



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

28
21

**ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO DE
MAQUINARIA PESADA PARA CONSTRUCCION**

Tesis Profesional

**ELABORADA PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR

JOSE ARTURO BARRERA GONZALEZ

México, D. F.

Marzo de 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
I INTRODUCCION	1
II PLANEACION DEL MANTENIMIENTO	8
III ORGANIZACION.....	12
IV EJECUCION	25
V CONTROL	44
VI CONCLUSIONES	64

ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO
DE
MAQUINARIA PESADA PARA CONSTRUCCION

José Arturo Barrera González

I N T R O D U C C I O N

Desde tiempos remotos, la humanidad debido a sus necesidades ha --
tenido que construir sus medios de vivienda, utilizando como recur--
so primordial la obra de mano. Esto condujo mas adelante, a que --
las obras de gran volumen requirieran de mucho tiempo para su ela--
boración, provocando a su vez que el tiempo y los costos se incre--
mentaran en forma desproporcionada.

Por tales motivos, el hombre se vió en la necesidad de idear la --
forma de perfeccionar sus herramientas y crear máquinas que ten--
drían como fin reducir en forma eficiente la utilización de obras
de mano, el tiempo y los costos.

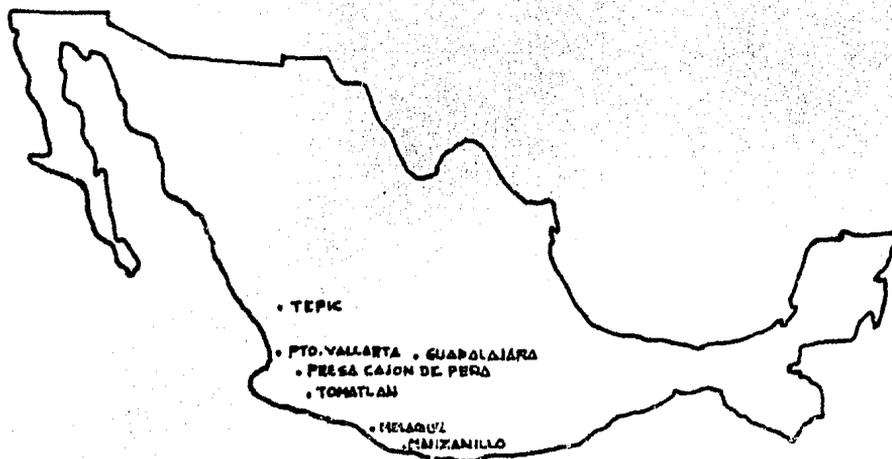
A través de los años el ingeniero civil dedicado a la construcción,
ha observado que las máquinas son un instrumento en el que se re--
fleja en forma rápida la evolución de tecnología, los avances de -
obra acelerados y los costos reducidos. Por lo tanto, se puede de-
cir que la maquinaria para construcción constituye actualmente uno
de los recursos mas importantes de la industria de la construcción.

La eficiencia de utilizar maquinaria pesada para construcción, se
verá reflejada siempre y cuando el equipo se opere adecuadamente --
y se le proporcione el mantenimiento necesario, de lo contrario se
pueden tener serias divergencias en los resultados que se preten--
den. Por ello, es importante aplicar al mantenimiento del equipo -

los principios de la administración moderna los cuales son: planear, organizar, ejecutar y controlar.

Definiendo lo que es "La administración del mantenimiento de maquinaria"; Tenemos que.- Es el conjunto sistemático de reglas que busca en forma directa la obtención de resultados de máxima eficiencia en las formas de estructurar y manejar el equipo.

Para comprender en forma convincente los principios de la administración del mantenimiento de maquinaria pesada para construcción, se tomó como apoyo el proyecto "Tomatlán II", mismo que se llevó a cabo en las cercanías de la población de Tomatlán ubicada en el estado de Jalisco, México (Ver gráfica 1).



- GRAFICA 1 -
UBICACION DE LA POBLACION DE TOMATLAN
EN EL EDO. DE JALISCO MEXICO

DISTANCIAS EN KILOMETROS	
TOMATLAN A MANZANILLO, COL.	196
TOMATLAN A GUADALAJARA, JAL.	430
TOMATLAN A TEPIC, NAY.	320
TOMATLAN A PTO. VALLARTA, JAL.	100
TOMATLAN A MELAQUE	130
TOMATLAN A LA CUMBRE	13
TOMATLAN A CAJON DE PEÑA	25

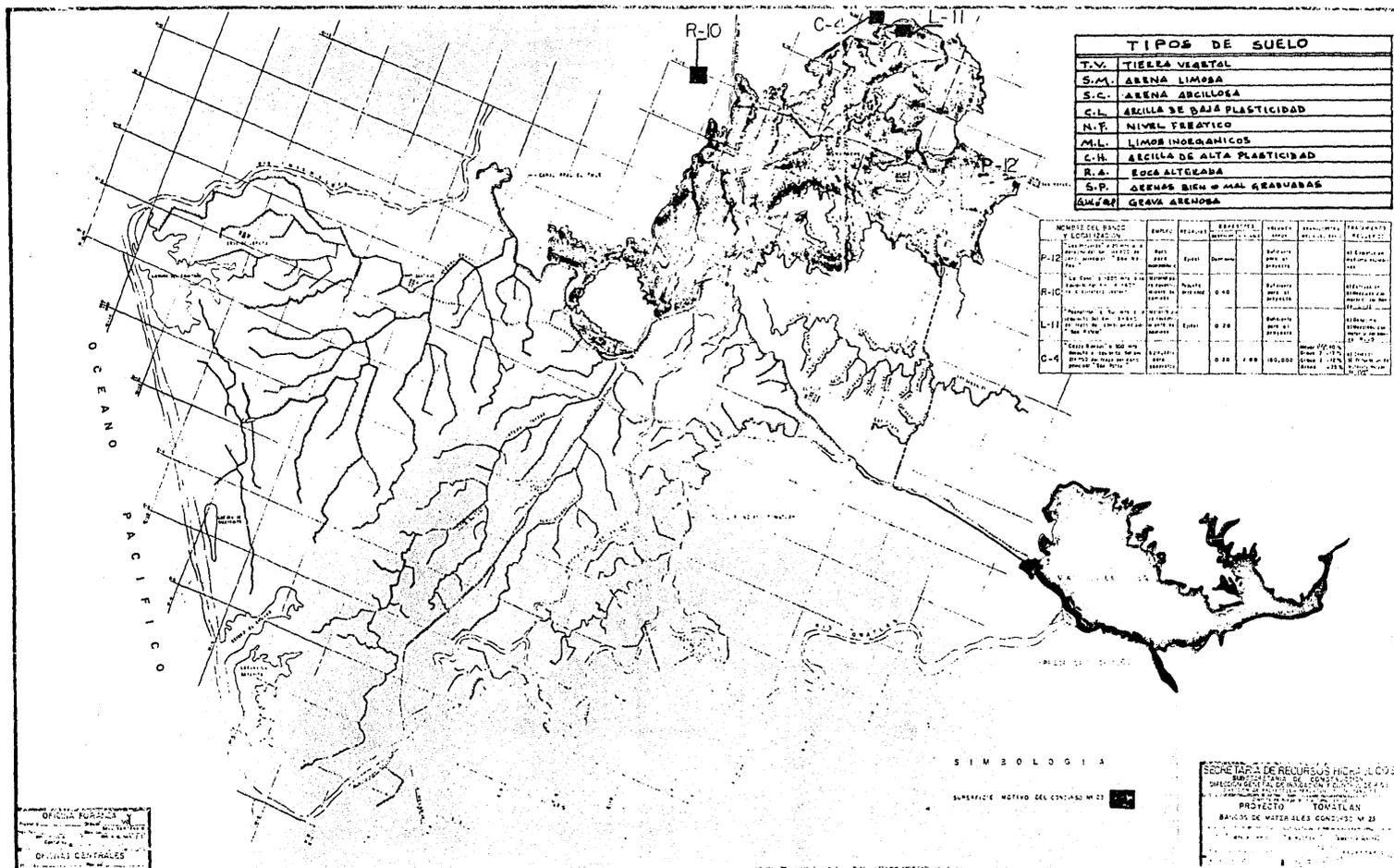
La ejecución del proyecto, se definió con la construcción de un -- canal principal revestido de concreto, canales laterales, sub-laterales, etc., y su fuente de abastecimiento se proporcionó desde la presa cajón de peña.

Su objetivo esencial, fue la dotación de agua a las zonas para cultivo de San Rafael, beneficiandola en una área de 8300 Has.

(Ver gráficas 2 y 3).

Dentro de su planeación, se efectuaron estudios que resultaron - - trascendentales en la toma de decisiones, como fue el caso de los factores físico naturales; el clima, el tipo de suelo y la topografía del terreno.

El clima se caracterizó por las condiciones de tipo subhúmedo con lluvias en verano y con una temperatura media anual de 26.8°C. En los estudios geológicos resultaron los diferentes tipos de suelo - en los que predominaron los de origen aluvial en un 80%. Como resultado de este estudio, se pudieron precisar las áreas consideradas como bancos de préstamo para la obtención de materiales pétreos. (Ver gráfica 4)

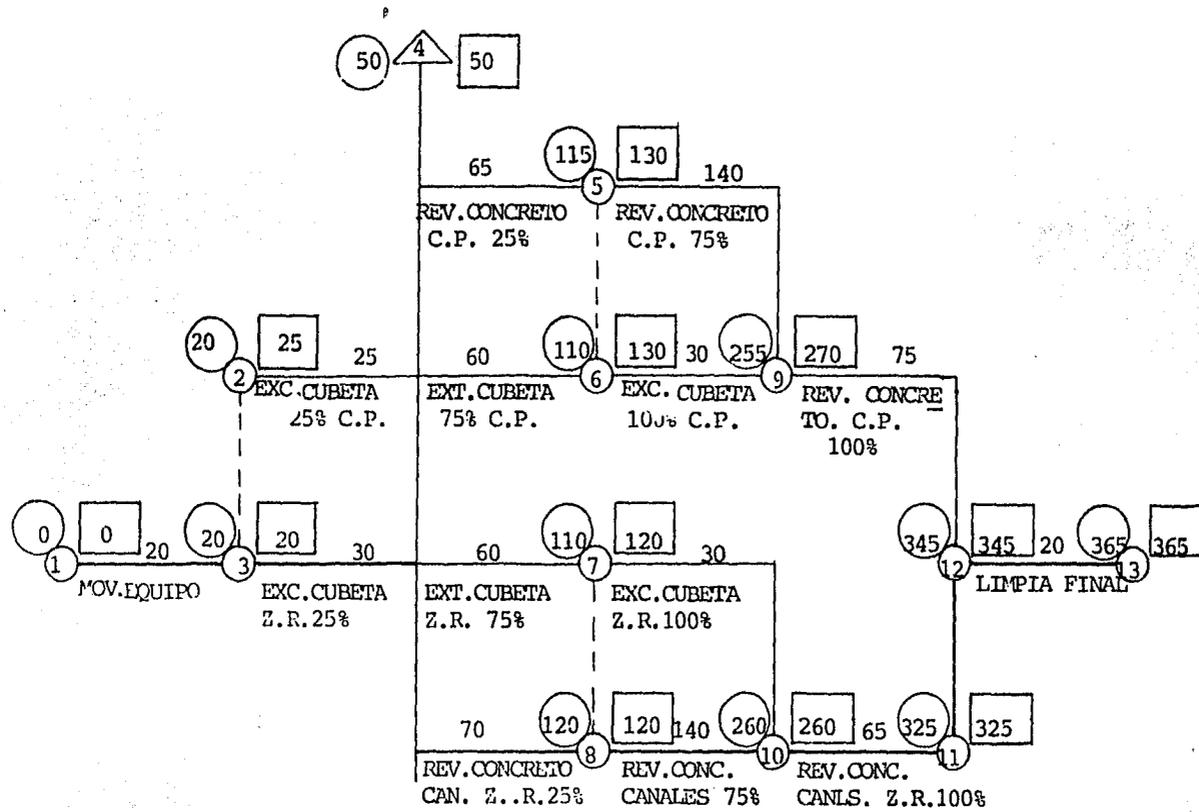


En relación a la topografía del terreno, se verificó por medio de un levantamiento que no existía en la superficie de esa región diferencias extremas de nivel.

También se previó la posibilidad de necesitar servicios de ciudades cercanas a Tomatlán, por tal motivo, se optó en mencionar las distancias de las ciudades mostradas en la gráfica 1.

Después de haber efectuado una planeación específica, se elaboró un diagrama de flechas para la determinación de volúmenes, tiempos y etapas para la ejecución de la obra. Dichos parámetros se definieron en forma mas comprensible con el diagrama de barras, conocido también como programa de obra.

El propósito del programa, consistió en mostrar las cantidades de obra, el tiempo y la maquinaria adecuada para la ejecución de las etapas especificadas. el rendimiento por día efectivo y día calendario del equipo, y a su vez el tiempo total para la finalización del proyecto. (Ver diagrama 1 y 2).



(1) DIAGRAMA DE FLECHAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	RENDIMIENTO POR DIA EFECTIVO	RENDIMIENTO POR DIA CALENDARIO	AÑO 1 9 7 7				AÑO 1 9 7 8											
				SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.			
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
MOVIMIENTO DE EQUIPO				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
CANAL PRINCIPAL																			
EXC. CUBETA 25%	49115	2455	1965																
EXC. CUBETA 75%	96230	2005	1637																
EXC. CUBETA 100%	49115	1965	1637																
REVEST. CONCRETO 25%	6033	114	93																
REVEST. CONCRETO 75%	12066	105	80																
REVEST. CONCRETO 100%	6033	99	80.																
ZONA DE RIEGO																			
EXC. CUBETA 25%	42994	1720	1433																
EXC. CUBETA 75%	85987	1754	1433																
EXC. CUBETA 100%	42994	1720	1433																
REV. CONCRETO CANAL 25%	4136	72	59																
REV. CONCRETO CANAL 75%	8271	72	59																
REV. CONCRETO CANAL 100%	4136	78	64																

Según el programa de obra, el proyecto comprendió un movimiento de tierras de $368.372 M^3$ para la etapa de terracerías, y un volumen de $40.675 M^3$ para el revestimiento de concreto en canal principal y zona de riego respectivamente. El tipo de recursos a utilizar -- en ambas etapas, se determinó en base a las necesidades requeridas para su ejecución.

ASIGNACION DE RECURSOS		No. DE UNIDADES	No. DE MESES
E T A P A	E Q U I P O		
<u>TERRACERIAS</u>			
-Excavación para formar cubeta, en terreno natural y en rellenos compactados	Tractor 300H.P.	2	6
	Retroexcavadora 2 y 3	2	7
	Afinadora de taludes	1	8
	Zanjadora	1	9
	Motoconformadora 125H.P.	1	10
<u>CONCRETO</u>			
-Fabricación y colocación de concreto para revestimiento de canal.	Cargador frontal 2½ y 3	2	10
	Clasificadora - Trituradora primaria de 20" x 36" secundaria de cono 3½"	1	5
	Camión Tanque 8000 Lts.	2	10
	Bomba 4" Ø	1	10
	Dosificadora p/concreto 20m ³ /HR	1	10
	Camión Revolvedora 5m ³	5	10
	Planta de Luz 75 KW	1	10
	Colocadora de concreto	1	10
	Vibrador de inmersión	6	10
	Camión de volteo 7m ³	6	10
	Draga de arrastre 2½ y 3	1	2

P L A N E A C I O N

Con las decisiones aprobadas en el programa de obra , se optó por desarrollar una administración de carácter modernista, basándose específicamente en los principios de planeación, organización, -- ejecución y control, aplicados para el mantenimiento del equipo.

Para definir la funcionalidad de cada principio, fue necesario -- seguir el proceso efectuado en todo proyecto de ingeniería civil, como lo es la aplicación de costos directos e indirectos, anali-- zados para la ejecución de la obra.

La secuencia del proceso, se inició analizando los parámetros que afectan a los costos directos e indirectos.

COSTOS DIRECTOS:

- Equipo
- Mano de Obra
- Materiales
- Combustibles y lubricantes.

COSTOS INDIRECTOS:

- Traslado de equipo
- Campamentos y talleres
- Administración de campo
- Administración central
- Bonificaciones
- Seguros y Fianzas
- Retenciones
- Financiamiento

UTILIDAD: (X) %

Observando y analizando los costos indirectos, se hicieron patentes los conceptos de campamentos, talleres y administración de campo; pues en ellos se fincaron los antecedentes para una planeación concisa en el mantenimiento del equipo.

La planeación se precisó en los recursos humanos que debían de responsabilizarse para el buen mantenimiento de la maquinaria, y a su vez, en las instalaciones y equipo auxiliar con el que cumplirían sus funciones.

Los recursos humanos que debían de cumplir con esta faceta tan importante, se designaron así:

- Superintendente de maquinaria
- Encargado de conservación y suministro de combustibles, con tres ayudantes.
- Mecánicos especializados en las ramas de; motores de combustión interna, en transmisiones automáticas y en sistemas hidráulicos, cada uno con un ayudante.
- Soldador, con un ayudante.
- Tornero, con un ayudante

- Tomador de tiempo
- Almacenista
- Encargado de compras

La asignación de instalaciones de apoyo para el personal nombrado se determinaron así; una oficina de campo equipada; un taller con equipo auxiliar, como; planta para soldar, torno, fresadora, bancos de trabajo con presas, esmeril, garrucha, gatos hidráulicos, herramientas menores, etc. Adjunto al taller, se instaló el almacén con una existencia de refacciones de consumo constante, - siendo de las más comunes; las cuchillas, gavilanes, dientes, protectores de reja, cables, roles, cadenas, zapatas, rueda gufa, -- catarina, tapa fugas para radiador, soldaduras, filtros para aire y aceite, lubricantes, combustibles, tuercas, tornillos, etc.

Como equipo especial de mantenimiento, se consideró al vehículo - de transporte, equipado con tanques para el movimiento de combustibles y lubricantes, cubetas para engrasar e inyectar aceite, -- bombas para el trasiego de combustibles, refacciones menores y -- herramientas.

También encajó como parte de la planeación el saber que se utilizarían dos o mas máquinas con características semejantes en su -- rendimiento, lo cual propició a la estandarización del equipo con

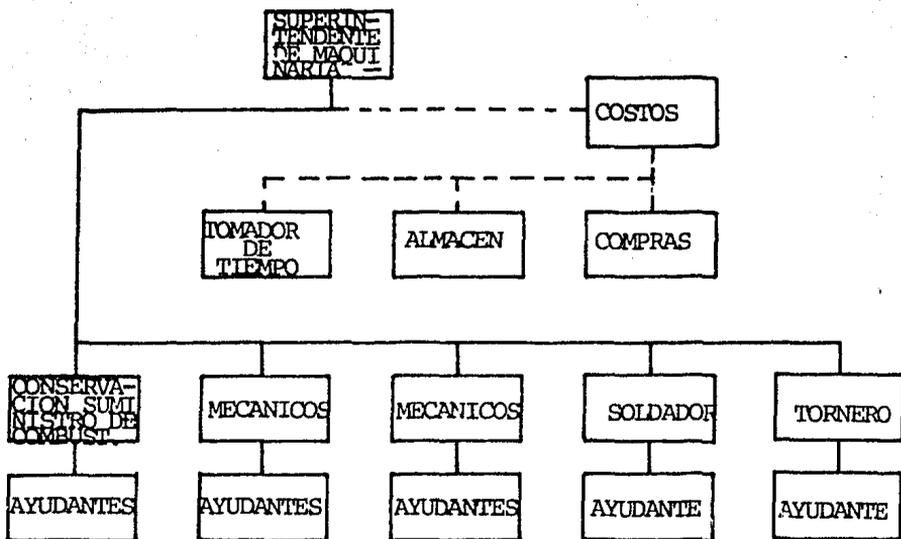
el fin de evitar que el inventario de refacciones se incrementara más allá de lo necesario.

Después de establecer los recursos humanos y las instalaciones, se optó porque éstas últimas, se ubicaran equidistantemente hacia los diferentes frentes de trabajo, con el propósito de obtener mayor eficiencia en los servicios de mantenimiento en el campo. (Ver gráfica 5).

ORGANIZACION

Los recursos humanos y materiales asignados a la planeación, se activaron aplicando el principio de organización con el fin de definir sus funciones.

Como norma inicial de la organización se elaboró el organigrama -
mostrado.



- ORGANIGRAMA PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA -

El propósito del organigrama fue establecer jerarquías para poder conjugar al personal de mantenimiento logrando un equilibrio en sus funciones.

Superintendente de maquinaria:

Primeramente se propuso al superintendente de maquinaria para -- responsabilizarlo sobre el buen funcionamiento, mantenimiento y operación de las máquinas y vehículos con los que contaría la -- obra.

En su inicio, debería anotar todas las características de las máquinas para tenerlas clasificadas, posteriormente revisaría el estado general de cada unidad reportándolo a la superintendencia general. De acuerdo con el análisis anterior, programaría a futuro las reparaciones mayores y menores, como; ajustes, cambios de cuchilla, gavilanes, engrases, cambios de aceites, filtros, etc., y tendría como apoyo el control llevado por el encargado de mantenimiento y suministro.

En toda reparación, el superintendente de maquinaria propondría la solución adecuada, y formularía con la forma tipo (5) el pedido de refacciones indispensables con el manual de la máquina correspondiente, o bien, mandaría la pieza a reparar al taller local. Ya teniendo las refacciones necesarias, elaboraría un programa de actividades en el que indicaría lo más aproximado posible -

el tiempo que duraría la reparación.

Por ningún motivo mandaría cambiar piezas de una máquina a otra, salvo orden escrita por el superintendente general, ésta medida evitaría el desmantelamiento de cualquier unidad.

También llevaría un control de entradas y salidas de las refacciones del almacén, e insistiría en los suministros para que se tuviera siempre una existencia aceptable de acuerdo a la cantidad y tipo de máquinas asignadas a la obra.

Al término del jornal debería efectuar su informe de actividades con una forma tipo (6), y verificaría que el personal a su cargo también lo realizara, recogidos al otro día el tomador de tiempo.

Respecto a la operación de las unidades, el superintendente de maquinaria sería la única persona que aprobaría o rechazaría al personal de operadores y choferes, con previa prueba de operación.

Cuando fuera necesario dar de alta o baja a algún elemento a su cargo, pediría la recomendación necesaria al superintendente general, pues con su autorización podría proceder a lo acordado.

Debería tener en antecedente, que el superintendente general y sobrestante, serían las personas que indicarían las necesidades y -

urgencias de las máquinas y su opinión le sería respetada.

Encargado de mantenimiento:

El encargado de mantenimiento, engrase, suministro de combustibles y lubricantes, estaría como responsable inmediato de la maquinaria existente en la obra, y su desempeño en esta fase para la vida del equipo sería vital, por lo que debería apegarse a sus obligaciones en forma estricta.

El personal a sus órdenes, estaría formando por tres ayudantes, - que bajo su responsabilidad engrasarían todas las partes de las - máquinas que lo requirieran, cambiarían filtros, aceites, revisarían baterías, abastecerían de combustibles a las máquinas, mantendrían los niveles de lubricantes correctos y las presiones de los neumáticos exactas.

Si equipo mecánico que se compondría por un vehículo de transporte, estaría equipado con; tanques para el mantenimiento de combustibles y lubricantes, cubetas para engrasar e inyectar aceite, -- bombas para el trasiego de combustibles, refacciones menores, herramientas.

Como obligaciones ineludibles, tendría que llevar un control escrito de las cantidades que recibiría de almacén y haría una relación en la que indicaría las cantidades entregadas a cada unidad,

mismas que debería vaciar de los vales que formularía al hacer la entrega. También indicaría diariamente su existencia y pediría con un mínimo de 48 hrs. los materiales que se fueran agotando, dando oportunidad al almacén a que previera y surtiera con oportunidad.

En los cambios de lubricación, llevaría un control con un reporte tipo (CL) conforme a las horas trabajadas de cada unidad mostrándoselo al superintendente de maquinaria para su aprobación.

Toda entrega de combustibles, lubricantes ó filtros para cualquier máquina, debería ser amparada con el reporte tipo (a), con el cual el operador aceptaría haber recibido los materiales con que habría de trabajar.

Darfa aviso al superintendente de maquinaria cuando observase fugas o consumos altos de aceite, y tendría especial cuidado para que por ningún motivo fuera a pararse alguna máquina por la falta oportuna de su intervención.

Personal de taller:

El cuerpo de mecánicos, soldador, tornero y ayudantes, estarían totalmente disponibles para cualquier tipo de reparación correspondiente a su ramo. Aunque para dar inicio a cualquier reparación, deberían hacer una revisión previa notificándola al superintenden

te de maquinaria por medio de una forma tipo (4) y cualquier falla por la falta de servicio oportuno de ellos sería de su responsabilidad.

Tendrían que cuidar de la integridad de las unidades, ya que no se les permitiría cambiar las refacciones de una máquina a otra, salvo una orden escrita autorizada por el superintendente general.

Como obligación rutinaria, deberían formular su reporte diario de actividades, forma tipo (4.1), mismo que presentarían al superintendente de maquinaria para su revisión.

Tomaduría de tiempo:

La tomaduría de tiempo asignaría a un encargado para que fuera recogiendo diariamente los reportes forma tipo (3) que elaboraría cada operador de máquina, así como todo el personal que tuviera gente a su cargo. Los reportes recogidos serían revisados cuidadosamente para cerciorarse que los datos estuvieran correctos, en caso que llegara a faltar alguno, se lo pediría al responsable para complementar el reporte.

Al término del periodo, calcularía los importes de las bonificaciones de cada operador en función de los reportes, y calcularía también el importe de las listas de raya, informándolo a la je

fatura administrativa y al superintendente general para su aprobación.

Con la lista de raya en su poder, haría el vaciado para la información de costos que debería estar lista a más tardar en tres días después de terminado el período.

No haría modificaciones a ningún salario, bonificación, tiempo extra, ni tampoco aumentaría a un solo trabajador en sus listas, pues el importe que devenga le sería cargado a su cuenta.

Todos los reportes formulados deberían ser enviados a la oficina matriz, ya que servirían para realizar análisis de costos y de avance de obra.

Almacén:

Para el control del almacén, el encargado debería elaborar un tarjetero en el que anotarfa todos los artículos recibidos, facilitandosele así el movimiento de materiales y refacciones.

Diariamente vaciarfa al tarjetero las entradas y formularfa las órdenes de alta forma tipo (7) correspondientes a lo recibido, también a cada entrega diaria de materiales o refacciones, elaboraría los vales tipo (B) exigiendo la firma en los mismos antes de entregar los artículos.

Al término del turno debería registrar ~~los salidas~~ ya fueran máximas o mínimas.

Cualquier artículo que no hubiera en existencia sería solicitado por el interesado con la forma tipo (11) a la jefatura administrativa, numerándolo y fechándolo para su control, y cuando haya sido aprobado por el superintendente general pasaría al departamento de compras para ser surtido.

Los vales diarios firmados por entrega de artículos, los tendría el almacenista clasificados por cuentas para la formulación de -- informes quincenales de salidas, y a su vez asentaría esos datos en el tarjetero para efectuar un balance en el momento deseado, -- ~~los~~ informes le serían entregados al superintendente general -- para su revisión.

La exactitud y veracidad de los datos de almacén serían indispensables para la obtención de costos, por tal razón no se harían al tas o vales sin los precios respectivos. Y su comportamiento se -- verificaría cada seis meses efectuando un balance.

Los activos fijos se controlarían anotando la salida y el número de resguardo firmado por el responsable de la unidad, y su autori zación la daría el superintendente general.

La baja de un activo fijo, se manejaría por órdenes escritas que

formularía el superintendente general, la orden sería utilizada en el almacén para el balance de existencias. Los artículos consignados como baja definitiva estarían autorizados por la gerencia y podrían ser vendidos a rescate, regalados o destruidos.

Cuando las herramientas fueran entregadas a descuento, no serían cargadas a sus cuentas, sino a entregas de descuento anotándose en el vale que se trata de entregas de este tipo.

Respecto a los informes que el almacenista debería de considerar y formular son los siguientes:

- SALIDAS (vale tipo "B")
- ENTRADAS (forma tipo "7")
- INFORME AUXILIAR DE ALMACEN (CONSUMO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES) (forma tipo "8")
- INFORME AUXILIAR DE ALMACEN (MOVIMIENTOS Y PRECIOS) (forma tipo "9")
- MOVIMIENTO CON VALORES.

Departamento de compras:

El departamento de compras estaría controlado por el jefe administrativo de la obra, y su función la aplicaría efectuando compras de tipo local, por medio de remisiones de la oficina matriz y por envíos de una obra a otra. Su control y manejo debería cumplirlo con los siguientes lineamientos.

Las compras locales se efectuarían con créditos o en efectivo en las plazas comerciales mas cercanas a la obra, y al encargado lo determinaría el jefe administrativo.

Al responsable, se le asignaría un vehículo para su transportación y se le proporcionaría un cheque u orden de compra con la que efectuaría las compras pertinentes, el importe del cheque u orden lo cubriría con las notas de remisión o facturas de las compras realizadas.

Las compras a efectuar por medio de remisiones, las solicitaría el superintendente de maquinaria a la oficina matriz para que ahí se encargarán de realizar las compras requeridas, ya fueran en el interior de la República o en el extranjero. En caso que la refacción no se pudiera surtir en un tiempo razonable, se le avisaría de inmediato al superintendente general de la obra para que tomara posesión del problema.

Y por último, se manejarían los envíos de refacciones de una obra a otra, tomándose en cuenta las solicitudes que elaborarían los superintendentes de maquinaria de cada obra. La forma de realizar lo sería por una orden forma tipo (12) de cambio de refacción de una obra a otra, en la que aparecería el nombre de la obra que mandaría la refacción y el nombre de quien la recibiera, anotándose también el importe de la misma.

Departamento de costos:

Con los informes que elaborarían los diferentes departamentos, - deberían de formularse los informes de costos realizándose en la oficina matriz, o bien, el superintendente general podría dar la orden para perfeccionar en la obra los costos de los conceptos - que estime pertinentes, o el total si lo deseara, mandando el -- original a la oficina matriz, a la gerencia de planeación y control para su verificación.

La forma de llevar la secuela para el análisis de costos sería - por medio de un encargado directo del departamento de costos. Semanalmente, recogería el tomador de tiempo la documentación diaria de los reportes de actividades de los operadores, cabos y mecánicos, los informes de mantenimiento y combustibles debería recogerlos del almacén, y con ellos efectuaría los informes de:

- a) Reporte de horas efectivas posibles y porcentaje de eficiencia en horas.
- b) Control de consumos de combustibles y promedio de consumo por horas.
- c) Control de rendimiento y consumo.

Quincenalmente, elaboraría con la forma tipo (CC) el informe de -

distribución de gastos en el período, con los datos del pedido - de fondos que obtendría el jefe administrativo, anexando su respectivo resumen.

Mensualmente haría el control general de gastos, con datos que le proporcionaría el jefe administrativo, el almacenista y el superintendente general. También recogería del almacenista verificando para envío a la oficina matriz el informe de movimiento de maquinaria y transportes.

Cada quincena les pediría a cada departamento sus informes realizados, siendo los siguientes:

(Tomador de tiempo)	Reporte de salarios y tiempos de maquinaria.
(Jefe Administrativo)	Reporte de pagos a subcontratistas y gastos administrativos.
(Almacenista)	Reportes de almacén
(Superintendente general).	Avance por período
(Superintendente general).	Reporte de avance mensual, acumulado y obra faltante.
(Formular)	Informe de acarreos por período.

Al finalizar el mes, calcularía los gastos de talleres, mantenimiento y suministros.

A mas tardar los días 5 y 20 de cada mes, enviaría a la oficina matriz la documentación de informes y reportes que harían los diferentes departamentos, avisandole al superintendente general -- por escrito.

Semanalmente mandaría a la gerencia de planeación y control los - informes que realizaría, y los que recogiera y revisara de los diferentes departamentos.

La exactitud y veracidad de los datos debería ser responsabilidad del informante y del superintendente general, pero la revisión de la claridad, de la cantidad de ellos y de las operaciones, sería exclusivamente del departamento de costos.

EJECUCION

La ejecución y el control del mantenimiento de maquinaria en la obra de Tomatlán II, se efectuó basándose en los antecedentes de los capítulos anteriormente tratados.

Para el comienzo de la obra, se consideraron los recursos asignados en el programa inicial, estableciéndolos en los frentes de canal principal y zona de riego, y por consiguiente en sus respectivas etapas de excavación y revestimiento de concreto. Ver tabla - 1).

CANAL PRINCIPAL	
"EXCAVACION"	
MAQUINA	N.U
Retroexcavadora de 2 y 3	2
Tractor de 300 H.P	2
Afinadora de taludes	1
Motoconformadora de 125 H.P	1

ZONA DE RIEGO	
"EXCAVACION"	
MAQUINA	N.U
Zanjadora	1

CANAL PRINCIPAL "REVEST. DE CONCRETO"	
MAQUINA	N.U
Draga de arrastre 2½ y 3	1
Planta de luz de 75 KV	1
Trituradora-Clasificadora Primaria de 20" x 36" Secundaria de cono de 3½"	1
Cargador frontal con orugas de 2½ y 3	2
Camión de volteo de 7 m ³	6
Planta dosificadora de concreto de 20 m ³ /HR.	1
Camión Revolvedora de 5m ³	5
Colocadora de concreto	1
Camión tanque	2
Bomba para agua	1
Vibradores	6

ZONA DE RIEGO "REVEST. DE CONCRETO"	
MAQUINA	N.U
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	1
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	1
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	1
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	2
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	6
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	1
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	5
Colocación de concreto con obra de mano; unidad (cuadrilla de 6 peones y 6 oficiales)	4
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	2
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	1
Se utilizó el mismo equipo del C.P.	4

Después de dejar perfectamente establecidos los recursos, se definieron sus funciones para el desarrollo de la obra, siendo realizados de la siguiente forma:

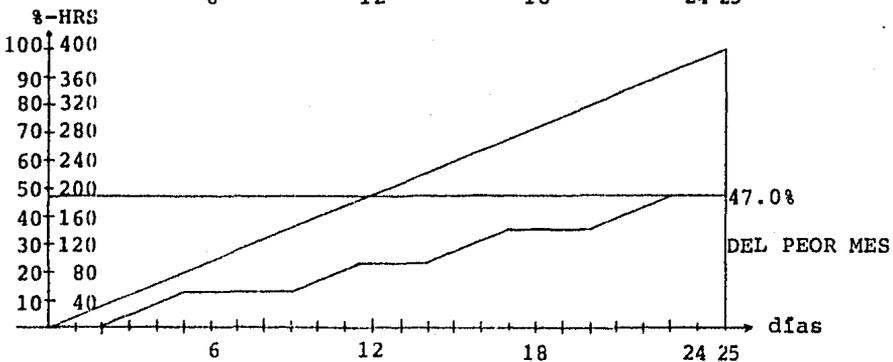
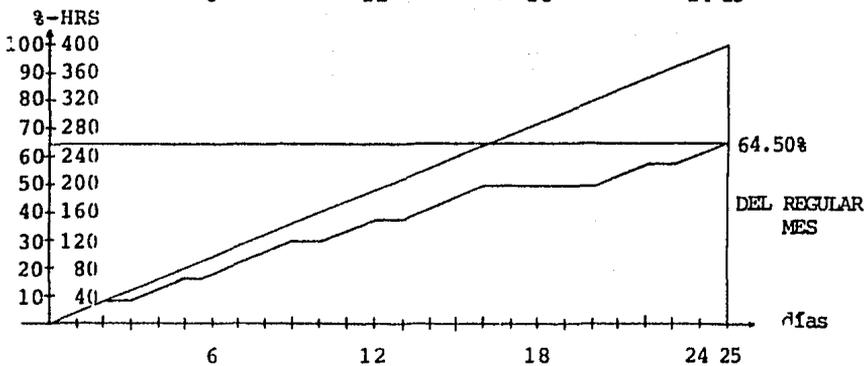
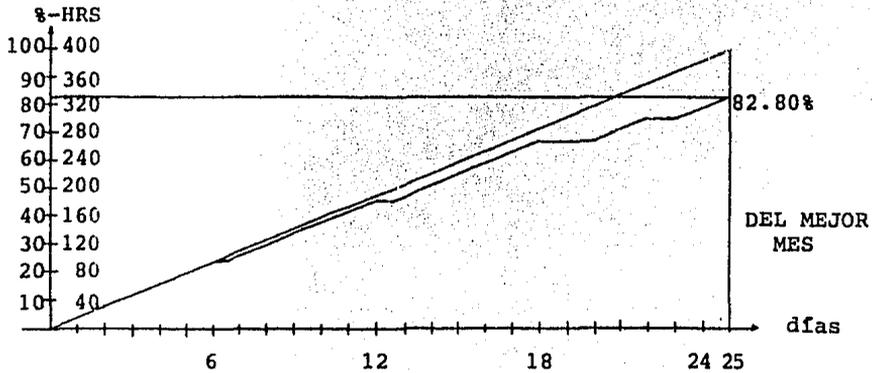
- Aplicación del equipo en la obra, especificando frente y etapa.
- Realización de gráficas mensuales de eficiencia en grupos de unidades. $\frac{\text{Hr.}}{\text{Días efectivos}}$.

CANAL PRINCIPAL Y ZONA DE RIEGO
 " ETAPA EXCAVACION "

RETROEXCAVADORAS:

Estas unidades efectuaron la excavación de la sección en el canal principal, depositando el material excavado en la orilla de la cù beta.

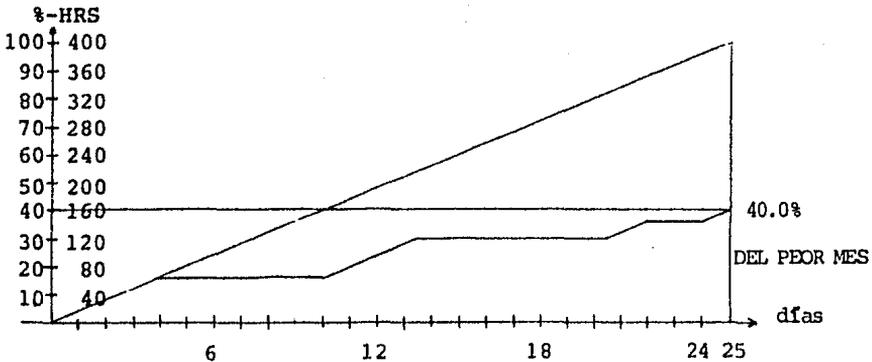
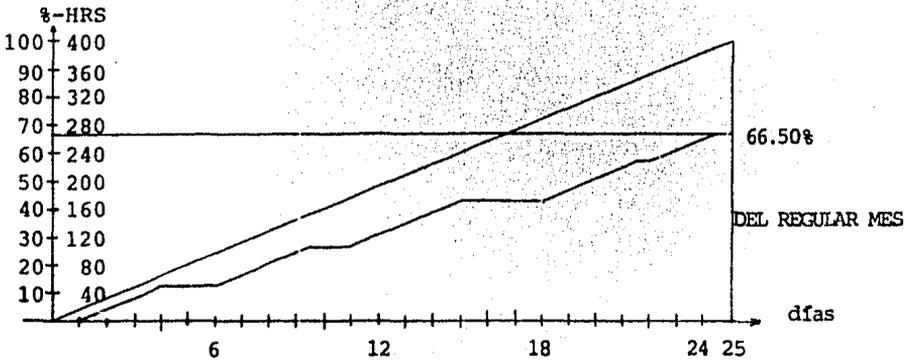
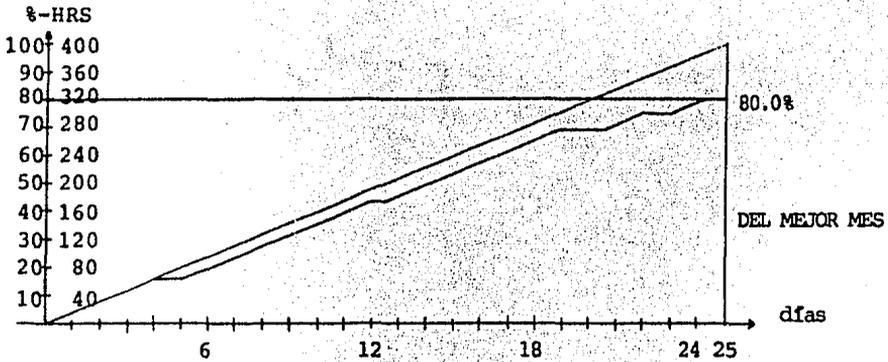
GRAFICAS DE EFICIENCIA



TRACTORES:

Dicho equipo, fue utilizado para extender el material excavado en los bordos del canal principal y zona de riego, dejándolos como caminos de servicio.

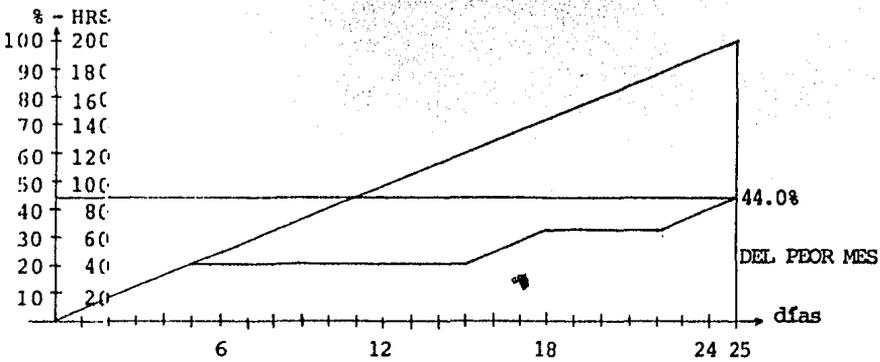
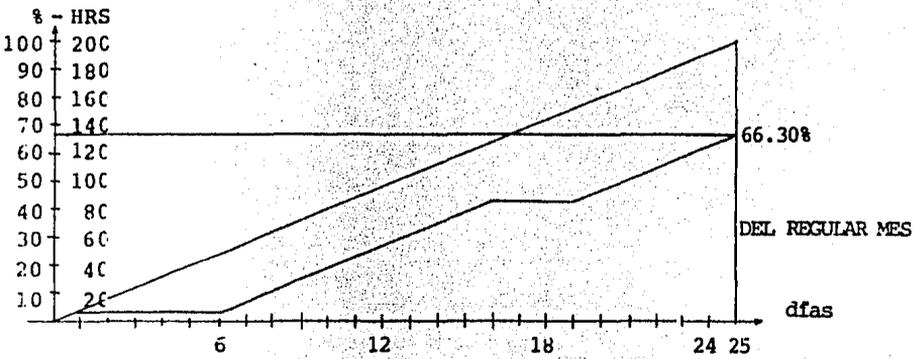
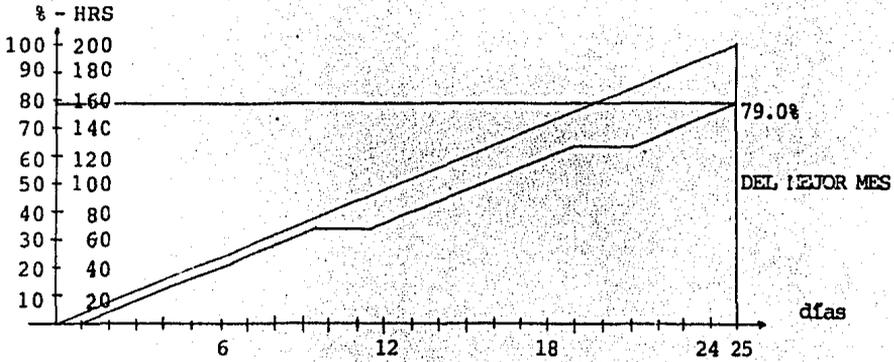
GRAFICAS DE EFICIENCIA



AFINADORA DE TALUDES:

La mencionada máquina, complementó la excavación de las retroexcavadoras hasta obtener el afine de taludes del canal principal.:

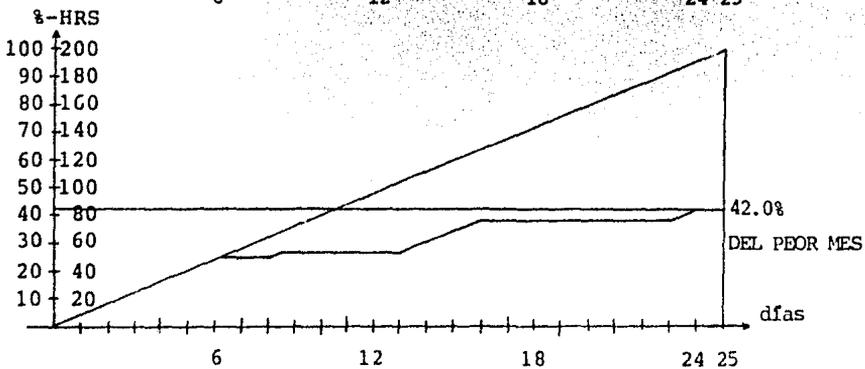
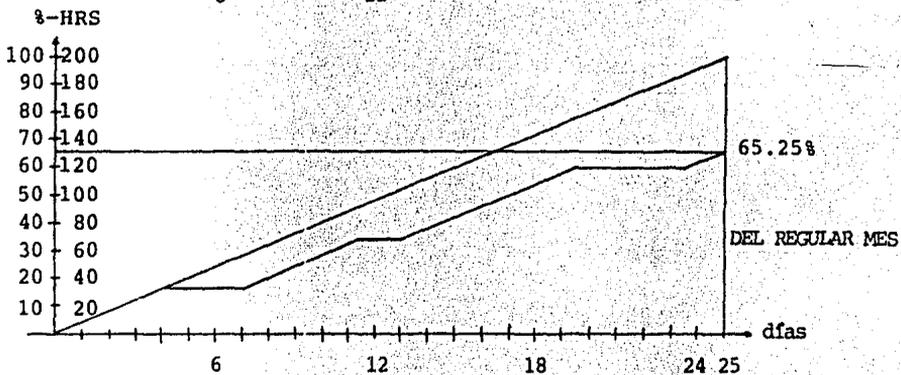
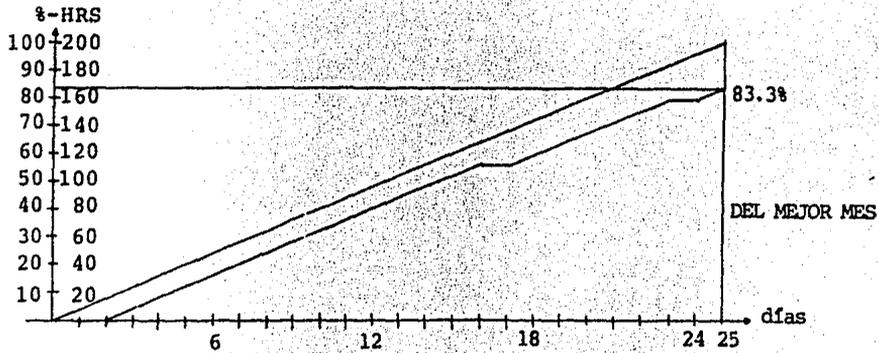
GRAFICAS DE EFICIENCIA



MOTOCONFORMADORA:

Esta unidad se utilizó en zona de riego y en el canal principal, para emparejar y conformar los caminos de servicio, manteniendolos de esa forma en condiciones transitables.

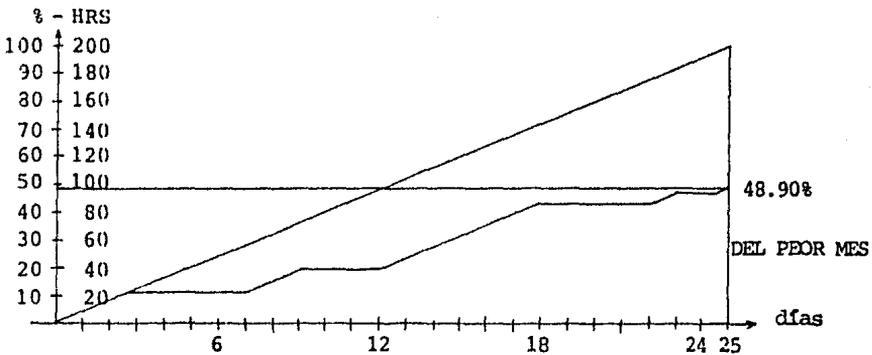
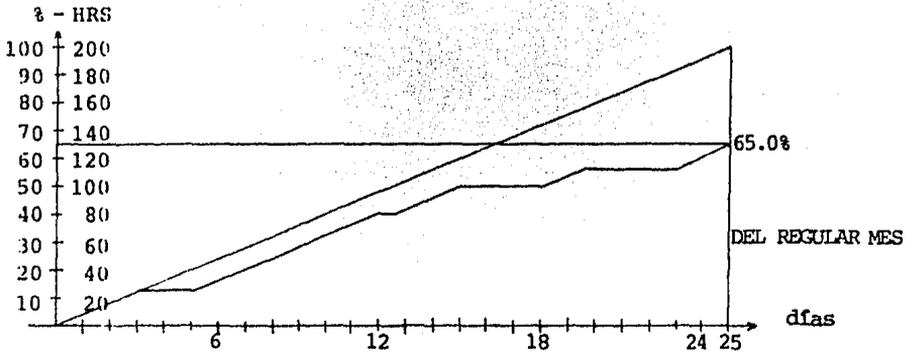
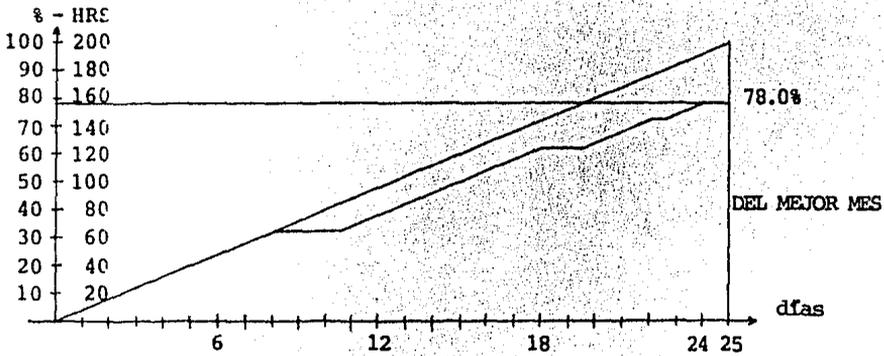
GRAFICAS DE EFICIENCIA



ZANJADORA:

Con esta máquina diseñada especialmente para secciones de canales pequeños, se excavaron y afinaron los taludes de los canales de zona de riego.

GRAFICAS DE EFICIENCIA



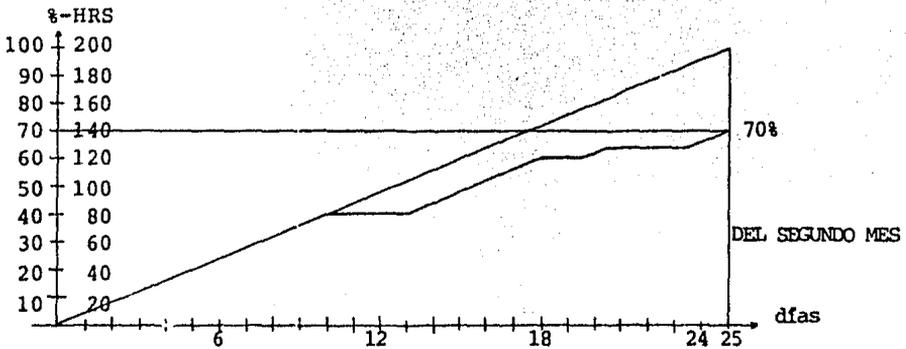
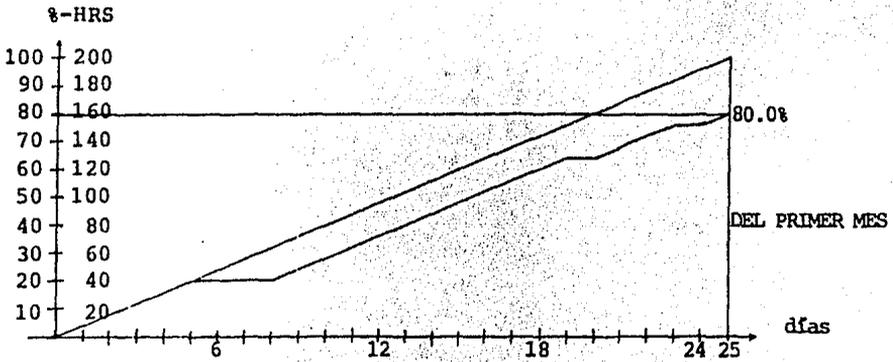
CANAL PRINCIPAL Y ZONA DE RIEGO

"ETAPA REVESTIMIENTO DE CONCRETO "

DRAGA DE ARRASTRE:

Su trabajo estuvo dedicado a la explotación agreña del banco de préstamo para la producción de agregados pétreos.

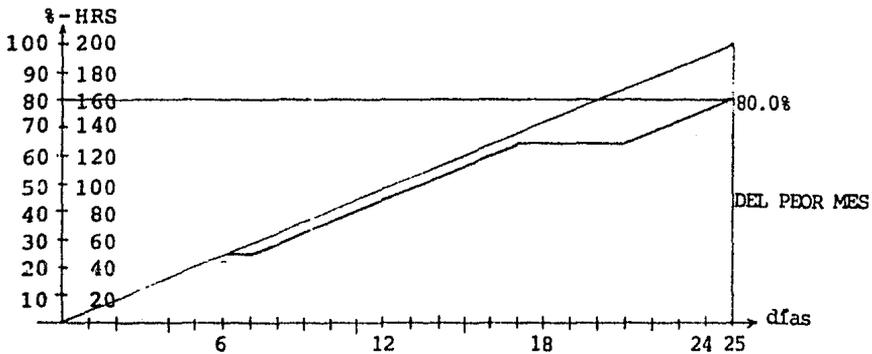
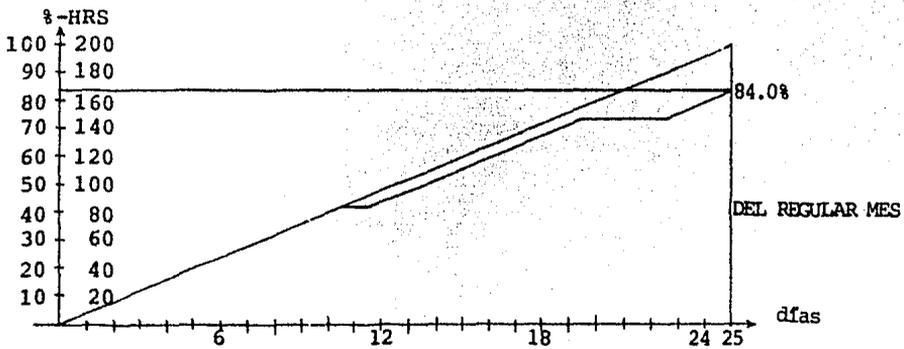
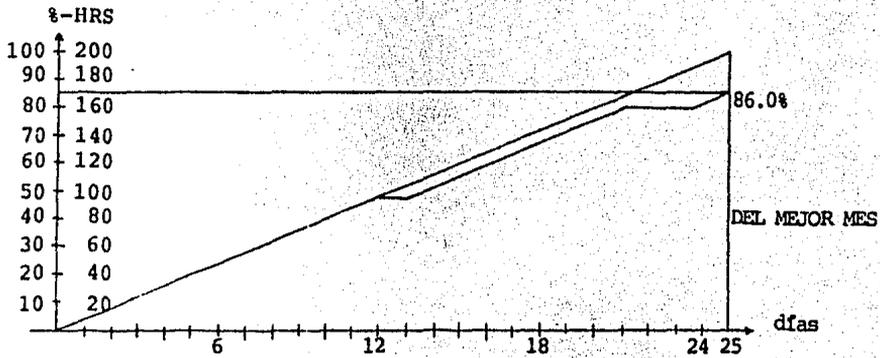
GRAFICAS DE EFICIENCIA



PLANTA DE LUZ DE 75 KW:

Se utilizó como fuente de energía para la planta trituradora-clasificadora.

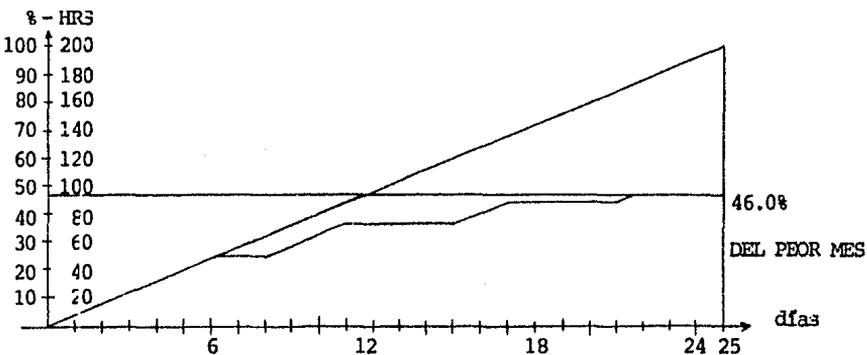
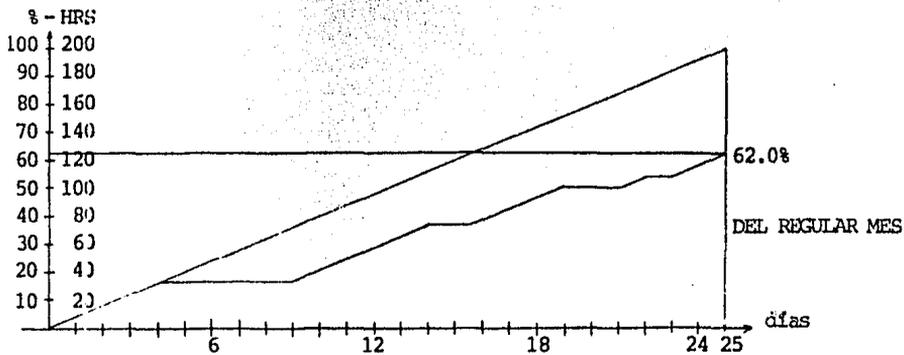
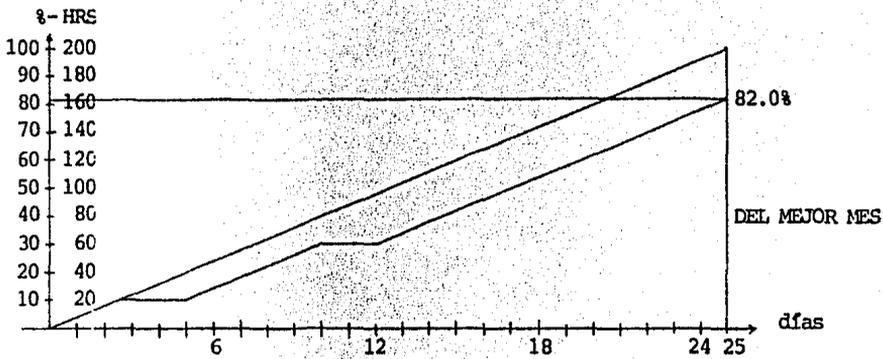
GRAFICAS DE EFICIENCIA



PLANTA TRITURADORA-CLASIFICADORA:

Este equipo se instaló cerca del banco de préstamo dos meses antes de la primera fecha, con el propósito de tener suficiente producción de agregados pétreos para la elaboración de concreto.

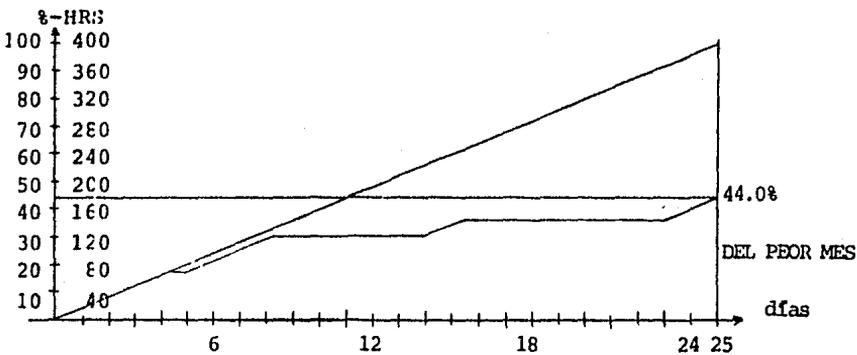
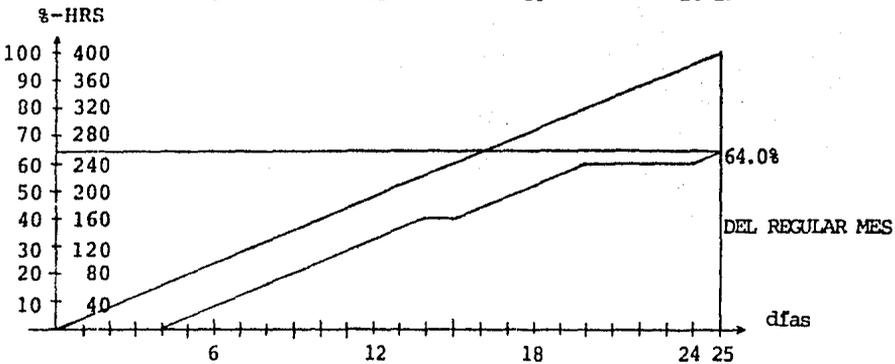
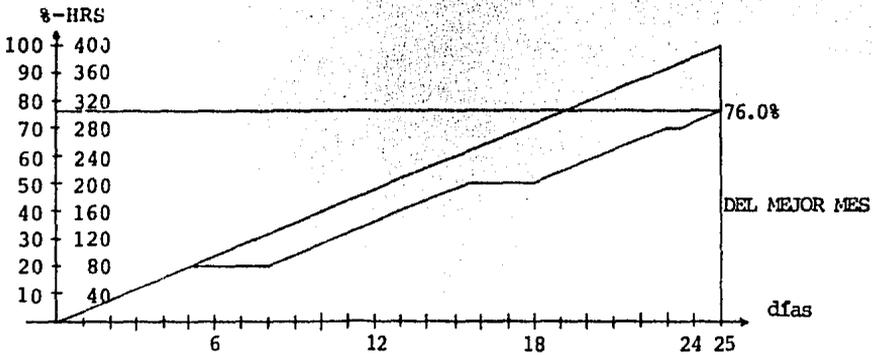
GRAFICAS DE EFICIENCIA



CARGADORES FRONTALES CON ORUGAS:

Con dichas unidades, se efectuaron maniobras para cargar los camiones de volteo del material extraído del banco y de los agregados clasificados.

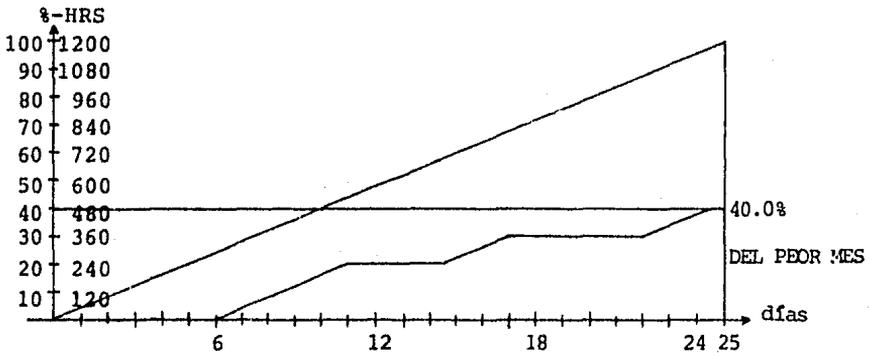
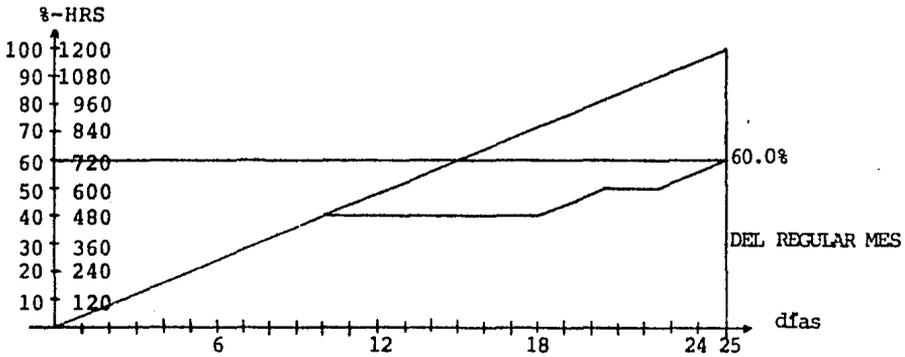
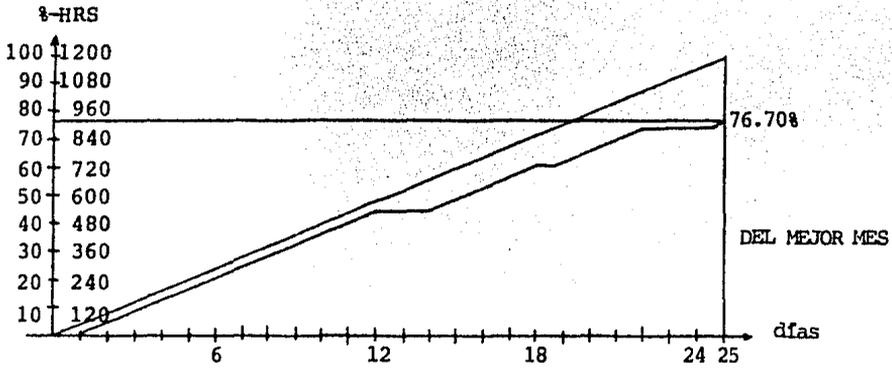
GRAFICAS DE EFICIENCIA



CAMIONES DE VOLTEO:

Fueron utilizados para transportar el material extraído del banco a la planta trituradora-clasificadora, y posteriormente del almacenamiento de materiales clasificados a la planta dosificadora.

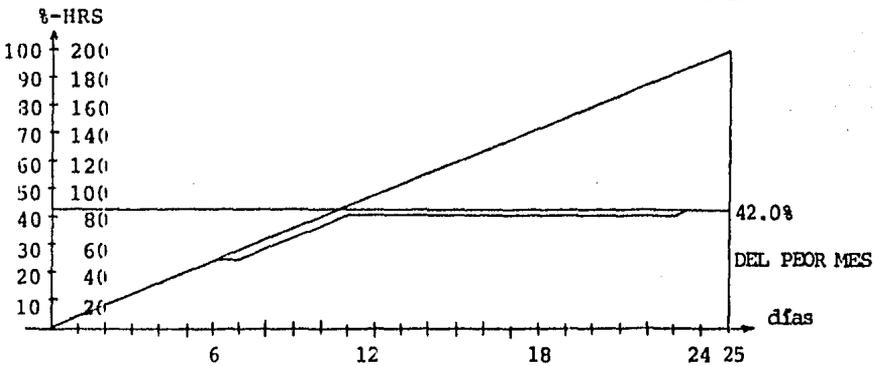
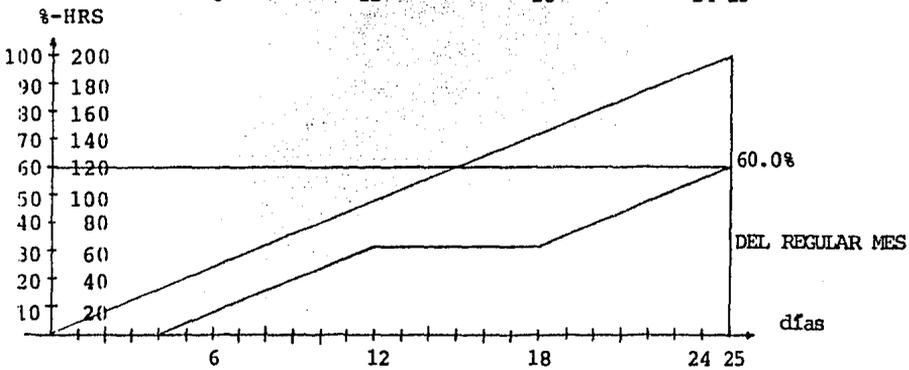
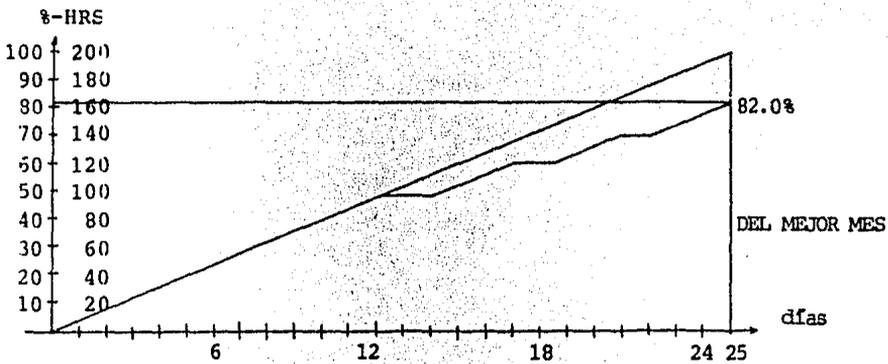
GRAFICAS DE EFICIENCIA



PLANTA DOSIFICADORA DE CONCRETO:

Por medio de este equipo, se produjo el 80% del concreto requerido para el revestimiento del canal principal y canales de zona de riego.

GRAFICAS DE EFICIENCIA

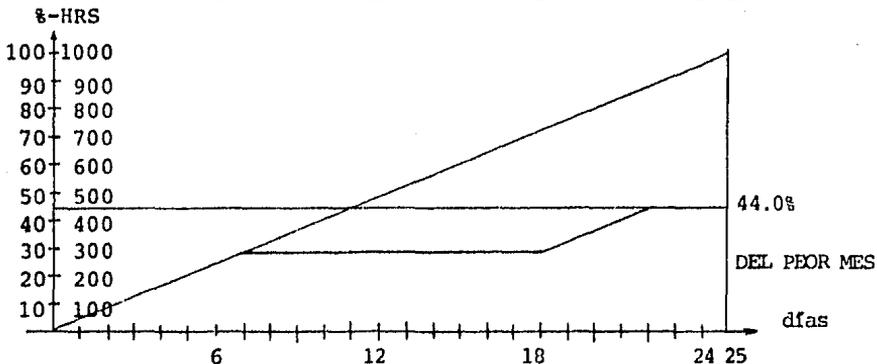
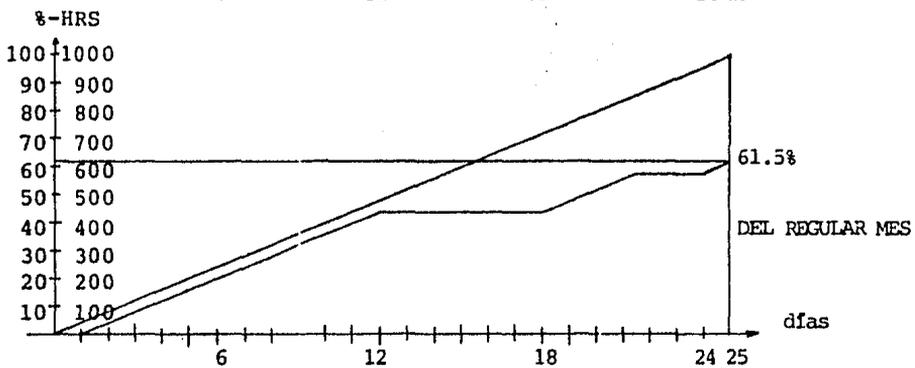
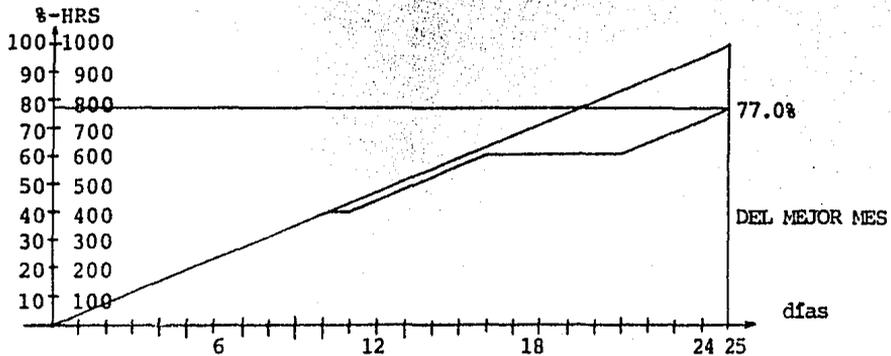


CAMIONES REVOLVEDORA:

Con ellos se transportó y abasteció de concreto a los canales de zona de riego y a la máquina colocadora para el canal principal.

Otra de sus actividades fue complementar el 20% del concreto requerido.

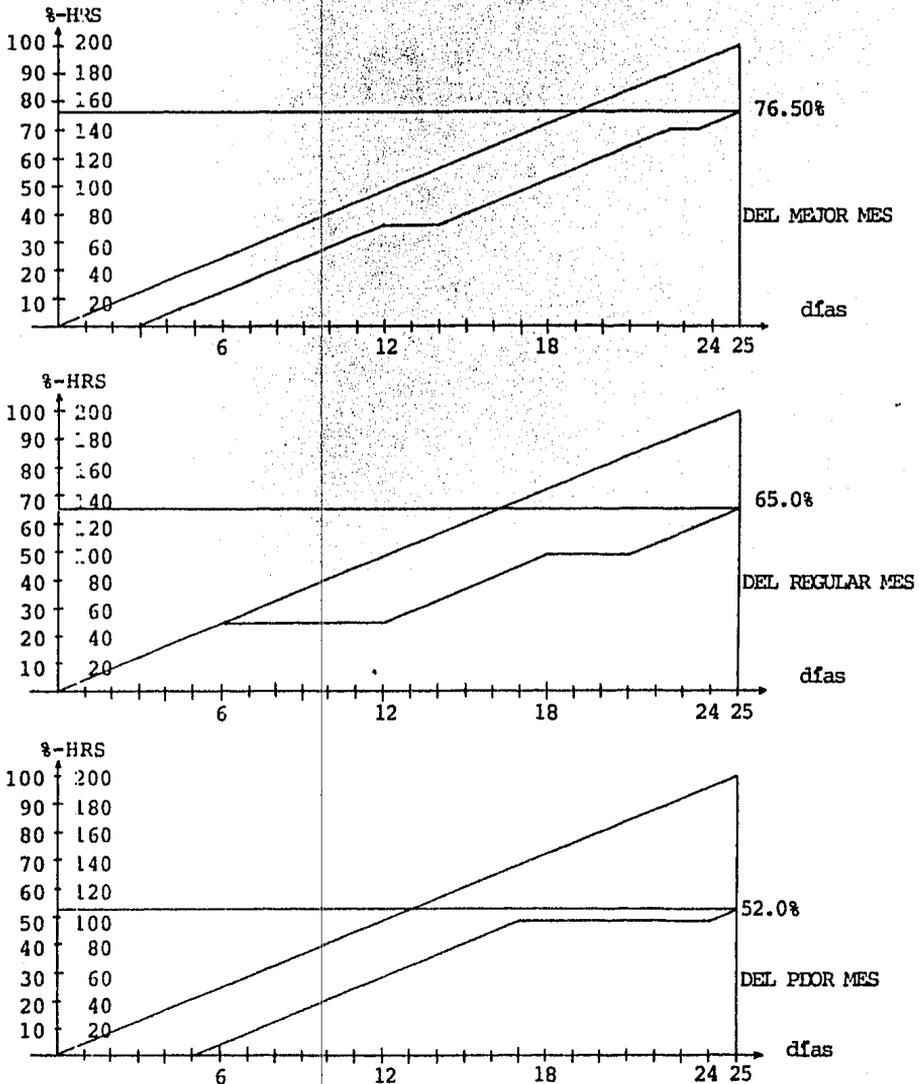
GRAFICAS DE EFICIENCIA



COLOCADORA DE CONCRETO:

Con esta máquina diseñada especialmente para secciones considerables, se colocó y extendió el concreto en el canal principal dejándolo completamente revestido.

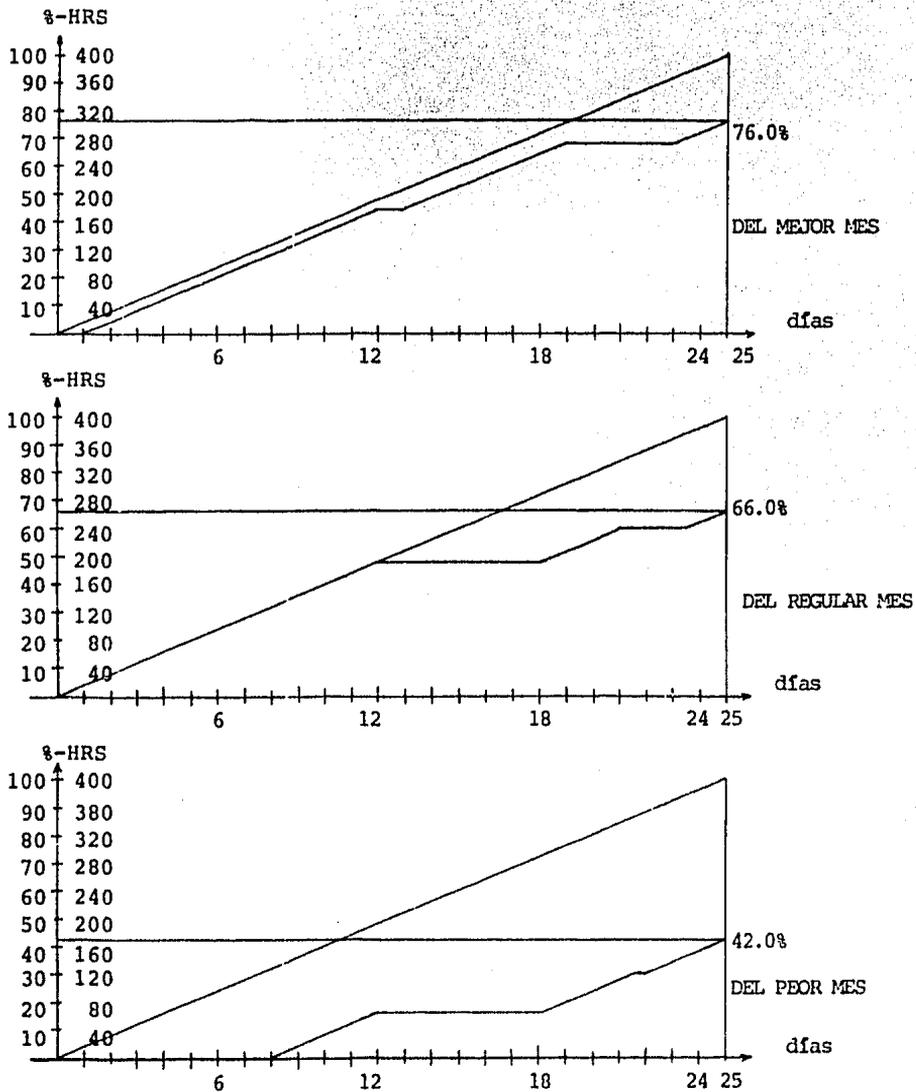
GRAFICAS DE EFICIENCIA



CAMIONES TANQUE:

Se les designó para que fueran humedeciendo la base y los taludes de los canales de zona de riego y canal principal, dejándolos en condiciones para ir recibiendo el revestimiento de concreto.

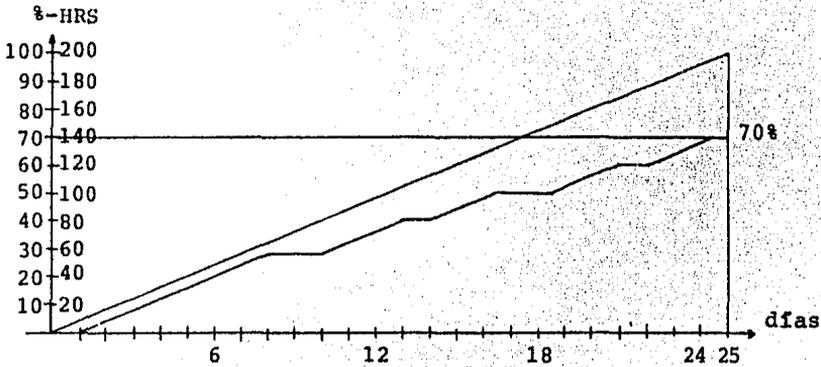
GRAFICAS DE EFICIENCIA



BOMBA PARA AGUA:

Su función que abastecer a los camiones tanque cuando lo requirieran.

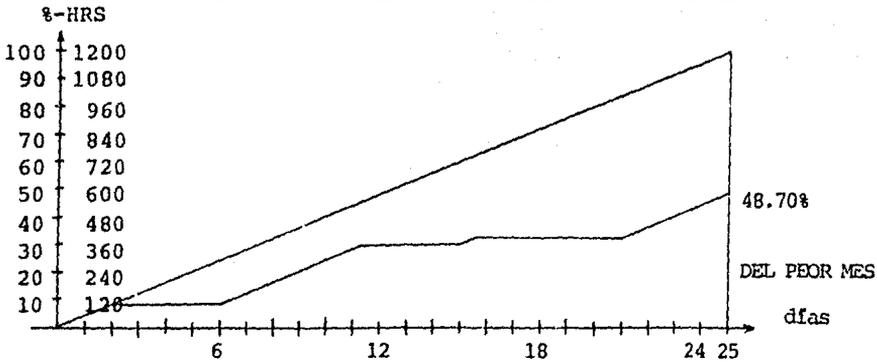
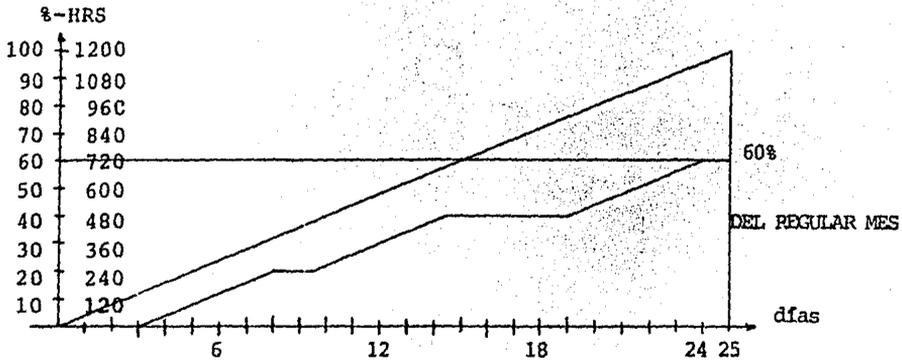
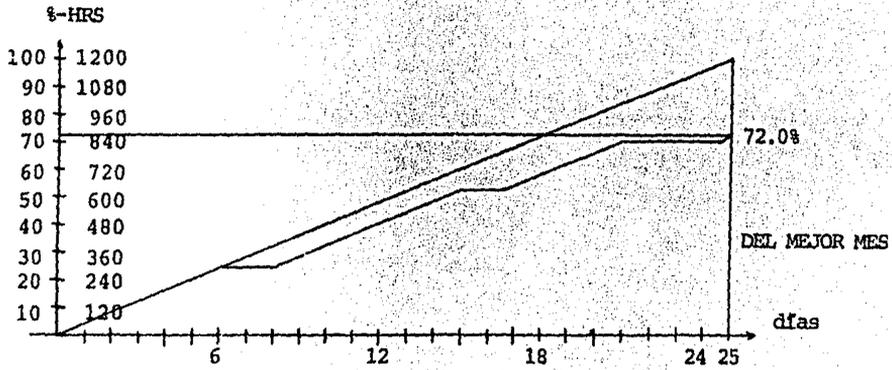
GRAFICA DE EFICIENCIA MEDIA



VIBRADORES DE INMERSION:

Se utilizaron para vibrar el concreto durante el revestimiento de los canales en zona de riego.

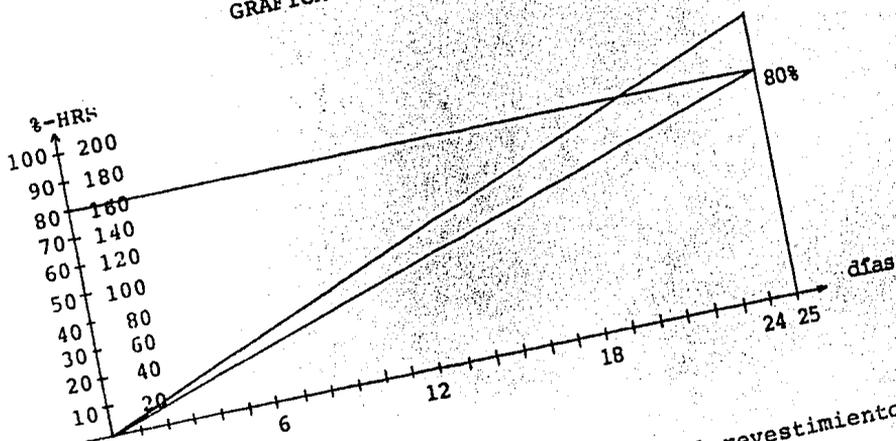
GRAFICAS DE EFICIENCIA



COLOCACION DE CONCRETO CON OBRA DE MANO:

Para el revestimiento de los canales en zona de riego, se utilizan cuatro cuadrillas compuestas cada una por seis oficiales albañiles y seis peones. Su trabajo se concretó a extender y vibrar el concreto que les iba vaciando el camión revolvente.

GRAFICA DE EFICIENCIA



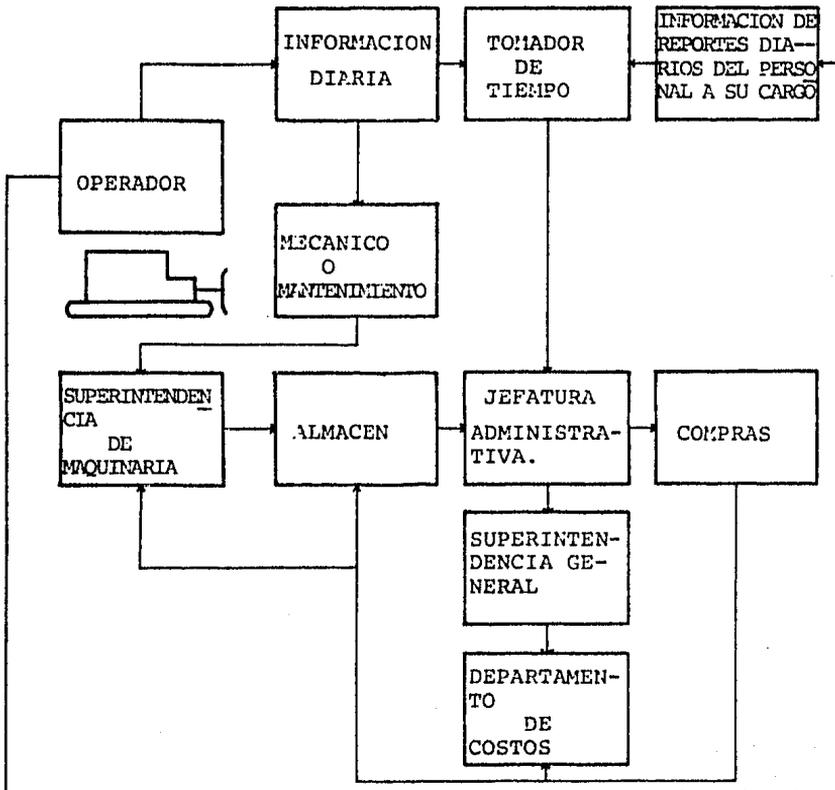
Todas las cuadrillas que trabajaron durante el revestimiento, obtuvieron gráficas de eficiencia como la que se muestra.

C O N T R O L

Todas las gráficas de eficiencia mostradas, se definieron en base al control imperado durante el ciclo de actividades de las máquinas.

La información de registros y datos para el control de mantenimiento de las unidades, se efectuó siguiendo un diagrama de flujo en el que intervinieron todos los interesados para el buen funcionamiento del equipo.

Dicho diagrama quedó integrado en la siguiente forma:



La secuencia llevada por los integrantes del diagrama de flujo -- durante el control del mantenimiento de maquinaria, se realizó -- respetando los lineamientos marcados en la etapa de organización, y su aplicación se desarrolló de la siguiente manera.

El tomador de tiempo, se encargó de recoger los reportes diarios que elaboraban los operadores de máquinas, y de toda la gente que tuviera personal a su cargo.

Con los reportes mencionados, elaboraba los reportes semanales para calcular los importes de las bonificaciones de los operadores y de las listas de raya, mismas que eran pasadas para su aprobación a la jefatura administrativa y al superintendente general. --

El machote utilizado como reporte semanario para control y el valor de la mano de obra fue el siguiente:

REPORTE SEMANARIO DE TRABAJO										
MECANICO			FRANCISCO PEREZ LOPEZ				TOMATLAN II			
CATEGORIA Y NUMERO			NOMBRE DEL TRABAJADOR				OBRA			
8/ENE/1578			\$ 1,000.00							
SEMANA TERMINADA EL			SUELDO DIARIO							
	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	JUEV.	TOTAL DIAS TRABAJADOS	6	\$6,000.00
TIEMPO ORDINARIO	8	8	-	8	8	8	8	PROMOCION SEPTIMO DIA		\$1,000.00
TIEMPO EXTRAORD	2	-	-	-	3	2	2	TOTAL POR HORA EXTRAS A PAGAR	9	\$2,250.00
								"		
CUENTAS O CLASIFIC. MAC.	TRACTOR		DRAGA		CAMION			TOTAL DE VENCIM.		\$9,250.00
								DESCUENTOS		
VIER.	8 + 2							SEGURO SOCIAL		\$ 850.00
SAB.	8							IMPUESTO SOBRE LA RENTA		\$ 150.00
DOM.			-					PRESTAMO		\$ - - -
LUN.			8					HERRAMIENTA.		\$ - - -
MAR.			8+3							
MIER.			8+2							
JUEV.					8+2					
TOTAL	18 hrs.	29 hrs.		10 hrs.				TOTAL DES CUENTOS		\$1,000.00
IMPORTE	2921.04	4706,12		1622.80				NETO A PAGAR		\$8,250.00
TOMADOR DE TIEMPO					ADMINISTRADOR					

Después de autorizadas las bonificaciones y las listas de raya -- del período, se enviaban a la oficina matriz como información para el análisis de costos y avance de obra.

El flujo de información prevalecido en el transcurso de la obra, se inició con el operador de maquinaria con su obligación diaria de elaborar un reporte forma tipo (3), en el que indicaba las -- observaciones hechas a la unidad durante su funcionamiento (Ver forma tipo (3))

REPORTE DE OPERADORES							
SEMANA DEL 2 de Enero al 8 de Enero de 1978							
MAQUINA <u>Draga</u> No. FCO. <u>NLD 280-1</u> NOMBRE DEL OPERADOR: <u>Joel Piña</u>							
OBRA: <u>Tomatlán II</u> FRONTE: <u>EXC. CUETA C.P.</u> TURNO: <u>Primario</u>							
DIA	TUR NO	LECT. HOROMETRO		HRS. EFECTIVAS		OBSERVACIONES	TIEMPO DE CONFORMIDAD DEL SUPE. O SU REPRESENTANTE
		INICIAL	FINAL	HOROM.	TOM. T.		
2	1°	1200	1207	7		Se barre la marcha	
3	1°	1207	1211	4		Fuga de aceite para la transmisión.	
5	1°	1211	1214	3		Activa: Excavación de C.P.	
ETC.							

NOTA: La columna horas efectivas por reporte de tomador de tiempo se llenará sólo en el caso de tener descompuesto el horómetro -- aprobado.

Si en las observaciones del dfa el operador notificaba alguna falla en la máquina, de inmediato intervenía el mecánico o el encargado de mantenimiento, dependiendo de la avería sufrida.

Cuando la falla requería de los servicios de mantenimiento, el encargado ordenaba efectuar la reparación lo más rápido posible hasta dejarla en condiciones para trabajar. Pero la unidad no era entregada, sin antes haber formulado un reporte tipo (a) amparando y especificando el servicio efectuado. (Ver reporte tipo "a").

REPORTE DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
OBRA:		TOMATLAN II		MAQ.No.ECONOM.	CARGADOR FRONTAL ICP-	
LOCALIZACION:		EDO. JAL. MEX.		FORMULO:	PEDRO MARTÍNEZ	
				NOMBRE		
MES	HOROMETRO			FECHA DE SERVICIO	NOMBRE Y FIRMA DEL OPERADOR.	OBSERVACIONES
	LECT. PROGRAMADA.	TIPO DE LECTURA SERVICIO.	REAL			
ENE	800	A	806	8/ENE/78	Juan Pérez	se cambio aceite de motor 5 lts.
ENE	900	B	898	23/ENE/78	Juan Pérez	se cambio aceite de motor 5 lts.
ENE	950	B	956	30/ENE/78	Juan Pérez	se cambio aceite de transmisión 2 lts. e hidraul. 1 lt.
ETC.						

SERVICIO TIPO	PERIODO
A	125 Hrs.
B	250 Hrs.
C	500 Hrs.
D	1000 Hrs.
E	2000 Hrs.
F	4000 Hrs.

Ahora, si la averfa de la máquina requerfa de los servicios del - mecánico, éste le efectuaba una revisión minuciosa, y posterior-- mente, elaboraba un reporte forma tipo (4) indicando el estado de la máquina, las refacciones necesarias y el tiempo aproximado para su reparación. Inmediatamente después, turnaba la mencionada - forma al superintendente de maquinaria para su aprobación. (Ver - forma tipo "4").

REPORTE DE MECANICO												
NOMBRE DEL MECANICO: <u>José Larios</u>												
DISTRIBUCION DE HORAS-MECANICO TRABAJANDO DIARIAMENTE EN LA PRIMERA QUINCENA DE <u>FEBRERO</u> EN LA OBRA <u>TOMATLAN II</u>												
FECHA	HORARIO			MAQUINA EN QUE SE TRABAJO						HRS. INSP. RUT.	Vo. Bo. Jefe	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA	T. H.S.	TRACTOR	RADIADOR	CARG. FRONT.	JOINT	MONTE	CLAVE			
12/Ene/ /78	7 Hrs.	17 Hrs.	9 Hrs.	9 Hrs.	14 Hrs.	15 Hrs.					2 Hrs.	Se cambio: Roles tractor radiador carg. front. junta de cartér dra ga.
13/Ene/ /78	7. Hrs.	16 Hrs.	8 Hrs.					9 Hrs.			2 Hrs.	Se cambio: cuchilla
ETC.												

En cuanto a los mecánicos, torneros, soldador y ayudantes, realizaban sus reportes diarios de actividades utilizando una forma tipo 4.1, dándoselas enseguida al superintendente de maquinaria para su revisión. (Ver forma tipo "4.1").

REPORTE DIARIO DE PERSONAL DE TALLER											
NOMBRE: _____											
DISTRIBUCION DE HORAS _____				TRABAJANDO DIARIAMENTE EN							
LA _____ SEMANA DE _____				EN LA OBRA _____							
FECHA	H O R A R I O			MAQUINA EN QUE SE TRABAJA						Vo. Bq. Jefe	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA	TOTAL HRS								

Cuando el superintendente de maquinaria éra informado de la(s) -- refacción(es) necesaria(s) para la reparación de la máquina, --- la(s) solicitaba al almacén con una forma tipo (5) para que la(s) surtiera lo más rápido posible. (Ver forma tipo "5").

REQUISICION DE REFACCIONES					
FECHA		PARA MAQUINA No. ECO.			
MODELO		SERIE			
PARTIDA No.	CANTIDAD	No. DE PARTE	REFERENCIA	PAG. CATALOGO	DESCRIPCION
SOLICITO		REVISO		AUTORIZO	
_____		_____		_____	

El superintendente de maquinaria, también efectuaba su registro diario de actividades, y por medio de la forma tipo (6), formula ba un informe quincenal de la maquinaria. (Ver forma tipo "6").

REPORTE DE SUPERINTENDENCIA DE MAQUINARIA NOMBRE: <u>Roberto Martín</u> PERIODO: <u>del 9/Ene/78 al 15/Ene/78.</u> OBRA: <u>Tomatlán II</u>			
FECHA	TIPO DE MAQUINA	No. ECO.	OBSERVACIONES
9/Ene/78	Tractor	TCG-50-15	En condiciones de trabajo se reparó radiador en el periodo
10/Ene/78	Cargador	TCP-50-21	Se observa la necesidad de parar la máquina para reparación de tránsito.
ETC.			

También registraba en un tarjetero los artículos recibidos y consumidos, determinando de esa forma salidas o existencias, todo valorado.

Los cargos al almacén, se registraron por medio de la forma tipo (7).

ENTRADA DE ALMACEN				
FECHA: _____				
ALMACEN DE OBRA: _____				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
RECIBIDO POR	ENTREGADO POR	Vo. Ho.		
_____	_____	_____		

Como informe auxiliar, el almacenista formulaba bisemanalmente el consumo de combustibles y lubricantes con una forma tipo (8).

(Ver forma tipo 8).

INFORME DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES																		
PERIODO DEL:	OBRA:															FORMULO:		
	UNI- DAD	RETRO- EXCAVA- DORAS	TRACTO- RES	AFINAD- RA DE TALUDES	MOTO- CONFOR- MADORA	ZANJA- DORA	DRAGA DE ARR- TRE	CARGAD- RES FRONTA- LES	CAMIO- NES LE VOL- VIE	PLANTA GOSIPI- EADORA	CAMIO- NES RE- VOLVERE- DORA	SLOCA- DORA = DE CON- CRETO	CAMIO- NES TANQUE	BOMBA PARA AGUA	VIBRA- DORES	T O T A L	PRECIO UNITA- RIO.	IMPORTE
ACEITE LUBRICANTE																		
ACEITE TRANSMISION																		
FLUIDO PARA TRANSMISION AUTOMATICA																		
FLUIDO PARA SISTEMA HIDRAULICO																		
GASOLINA																		
DIESEL																		
																IMPORTE TOTAL		

Se presentaron ocasiones en que la refacción requerida no se tenía en el almacén, entonces, con la autorización del superintendente de maquinaria, el almacenista elaboraba una forma tipo (11) solicitando a la jefatura administrativa las piezas necesarias. (Ver forma tipo "11").

REQUISICION A LA OFICINA MATRIZ					
FECHA:		PARA MAQUINA No. <u>ECC.</u>			
MODELO:		SERIE _____			
PARTIDA No.	CANTIDAD	No. DE PARTE	REFERENCIA	PAGINA CATALOGO	DESCRIPCION
SOLICITO		REVISO		AUTORIZO	
_____		_____		_____	

Dicha jefatura, mostraba la forma tipo (11) al superintendente - general para su aprobación, ya aprobada, se le enviaba al superintendente de maquinaria para que él mandara a la oficina matriz la forma mencionada.

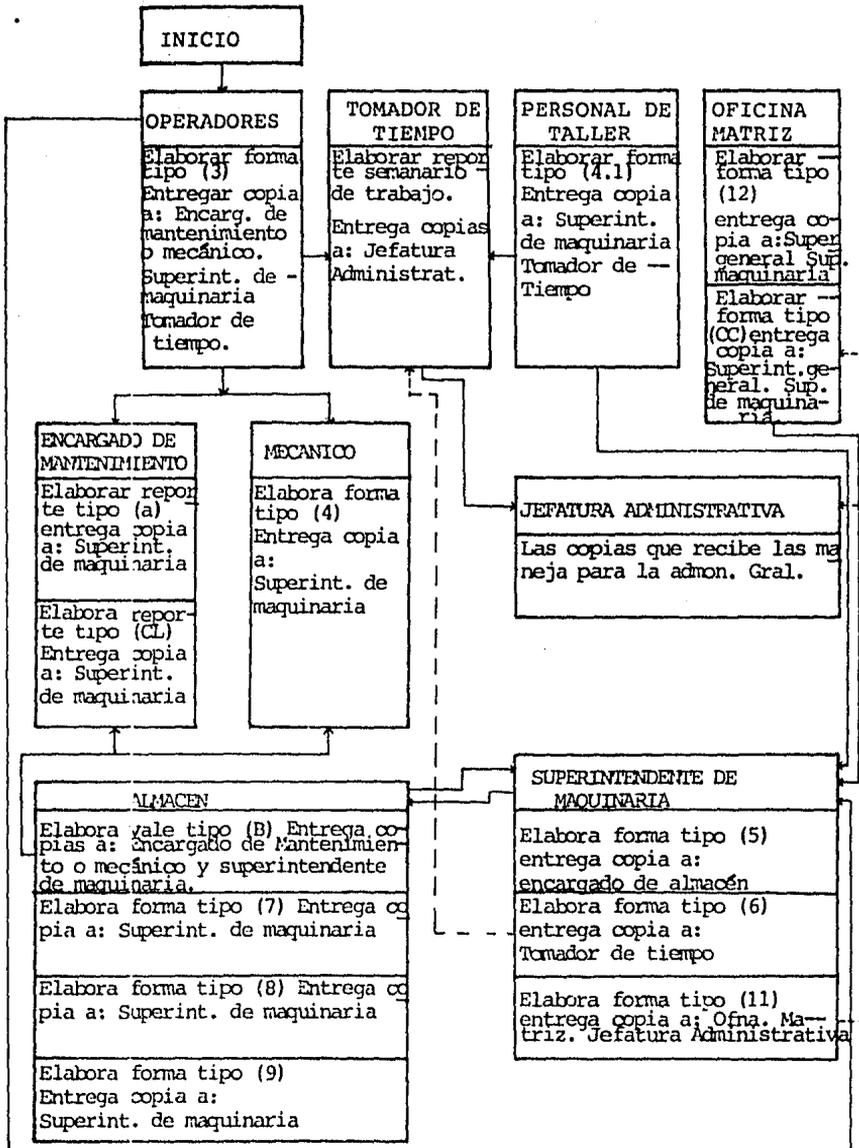
Al momento en que se recibía la forma en la oficina matriz, el - encargado de compras se movilizaba en el interior de la república o en el extranjero para efectuar la adquisición requerida.

Si la refacción solicitada se tenfa en otra obra, giraba instrucc - ciones con una forma tipo (12), para que se efectuara el cambio. (Ver forma tipo "12")

REQUISICION A OTRAS OBRAS					
FECHA: _____		MAQUINA No. ECO.: _____			
MODELO: _____		SERIE: _____			
PARTIDA No.	CANTI DAD.	No. DE PARTES	REFEREN CIA.	PAGINA CATALOGO	DESCRIPCION
ENVIO ALMACEN DE OBRA		RECIBIDO ALMACEN DE OBRA		AUTORIZO	
_____		_____		_____	
NOMBRE		NOMBRE			

Cuando se terminaba un período bisemanal, el departamento de costos elaboraba un análisis con los reportes anteriormente mencionados, y su formulación se efectuaba con la forma tipo (CC), efectuándose así el movimiento con valores. (Ver forma tipo "CC").

Como el manejo de las formas de control siempre se consideró importante para el cumplimiento de un buen mantenimiento del equipo, se elaboró un diagrama de flujo indicando el control llevado durante el transcurso de la obra. (Ver diagrama de flujo de forma de control).



CONCLUSIONES

Después de haber expuesto todo lo anterior, se puede decir que - en toda obra de ingeniería civil, y sobre todo en obras de construcción pesada, la planeación previa viene a ser indispensable - para la realización de la infraestructura deseada. La razón es, - que por medio de ella se conjugan una serie de estudios; geológicos, topográficos, climatológicos, etc., los cuales hacen que el ingeniero civil obtenga toma de decisiones tan importantes como - el llegar a elaborar un programa de obra donde se indican las etapas a cumplir y sobre todo la asignación de recursos para su ejecución.

Por ende, los recursos vienen a ser ahora en la actualidad, el -- principal medio de producción durante el desarrollo de toda obra, como lo fue el caso de Tomatlán II.

Es importante comprender, que para lograr un avance de obra aceptable, es necesario que los recursos (máquinas), se administren - aplicando las etapas de planeación, organización, ejecución y control durante su mantenimiento.

Dichos temas deben de estar completamente ligados entre sí, para que de esa forma, se traten de optimizar resultados.

Los estudios de planeación y organización desarrollados en ésta -

tesis, indican la importancia del estudio previo para la realización de un buen mantenimiento de la maquinaria, y sus principios muestran lo importante que es contar con personal e instalaciones adecuadas, y sobre todo organizadas para el logro de los objetivos trazados.

La ejecución y control efectuados en la obra mencionada, muestran lo eficiente que es respetar y ejecutar los lineamientos marcados en los capítulos anteriores, pues el hecho de que una máquina trabaje en condiciones normales y obtenga eficiencia media de 60% a 70% durante su estancia en obra de hasta diez meses, es un indicativo que a esa máquina se le efectuó un mantenimiento aceptable.

El hecho de mencionar que la máquina trabaje en condiciones normales, es porque pueden darse los casos en que una unidad tenga eficiencias mas bajas de las mencionadas, y la razón podría ser, que esa máquina estuvo en ocio por falta de operador, o bien, la tuvieron prolongadamente en taller por la falta de refacción(es), etc.

Es bueno aclarar, que después de ejecutado todo el estudio anterior, se van a obtener los resultados mas deseados llamados costos, en donde se aprecia el beneficio obtenido con el desarrollo de todo el sistema, hasta el grado de obtener conclusiones.

Cierto es que la obra de Tomatlán II, no es de dimensiones tan considerables como las de una presa, pero en cuanto a sus características administrativas para el mantenimiento del equipo, sí lo son.

Por lo tanto se puede concluir, que si una obra es de mayor dimensión, se deberán aumentar los anexos necesarios a los departamentos que operan el mantenimiento de maquinaria, considerando los principios de planeación, organización, ejecución y control desarrollados anteriormente como capítulos.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Cartas de CETENAL E-13-A19
 - Topografía
 - Geología

- 2.- Carta de CETENAL MANZANILLO E-13-2-5

- 3.- Carta de Climas de la (S.P.P.) del Edo. de Guadalajara

- 4.- Costos de mantenimiento y maquinaria
Ing. Gustavo Acevedo Leyva
Impreso en los Talleres del (ICIC)
México, D.F. 1981

- 5.- Asesoría de Constructora C.O.T.A.