner un controlador a la salida de la cantera para vigilar que los carros salgan bien cargados y otro de recepción, de modo que las dos partes deban coincidir al fin del día, pero este sistema tiene el inconveniente que se depende única y exclusivamente de la honradez de dos individuos, de poca garantía moral en la mayoría de los casos, y cuyos jornales, por mejor pagados que estén, difícilmente exceden al monto de 3 viajes de un camión de tres metro cúbicos a cuatro kilómetros, por lo que la tentación es sumamente grande, y suelen caer en élla bastante más a menudo de lo que se supone.-

El sistema de control que a juicio del examinando es el que más se ajusta a la mentalidad de nuestro medio, es el de colo-

car a la salida de la cantera y a la llegada del material al mismo terraplén, relojes con marcador automático, que tengan por supuesto distinto color de cinta grabadora, de modo que dándole a cada unidad una tarjeta apropiada, debe de marcar la hora de salida del material y la de su llegada de modo que pueden ser debidamente controlados los vehículos por las horas efectivas de trabajo.- Por supuesto este sistema no es la última palabra, pues si bien es el más perfecto hasta la fecha, también es verdad, según consta al examinando por su experiencia con este tipo de control, que a los tres días de establecido ya se había encontrado la manera de marcar el viaje sin haberlo hecho.-

En lo referente al control del equipo propio, cada operador debe de presentar un parte diario de trabajo en el que constará aparte del número de la máquina, las labores que ha desempeñado, y si es posible los combustibles que ha consumido. Dicho parte pasará directamente al empleado encargado de hacer los costos unitarios.-

d)-Contabilidad de obra.- Aparte del aspecto técnico en la ejecución de una obra de construcción de carreteras, ésta debe de ser considerada desde el punto de vista de un contratista, como un negocio y como tal, el personal de la obra debe de estar en condiciones de rendir cuenta del estado financiero de ella en cualquier momento en que el contratista o patrón lo exija.-

Como no es del caso explicar qué es la contabilidad en

sí, ya que no es el tema de la presente exposición, el examinando sólo indicará en rasgos generales el movimiento contable de una obra de construcción de vías pavimentadas, el cual, como todas las obras de este tipo tiene una contabilidad típica y que se basa en el control por partida doble directamente en el Libro Mayor de la obra y un Auxiliar para el control de partidas.-

El Control por doble partida consiste simplemente en hacer cargo y descargo simultáneo de todos los documentos que intervengan en el movimiento de contabilidad, así por ejemplo, al efectuar el pago de una planilla semanal, el monto de ésta será entregado al sobrestante y encargado del pago en forma de cheque en contra del Banco con que se hagan las operaciones financieras, ahora bien, en el documento en que consta esta entrega en efectivo se marca su número de ingreso al Libro de Cuentas, indicándose que esa cantidad será cargada a la Obra en sí, pero simultáneamente se hace el descargo del haber bancario, es decir que también se hace el asiento en contra de la reserva bancaria, manteniendo constantemente balanceadas las cuentas en los libros de contabilidad.-

Para evitar confusiones, en el Libro sólo se deben anotar las Cuentas Globales Generales, es decir, que todo el movimiento de una semana por ejemplo no se ha de asentar independientemente, sino que se considerará íntegro en un parte semanal de obra cuyo monto total será luego asentado en la partida correspondiente a administración, debiéndose constantemente poner al día el estado de cuenta bancaria de acuerdo con los cargos hechos en contra de la partida "Bancos" a fin de evitar en lo posible los sobregiros

innecesarios y los consiguientes rechazos o retenciones de cheques de pago a terceras personas que atentan contra la reputación y solvencia económica del Contratista General, y redundan casi inmediatamente en el crédito que este tenga en la plaza comercial.-

Lo que si es recomendable, para el caso de que existan subcontratistas a los cuales se les provea de materiales básicos para la ejecución de su obra, que van a ser luego descontados del monto de sus contratos, es que se lleve un pequeño libro de cuentas de ellos, en los que conste no sólo el número y monto de la subcontrata, sino que progresivamente se les irá cargando a su cuenta el valor de dichos materiales entregados así como las buenas cuentas que se les vaya entregando en obra de acuerdo con sus avances semanales insertados en los partes, manteniendo de esa forma un control efectivo sobre el saldo que ellos tienen en cualquier momento que sea requerido.-

Ahora bien, si es cierto que prácticamente todo el movimiento contable de la obra no tiene mayor dificultad que el hacer los cargos y descargos correspondientes conforme se vayan presentando, debe de tenerse especial cuidado con la partida denominada "Almacén", en la cual hay que considerar Herramientas, útiles y enceres, y campamentos, los cuales por su naturaleza en sí, son elementos básicamente fungibles, es decir que por su constante uso van sufriendo deterioro y por lo tanto una correspondiente desvalorización, de modo que al quedar concluida la obra no van a tener el valor que tenían cuando fueron entregados a ella.-

Esto hace evidente la necesidad de castigar estos mate-

innecesarios y los consiguientes rechazos o retenciones de cheques de pago a terceras personas que atentan contra la reputación y solvencia económica del Contratista General, y redundan casi inmediatamente en el crédito que este tenga en la plaza comercial.-

Lo que si es recomendable, para el caso de que existan subcontratistas a los cuales se les provea de materiales básicos para la ejecución de su obra, que van a ser luego descontados del monto de sus contratos, es que se lleve un pequeño libro de cuentas de ellos, en los que conste no sólo el número y monto de la subcontrata, sino que progresivamente se les irá cargando a su cuenta el valor de dichos materiales entregados así como las buenas cuentas que se les vaya entregando en obra de acuerdo con sus avances semanales insertados en los partes, manteniendo de esa forma un control efectivo sobre el saldo que ellos tienen en cualquier momento que sea requerido.-

Ahora bien, si es cierto que prácticamente todo el movimiento contable de la obra no tiene mayor dificultad que el hacer los cargos y descargos correspondientes conforme se vayan presentando, debe de tenerse especial cuidado con la partida denominada "Almacén", en la cual hay que considerar Herramientas, útiles y enceres, y campamentos, los cuales por su naturaleza en sí, son elementos básicamente fungibles, es decir que por su constante uso van sufriendo deterioro y por lo tanto una correspondiente desvalorización, de modo que al quedar concluida la obra no van a tener el valor que tenían cuando fueron entregados a ella.-

Esto hace evidente la necesidad de castigar estos mate-

riales más o menos según su naturaleza y uso, debiéndose hacer una revalorización de todos los materiales recobrables una vez terminada la obra para determinar sus valores de reposición, debiendo la diferencia entre éste y el costo inicial, ser cargada a Administración, o a una cuenta especial de valores de reposición, o simplemente ser considerada como pérdida para los efectos del balance total de la obra.-

Como una idea general de la forma de llevar la contabilidad y sobre todo de las partidas globales que deben incluirse en un Libro Mayor pondremos como ejemplo un estado mensual de cuentas de una obra imaginaria y tendremos:

Fl	C U E N T A S	S U M A S		S A L D O S	
		DEBE	HABER	DEUDOR	ACREEDOR
7	Obra-Sector N°1	943.720,67	6.311,85	937.408,82	---
32	Sub-contratistas	49.311,66	45.200,38	4.111,28	---
47	Bancos.Cta.N°1	426.794,32	766.563,81	---	339.769,49
71	Mantn.Equipo	30.048,90	---	30.048,90	---
81	Gastos Generales	53.604,10	3.300,00	50.304,10	---
90	Caja	4.500,-	---	4.500,-	---
91	Compras	230.109,17	241.519,90	---	11.410,73
95	Almacén	3.090,00	---	3.090,00	---
100	Herramientas	121.983,38	---	121.983,38	---
105	Muebles y encerres	89.251,49	---	89.251,49	---
110	Oficina Principaln1	3.478,38	1'047,116.95	---	1'043,638,57
131	Ctas.por regularizar	23.070,82	67.821,20	---	44.750,38
133	Fondo Indm.Vacac.	858,95	18.369,24	---	17.510,29
135	Fondo Acc.de Trabajo	749,76	2.721,26	---	2.971,50
139	Obra-Sector N°2	109.730,42	---	109.730,42	---
141	Obras de arte	837.414,98	---	837.414,98	---
190	Ofic.Princip.N°2	558.160,74	824.505,02	---	266.344,28
200	Propietario	---	461.448,13	---	461.448,13
		3'485.877,74	3'485.877,74	2'187.483,37	2'187.843,37

Esta buena cuenta mensual quedaría convertida en un balance final con la discriminación de las partidas e inclusión de las cuentas de reposición de las depreciaciones de herramientas y equipo.-

En la hoja de contabilidad adjunta puede observarse este balance total completamente definido con la inclusión de las partidas de ganancias y pérdidas totales.-

APENDICE I.-ESTABILIZACION DE SUELOS.-GENERALIDADES.-EQUIPO MECANICO.-

"Es el proceso de darle a un suelo natural, suficiente resistencia al desgaste y al esfuerzo cortante o de cizallamiento para resistir las cargas del tránsito de vehículos bajo las condiciones climáticas sin deformación perjudicial".-
(C.A. Hogentogler).-

Es decir, que el objeto es utilizar los mismos suelos existentes en el terreno, los cuales adquirirán un esfuerzo portante mediante la mezcla con productos ligantes que los convertirán en suelos estables de mayor o menor resistencia según la intensidad del tratamiento.-

De estos elementos estabilizantes los más conocidos son:

a)- Los productos Bituminosos, de los cuales los más usados son los aceites asfálticos, las emulsiones y los asfaltos líquidos del tipo SC, MC y RC, todos de características evidentemente diferentes pero que operan en el suelo un cambio similar, esto es, revisten las partículas de éste de una película bituminosa que les dará cohesión y que las vuelve inactivas en presencia de la humedad, dando una cierta impermeabilidad a la superficie y evitando las retracciones y contracciones.-

Ahora bien, la estabilización con productos bituminosos es más complicada de lo que a simple vista parece dependiendo fundamentalmente de la conformación del suelo a tratar, así, para suelos arenosos o limosos la cantidad de ligante

II

asfáltico será simplemente proporcional a su superficie; en el caso que contenga gran cantidad de arcilla y humus con gran porcentaje de partículas coloidales, traerá como resultado que el agua que incorpore la masa se deba tanto a capilaridad como a inhibición, lo que exige un tratamiento que controle ambas causas, ya que la impermeabilización bituminosa impide la primera pero no la segunda, lo que obliga a la construcción de una membrana aisladora de la subrasante de cemento asfáltico.

En general se puede considerar que el primer sistema necesita una cantidad de producto asfáltico estabilizante de 5 a 8% en peso, que será distribuido homogéneamente por medio de agua, mientras que el segundo sistema puede requerir hasta un 15%.-

Para el uso de emulsiones estables o de fraguado lento, debe de tenerse presente que debe de hacerse en suelos de escaso porcentaje coloidal, ya que en los suelos arcillosos los cationes alcalinos favorecen la inhibición de agua por complejo coloidal lo que traerá un aumento de volumen que abrirá nuevos poros rompiendo la estructura.-

En el proceso de la construcción debe de tratarse siempre de lograr una repartición homogénea del producto bituminoso; lo cual se consigue por adición de agua especialmente en el caso de asfaltos líquidos y emulsiones de fragua lenta, siendo fundamental en todo caso el conseguir adherencias elevadas para evitar el desalojo de los ligantes asfálticos por el agua.

b)- El Cemento Portland, que tiene una acción de endirecedor sobre el suelo (no el de solidificante), lo que evita que este se vea

III

afectado por cambios de temperatura y humedad.-

La estabilización se consigue generalmente por el empleo de un 6 á 8% de Cemento Portland en polvo, siendo su proceso constructivo muy semejante al de estabilización con productos bituminosos con la diferencia que requiere una superficie perfectamente pulverizada en el suelo antes de la mezcla, lo que se consigue ya sea por aereación o según el nuevo procedimiento empleado por el Ing^o J.C. Bustos en la construcción del tramo R. Cano y Rojas al N.O. de la Provincia de Buenos Aires, humedeciendo el tramo por tratar varios días antes de la mezcla y pasando luego rastras de discos livianos en forma periódica.-

c)- El Cloruro de Calcio, es también empleado cuando la superficie tratada no va a ser posteriormente cubierta con productos bituminosos y su acción en la superficie es la de atraer el agua de la atmósfera (deliscuecencia) siendo de mayor aplicación en las zonas áridas como nuestra costa pues la precipitación pluvial traería como consecuencia la eliminación de las sales por disolución o por arrastre obligando a hacer constantes aplicaciones (por lo menos dos por año) con la consiguiente conformación del terraplén.

Este procedimiento es también empleado cuando va a transcurrir gran tiempo entre el acabado de un afirmado y su asfaltado especialmente si va a estar entregado al tránsito, ya que como se emplea en ellos menos arcilla, el agua de riego se evapora con gran facilidad dejando superficies polvorrientas y terminando por perder gran parte del ligante por arrastre de los vientos.-

El Cloruro de Calcio suele ser empleado en una

IV

proporción de 10 libras por tonelada de suelo estabilizado, haciéndose su aplicación disuelto en agua para conseguir un repartimiento homogéneo.-

d)- El Cloruro de Sodio, aunque no tiene propiedades delisuecentes tan marcadas es también bastante usado como estabilizante en superficies y condiciones similares al del Cloruro de Calcio, siendo su acción no la de atraer el agua de la atmósfera sino más bien el impedir la evaporación del agua de riego en el proceso de compactación agregando a éstos la facultad de cristalizarse en los poros superficiales aumentando la estabilidad y demorando la evaporación del agua residual incorporada en la masa.-

Esta sal se suele usar en una proporción de 25 a 30 libras por metro cúbico de suelo estabilizado, siendo su sistema de aplicación similar al anterior.-

e)- El Silicato de Calcio, ha sido empleado en muy contadas ocasiones y sólo como vía experimental y con el objeto de reducir la cohesión o el índice de plasticidad de suelos de contextura pesadas, pues parece que forma una estructura cristalina que liga las partículas de la mezcla limitando los cambios volumétricos por inhibición.-

d)- Ultimamente en el medio comercial han surgido una serie de productos a base de resinas (Vinsol, Dresinate, etc.) a los cuales se les atribuye propiedades estabilizantes, pero sus altos precios y la existencia de procesos más controlables y conocidos, han relegado estos sistemas a pruebas experimentales de laboratorio.-

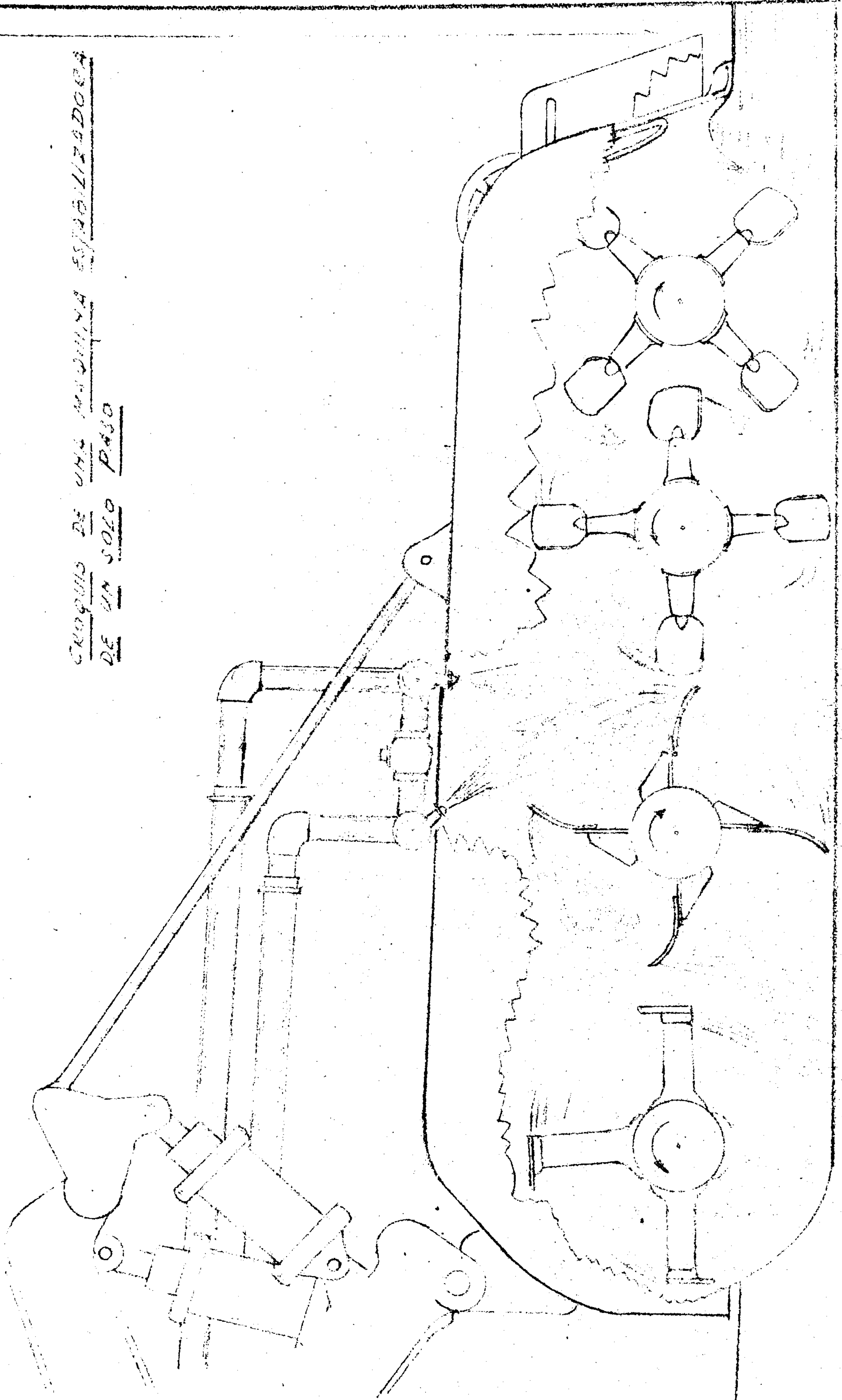
El proceso de construcción de los sistemas a base de sales deliscuecentes, viene a ser el mismo que el de los afirmados ya que se usan generalmente para la estabilidad y resistencia al desgaste de los mismos en lapsos de tiempo limitados, siendo su aplicación simplemente a base de riegos de agua en la cual se ha disuelto la sal empleada en la proporción necesaria para el área a cubrir con cada tancada.-

En lo que se refiere a la estabilización a base de productos asfálticos (suelo-betún) y de cemento Portland (suelo-Cemento), éstos tienen un proceso constructivo similar.- En un principio cuando la estabilización daba los primeros pasos no se contaba con equipos especialmente diseñados para este fin, empleándose generalmente equipo "prestado" de la agricultura, haciéndose las diferentes etapas de pulverización y mezclado a base de rastras de púas y de discos tanto livianos como pesados, complementándose con el uso de arados de rejas colocados en serie con las concavidades de las cuchillas en sentido opuesto alternadamente para no desplazar el material en un sólo sentido perdiendo la nivelación y distribución de la masa por estabilizar.-

Estos obligaba a gran derroche de tiempo y los materiales estabilizantes debían de estar de acuerdo con tal proceso constructivo, lo que hacía obligatorio el empleo de productos bituminosos muy livianos o cantidades de cemento excesivas para compensar las mezclas prolongadas y el rodillado retrasado.-

En la actualidad el empleo de equipo mecánico especialmente diseñado para tal fin (mezcladora Seaman, estabilizadora de un sólo paso P & H, etc.) permíte mayor velocidad de trabajo y sobre

GRUPO DE UNA MÁQUINA ESTABILIZADORA
DE UN SOLO PASO



VI

todo, el poder seguir paso a paso las indicaciones del Laboratorio, el cual establece como requisitos fundamentales para una buena estabilización, lo siguiente:

- 1°.- Determinar y controlar la profundidad de suelo para determinar y obtener las proporciones exactas de mezclado.-
- 2°.- Pulverizar el suelo en forma completa aunque sea necesario por medio de aereación.-
- 3°.- Ejecutar la mezcla de los materiales en forma homogénea.-
- 4°.- Establecer una subrasante perfectamente definida.-
- 5°.- Distribuir en forma uniforme el líquido en proporciones medias para todos los materiales.-
- 6°.- Ejecutar un perfecto mezclado en húmedo.-
- 7°.- Extender el material sin compactaciones previas y en forma uniformes.-
- 8°.- Seguir con exactitud las normas de rodillado indicadas por el Laboratorio.

Todos estos pasos pueden ser efectuados en la actualidad por máquinas especiales de diseño muy aproximado al que se indica en el diagrama adjunto las cuales para el caso de estabilizaciones bituminosas sólo necesitan un tanque que las alimente por medio de una manguera de conexión situada en la parte delantera de la máquina y en el caso de ser la estabilización hecha a base de Cemento Portland, el tanque sería de agua, pero el cemento será extendido sobre el suelo natural en forma más o menos uniforme ya sea a mano o empleando distribuidores automáticos.-

Los distribuidores automáticos de cemento constan generalmente de dos elementos: el camión y el distribuidor mecánico de arrastre.-

El camión es generalmente de gran capacidad (600

VII

bolsas) lo que evita la pérdida de polvo por adherencia en las cubiertas, y tiene en su parte inferior dos tornillos sin fin que alimentan en forma constante el cemento a la parte posterior del camión donde es recibida por el dispositivo esparcidor.-

Este equipo es generalmente de enganche automático al automotor y funciona por arrastre consistiendo generalmente en una caja en cuya parte inferior hay un tambor giratorio que entrega el material a una abertura provista de compuerta regulable.- El régimen de descarga es uniforme e independiente de la velocidad del camión, ya que un sistema de cadena une las ruedas de suspensión y rodadura de la esparcidora con el eje del tambor y es la que le dá a éste su movimiento de rotación (Ver Capítulo II, item).

En lo que se refiere al rodillado debe de tenerse en cuenta que éste debe de hacerse a gran profundidad, por lo que fundamentalmente debe de compactarse inicialmente con rodillos Pata de Cabra cerrando luego la superficie con equipos neumáticos.- En el rodillado inicial, debe de indicarse como elemento básico, que debe de ser perfectamente homogéneo, por lo que el rodillo Pata de Cabra no debe de ser halado, pues la unidad motriz haría una compactación zonificada con sus ruedas, sino que se debe de hacer un aditamento especial para que dicho rodillo sea "empujado" para que de esa manera la unidad de tracción se desplace sobre terreno ya compactado.-

Por lo que a Estabilización de Suelos se refiere,

VIII

el examinando deja constancia que no tiene ninguna experiencia personal ya que en nuestro medio aún no se han empleado en forma oficial ni regular ninguno de estos sistemas estando el presente Apéndice basado tan sólo en el estudio de las memorias descriptivas y equipos mecánico, de trabajos sobre el particular efectuados en el extranjero.