

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLAN

ANALISIS DEL COSTO DEL REFORZAMIENTO DE TERRACERIAS EN EL TRAMO  
DE FERROCARRIL COMPRENDIDO ENTRE LAS ESTACIONES DE HUAMANTLA,  
TLAXCALA Y RICONADA, PUEBLA.

T E S I S

DE GRADO QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

RAMIREZ VILLARREAL FEDERICO

DIRECTOR: ING. RAUL IBARRA RUIZ

ACATLAN, EDO. DE MEXICO AGOSTO DE 1992



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCION

#### CAPITULO I

#### GENERALIDADES

Clasificación de los sistemas de transporte.  
Ferrocarriles.  
Sistema de doble riel de acero y durmientes  
sobre balasto.  
Ferrocarriles Nacionales de México.

#### CAPITULO II

#### PROYECTO DE REHABILITACION DE VIA FERREA

Antecedentes.  
Medio físico.  
Medio geográfico.  
Marco social y económico.  
Análisis sobre el estado de la vía.  
Conservación y mantenimiento de obra civil.  
Terracerías.

#### CAPITULO III

#### ANALISIS DEL PROYECTO

Movimiento de tierras.  
Utilización de obra de mano.  
Proceso constructivo de reforzamiento de  
terracerías.  
Especificaciones de construcción de  
terracerías.  
Desarrollo del proceso.

#### CAPITULO IV

#### PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO

Presupuestos de obra civil.  
Costos directos.  
Costos indirectos.  
Utilidad.  
Cargos adicionales.  
Presupuesto de la obra de reforzamiento de  
terracerías.

### CONCLUSIONES

### ANEXOS

Glosario  
Listas de precios

### BIBLIOGRAFIA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INTRODUCCION

La siguiente Tesis ha sido realizada con el fin fundamental de presentar un trabajo global, que reuna los aspectos de mayor importancia y trascendencia personal, que mas han atraído mi atención durante el desarrollo de la licenciatura de Ingeniería Civil, así como en las experiencias profesionales acumuladas a la fecha.

También es de mi interés, el aportar con el mejor empeño, un sencillo estudio, que abarca aspectos bien fundamentados y simplemente expresados , de una rama de la Ingeniería de vías terrestres, los ferrocarriles, para la cual no se ha recopilado un gran acervo bibliográfico como en otras áreas tales como carreteras.

Esperando sea de utilidad, ya sea como texto de consulta o guía de aplicación, para las generaciones presentes y futuras , alumnos o docentes, este puede resultar una herramienta de cálculo en el análisis de presupuestos para el movimiento de tierras, o simplemente un medio informativo sobre los aspectos técnicos de construcción de terracerías.

Esta Tesis es para nuestra Universidad, una insignificante retribución en agradecimiento a la institución que me ha brindado la formación profesional y ha contribuido a forjar el carácter necesario para hacer frente a los retos a que nos enfrenta la vida, cuando la misma está llena de oportunidades, caracterizadas por la adversidad continua, lo cual nos brinda con mucho, la oportunidad de mostrar nuestro talento como seres creadores y transformadores de la naturaleza.

El hecho de participar y desempeñarme ya dentro de la profesión de ingeniería, enfrentando problemas y necesidades reales de la sociedad, aplicando los conocimientos adquiridos y experiencia personal aportando puntos de vista propios; alienta en mucho el deseo de superación constante para continuar ascendiendo en esta área profesional, tal motivación me ha llevado a la culminación del ciclo de licenciatura con este estudio y tesis de grado.

La labor de los Ingenieros Civiles es incomparable a la de otros profesionistas, además de divergir mucho en sus aplicaciones dentro de la sociedad; nuestro empeño está siempre puesto y enfocado a resolver la problemática que representan los aspectos técnicos, sobre todo, y administrativos durante la proyección y ejecución de obras civiles que exige la sociedad para su continua expansión y satisfacción de necesidades; conciliando los imponderables económicos, políticos y sociales que conlleva este proceso.

Esta conciliación implica la unificación de criterios para dar una resolución aprobatoria a una proposición, partiendo de la concentración

de información, el procesamiento de datos, análisis de posibilidades y manteniendo el carácter humanista en las decisiones; buscando siempre la funcionalidad, economía y presencia de sus obras las que siguen un proceso en etapas de planeación, estudio, proyección, cálculo y ejecución material para culminar en ya sean elementos estructurales, estructuras completas, sistemas u otra técnica novedosa que sirva con gran utilidad a la sociedad donde se establecen.

Para toda obra civil se calcula un período de vida útil, en el cual sus gastos de mantenimiento son menores y brinda el servicio y sus atributos de diseño al 100 %; sin embargo, durante éste período y mas aún al finalizar tal, las obras están sujetas a la acción de factores imprevistos o accidentales, que ponen en riesgo la seguridad y funcionalidad para las que se diseñaron, lo que obliga a la revisión frecuente de las condiciones de operación y de trabajo de los elementos y estructuras en conjunto de toda obra que se lleva a cabo.

También está presente el hecho de que, en algunos casos, el destino para el que se construyen las obras se ve alterado y se disminuyen los factores de seguridad de diseño, dando un uso incorrecto a las obras, con lo que se les expone a sufrir daños y tener problemas más fácilmente.

Durante los peritajes que se realizan al presentarse las fallas parciales o totales de las estructuras, los ingenieros deben tener cuidado y vigilar las características de funcionamiento que llevaron al desperfecto de la obra, para determinar las verdaderas causas de falla. A la vez debe determinar el proceso de rehabilitación, o de reconstrucción total de la estructura, que sea mas viable en cuanto a los aspectos técnicos y económicos.

En el área de Costos de Construcción se atiende a calcular los presupuestos de la rehabilitación o reconstrucción de obras con un servicio deficiente y con problemas funcionales; es pues ésta rama de la Ingeniería civil de la cual me he auxiliado para realizar ésta tesis.

El trabajo se desarrolla en un tramo de vía de ferrocarril que se localiza sobre dos Entidades Políticas de la República Mexicana; Tlaxcala y Puebla. Se trata del análisis minucioso de las características que envuelven el proyecto de reforzamiento de terracerías para esta vía, necesario para determinar el presupuesto de la obra.

El Primer Capítulo trata los sistemas de transporte y su clasificación, subrayándose la importancia de su complementación dentro de la sociedad. Habla en particular del sistema ferroviario, mencionando sus ventajas y desventajas, los sistemas constructivos que se conocen, la composición de estructuras de la vía y la variedad en la carga que transporta, lo que le da gran importancia en la economía nacional.

Se menciona la estructura de los Ferrocarriles Nacionales de México, empresa paraestatal que controla y opera este sistema con eficiencia en nuestro País, mencionándose sus expectativas de modernización, su trayectoria histórica y la importancia en su participación para la economía de la Nación.

El Segundo Capítulo se ubica dentro del proyecto específico del reforzamiento de terracerías, explicando los antecedentes que llevaron a la necesidad de proponer la obra, se mencionan las características geográficas del tramo que representa el desarrollo de la vía de un Estado a otro cruzando varios Municipios; así también, se describen las características físicas, sociales y económicas de la región donde se encuentra el tramo para una mejor ubicación del lugar de trabajo y comprensión de los factores, que de ahí se obtienen para aplicar en los cálculos posteriores.

También se trata la infraestructura de ferrocarriles, mencionándose las medidas para la conservación de las terracerías, las herramientas utilizadas por el personal de ferrocarriles en estos trabajos, y algunas recomendaciones para evitar fallas en la sección de las terracerías.

El Tercer Capítulo se introduce de lleno al análisis del proyecto una vez determinada la necesidad de reforzar las terracerías de la vía férrea; esto implica el consecuente movimiento de tierras y de un gran volumen de materiales, para el cual se requiere el empleo de maquinaria de construcción y equipo pesado. En una mínima proporción se hace también necesario el utilizar la obra de mano, y se menciona la organización con que cuentan los F.N.M. en éste aspecto.

El proceso constructivo que sigue el reforzamiento de terracerías, está basado en especificaciones de la S.C.T. para cada actividad o partida de trabajo, éstas se mencionan tal y como se encuentran en la sección de construcción de terracerías de los F.N.M.; junto con ellas se anotaron los volúmenes respectivos de proyecto y al final del capítulo se hace una breve reseña del desarrollo de la obra para su mejor asimilación.

El Cuarto Capítulo es el que presenta el minucioso estudio de costos de construcción para el reforzamiento de terracerías, presentando por partes la integración del presupuesto; se analizan rendimientos de materiales, obra de mano y maquinaria, costo de la obra de mano, costos horarios de maquinaria y las tarjetas de precios unitarios que componen entre todas, el presupuesto de la obra.

## CAPITULO I

## GENERALIDADES

### SISTEMAS DE TRANSPORTE.

El Ingeniero Civil especializado en construcción se ocupa en su trabajo de aquellos aspectos técnicos y legales de todo proceso constructivo, así como involucra a los elementos humanos, materiales, métodos y técnicas constructivas, también se ocupa de los aspectos económicos y financieros.

Es precisamente de los aspectos económicos de un proyecto de mantenimiento de obra civil en ferrocarriles, analizando su costo, el objeto de ésta tesis.

Los ferrocarriles son el sistema de transporte a tratar en éste trabajo.

Los sistemas de transporte son los siguientes :

- Sistema carretero y vial
- Sistema ferroviario
- Sistema portuario
- Sistema aeroportuario
- Sistema ductal y de bandeo

Gracias a estos sistemas es posible la circulación de bienes y de pasajeros de su origen, al lugar donde son requeridos materias primas e insumos, mercancías, artículos, etc. así también las personas se pueden movilizar tanto para hacer su vida social, como para estudiar y trabajar.

De esta forma se logra la exportación e importación de mercancías entre naciones, y dentro de las mismas, permitiendo establecer y ampliar lazos comerciales que benefician en gran forma a la economía de una región, estado o país.

Entre los sistemas de transporte solo debe existir la leal y libre competencia, para permitir la subsistencia de todos dentro de una sociedad de consumo; es de vital importancia en la planeación de estos sistemas el proyectarlos para complementarse unos con otros. El mantenerlos en funcionamiento óptimo es otro aspecto del que depende su permanencia, y es por esto que continuamente se deben vigilar las condiciones físicas en cuanto a su infraestructura, sobre todo a las obras civiles que es lo que nos compete a nosotros los ingenieros.

Es necesario determinar eficientemente los parámetros económicos, políticos, sociales, técnicos y administrativos, durante el proceso de planeación de la infraestructura de cada sistema de transporte; de acuerdo a la información que el ingeniero de proyectos reúna en gabinete, previa a la organización de planes de desarrollo de acuerdo a las necesidades que demande la expansión de los sistemas de transporte.



Al hablar de transportación como grupo de sistemas debemos reconocer los elementos básicos que los integran, que son el medio y el modo.

El medio lo constituyen las instalaciones, las obras, los sistemas y tecnología empleados para establecer la infraestructura, a través de la que se realiza la transportación, las maniobras y operaciones necesarias para movilizar la carga y pasajeros en el sistema.

El modo lo integran los vehículos o mecanismos que se mueven desde y a través de las vías de transportación establecidas por el medio, formando la estructura del sistema.

La infraestructura de un sistema de transporte la constituyen las vías, que permiten la operación de la estructura integrada por los vehículos, apropiada para dar el correcto servicio a la superestructura formada por los usuarios y la carga.

## FERROCARRILES

La ingeniería del transporte por rieles nos brinda la forma de transportar eficazmente las demandas voluminosas de movimiento de pasaje y mercancías, con pocas exigencias de energía, escaso terreno, contaminación reducida del aire y pocos accidentes catastróficos.

En este sistema los vehículos son soportados y guiados por rieles en forma directa como vías o guías; la necesidad de planeación, selección, diseño, construcción y mantenimiento del sistema, desde las estructuras y servicios hasta la organización del sistema, requiere de la atención y operación especializada en cada una de estas áreas.

Existen tres tipos fundamentales en el sistema de transporte por rieles: de transporte entre ciudades, de conmutador y de tránsito rápido, caracterizados por la seguridad, baja resistencia a cualquier situación climática garantiza condiciones de seguridad en su servicio y reducción del grado de contaminación atmosférica.

### 1.- Sistema de transporte de pasajeros y carga entre ciudades.

Este cuenta con muchas vías férreas, el mayor uso que se le da es el de carga y movimiento de mercancías.

Requisitos para transporte de pasajeros: carros equipados con amortiguadores, estabilizadores de cruceta, alumbrado suficiente y eficiente, aire acondicionado, asientos confortables de salón, instalaciones sanitarias apropiadas, capacidad conveniente para equipaje, servicio carro-comedor a precios razonables, decoración general atractiva, carros de reposo o mirador; así también las salidas y llegadas con puntualidad, velocidad eficiente de crucero y las tarifas económicas son factores determinantes.

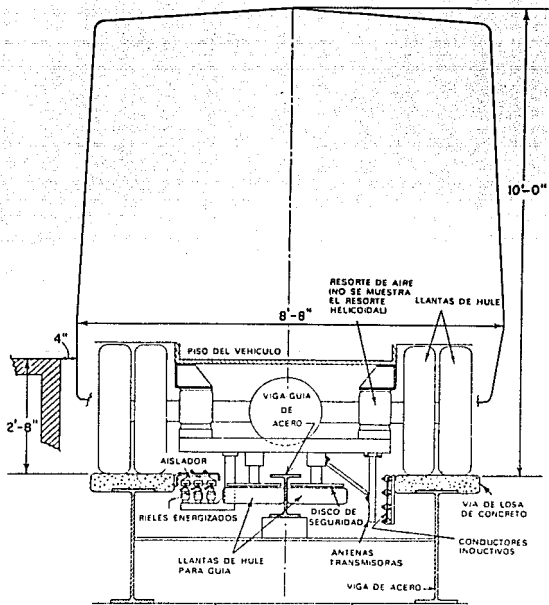
Requisitos para transporte de carga y mercancías: facilidad de carga y descarga, reducido tiempo en tránsito, libertad de flete, carencia de daño, así también las entregas a tiempo constituye con todos éstos factores bien manejados la garantía de proporcionar un servicio de carga redituable.

Existen muchos tipos de carro como: plataformas, carros tanque, carros refrigerador, carros para transporte de ganado, carros contenedores, vagones dormitorio, carro comedor, etc. para satisfacer las necesidades de los usuarios.

### 2.- Sistemas conmutadores.

Estos operan como parte de un sistema ferroviario mayor, dando servicio de transporte de pasajeros en trayectos reducidos.

Requisitos de transporte: seguridad en el servicio, tiempo mínimo de viaje conveniente, comodidad y economía.



Corte transversal del sistema guía y el vehículo para el sistema "Transit Expressway" de Westinghouse.

Se cuentan entre estos a los tranvías, trenes urbanos y tren ligero.

### 3.- Sistema de tránsito rápido.

Estos son principalmente intraurbanos, es decir su red se desenvuelve dentro de las grandes metrópolis, contamos entre éstos al tren subterráneo conocido como sistema de transporte col ectivo metro.

Requisitos de transporte: servicio frecuente y seguro, ascenso y descenso rápido de pasajeros, peso ligero de la estructura para aceleración frenado rápido, tarifas bajas y un grado de comodidad acorde con los requisitos anteriores.

En áreas congestionadas las vías son subterráneas o elevadas; la característica importante es que necesita autofinanciar su operación y mantenimiento, pues no cubre con sus ingresos dichas exigencias, para lo que recurre al subsidio del Estado.

#### Sistemas de construcción de vía

La construcción de vía depende del tipo de servicio de transporte requerido y las características del medio físico.

##### a) Doble riel.

1.- Dos líneas paralelas con rieles de acero situados sobre plaquetas, durmientes y balasto para vehículos con energía diesel o eléctrica.

2.- Dos líneas paralelas con rieles de acero con un riel de aluminio de reacción vertical u horizontal instalado entre los rieles de acero para vehículos de inducción lineal en el motor.

3.- Dos líneas paralelas de vigas de acero o concreto para proporcionar soporte y guía a vehículos eléctricos con llantas de hule.

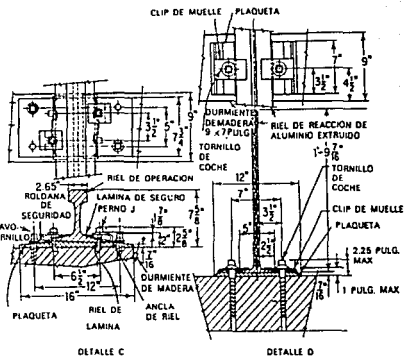
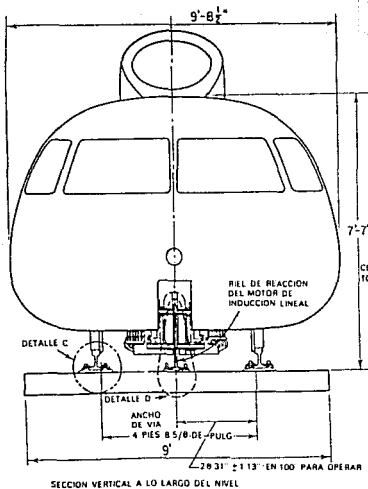
4.- Dos líneas paralelas de rieles adecuadamente diseñados para el soporte de vehículos tipo levitación, sean de cojín de aire o magnéticos, con motor de inducción lineal o turbochorro como fuerza de tracción; como el tren bala de Japón.

##### b) Monorriel.

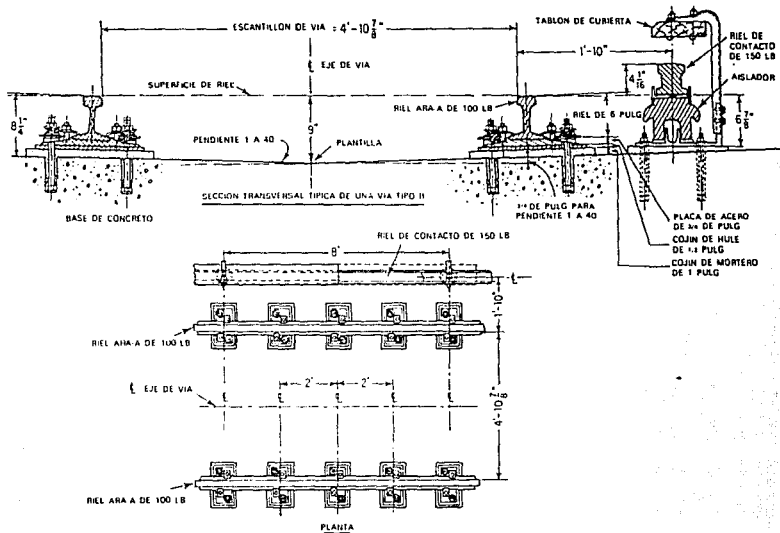
Una línea de riel y de soporte de riel adecuados, que guía a los vehículos directamente soportados en el monorriel o suspendidos de él, que son movidos electricamente.

Un monorriel soportado en su parte inferior puede usarse para sistemas de construcción elevada o subterránea; pero si se usa a nivel de terreno se debe de cuidar que tenga diferente altura según las necesidades en los cruces con vialidades como calles y carreteras u otro sistema de vías.

Puede usarse un monorriel suspendido para una construcción elevada, solo debe proporcionarse suficiente holgura bajo la parte inferior del vehículo para los cruces como los mencionados anteriormente.



Propulsión por motor de inducción lineal para un vehículo de prueba del Department of Transportation de Estados Unidos, desarrollado por la Garrett AiResearch Manufacturing Company.



Construcción de una vía tangente empleada en ferrocarriles subterráneos de la Toronto Transit Commission.

## SISTEMA DE DOBLE RIEL DE ACERO Y DURMIENTES SOBRE BALASTO.

El sistema de doble riel de acero para ruedas de acero, con durmientes y balasto o con ruedas de hule sobre rieles de acero o concreto puede usarse en construcción de vías sobre el terreno o elevadas; sin embargo en construcción subterránea el sistema de doble riel de acero para ruedas de acero, tiene los rieles sujetos a una placa de durmientes aislada que esta atornillada al piso, pero separada por un amortiguador aislante y pequeños mangos aislantes y roldanas para los tornillos de sujeción.

El sistema de doble riel con llantas de hule sobre rieles de acero o de concreto tiene algunas diferencias en el costo inicial, pues se debe usar un diámetro mayor de llantas que para las ruedas de acero lo cual produce en el subterráneo la necesidad de hacer una abertura mayor del túnel consiguiendo una apertura de área, sin embargo se compensa en gran medida con el ancho menor de la abertura necesaria para los vehículos que usan éste sistema.

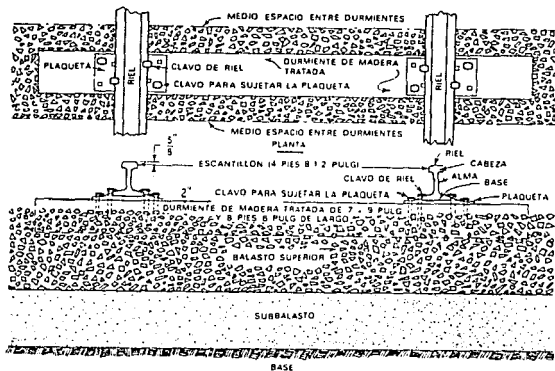
### Estructuras.

El riel resiste la presión de contacto de las ruedas por lo cual es duro, distribuye la carga de la rueda sobre varios de los durmientes a lo largo de la vía y en consecuencia es rígido pues debe hacerlo a lo largo a través de las cargas repetidas así resiste la flexión y la fatiga.

Los durmientes que son elementos de madera situados bajo el riel al cual van sujetos se encuentran en posición perpendicular a el mismo, éstos distribuyen las cargas de las ruedas a través de las vías; los durmientes descansan colocados sobre el balasto del terraplén de éste sistema.

El balasto distribuye la carga de los durmientes mas uniformemente hacia la capa de subbalasto o directamente sobre la subrasante entre los durmientes y extiende la distribución a través de la vía, este también debe soportar la presión de los durmientes sin desplazamiento y al mismo tiempo debe proporcionar un buen drenaje.

Las terracerías constituyen la estructura de soporte y la de mayor volumen de material y de las cuales se menciona un apartado específico en éste estudio.



SECCION TRANSVERSAL

. Típica vía de doble riel y ancho normal en tangentes.

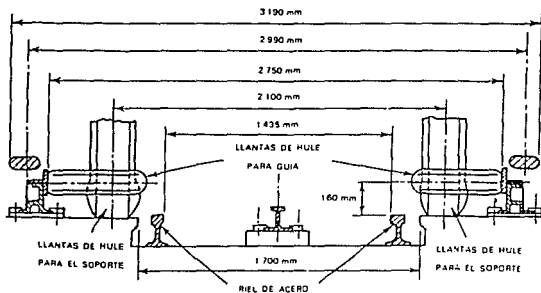
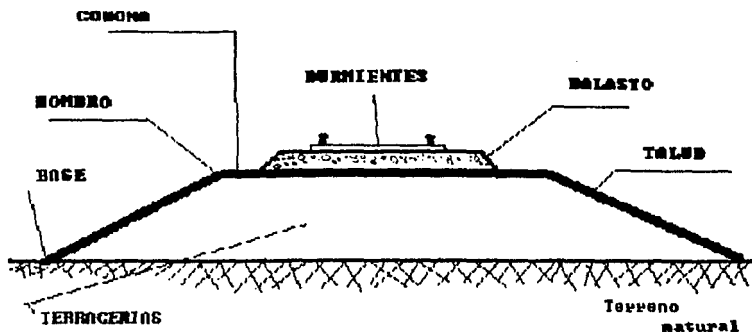


Ilustración del sistema guía del Metro de París para vehículos de tránsito rápido con llantas de hule. Se necesitan rieles y ruedas de acero para la conducción en desviaciones.





## FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

En 1850 se inicia la construcción de la primera línea de ferrocarril Mexicano a Veracruz la cual se termina en 1866, después de la guerra contra la intervención de Maximiliano.

En 1864 se termina la vía del Central entre México y Ciudad Juárez; para 1905 la red asciende a 16630 kilómetros operados por empresas concesionarias extranjeras.

En 1910 la revolución interrumpe la terminación de la red básica, que lentamente crece en 1926 hasta 18450 kilómetros y en 1964 hasta 23500 kilómetros. Actualmente se cuenta con alrededor de 24000 kilómetros terminados de la red; se supone que para el año 2000 la red férrea básica estará terminada y su longitud total será de 27000 kilómetros esto es, que a la fecha falta construir 3000 kilómetros de vías arteriales y conexiones básicas para completar la red, además de la gran labor de modernizar la existente.

El tráfico de carga interurbano se ejecuta aproximadamente como sigue:

Ferrocarriles	41 %
Ductos	21.6 %
Autotransporte	21.3 %
Barcos	15.9 %
Aviones	0.2 %

Excluyendo los ductos, en la década de los sesentas los ferrocarriles abarcaban el 53%, los autotransportes el 27% y los barcos el 20%.

Los ferrocarriles mueven el 90% del carbón, 86% de la pulpa de madera y papel, 78% de madera y leña, 74% de alimentos enlatados y congelados, 76% de automóviles nuevos y refacciones, 68% productos de acero, 63% productos químicos, 46% carne y leche, 40% muebles, etc.

En México como en otras naciones subdesarrolladas, los costos relativos de operación fueron mayores que los de tráfico y transporte, comparados con el sistema de ferrocarril europeo; aunque se tiene esperanza de que la extensa y moderna red vial, la mejor operación de ferrocarriles que actualmente se lleva a cabo y la actual modernización y mejoramiento de la actual red nos ofrezcan un panorama optimista de éste tan necesario sistema de transporte.

Cada zona exporta excedentes o importa faltantes en su consumo, el tráfico refleja esa característica regional; de tal forma que los viejos Ferrocarriles del Noroeste de México, el Kansas City - México y el Oriente de la Sierra de Chihuahua transportaban 63% productos forestales, 14% agrícolas, 5% animales, 12% inorgánicos y 6% mercancías, en notable diferencia con el ferrocarril de la costa del Pacífico que manejaba 5% productos forestales, 49% agrícolas, 4% animales, 27% inorgánicos y 17% mercancías.

La clasificación de carga transportada por ferrocarril es notablemente distinta a la manejada por camiones, los cuales controlan el tráfico de

productos embotellados, una mayoría del transporte del ganado y las mercancías de alto valor y fácil manejo.

La producción total regional debe analizarse producto por producto para definir el porteador que la movilizará en la zona, así como sus necesidades de importación.

La economía de éste transporte permite que el ferrocarril maneja lo esencial a la industria y lo barato del flete para la alimentación popular.

TABLA I

Clasificación de carga en tonelada neta por Km.			
PRODUCTOS	FFCC	Carretera	% del total
industriales	35 %	35 %	35 %
minerales	25 %	5 %	15 %
agrícolas	20 %	25 %	22 %
Petróleo y sus derivados	10 %	20 %	15 %
Varios	10 %	15 %	13 %
Total	100 %	100 %	100 %

El ferrocarril además de modernizar sus instalaciones, podrá incrementar su tráfico cuando la localización industrial se planifique usando vías alternas para evitar transbordos.

Nuestra provincia en México debe producir anualmente un total de 220 millones de toneladas de carga, con 40 ton. para consumo interno y 180 ton. para tráfico en general de importación de faltantes y exportación de excedentes, usándose el sistema ferroviario para distancias medias de 500 Km y el sistema carretero y vial para 300 Km en promedio.

A finales de 1989 F.N.M. -Ferrocarriles Nacionales de México- transportaba 20 millones de personas y 60 millones de toneladas de carga, cifras que se vuelven mas significativas si se considera que la empresa tiene una demanda no cubierta mucho mayor; de 20 % en carga y 100 % en pasajeros.

Actualmente la participación de los ferrocarriles en el trafico de mercancías y bienes en el país asciende aproximadamente al 32 % con una tendencia a aumentar rápidamente.

La importancia tan grande de este medio de transporte en la economía nacional a puesto de manifiesto la vigente necesidad de una modernización a fondo del sistema que, sin abandonar su carácter de empresa pública, recurra al capital privado y a otros esquemas de financiamiento para hacer frente a las demandas que se le plantean.

La última década de este siglo será trascendente en la vida de los ferrocarriles, en ese lapso deberán ponerse en marcha nuevos programas de administración y operación del sistema, que comprende desde la ampliación de vías y la introducción de máquinas de fuerza tractiva más eficaces, hasta la capacidad del personal y trabajadores para garantizar un mejor funcionamiento del equipo y una mayor seguridad en el transporte.

A partir de 1990 se inicia una nueva era que trae consigo mayores responsabilidades, en el aspecto tecnológico así como requiere de material humano mas capacitado.

Los ferrocarriles mexicanos verán concluir un siglo en que han dejado atrás avances muy importantes; su paso por la historia de la nación ha quedado plasmada en documentos, películas, cintas, incluso corridos y canciones que muchas ocasiones lo muestran como sinónimo de modernidad y progreso, pero lo mas importante es la huella palpable en esa inmensa contribución que gracias a la ingeniería y sus obras se ha dejado en la evolución y progreso de México; ahora el reto es mantener ese prestigio y recibir el siglo XXI con un sistema de mejor calidad.

Pero quizás lo mas significativo de la modernización de este medio de transporte sea el surgimiento de una nueva filosofía, que considera la eficiencia en el servicio como una forma de obtener el reconocimiento social.

Es indiscutible la importancia en el mejoramiento del sistema para transportar mas productos a los centros comerciales de la República y del exterior, e impulsar el turismo con el traslado de pasajeros, pero con la finalidad siempre presente de realizarlo con la intención de beneficiar a la sociedad.

Ferrocarriles Nacionales de México constituye una empresa estratégica del Estado mexicano, posee una organización y legislación propia, es autónoma en la toma de sus decisiones dentro del marco de la normatividad que la rige , tiene patrimonio propio y esta presidida por un Consejo de Administración del cual es titular el Secretario de Comunicaciones y Transportes.

De acuerdo a su patrimonio y al monto de sus servicios puede catalogarse dentro de las cinco empresas mas importantes del país después de Petróleos Mexicanos, Comisión Nacional de Electricidad, Compañía Nacional de Subsistencias Populares y Teléfonos de México.

Su patrimonio esta valuado aproximadamente en 18 billones de pesos y tiene una deuda de alrededor de 2 billones de pesos, esto es, que su relación activo-pasivo resulta muy favorable, de 1 a 9, algo de lo que muchas empresas no pueden disfrutar.

Los ingresos en F.N.M. para cerrar la década pasada fueron por concepto de venta de servicios de orden de los 2 billones de pesos, en ese periodo de 1989 se programaron inversiones por medio billón de pesos y una cantidad similar para el pago de su deuda.

Al iniciar la década de los noventas las metas de transportación son de 60 millones de toneladas netas de carga y de 20 millones de pasajeros.

En la actualidad F.N.M. tiene una demanda 80 % superior a su capacidad de transporte, es decir que, de contar con la infraestructura material y el equipo necesario podría absorber mas de doce millones de toneladas adicionales.

En el área de pasajeros la demanda potencial supera en un 100 % a la oferta.

F.N.M. participa en éstos momentos con un 30 % aproximadamente del transporte de mercancías y bienes, en cuanto su participación es considerablemente reducida en el movimiento de pasaje.

Sin lugar a duda el mejor camino que en el futuro pueden adoptar los F.N.M. será similar al adoptado por los E.U.A., el cual difiere sustancialmente del europeo que ha dado preferencia al movimiento de pasajeros en distancias relativamente cortas y a grandes velocidades. Mientras que nuestras necesidades nacionales nos obligan a unir grandes distancias y salvar una orografía difícil a velocidades bajas y atendiendo fundamentalmente al transporte de carga, es decir un sistema muy semejante al norteamericano, donde el negocio es el transporte de mercancías.

En su orientación hacia el transporte de carga F.N.M. se encamina al sistema multimodal para lo cual desde ahora se prepara con trabajo duro y constante.

A raíz de la desregulación de transporte de carga, medida, impulsada en el gobierno federal por el titular de la S.C.T., F.N.M. será una empresa que utilizará el ferrocarril combinado con otros medios de transporte complementándose.

El programa de modernización de F.N.M. se inició en noviembre de 1983 contemplando los siguientes objetivos fundamentales:

Modernizar la comercialización, ampliar las alternativas de servicios mejorando la atención a los usuarios, reducir los tiempos de traslado, incrementar la seguridad de la operación, optimizar el uso de infraestructura y del equipo disponible, incrementar la productividad del personal mediante su mejor capacitación así también, avanzar en el saneamiento financiero adecuando las tarifas y la estructura contable y presupuestal.

Para alcanzar el objetivo de lograr un tráfico mas seguro y fluido en cuanto a la infraestructura básica, se ha logrado la canalización de importantes recursos presupuestales, que se traduce en avances sin precedentes en la rehabilitación de la vía y en la construcción de la misma, eliminando tramos críticos que constituían grandes limitaciones al tráfico de trenes. En obras nuevas de infraestructura se ha logrado un gran avance al concluir las vías dobles electrificadas y la reubicación del Ferrocarril Mexicano. Además se puso en funcionamiento un moderno sistema de telecomunicaciones vía satélite que funciona con microondas.

La reconversión tecnológica en materia de infraestructura se basa en el mayor uso de maquinaria especializada.

En cuanto a obras de infraestructura el objetivo es aumentar la capacidad del transporte en líneas que se están acercando a la saturación.

Los proyectos comprenden la construcción y ampliación de laderas, la intensificación de los programas de señalización, la relocalización de líneas para abatir pendientes y curvaturas así como la construcción de vías sencillas y dobles.

A grandes rasgos el programa de infraestructura ferroviaria contempla de acuerdo a los escenarios considerados; la construcción de cerca de 400 Km de vía sencilla y de entre 500 a 800 Km de vía doble; 73 Km de duplicación de vía, 276 Km de relocalización con vía doble y de 200 a 600 Km con vía sencilla; así también se contempla la electrificación de líneas en un máximo de 1340 Km, de los cuales el 68% sería de doble vía.

Dada la magnitud de estas obras y del monto de la inversión requerida; la participación del capital privado y los mecanismos que para ello se implementen adquieren una singular importancia.

En el periodo comprendido entre 1989 a 1994 los F.N.M. se han propuesto alcanzar una meta en cuanto a conservación y rehabilitación de vías que comprende una longitud de 8000 km hablando en forma conservadora y de hasta 10000 km en el mas ambicioso contexto.

La modernización de los ferrocarriles requiere para este periodo, en cuanto a la rehabilitación de estructuras con la atención debida, de colocar cerca de 11.5 millones de durmientes de madera, se deben aplicar alrededor de 11.2 millones de metros cúbicos de balasto y reforzar aproximadamente tres veces ese volumen en terracerías.

#### HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE TRANSPORTE.

Actualmente el personal de ferrocarriles encargado de la conservación y rehabilitación de vía, como las cuadrillas de sección, regulares de división y sistemales, necesitan estar dotadas de herramientas y medios para transportarse, cuya cantidad y clase puede variar, según el trabajo por ejecutar, de las condiciones de terreno, del personal distribuido y de los programas previamente elaborados.

En cualquier caso y en términos generales el personal de una cuadrilla de sección, regular o sistemal debe estar provisto de: auto-armon, armones, barretas de línea, barretas de uña, bieldos, cajas de volteo para armones, calzadores, escantillones, gato de curva, gato de vía, hacha de monte, hachazuelas, llave inglesa, llave de vía, llave de ancla, machetes, martillos de vía, marro de 12 libras; matraca y broca para taladrar rieles, nivel de vía, niveleta, palas, picos, serrucho o sardina, tajaderas, taladro para rieles, máquina taladradora, tenazas para durmientes y tenazas para rieles.

Independientemente de las herramientas y medios de transporte mencionados, las cuadrillas deben de contar con los siguientes elementos útiles: banderas rojas de género, banderillas amarillas de lámina en su asta, barril para agua, candados para cambio, armonera, bodega o carro bodega, cinta metálica métrica de 20 metros, linterna de señales con globo blanco y rojo, llaves para candado de cambio, mangos para pico, martillo y hachazuela, aceite negro, aceite mineral para lampara, creosota impregnol, luces de bengala y petardos.

**C A P I T U L O    I I**

## PROYECTO DE REHABILITACION DE VIA

### ANTECEDENTES

El tramo de vía del proyecto forma parte de la línea de ferrocarril que une a la Ciudad de México con la Ciudad de Orizaba, Veracruz; cruza el estado de Tlaxcala y el estado de Puebla.

Parte desde la estación de Huamantla en el estado de Tlaxcala y llega a la estación Rinconada en el estado de Puebla.

La longitud total del tramo es de 36000 m, de estación a estación.

Dos son los estados que atraviesa la vía en la totalidad de su desarrollo: Tlaxcala y Puebla. Se requiere de un reconocimiento de la infraestructura de ferrocarriles de ambos estados, la cual presenta las siguientes características:

#### Tlaxcala.

El sistema ferroviario de Tlaxcala está integrado por tres líneas principales que alcanzan una longitud de 328 km, y son las siguientes:

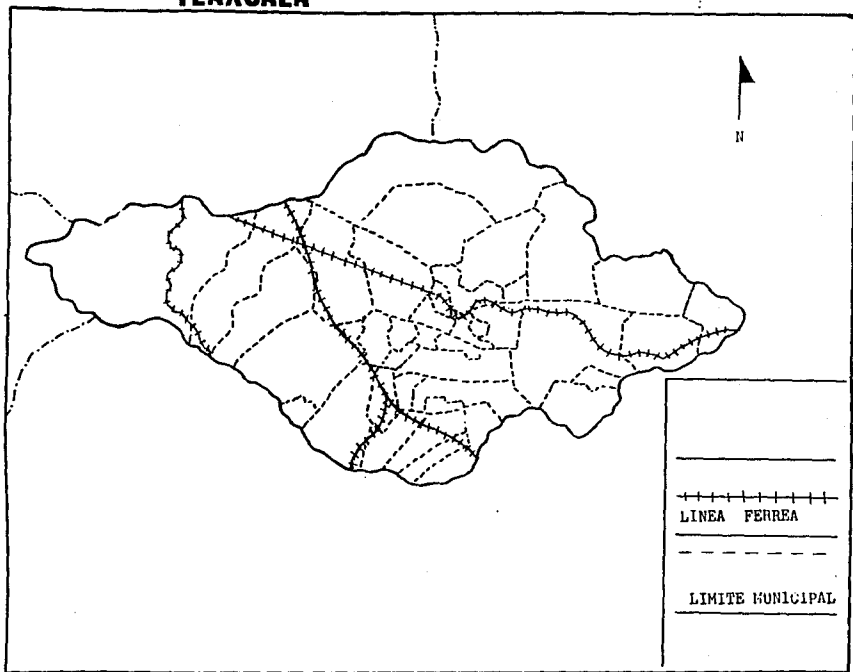
La México-Veracruz vía Apizaco, que atraviesa el estado de oeste a sureste pasando por los municipios de Tlaxco, Apizaco, Amaxac de Guerrero, Chiautempan y Zacatelco hasta llegar a la Ciudad de Puebla, de ésta se desprende un ramal en Apizaco que va hacia Huamantla donde hace estación, pasa el municipio de Ixtenco y va hacia Puebla, cruza el estado y continúa hacia Orizaba, Veracruz.

La México-Veracruz, vía Mena, Tlaxcala y Jalapa, que entra por Calpulalpan y cruza parte del municipio de Ixtacuixtla para salir por El Carmen y llegar a Puebla.

Finalmente la México-Veracruz vía Orizaba y Córdoba que pasa los municipios de Calpulalpan, Nanacamilpa, Sanctórum y Mariano Matamoros de donde sale hacia Puebla.



# TLAXCALA



Puebla.

La red ferroviaria del estado de Puebla tiene una longitud de 992 km, la cual permite comunicar a la capital estatal con la del país, así como los importantes centros industriales y comerciales del Golfo de México y de la costa del Pacífico.

La composición de la red es la siguiente: el 83 % son vías troncales y ramales, el 15 % son vías secundarias y el 2 % vías particulares. La red atraviesa transversalmente el centro del estado de este a oeste y tiene pocos enlaces a lo largo, de norte a sur.

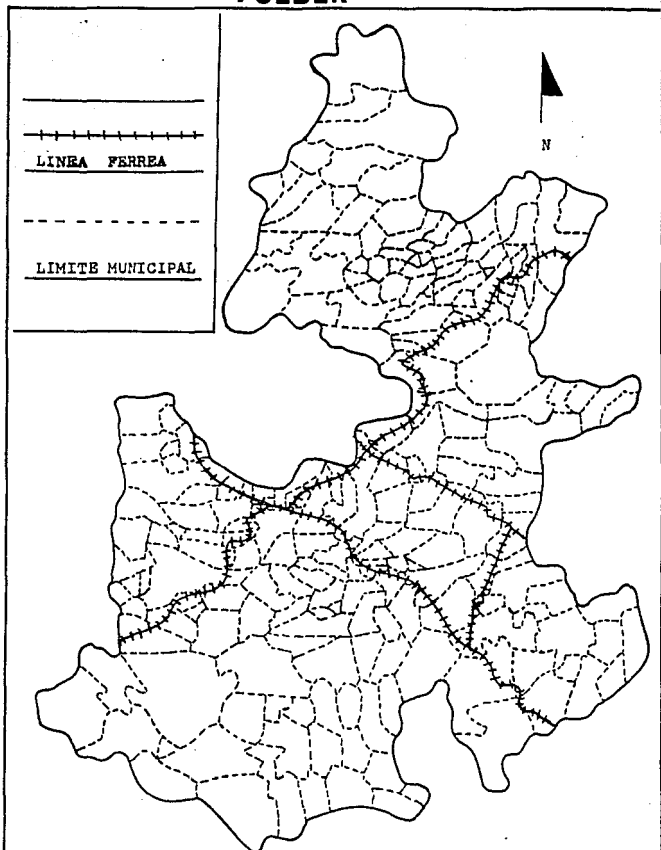
La red no ha incrementado su longitud en los últimos 40 años; en su totalidad se compone de vía sencilla, caracterizada por tener variedad de pendientes y curvas, presentando la mayor cantidad de accidentes topográficos en el norte del estado donde el tramo Oriental-Teziutlán de 89 km continúa siendo de vía angosta.

A Puebla llegan dos líneas férreas, ambas procedentes de la Ciudad de México.

Una sale por Los Reyes, La Paz, pasa por Amecameca, Izúcar de Matamoros y Atlixco; mientras que la otra lo hace por Texcoco, Nanacamilpa y Texmelucan, para unirse posteriormente adelante de Cholula. Continúa como una sola línea hasta llegar a Amozoc, pasa por la Ciudad de Puebla, para de ahí dividirse en dos, una, que se dirige a Oaxaca vía Actipan, Tehuacán y la otra a Veracruz. Esta última toca poblados como Rafael Lara Grajales y Oriental, y sale del estado hacia Perote. En esta misma converge una línea proveniente del oeste, vía Ciudad Sahagún, Apizaco y Huamantla y de ella sale un ramal a la altura de Oriental con dirección Libres, Teziutlán.

Del poblado Rafael Lara Grajales se desprende una vía que va a Acatzingo y otra rumbo a Esperanza sale del municipio de Nopalucan, cruza también el de Soltepec y llega al de Mazapiltepec de Juárez donde está la estación Rinconada y continúa para salir del estado hacia Orizaba, Veracruz.

# PUEBLA



## MEDIO FISICO.

El clima en la zona de este tramo de vía es del tipo templado subhúmedo en promedio, con temperaturas anuales de entre 12 y 18 grados centígrados; solo en la zona de Huamantla pasa a ser del tipo semiseco templado, con lluvias escasas y algunas nevadas en el invierno.

La altura promedio a la que se localiza el tramo es de 2590 m sobre el nivel del mar.

La orografía que enfrenta la vía en este tramo es generalmente plana; en Puebla encuentra pocos accidentes topográficos e irregularidades característicos de los Llanos de San Juan. Desde Mazapiltepec de Juárez a Soltepec no encuentra irregularidades, solo en Nopalucan atraviesa una formación montañosa donde se inicia la sierra; al cruzar Tlaxcala en Ixtenco el relieve es semiplano y se mantiene así hasta Huamantla.

El tipo de suelo sobre el que se desplanta este tramo de vía se caracteriza por tres clases importantes en su desarrollo longitudinal que son: Regosol, Cambisol y Litosol, cuya edad de formación se calcula de la era Cenozoica durante el periodo terciario.

El suelo cambisol es de color gris pardo a pardo amarillento, varía el color conforme aumenta la profundidad donde se encuentra, de la misma forma la textura varía de fina a gruesa.

El suelo regosol es de color migajón arenoso a amarillento y sobre ellos se forma una capa superficial orgánica, su textura varía de media a gruesa conforme aumenta la profundidad.

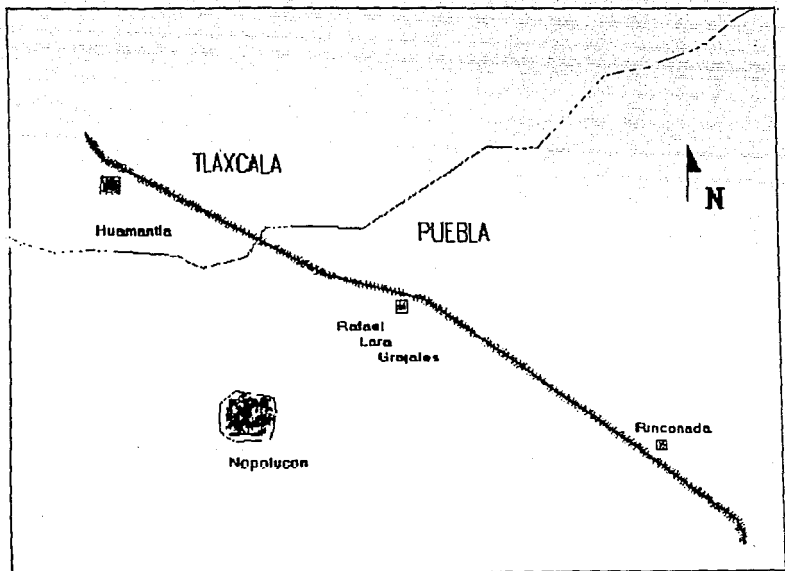
El suelo litosol es un suelo extremadamente delgado, de menos de 10 cm de profundidad, característica que debe fundamentalmente a las condiciones topográficas donde se desarrolla, debido a las pendientes abruptas, no se acumulan las partículas del suelo conforme se van formando; se encuentran generalmente sobre formaciones de roca y tepetate, además las condiciones climáticas y la vegetación no influyen de manera importante intemperizando la roca de la cual se originan.

## MEDIO GEOGRAFICO

### Localización.

El tramo que se estudia se localiza en la División denominada Mexicano en la región Sureste, que inicia en la terminal Valle de México y llega hasta la terminal Veracruz, Veracruz.

El tramo de vía de ferrocarril que requiere de rehabilitación y trabajos de conservación inicia en la estación de Huamantla ubicada en el municipio del mismo nombre en el estado de Tlaxcala; se localiza en el paralelo 19° 19'19.5" Norte y el meridiano 97° 55'Este. Cruza el municipio de Ixtenco por el noreste y pasa al estado de Puebla; entra al municipio de Nopalucan y pasa la estación de Rafael Lara Grajales, pasa hacia el municipio de Soltepec, lo cruza por el norte y llega al municipio de Mazapiltepec de Juárez entra por el noroeste y termina en el centro en la estación Rinconada. que se localiza en el paralelo 19° 06'21" Norte y el meridiano 97° 40'40.5" Este.



Localización.

## MARCO SOCIAL.

El tipo de carga y pasaje que se mueve por este tramo , estará determinado por las características y tipo de producción que es particular de esta región y por lo tanto requiere del uso del sistema ferroviario para su movilización, así como el pasaje que hace uso del servicio.

### Tlaxcala.

Las actividades del sector agropecuario y forestal son las que han tenido mayor auge en la estructura productiva del estado de Tlaxcala; la actividad agrícola se enfoca directamente al abasto regional; la cría de ganado de lidia se está proyectando fuertemente y se atiende cuidadosamente a la calidad del mismo, otro tipo de ganado es el porcino y vacuno lechero.

Se explota a nivel estatal y con cierta medida en forma clandestina las zonas de arboledas de Pino y Encino.

La planta industrial establecida es muy variada pues cuenta con empresas de ramas importantes como la químico-farmacéutica y la petroquímica. En el estado se cuenta con tres parques industriales uno de los cuales es el Apizaco-Huamantla.

El turismo es un campo que ofrece un gran potencial para atraer tanto a nacionales como a extranjeros, existen en el estado grandes atractivos tanto tradicionales , arqueológicos, gastronómicos, artesanales, etc.; Es en Huamantla donde se realiza una feria multicolor motivo de gran atención para visitantes, conocida como Huamantlada. Así también existen en la cercanía atractivos tan recomendables a los turistas que lleguen hasta este lugar.

### Puebla.

El estado ocupa el sexto lugar en el país en la industria manufacturera, constituyéndose la zona industrial en la carretera federal No. 129 Puebla-Teziutlán en el Km 51.5 fundamentalmente corredor por donde se llevan alimentos procesados y textiles.

En los sectores agropecuario y pesca ocupa el octavo lugar a nivel nacional, se cosecha maíz, frijol, trigo, forrajes como cebada, alfalfa y hortaliza como la papa.

En ganadería se cría aves de huevo y carne, bovino de carne y leche, caprino, porcino, equino, mular y asnal.

Se está dando importancia al desarrollo de la Apicultura creándose gran cantidad de apiarios en la región, cuidando mantener la calidad de la miel que se produce, la cual mantiene su nivel de exportación.

A nivel forestal se explota el Pino y el Encino.

En el turismo, es uno de los estados mas concurridos por los visitantes del país y del extranjero por su riqueza arquitectónica, gastronómica, artesanal, de parques nacionales, etc.

## ANALISIS SOBRE EL ESTADO DE LA VIA.

Considerando la antigüedad del tramo que lleva funcionando mas de 45 años y debido a su periodo de vida útil que llega a su fin a causa del uso que se hace del mismo, se hizo necesario un recorrido por parte de los ingenieros de división de los F.N.M., a lo largo del tramo ubicado entre las dos estaciones.

En general el estado de la vía no era el mas confortante para el gusto de los ingenieros y jefes de vía, pues los rieles se notaban en algunos cadenamientos fisurados y en contados casos fracturados; los durmientes se presentaban en igualdad de circunstancias, puesto que en algunos conteos de grupos de durmientes por kilómetro, aparecieron algunos podridos y otros descabezados, y muy pocos cortados.

Al evaluar el estado del balasto se notaron algunas deficiencias de material debido a la circulación de los trenes que originaron su compactación y disminuyeron el espesor especificado para esta vía (0.25m). A ésta deficiencia se le agrega la falta de material de soporte en la subrasante, que viendo disminuido su ancho reglamentario era causa de que escurriera una cierta cantidad de balasto por los taludes.

La estructura mas deteriorada de acuerdo a los sondeos y estudios minuciosos realizados en el tramo de vía fueron las terracerías, que veían muy elevados los faltantes de material que las conformaban; las banquetas se encontraban muy reducidas en su ancho especificado, en algunos casos el ancho iba de 50 a 5 cm; en la corona el terraplén se encontraba desgastado y reducido casi a nada en el ancho reglamentario en la mayor parte del tramo, lo que provocó el escurrimiento del balasto por los taludes formando golpes de nivel y en algunas zonas era la causa de que los durmientes se quebraran o descabezaran, de la misma forma los taludes se encontraban debilitados en gran parte; y por último el estado de las cunetas en algunos casos era de azolvamiento total.

La decisión inmediata fue la de ordenar la cuantificación de los volúmenes faltantes de material en las terracerías para tomar las medidas correspondientes y planear y programar el reforzamiento inminente que se hacia urgentemente necesario en éste tramo de vía.

## TERRACERIAS.

La sección de tierra que se compacta sobre el terreno natural, sobre la que se apoya la vía del ferrocarril se denomina terraplén. Esta estructura térrea tiene por objeto soportar eficientemente el peso de la vía y los trenes, así como transmitir las cargas al terreno natural debidamente, además en terrenos planos mantienen la vía elevada evitando que al presentarse fuertes precipitaciones fluviales las corrientes de agua lleguen hasta la vía, deslavándola e impidiendo el paso de los trenes por defectos del alineamiento y nivelación de las vías.

La sección transversal del terraplén tiene la forma de trapecio, en el que se distinguen las siguientes partes y sus dimensiones:

Corona.- Es la parte superior del terraplén, comprendida entre los hombros de éste, con una dimensión de 6.00 m., tiene forma curva conocida como bombeo, con una pendiente del 2.12 %, y su función es la de desalojar el agua que generan las lluvias.

Talud.- Es la inclinación que se le da al material que constituye el terraplén y comprende desde el hombro hasta el pie del talud del terraplén. El objetivo del talud es dar mayor estabilidad a la terracería, así como ayudar al rápido desalojo de agua pluvial, evitando la formación de bolsas de agua y gólpes aguachinados.

De acuerdo con el reglamento de construcción y conservación de vía y estructuras, la inclinación de los taludes estará, en función de los taludes y tipo de material que constituyan las terracerías, existiendo actualmente los siguientes tipos de talud:

De tierra 1 1/2 : 1

De roca quebrada 1 1/4 : 1

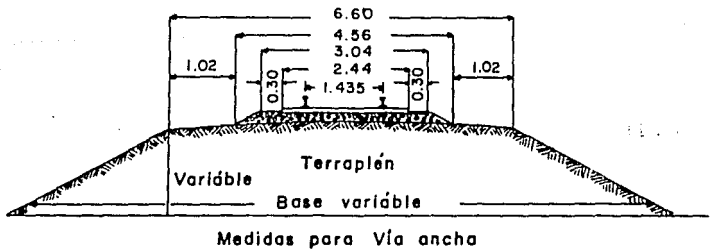
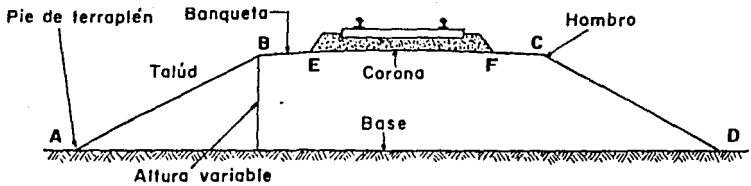
Al determinar la inclinación de los taludes, ya sea de tierra o roca quebrada, debiera de utilizarse una plomada para determinar la línea vertical de 1 metro, y un nivel y cinta métrica para medir la distancia horizontal.

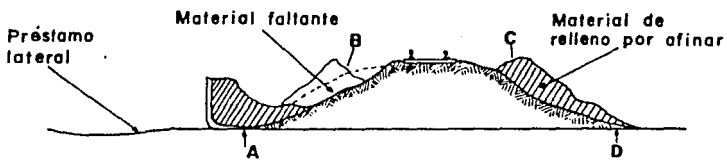
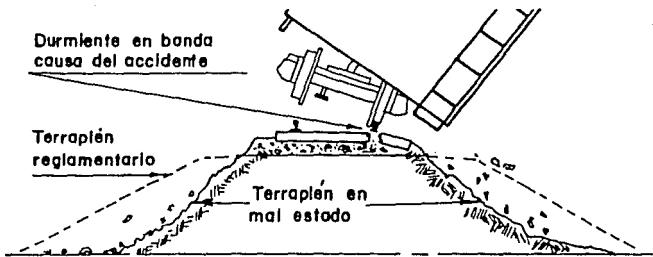
Banquetas.- Son aquellas comprendidas entre el pie del talud del balasto y el hombro del terraplén; su función es la de facilitar el tránsito del personal; su dimensión es de 1.02 m.

Es muy importante que la corona del terraplén se conserve siempre con su ancho reglamentario para evitar que el balasto escurra por los taludes formándose los golpes de nivel, de igual forma es vital impedir que las cabezas de los durmientes queden en banda y se quiebren, provocando descarrilamientos de máquinas y carros, aumentando los costos que conlleva un accidente así como el salvamento.

Cuando la corona del terraplén, las banquetas y los taludes han perdido las medidas reglamentarias y el volumen del material perdido







fluctúa entre 60 m<sup>3</sup> y 100 m<sup>3</sup> será necesario, proceder a su reforzamiento. Este trabajo generalmente se lleva a cabo a mano, transportando el material necesario en arzones o parihuelas, o bien, se efectuarán excavaciones de préstamo que se abren en el terreno natural a no menos de 2.00 m. del pie del talud y paralelas a la vía, con una profundidad de 0.50 m.

En caso de que fuera necesario un volumen mayor, la excavación se hará ensanchándose hacia el lado exterior de la vía.

El reforzamiento de terraplenes puede ser ejecutado por cuadrillas de sección o bien por cuadrillas regulares o sistemales (\*Ver capítulo III, Obra de mano), en ambos casos los mayordomos de vía o encargados deberán determinar la cantidad de tierra que pueden mover con su personal en una jornada de trabajo.

Quando los volúmenes de tierra por moverse son mayores de 100 m<sup>3</sup> y se van a reforzar, se usará maquinaria como tractores con hoja empujadora (bulldozers), palas mecánicas, retroexcavadoras, traxcavators, palloaders, trenes de trabajo, etc., en este caso las máquinas se encargarán del movimiento de tierras necesario hacia el terraplén y el personal de las cuadrillas se encargará de la descarga del material, de la distribución, afinamiento de banquetas, hombros y taludes.

Esto será ejecutado de acuerdo al programa que establezca el ingeniero de división o encargado del reforzamiento, en coordinación con el contratista que se vaya a ocupar de la obra y será supervisado por el mayordomo general o jefe de vía.

De acuerdo al reglamento de conservación de vías y estructuras, para la conservación del terraplén, debe permitirse el crecimiento de hierba únicamente en los taludes ya que las raíces amarran la tierra y evitan que éstos sean deslavados.

Conceptos que involucra la construcción y mantenimiento de terracerías.

#### I. Cortes.

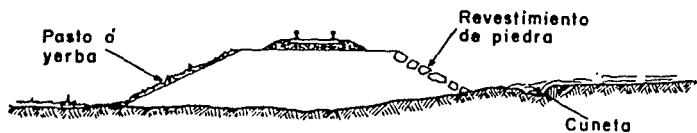
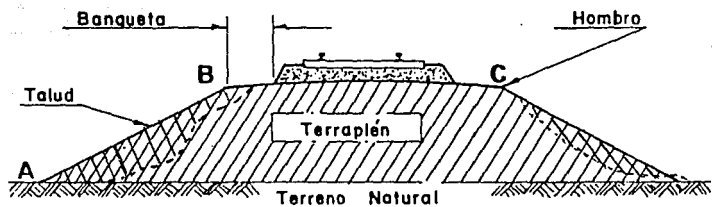
Son las excavaciones que se hacen en el terreno natural para la instalación de una vía de ferrocarril debido a la abrupta topografía que se presenta.

En los cortes se distinguen las siguientes partes con sus dimensiones:

Lecho del corte.- Es la distancia comprendida entre las intersecciones de la línea de prolongación del hombro al pie del talud de un corte; su función es la de servir como base a las terracerías y soportar el peso generado por el paso de los trenes.

En base al reglamento de conservación de vía y estructuras su dimensión será de 6.66 m.

Talud del corte.- En los cortes existen taludes cuya inclinación se



determina prácticamente de la misma manera que para los terraplenes, de conformidad con el reglamento de vía y estructuras, la inclinación en un corte varia dependiendo del tipo de material que lo conforme:

TABLA II

Material	Inclinación
Tierra	1 : 1
Tepetate	3/4 : 1
Roca suelta	1/2 : 1
Roca fija o volcánica	1/4 : 1

## II. Cunetas.

Son zanjas que se abren entre el talud del corte y los hombros, las cuales tienen por objeto desalojar el agua de las lluvias y la que escurre por los taludes evitando que dañen la vía.

## III. Contracunetas.

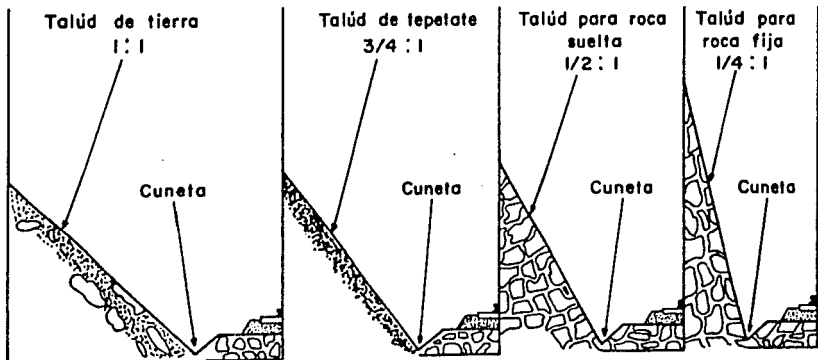
Son zanjas que se localizan en la parte alta del corte y sobre el terreno natural a una distancia variable, las cuales reciben el agua que corre sobre la superficie del terreno natural evitando que ésta llegue al talud del corte y lo deslave.

Las dimensiones de cunetas y contracunetas, ancho y profundidad así como la pendiente, serán establecidas por el ingeniero de división, tomando en cuenta la intensidad de las lluvias y el material de que está formado el corte.

En lo concerniente a la conservación de lechos de corte, éste deberá mantenerse con sus dimensiones, procurando que las banquetas no se destruyan, pues en éste caso el balasto rodará a la cuneta azolvándola, impidiendo el paso del agua, dando lugar a que se formen los golpes aguachinados; además es importante evitar el crecimiento de hierba en la zona pues ésta conserva la humedad originando que el hongo del riel se cubra y ocasione que las ruedas motrices lleguen a patinar, sobre todo cuando se presenta una cuesta por ascender, o al frenar en bajada.

Un factor que se presenta en época de sequía, es el calor pues la hierba seca puede arder en llamas y si los durmientes no están debidamente protegidos con el balasto, pueden incendiarse.

Al estar desyerbando un trabajador debe de cortar la hierba seca con pala, tirándola por los taludes del terraplén con el biello, ya que ésta cierra la tierra evitando que se vaya junto con la hierba, lo que fortalece la banqueta.



La conservación de los taludes del corte resulta ser aún mas complicada por ello se inspeccionan en forma permanente para evitar que se produzcan derrumbes que dañen tanto a la vía como a los trenes, lo que requiere la atención estricta en lo siguiente :

Debe conocerse la clase de material que forma los taludes del corte.

En la temporada de lluvias se debe observar si los taludes del corte se llozan, es decir, si brota agua de ellos, pues esto reblandece el material del talud; o bien en la temporada de sequía prolongada revisar que no se genere agrietamiento del material provocando en ambos lados derrumbes peligrosos que destruyan la vía y demoren el paso de los trenes.

Para prevenir éstos accidentes, es necesario cumplir con lo establecido en el reglamento de conservación de vías y estructuras; cuando el personal no pueda ejecutar los trabajos de conservación señalados por el reglamento, el mayordomo de vía informará inmediatamente al superior de vía, el cual lo consultará con el jefe de vía.

Recomendaciones para prevenir los derrumbes:

Modificando o abatiendo la inclinación de los taludes; construyendo escalones de acuerdo a las instrucciones que se reciban del ingeniero de división, éste trabajo puede ser ejecutado a mano o con maquinaria de acuerdo a los volúmenes de tierra por moverse y el material que lo compone ; ademas pueden construirse muros de contención de mampostería o concreto que se utilizan para detener el material de los derrumbes.

Al inspeccionar las cunetas y contracunetas, en época de lluvias es imprescindible observar si están azolvadas, o bien observar si éstas son insuficientes para recibir el agua que corre en la parte alta del corte, asegurándose que el piso y sus paredes no estén deslavadas ya que en ellos corre gran cantidad de agua y ver si la misma no deslava o brinca las cunetas y contracunetas estando limpias.

Al efectuar la limpieza de las cunetas deberá realizarse previa a la época de lluvias, ademas la tierra se colocará en los taludes de los terraplenes lejos de la cuneta evitando así que se pueda volver a azolver.

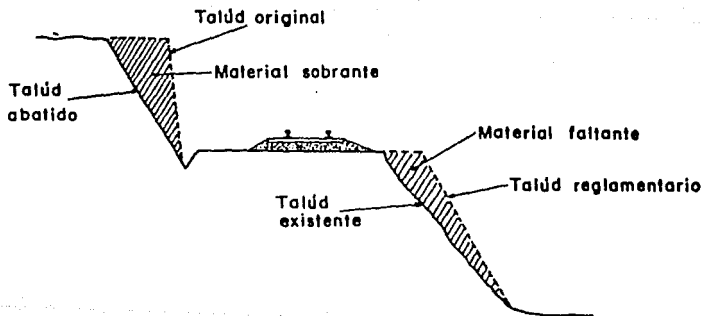
En los F.N.M. es común encontrar combinaciones de corte con terraplén, conocidas como balcon, donde se distinguen, la contracuneta, talud del corte, talud del terraplén y cuneta.

La conservación de cada una de estas partes, es la misma que corresponde a los terraplenes, cortes, cunetas y contracunetas.

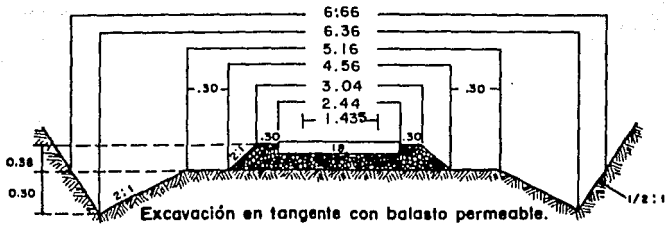
Es muy importante que los guerdavias observen durante su recorrido los golpes aguachinados que existan en la vía, así también observar si existen en los cortes piedras flojas o material a punto de derrumbe, en este caso se hace del conocimiento de la superioridad para que a su vez gire las instrucciones pertinentes.

En los cortes en balcón se debe tener presente las reglas y recomendaciones indicadas para cortes y terraplenes; en aquella zona donde se produzcan derrumbes frecuentes, el material se utilizara para reforzar la parte de terraplén y por lo tanto se podrá ampliar la corona para que en dado caso se llegue a lanzar la vía alejandola del peligro, siempre y cuando se autorize por el ingeniero de división.

Por lo anterior se puede señalar que el agua es el enemigo numero uno que puede dañar los cortes ó excavaciones que en muchas ocaciones originan derrumbes que entorpesen el tráfico de trenes. Se recomienda con énfasis respetar el reglamento de conservación de vías y estructuras.







Lecho de corte bien conservado

**C A P I T U L O     I I I**

## ANÁLISIS DEL PROYECTO

A continuación se mencionarán los conceptos que van a definir el proceso constructivo del proyecto de reforzamiento de terracería y de los cuales se desprenden las partidas a desglosar y analizar en función de los volúmenes de obra calculados, necesarios para atender al estudio de costos de éste proyecto.

### MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Para el movimiento económico de terracerías en la actualidad se utiliza a las computadoras para simular los tránsitos, los equipos, los volúmenes y otros factores imponderables en grandes obras de construcción y/o de reforzamiento de terracerías; se analizan los costos al utilizar tractores para recorridos cortos, escrepas para recorridos medios, retroexcavadoras, palas mecánicas y camiones de volteo para recorridos largos, y hasta trenes de trabajo para recorridos mayores entre los bancos de préstamo y los terraplenes de la obra.

También el material que constituirá la estructura de tierra debe seleccionarse para no atacar bancos inciertos en forma inútil, escogiendo los sitios de explotación mas aprovechables; ésta actividad la pueden realizar también las computadoras, alimentadas con todos los datos regionales obtenidos de los estudios de suelos en cada tramo de vía que se proyecta.

Otro aspecto determinante es el de los estudios topográficos preliminares que se deben de llevar y archivar como memorias de trabajo para que en las obras futuras que se hagan sobre un tramo existente, resulta mas práctico y fácil obtener los parámetros que determinen los volúmenes a partir de las secciones recopiladas para cortes y terraplenes; de ésta forma la organización permite llevar un control técnico, administrativo y contable de inversiones y de esfuerzos para hacer frente a la evolución de toda vía férrea.

El movimiento de tierras tiene cinco etapas generales:

- 1 - Debilitación de la estructura natural del material, aflojándolo para hacerlo manejable.
- 2 - Excavación del material de su lugar de origen, banco de extracción o préstamo.
- 3 - Movilización del material con equipo u obra de mano de su lugar de origen al lugar de depósito.
- 4 - Colocación o vaciado del material en el lugar de trabajo.
- 5 - Tratado del material trabajándolo con diversos métodos y equipo para darle las características de especificación en el sitio donde se utilizará.

Quando se trabaja con terracerías, el tratado del material no es en muchos casos necesario, y en otros casos no se necesita debilitar la estructura del material pues se puede extraer fácilmente.

Para el movimiento de tierras operando con terracerías, el ciclo elemental de trabajo consiste en los siguientes movimientos:

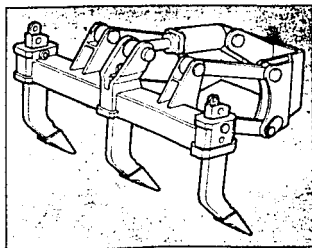
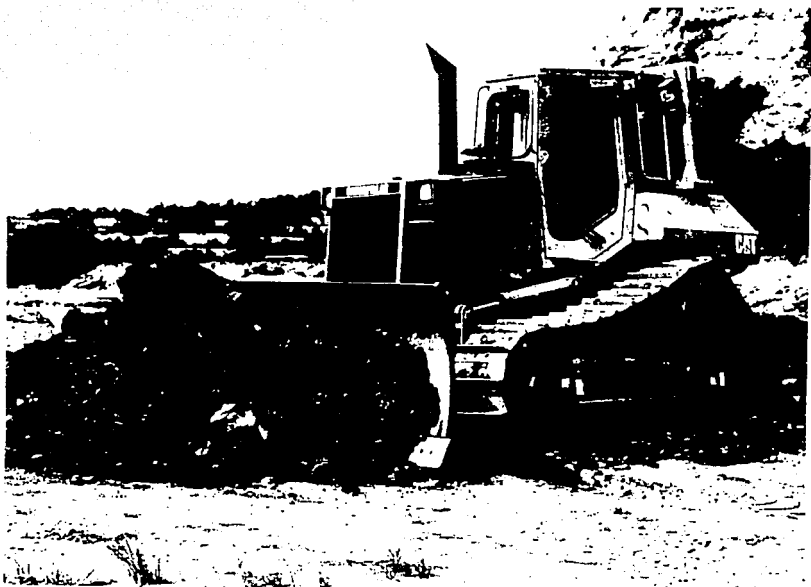
Excavación  
Acarreo  
Vaciado  
Retorno

Quando se analizan los ciclos en el movimiento de tierras trabajando terracerías, el factor determinante es el tiempo, que define los costos de obra de mano y/o maquinaria involucrados.

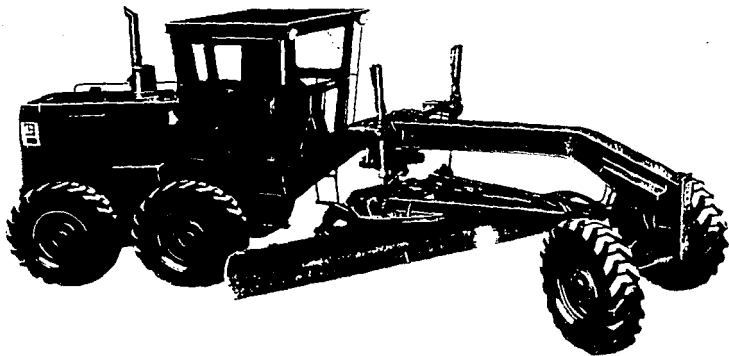
De acuerdo a lo anterior el movimiento de tierras se estudiará dividido en : tiempo de carga, tiempo de transporte de la carga, tiempo de vaciado de la carga y tiempo de traslado vacío de regreso a cargar del equipo de acarreo.

Los equipos mas comunes utilizados en la operación básica de movimiento de tierras son:

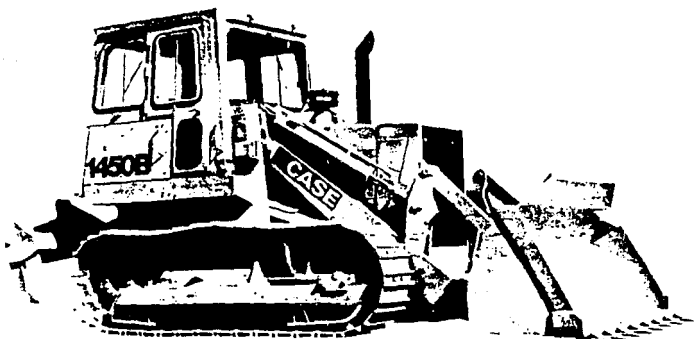
- Desgarradores y empujadores movidos por tractor.
- Motoconformadoras equipadas con escafificador.
- Motoescrepas autopropulsadas o tiradas con tractor.
- Cargadores frontales, retrocargadores-excavadores.
- Trenes de carga, volteos, camiones fuera de carretera.
- Rodillos compactadores, neumáticos, duopactor.



Desgarradores y empujadores movidos por tractor.

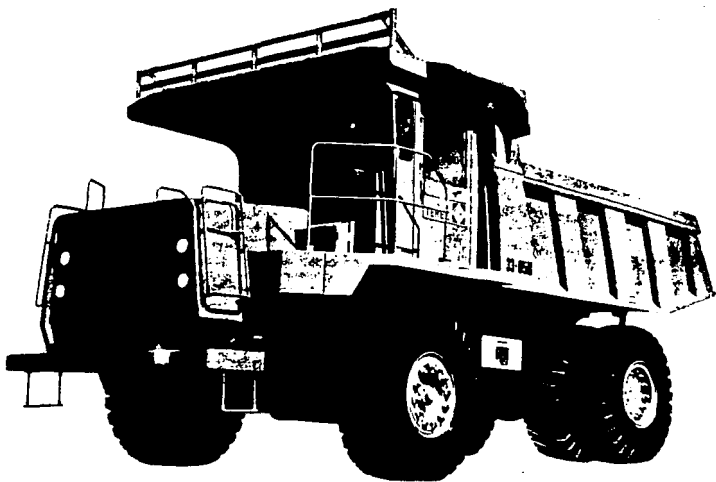
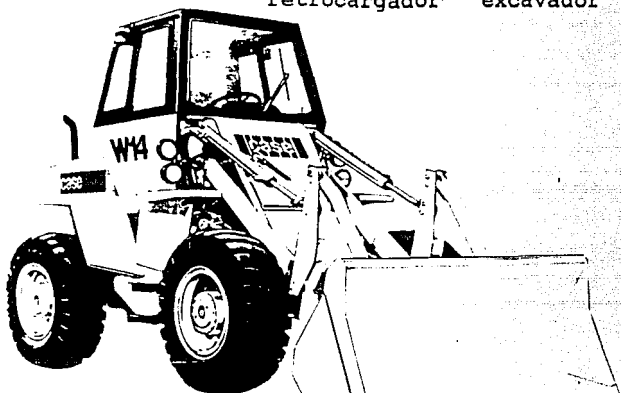


Motoconformadora

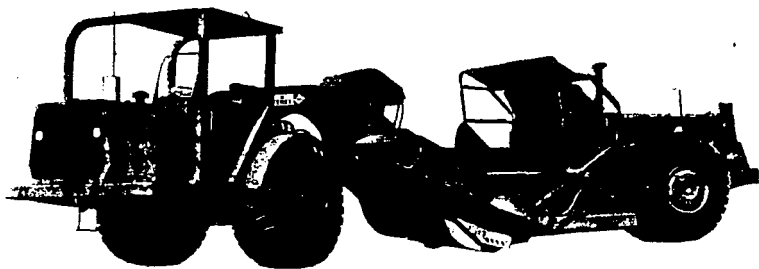


Cargador frontal

retrocargador excavador



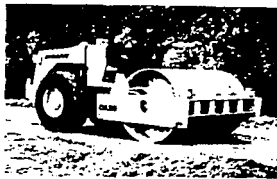
camion fuera de carretera



Motoescrepa autopropulsada



Compactación de asfalto



Compactación de suelos



Compactación de suelos

Rodillos compactadores

## UTILIZACION DE OBRA DE MANO.

El buen constructor es el que resuelve el problema de construir con calidad y economía; en casos donde la economía de la obra y de la región requieren el uso de la obra de mano, no titubea en utilizarla en el trabajo, aunada al equipo y maquinaria disponibles para el movimiento de tierras y construcción o rehabilitación de estructuras.

Las cuadrillas de trabajo construyen muros de contención, alcantarillas, puentes y otras obras de arte; terraplenan, excavan, hacen trincheras y otras tareas de terracerías.

En los tramos de corte con explosivo, las cuadrillas protegen la vía cubriéndola hasta el ras con arena y grava, y tapan los rieles con madera gruesa de desperdicio. También se utilizan barreteros con equipo portátil de perforación, utilizan compresores con rompedoras y perforadoras, o cinceles y marros; en otra forma se utiliza personal para hacer acarreo cortos de materiales a precios mas económicos que utilizando maquinaria. Utilizar una cuadrilla con compresores y pisonetas, sus elementos pueden efectuar perfectamente la compactación de terraplenes, y como éstas, se puede aplicar la obra de mano en otras actividades.

Contratando obra de mano para la obra de ferrocarriles se reduce en parte el consumo exagerado de energéticos y se evita la reducción de empleos primarios en áreas rurales, con lo que se mejora en mucho el "costo social" de las obras.

En los F.N.M. se cuenta con personal especializado para las labores de conservación, ya sea detectándolas, y atacándolas en las medidas de sus posibilidades; la fuerza de trabajo es la siguiente:

Jefes de vía.- Tienen a su cargo una división completa y realizan recorridos en auto-armones, cubriendo dos recorridos mensuales para determinar las deficiencias existentes.

Supervisores de vía.- Tienen a su cargo un distrito y viajan inspeccionando en auto-armones a 20 kph de velocidad, aunque en tramos que lo requieren lo hacen a pie por lo menos una vez al mes.

Mayordomos de sección.- Recorren a pie el tramo a su cargo verificando el estado de las estructuras y demás instalaciones de su sección.

Guardavías.- Hacen recorridos diarios a pie del tramo de su sección, observando y corrigiendo defectos como cambios y juntas defectuosas, u otros que pueden realizar solos.

Cuadrilla de sección.- Tiene a su cargo un tramo de 12 a 15 km, el responsable es un mayordomo de sección y cuenta con un guardavía y ocho reparadores con herramientas.

Cuadrilla regular o sistemat.- Trabajan en reparaciones generales y continuas en tramos cortos y su responsable es un mayordomo de sección, cuenta con 24 reparadores con herramientas. Se aplican especialmente cuando el trabajo implica el movimiento de varios elementos de la vía, así como la elevación del riel, actuando con máquinas multicalzadoras, reguladores de balasto y alineadores de vía.

El sistema ferroviario mexicano se divide en cinco regiones: Noroeste, noreste, centro, sureste y suroeste.

Dentro de éstas cinco regiones, la red se encuentra dividida en veinticinco divisiones y éstas, se subdividen en cuatro o cinco distritos cada una. El responsable de cada división es el Ingeniero de División.



## PROCESO CONSTRUCTIVO DE REFORZAMIENTO DE TERRACERIA

Las operaciones necesarias para llevar a cabo el reforzamiento de terracerías que definen las partidas que se estudiarán en el análisis de precios unitarios son las que se describen a continuación, mencionando en cada una, los volúmenes de obra a presupuestar.

### DESMONTE.

El desmonte o despeje de tierras es una operación que requiere de un tractor que empuje el material de la superficie cortando la vegetación y vaya removiendo todo el material indeseable que se encuentre sobre el terreno natural.

El tractor puede ir equipado con un desgarrador y su hoja frontal puede ser angulable; la maleza y vegetación abundante se limpian desgarrando desde la raíz o a base de impacto y hundiendo la hoja empujadora en el terreno haciendo cortes en "V"; el material se apila para quemarlo o acarrearlo fuera del área de trabajo.

La limpieza de la capa superficial con tierra vegetal y material orgánico depositado, requiere de destreza al empujar pues el aguilón de la hoja topadora tiende a enterrarse al ir cortando y avanzando, y el desmonte se considera sólo en espesores de hasta 12.5 cm con las raíces y vegetación que contenga.

Posterior al ataque de la capa vegetal por desmontar el trabajo consiste en mover el material a varias decenas de metros en una dirección y volver al lugar por mas material, operación que se hace mas eficiente si se utiliza el retorno en reversa a la máxima velocidad, para atacar el siguiente cargamento.

La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

Desmonte.-" El desmonte consiste en eliminar la vegetación existente en el derecho de vía, en las áreas de construcción y en las destinadas a bancos. Esta operación involucra la ejecución de cualesquiera de las actividades siguientes:

- 1.- Tala o corte de los árboles y arbustos.
- 2.- Roze de la maleza, hierba, zacate y residuos de las siembras.
- 3.- Desenraíce, extracción de troncos y tocones con raíces o cortándoles éstas.
- 4.- Limpia y quema, operación que consiste en retirar el producto del desmonte hacia el lugar que se señala.

Para propósitos de desmonte se consideran los siguientes tipos de vegetación:

- a) Manglar
- b) Selva o bosque
- c) Monte de regiones áridas o semiáridas
- d) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas y de pastizales."

Para el proyecto de reforzamiento de terracerías de nuestro tramo, el desmonte se realizará para densidad 100 % de vegetación tipo monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales, el volumen para presupuestar es de una superficie de 48 Ha 480000 m<sup>2</sup>.

\* Especificaciones Generales para la Construcción de terracerías de acuerdo a las normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Primera Edición, Tomo II, 1981.



## CORTES.

La operación de corte se refiere a la excavación de tierra en algunos trabajos, abatir taludes o descender a cierta profundidad en otros. Esta operación se realiza en todo proyecto de vías terrestres, al abrir paso para la implantación de las estructuras de tierra y/o al explotar los bancos de material necesarios para proporcionar las características adecuadas que permitan su buen funcionamiento.

Una motoescrepa puede realizar el corte de material en un plano horizontal por sus características de diseño y la capacidad que éstas le permiten; éste es el equipo óptimo para corte y relleno en terracerías si la distancia de acarreo del material está entre los 90 a 900 m.

El material que se maneja influye directamente en la productividad de la motoescrepa, por la resistencia que éste ofrece al ser excavado y depositado en el cargador o caja de la misma. Un material óptimo para ser trabajado con buen rendimiento es la tierra de labor, la arcilla húmeda, y el limo arenoso; el material que hace más deficiente su productividad es la arcilla seca y la roca.

La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

Cortes en terracería. --" Son las excavaciones efectuadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la zona de cortes y/o en la cama de terraplenes existente, en derrumbes, en escalones y despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes, con el propósito de preparar y/o formar la sección de la terracería según establezca el proyecto.

Los materiales de corte se clasificarán de acuerdo al grado de dificultad que presentan para su extracción y carga en:

Material "A"  
Material "B"  
Material "C"

1.- El material "A" es el blando o suelto que puede ser extraído con escrepa de capacidad apropiada para ser jalada con tractor de tipo oruga de 90 a 110 H.P. en la barra, sin ayuda de tractores o arados empujadores, independientemente de que éstos últimos se utilicen para obtener mayor rendimiento. Por lo general se consideran material "A" los suelos de cultivo, los limos y las arenas; pero también se consideran dentro de este tipo los suelos poco o nada cementados con componentes de tamaños de 7.5cm(3").

2.- El material "B" es el que debido a la dificultad que presenta para su extracción y carga solo se puede extraer mediante tractor de oruga con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 H.P. en la barra, o bien, mediante pala mecánica con capacidad de 1 m<sup>3</sup> por lo menos, sin el uso de explosivos, independientemente de que éstos se utilicen para obtener mayor rendimiento. En esta clasificación se incluyen tanto el material que puede aflojarse mediante arado de 6 Tons., jalado por un tractor de oruga de 140 a 160 H.P. en la barra. También se considera como material "B" las piedras sueltas comprendidas entre 7.5 y 75 cm; pero el material que más comúnmente se clasifica como "B" es el formado por rocas muy alteradas, conglomerado medianamente cementado, areniscas blandas y tepetates.

3.- El material "C" es el que, para ser extraído se necesita del empleo de explosivos. Este material incluye rocas basálticas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas; también las piedras sueltas mayores de 75 cm. "

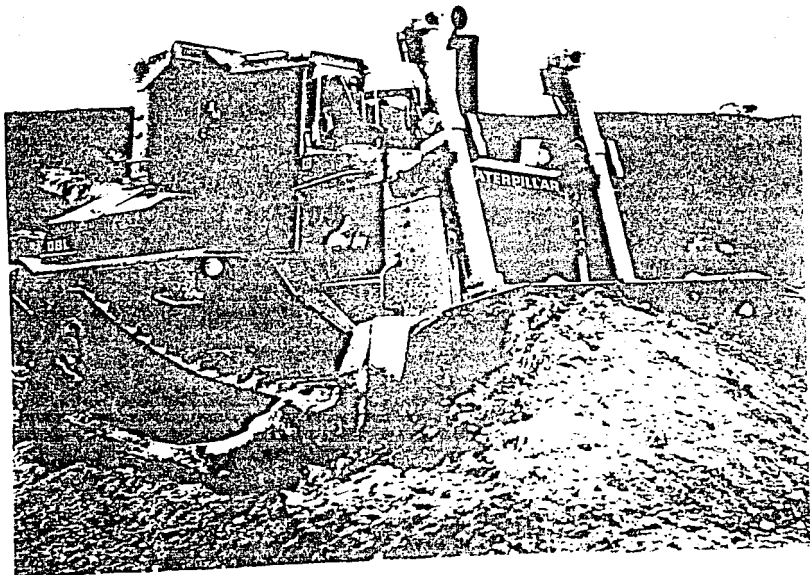
Los materiales sólidos o fuertemente consolidados pueden tener que aflojarse ya sea por una maniobra de rasgamiento o desgarramiento, por una perforación o por detonación de explosivo; en ocasiones resulta imposible desgarrar debido a la falta de planos de estratificación y de crucero. Es importante determinar el uso final del material, si será utilizado posteriormente, o si se va a desechar, esto para determinar con que cuidado se efectuará su extracción del lugar de origen.

En el proyecto que se estudia para el tramo de ferrocarril entre las dos estaciones (Huamantla y Rincónada), la operación de corte se hace necesaria para estabilizar los taludes de laderas naturales, retirar derrumbes y limpiar los terraplenes; posteriormente no se determina un uso del material como de relleno o material de nivelación, por esto se considera de desecho y no se requiere tratamiento especial alguno durante su extracción.

Para fines de presupuesto el volumen de corte a cielo abierto en terreno natural, en ampliación y/o abatimiento de taludes y/o en rebajes de la corona de las terracerías, en derrumbes y escalones, con acarreo libre de 20m, que se requiere extraer se distribuye de la siguiente manera:

Material "A"	2400 m <sup>3</sup>
Material "B"	8500 m <sup>3</sup>
Material "C"	1000 m <sup>3</sup>

\* Especificaciones Generales para la Construcción de Terracerías de acuerdo a las normas de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Primera Edición, Tomo II, 1981.



## PRESTAMOS.

En la selección del material que se utilizará para construir la estructura de las terracerías, se deberán de respetar las especificaciones de trabajo necesarias para cumplir las funciones y el servicio deseado de las vías terrestres; así también los procesos constructivos de terraplenes y rellenos con el material elegido.

Existen tres posibilidades para obtener el material de préstamo para construcción de terraplenes y/o hacer rellenos y son:

- 1.- Hacer excavaciones en zonas cercanas al área de la obra.
- 2.- Buscar información documental que marque específicamente los lugares donde están los depósitos o minas de material cercanas al lugar de la obra.
- 3.- Formular propuestas basadas en fuentes de conocimiento que obtengan los contratistas.

En general el material que se obtiene haciendo excavaciones en zonas cercanas a la obra es el mas económico, aunque en algunos casos no resulte conveniente su extracción, si ésta presenta dificultades y produce sobrecostos, existiendo mejores posibilidades de adquisición. Es por esto que el contratista responsable de seleccionar un banco de préstamo o una zona de explotación de materiales para terracerías, debe verificar si el depósito natural de éstos es adecuado y si cumple con lo especificado, para que de lo contrario se deseché como posibilidad.

La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

**Préstamos.** --" Los préstamos son las excavaciones que se hacen en los lugares fijados en el proyecto y/o por el representante, a fin de obtener los materiales para formar los terraplenes no compensados.

**Préstamos laterales.** --Son los que se efectúan en las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de las terracerías, con anchos determinados de proyecto, cuyos materiales se utilizan exclusivamente en la formación de los terraplenes situados a los lados de dichos préstamos, pudiendo sobresalir longitudinalmente los extremos de unos u otros, en cada caso, hasta 20 m. Los anchos de las fajas siempre se medirán a partir del eje de las terracerías. El acarreo es libre por lo cual no se medirá. El ancho de cada faja podrá ser de hasta 20m, 40m, 60m, 80m, y 100m como máximo.

**Préstamos de banco.** --Son los ejecutados fuera de la faja de 100m de ancho, también se consideran préstamos de banco las excavaciones realizadas dentro de las fajas fijadas para préstamos laterales, cuyos materiales se emplean en la construcción de terraplenes que no estén situados lateralmente a dichos préstamos, tomando en cuenta la tolerancia de 20m.

Cuando lo fije el proyecto o lo ordene el representante, el sitio de los préstamos, se despalmará desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuado para la construcción de los terraplenes. Los despalmes se ejecutarán exclusivamente en material "A".

Para áreas grandes medidas en varias hectáreas una moto- escropa es la maquinaria ideal para cortar y remover la capa superficial de tierra en cualquier terreno, con profundidades entre 10 y 30 cm, realizando el trabajo dando una sola pasada sobre el área.

Para el proyecto de reforzamiento de terracerías en estudio se contempla el despalle en préstamos laterales y/o en bancos de préstamo y/o en cortes a cielo abierto y/o en desplante de terraplenes con acarreo libre de 20m.

"A". El volumen cubicado para esta partida a presupuestar es de 48000 m3 en material

Para la excavación de préstamos laterales, efectuados dentro de las fajas de terreno ubicados fuera de los cerros en uno o en ambos lados fuera del eje de las terracerías, con acarreo libre de 20 m, se cuantificaron los siguientes volúmenes de proyecto:

Material "A"	24000 m3
Material "B"	96000 m3

\* Especificaciones Generales para la Construcción de Terracerías de acuerdo a las normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Primera Edición, Tomo II, 1981.



## TERRAPLENES.

Un terraplén es una construcción artificial, de sección transversal trapezoidal de materiales térreos tomados de otro sitio donde la relación que guarda la longitud del terraplén de éste con su anchura y altura es considerablemente mucho más grande.

La forma tradicional trapezoidal puede ser parcial si el terraplén se aloja en zonas de corte o de relleno, según se presenta la topografía donde se aloja la obra de vías terrestres.

El terraplén y su cimentación son una unidad y actúan juntos; de una buena cimentación en cuanto al material y la compactación de éste, ya sea natural o estabilizado, dependen las deformaciones que pueden ocurrir en el terraplén, ya sea durante su construcción o muy poco tiempo después.

Los depósitos aluviales, como lo es el tipo de suelo que se presenta frecuentemente a lo largo del tramo que se va a reforzar en este estudio, son generalmente apropiados para la cimentación de terraplenes, cuando éstos se encuentran en zonas planas o semiplanas, que es nuestro caso; no siendo así cuando el terreno aluvial se ha depositado en pendiente, debido al peligro que representan las fuertes corrientes que transportaron los materiales del depósito.

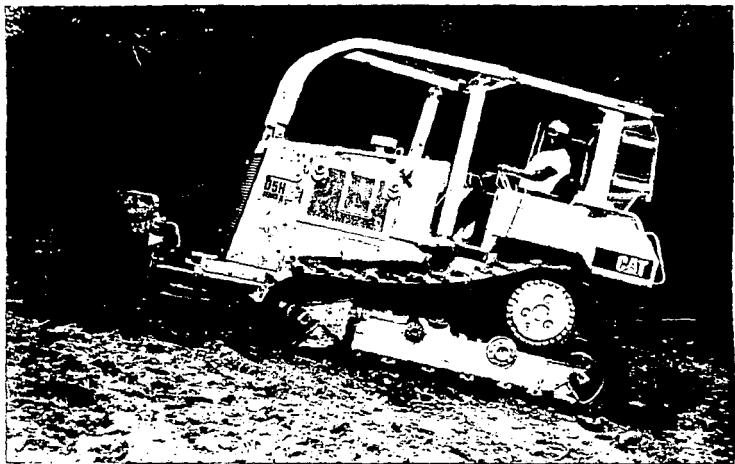
Cuando el material de cimentación es "turba", la cimentación se puede mejorar excavando su parte superior y desalojando el resto, mediante la construcción de terraplenes que producen presión por propio peso y exprimen el material blando subyacente.

Para la estabilización del material lo mas común es aplicar trabajos de compactación, que consisten en artificialmente dar mayor densidad a una masa de tierra, que la natural, modificando sus características de resistencia y capacidad de carga. Este proceso es el mas simple, económico y eficiente para aplicar en materiales cohesivos.

Los terraplenes de ferrocarril generalmente aceptan el talud 1 1/2:1 y sólo en algunos casos requieren revestirse de suelo vegetal, sembrándoseles pasto, cubriéndolo con mampostería u otro revestimiento natural o artificial como asfalto o zampeado de concreto, todo ello para protegerlo de la erosión cuando está muy expuesto y supone un peligro para su estabilidad y permanencia.

### Capa Subrasante.

La capa subrasante se forma con el mismo material de las terracerías, a diferencia que a éste se la da un tratamiento especial que lo mejora, que puede ser agregándole un material que favorece su mejor granulometría antes de compactarlo, o simplemente dándole mayor grado de compactación que el de las terracerías. Su espesor es variable, puede ir de 30 a 50 cm, y su función es la de dar mayor apoyo al sub-balasto en terracería con materiales poco resistentes, evita la filtración de balasto y de sub-balasto en las terracerías, evitando la contaminación del material triturado superior; la subrasante cumple también funciones de distribución de carga adecuada, y de drenaje.





La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

Terraplenes.-\* Los terraplenes son estructuras ejecutadas con material adecuado producto de cortes o de préstamos de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o con lo ordenado por el representante. Se consideraran también como tales: las cunas contiguas a los estribos de puentes y de paso a desnivel, la ampliación de corona, el tendido de los taludes y la elevación de las subrasantes en terraplenes existentes, y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

Los materiales utilizados en la construcción de terraplenes serán provenientes de cortes y/o préstamos clasificándose en:

- a) Compactables
- b) No compactables

Para el desplante del terraplén se despalmará el sitio elegido desalojando la superficie del terreno natural a fin de eliminar el material que se considere inadecuado. Este despalmado solo se efectuará en material "A".

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene el representante, antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos causados por el desentraque, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante y en el espesor ordenado, hasta alcanzar el grado de compactación que fije el proyecto y/o que ordene el representante.

La capa subrasante debe tener un mínimo de 30 cm y se forma en uno o varios tendidos del espesor parcial que fije el proyecto y/o ordene el representante. Estos tendidos o capas se compactarán de acuerdo a lo que fije el proyecto.

Para cumplir, con el equipo disponible, con el grado de compactación fijado en toda la sección del terraplén, lo cual no se logra en las orillas, los terraplenes se construirán con una corona mas ancha que la teórica fijada en el proyecto, pero conservando el mismo talud. Se obtendrán así las secciones laterales de sobreancho en las cuales la compactación podra ser menor que la fijada.

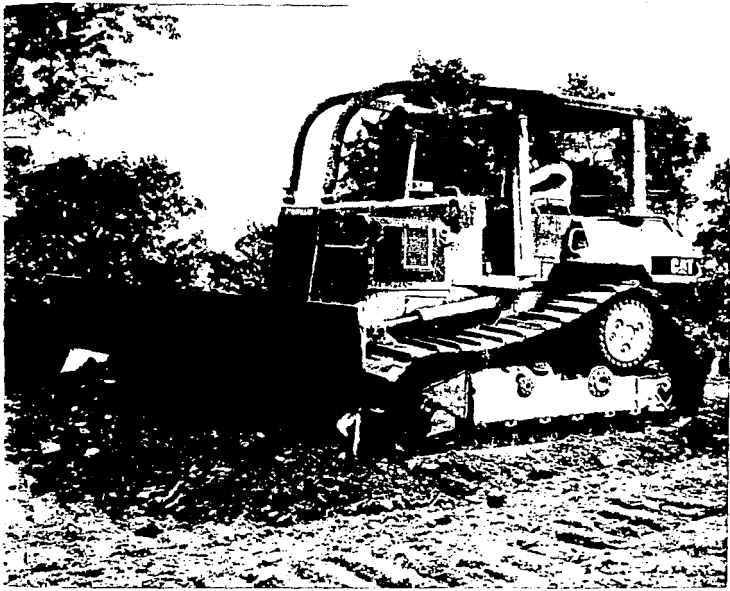
Para dar por terminada la construcción de un terraplén, incluido su afinamiento, se comprobarán: el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo establecido en el proyecto y/o lo ordenado por el representante.

Solamente se considerará volumen de ampliación de corona el depositado en uno o en ambos lados de la corona existente, siempre que el ancho de ampliación sea de 4.67 m, medido del eje de la vía y al nivel de la subrasante incluyendo las secciones de sobreancho. "

Para el proyecto de reforzamiento de terracerías que se estudia el cálculo de volúmenes de formación y compactación de las terracerías al 85 % mediante bandeado, para fines de presupuesto, es de 120000 m<sup>3</sup>.

La compactación por bandeado o bandeado, consiste en hacer pasar un tractor adecuado al ancho de las capas que se van acomodando al formar el terraplén; el cual acomoda el material grueso tendido y los fragmentos de roca; proceso aplicable en terraplenes no muy altos.

\* Especificaciones Generales para la Construcción de Terracerías de acuerdo a las normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y transportes, Primera Edición, Tomo II, 1981.



## REFINAMIENTO.

La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

\* " El refinamiento se refiere a las excavaciones y movimiento de materiales con volumen total hasta 3000 m<sup>3</sup> por kilómetro, necesarios para afinar, rehacer o modificar la sección de proyecto de las terracerías de una obra ya atacada o terminada y recibida con anterioridad.

Es solo una compensación por el volumen de material movido por cada kilómetro, volumen mayor o igual que 3000 m<sup>3</sup>. "

En el proyecto de reforzamiento de terracerías de éste estudio el volumen de bonificación por refinamiento calculado para presupuestar se trabaja en 10 km.

## ACARREOS PARA TERRACERIA.

La definición que toman los F.N.M. en la sección de construcción de terracerías es:

\* " Los acarreos se refieren al transporte del material que resulta de: cortes, excavaciones adicionales abajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje en la cama de cortes y/o corona de terraplenes existentes, escalones, despalmes, derrumbes y canales, para construir un terraplén o efectuar un desperdicio; así como el transporte del agua empleada en la compactación de terracerías.

Todos los materiales tendrán un acarreo libre, y al termino de éste, su transporte se considerara como sobreacarreo.

El sobreacarreo de los materiales se estimará como sigue:

- 1.- Hasta cinco estaciones de 20 m, es decir, hasta 100 m contados a partir del término del acarreo libre; sus unidades son m<sup>3</sup>/Estación.
- 2.- Hasta cinco hectómetros, es decir, hasta 500 m contados a partir del término del acarreo libre; sus unidades son m<sup>3</sup>-Hectometro.
- 3.- A mas de cinco hectómetros en adelante, contados a partir del término del acarreo libre; sus unidades son también m<sup>3</sup>/Estación o m<sup>3</sup> - Hectometro."

En el estudio de costos del proyecto de reforzamiento de terracerías se han propuesto dos partidas de acarreo para presupuestar:

- 1.- Sobreacarreo con bulldozer por estaciones de 20 m, cuyo volumen se calculó de 20000 m<sup>3</sup>.
- 2.- Sobreacarreo con bulldozer por décimas de kilómetro, cuyo volumen se calculó de 4000 m<sup>3</sup>.

---

\* Especificaciones Generales para la Construcción de Terracerías de acuerdo a las normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones Transportes, Primera Edición, Tomo II, 1981.

En éstas partidas se considera el material que, producto de corte y despalme generan desperdicio y se tiene que mover mas allá del acarreo libre establecido.

Además se incluirá el presupuesto solicitado en concurso del Costo hora máquina de un tractor Caterpillar D-7, equipado con bulldozer y arado hidráulico, incluyendo operación al servicio de los Ferrocarriles Nacionales de México, en un tiempo por presupuestar de 120 horas durante el desarrollo de la obra.

#### RESUMEN DE VOLUMENES

Desmote		48 Ha
Corte	Material "A"	2400 M <sup>3</sup>
	Material "B"	8500 M <sup>3</sup>
	Material "C"	1000 M <sup>3</sup>
Despalme	Material "A"	48000 M
Préstam	Material "A"	24000 M
	Material "B"	96000 M
Terraplén		120000 M
Reafinamiento		10 Km
Sobrecarreo		20000 M-Est
Sobrecarreo		4000 M <sup>3</sup> -Km

## DESARROLLO DEL PROCESO

Una vez que se han establecido las especificaciones de construcción para el reforzamiento de terracerías del tramo por analizar, se mencionará con brevedad y claridad como se desarrollan las operaciones para dar idea de como se lleva a cabo el trabajo.

Ubicándonos en el área del tramo en cualquiera de las dos estaciones (Huamantla o Tlaxcala), se determinan los anchos en los que se realizará el desmonte a lo largo de la línea, relocalizando en planos los puntos donde no se puede trabajar, como la Estación Rafael Lara Grajales, así como cruces con caminos o carretera, lo que determinó que el reforzamiento fuera "parcial", y no en todo el kilometraje corrido; se determinan las unidades de tractores con bulldozer que trabajarán a cada lado de la vía, los cuales atacan el material que se encuentra sobre el terreno natural, retirando vegetación superficial, arbustos, pastizales, así como lo que restaba de las zonas de siembra desde raíz; este material se va acumulando a los lados para ser quemado, queda así libre el área para iniciar las actividades que preceden.

Los trabajos de corte se inician inmediatamente después que se entregan los tramos desmontados, identificando cada uno de los diferentes materiales especificados para su extracción según se avanza en el desarrollo de la vía; en las zonas donde se localizan derrumbes, o se requiere estabilizar el talud de las laderas haciendo escalones o abatiendo y ampliándolos, y se encuentre material "C"; lo primero es preparar el equipo de explosivos para realizar la tronadura requerida para su liberación. El material requiere ser fragmentado en pedazos que se puedan aflojar y empujar con tractores. Se utiliza en las detonaciones estopines milisegundo con diferentes retardos de tiempo, además de barrenos para cartuchos de diámetro de 1 1/2" con profundidades de cuele de 3 a 5 m, con salidas y separaciones iguales en las cuadrículas.

Para mover el material se afloja con las hojas topadoras de los tractores, y se desplaza en una distancia que excede al acarreo libre.

También los trabajos de corte incluyen excavaciones a cielo abierto en los costados de la estructura de la vía, así como sobre los mismos terraplenes, eliminando el material deteriorado ya sea por el intemperismo o por fallas estructurales, lo cual obliga a realizar rebajas de la corona; se encuentran en estas operaciones material "A" y "B".

Una vez eliminado el material de corte sobre las franjas donde se realizarán los préstamos laterales, se hace un despalme por principio en material "A", en una profundidad de 10 cm para eliminar el material inadecuado antes de excavar los materiales de préstamo.

Cabe señalar que existen dos formas de realizar el reforzamiento de terracerías, que divergen en el punto de los préstamos de materiales como marcan las especificaciones anteriormente expuestas; en el caso de préstamos de banco, cuando así lo requieran las indicaciones de los F.N.M., será esta misma empresa quien marque las zonas de préstamo y proporcione trenes de trabajo que cuentan con góndolas de volteo automático; en este caso la contratista se encargará de excavar, apilar y cargar el material a dichas góndolas, las cuales se transportan sobre la vía y vacían el material en los puntos donde se requiere el material.

En nuestro caso donde los préstamos son laterales, se excava el material de préstamo con tractores en las franjas fuera de los cerros del derecho de vía, y son las mismas máquinas quiénes lo acarrean hasta los terraplenes y lo van acumulando a un costado de los tramos deficientes de material. Se consideran 24 Km de longitud del tramo para zonas de préstamo.

Conforme se acumula el material de préstamo, se comienzan a reforzar los terraplenes empujando el material y formando capas las cuales inmediatamente se compactan por bandeado haciendo transitar a los tractores sobre el material, dando acomodo a las partículas mas gruesas y rocas de los materiales "A" y "B" que son los autorizados para constituir la estructura de terracería; además se agrega la humedad necesaria para que el material cohesivo como el tepetate alcance la compactación establecida en el proyecto y la masa de tierra siga siendo manejable.

Finalmente después de dar forma y la capacidad estructural requerida a las terracerías, se procede a su afinamiento, y se compensan las excavaciones y movimientos de tierras en el desarrollo del trabajo, y se hacen modificaciones, si se requieren, hasta cubrir los requisitos de la sección de terraplén proyectado.

## CAPITULO IV

## PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO

### PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL.

Resulta de gran importancia elegir correctamente cuando es óptimo el momento de ejecución y consecuente inversión de una obra civil, teniendo en cuenta los cargos que conlleva su operación y mantenimiento.

Cuando en los F.N.M. se presenta un proyecto de obra, se le enlista con muchas otras, y se le da prioridad de ejecución a las más rentables conforme al capital de inversión de que disponga la empresa anualmente. Se llevan a la realización las que devengan mayor beneficio, respecto de la inversión por el costo que representan.

Las inversiones que implican la reducción en el consumo de energéticos, rieles, renta de carros, o los gastos de conservación de vía y estructuras; son las que reducen en mayor grado el subsidio.

Fundamentado en estudios estadísticos y experiencia personal sobre presupuestos, al hablar de construcción de vías terrestres, en este caso de los F.F.C.C. se puede afirmar que debido a las condiciones topográficas a que se encuentran sometidas generalmente las obras de terracerías, un porcentaje alrededor del 70 %, del presupuesto, corresponde a los trabajos de movimiento de tierras; centrándose éstos, en las excavaciones en cortes, préstamos y formación de terraplenes, incluyendo la extracción y acarreo de materiales.

Para determinar el presupuesto de una obra determinada establecido el proyecto de ésta, conociendo la facilidad de obtención de materiales, teniendo facilidad de construcción, y algunas otras variantes de decisión, el camino a seguir es el de analizar los costos del trabajo a realizar.

El costo de un proceso constructivo, esta compuesto por la suma de los importes de las partes que integran ese proceso en cuanto a lo que se refiere al consumo de materiales, obra de mano, cargos fijos y variables de maquinaria y equipo, así como otros gastos requeridos para efectuar el trabajo. El precio de cada actividad se obtiene para las unidades de medida de ese trabajo o partida, definiendo así los precios unitarios para los análisis de costos.

La Ley de Obras Publicas establece que en la presentación de un presupuesto analítico, los precios unitarios del presupuesto de obra deben de contener:

La suma de costos directos mas costos indirectos mas la utilidad que genera el trabajo mas cargos adicionales.

El motivo fundamental de esta tesis es el proporcionar un presupuesto aproximado, bien fundamentado en la obtención de sus resultados, utilizando el método del análisis de precios unitarios. Por consiguiente se presentarán por partes los aspectos que componen dichos precios:

- El Costo Directo
- El Costo Indirecto
- La Utilidad
- Los Cargos Adicionales



## C O S T O S   D I R E C T O S

Los Costos Directos se definen como los cargos generados por los insumos que implica directamente la realización de cualquier trabajo, por la utilización de: materiales, obra de mano, herramienta, instalaciones, equipo, maquinaria pesada, así como cualquier otro que se necesite implementar.

En el análisis de una obra de construcción pesada, que requiere de un movimiento de tierras tan fuerte, como éste reforzamiento de terracerías entre Huamantla y Rinconada, los costos de maquinaria representan más del 80 % de los costos directos; en general casi no se aplica la obra de mano y no se aportan materiales que se adquieren en el mercado de la industria de la construcción.

En el análisis de costos de maquinaria, se requiere de conocer o establecer de acuerdo a las condiciones del trabajo a realizar, el rendimiento real de la maquinaria, para cada una de las actividades que van a desarrollarse. De igual forma se necesitan los costos por hora de trabajo de la maquinaria a emplear, basados en los precios actuales del mercado de maquinaria, fuentes de energía que utilizan y salario del personal que las opera.

Es de importancia subrayable el mencionar que el análisis de los rendimientos debe apegarse lo más posible a las condiciones a las que se someterá a trabajar la maquinaria, asignando a cada trabajo la maquinaria correcta, planeando eficientemente su aplicación en el tiempo necesario, evitando los tiempos muertos o inactivos, que, cuestan mucho dinero.

Para el análisis siguiente de costos directos, se han recopilado datos de las condiciones del lugar de trabajo, de los materiales que se encuentran ahí; se han actualizado los salarios y precios que aparecen en la formación de tarjetas-precios unitarios; y se han traído las características más modernas de la maquinaria empleada, que de acuerdo a las especificaciones de la S.C.T., es la más indicada para realizar los trabajos y que marca en los concursos la dependencia dueña de la obra, en este caso F.N.M.

## C O S T O   D I R E C T O   D E   O B R A   D E   M A N O

### Determinación del salario real.

El salario real de los trabajadores que se desempeñan en la industria de la construcción, es aquel que se determina a partir de los salarios base que se publican periódicamente, en el diario oficial de la federación, en el momento de ocurrir incrementos a los mismos que, van en función del salario mínimo vigente y sus incrementos respectivos.

A los salarios base se les afecta por un factor denominado Factor del Salario Real, que representa a los incrementos otorgados sobre ese salario base por el IMSS, la Ley Federal del Trabajo y por los impuestos por remuneraciones pagadas.

### Obtención del Factor del Salario Real.

#### 1.- Días no laborables al año:

Domingos	(Art. 69 L.F.T.)	52.18
Vacaciones	(Art. 76 L.F.T.)	6.00
Días festivos	(Art. 74 L.F.T.) por ley	7.17
Días festivos por costumbre		6.00
Por enfermedad (no cubiertos por el IMSS)		3.00
Por mal tiempo		7.00
		<hr/>
		81.35

#### 2.- Días laborables al año:

$$365.25 - 81.35 = 283.90 \text{ días/año}$$

#### 3.- Días pagados al año:

Ordinarios	365.25
Aguinaldo	15.00
Prima vacacional	1.50
	<hr/>
	381.75

#### 4.- Incremento por días no laborables:

$$\frac{381.75}{283.90} = 1.3446 \quad 34.46 \%$$

#### 5.- Incremento por el impuesto sobre remuneraciones pagadas:

$$381.75 \times 0.1 = 3.8 \text{ días/año}$$

$$\frac{3.8}{283.9} = 0.0134 \quad 1.34 \%$$

6.- Incremento por cuota patronal IMSS:

La industria de la construcción esta incluida en la Clase V.

Días pagados al año con cargo al IMSS 365.25

Días laborables al año 283.90

Factor	$\frac{365.25}{283.90}$	= 1.2865
--------	-------------------------	----------

\* El IMSS fija sobre este factor los porcentajes aplicables al salario mínimo y salario mayor al mínimo, que son vigentes apartir de 1989 como sigue:

Para salario mínimo (cuota patronal y obrera)

24.6621

Para salario mayor al mínimo (cuota patronal)

20.1621

El incremento por cuota patronal resulta entonces:

Para salario mínimo 1.2865 X 24.6621 = 31.73 %

Para salario mayor al mínimo 1.2865 X 20.1621 = 25.94 %

7.- Factor de Salario Real:

Se integra por la suma de los porcentajes de los incrementos.

SALARIO

	MINIMO	MAYOR
- Por días no laborables	34.46	34.46
- Por ISPT	1.34	1.34
- Por cuota IMSS	31.73	25.94
	<u>67.53</u>	<u>61.74</u>
F.S.R para salario mínimo	1.68 %	
F.S.R. para salario mayor	1.62 %	

\* Estos factores tienen vigencia en el periodo 1989-1990, a partir de 1991 el factor se incrementó y en 1992 ha vuelto a incrementarse, ambos en mínima repercusión sobre el calculo presente.

Además este análisis no contempla el Sistema de Ahorro para el Retiro (S.A.R.) el cual entro en vigencia a partir del mes de Mayo de 1992, y que se aplica al factor del I.M.S.S.

**SALARIOS REALES DEL PERSONAL UTILIZADO EN OBRA DE MANO**

CATEGORIA	Salario Base	F.S.R.	Salario Real
Peón	\$13 330.00	1.68	\$22 394.40
Cabo	\$19 465.00	1.62	\$31 533.30
Poblador	\$74 074.00	1.62	\$120000.00
Cabo perforista	\$19 465.00	1.62	\$31 533.30
Cargador	\$14 870.64	1.62	\$24 090.43
Ayudante de cargador	\$13 330.00	1.68	\$22 394.40
Operador de pistola perforadora	\$14 870.64	1.62	\$24 090.43
Operador compresor	\$41 204.32	1.62	\$66 751.34
Operador tractor D8	\$71 207.82	1.62	\$115356.68
Operador tractor D7	\$61 206.73	1.62	\$99 154.90
Operador tractor D5	\$61 206.73	1.62	\$99 154.90
Ayudante general	\$14 870.64	1.62	\$24 090.43

## COSTO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

El Costo Directo por el concepto de maquinaria está definido por la siguiente fórmula:

$$\text{CDM} = \frac{\text{CHM}}{\text{RHM}}$$

donde:

CDM = Costo directo de la maquinaria  
CHM = Costo horario de la maquinaria  
RHM = Rendimiento horario de la maquinaria

De tal forma es necesario analizar cada uno de éstos.

### COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA.

Este nos representa el costo de utilización de la máquina considerada nueva, ya sea el modelo estándar o el modelo con aditamentos especiales para determinadas labores, por una hora de trabajo.

El costo horario está integrado por dos diferentes tipos de cargos, que son; cargos fijos y cargos variables.

Los cargos fijos están en función del valor de adquisición de la máquina, así como de equipos especiales; el valor de rescate, considerado como un 20 % del valor de adquisición; la vida económica de la máquina en promedio 10000 horas sin causar pérdidas; las horas de utilización al año de la máquina, en promedio 2000 horas; la tasa de interés anual vigente en los bancos, para el capital invertido en la máquina; la prima anual promedio de seguros, que cubre los riesgos a que se sujeta la máquina; los insumos de capital invertidos en el mantenimiento de la máquina, y en pocas palabras los que nos definen los cargos por:

- Depreciación
- Inversión
- Seguro
- Mantenimiento

Los cargos variables son los que están en función de la forma de funcionamiento característico de la máquina, el combustible o fuente de energía que la acciona; los lubricantes que requiere. para la movilización eficiente de todos sus mecanismos; los elementos que requiere para su desplazamiento, si es que así opera, ya sean neumáticos o zapatas con orugas; el cargo que le impone el personal necesario para operarlo; de esta forma se definen los cargos variables o por consumo de la maquinaria como:

- Combustibles
- Lubricantes
- Llantas
- Operación
- Otros

Para la obra de reforzamiento de terracerías en ferrocarriles, la maquinaria que se recomienda utilizar, y que se encuentra en posibilidades de realizar los trabajos en cada partida es la siguiente.

Tractores  
Compresores  
Perforadoras

Para tales necesidades de equipo es necesario contar con los costos horarios de dicha maquinaria, los cuales se presentan a continuación.

**COSTO DE HORA MAQUINA**

**DESCRIPCION:**

Compresor SP-325 GARDNER DENVER de 96 HP con carter de 15 lt  
 Motor diesel Perkins 9.5 m3/min (325 PDM)  
 Para cuatro perforadoras

**DATOS DEL EQUIPO**

Costo base de maquinaria:		\$170,775,000.00
Costo de equipo adicional:		
Costo de equipo adicional:		80.00
Valor de adquisición:	Va	\$168,750,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$33,750,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	I	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

**ANALISIS DEL COSTO**

**CARGOS**

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	13,500.00
2 Inversion	$I = I (Va + Vr) / ZMa$	18,225.00
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / ZHa$	10,125.00
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	10,800.00

**CONSUMOS**

Potencia nominal	HP	96.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	72.00
Capacidad del carter en litros	C	15.00
Tiempo entre cambios en horas	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0054
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$2,025,000.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$66,751.34
Salario real ayudante		
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	6,590.08
2 Lubricantes	$L = ( C / T + ( Fl \times HPop ) ) \times Pl$	1,599.00
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	675.00
4 Operacion	$O = ( S. real operador + S. real ayudante ) / 7 Hr$	9,535.91

<b>TOTAL</b>	<b>COSTO HORARIO DE MAQUINA</b>	<b>CHM = CARGOS + CONSUMOS</b>	71,049.98
	<b>COSTO / HORA MAQUINA</b>		\$71,049.98

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Pistola perforadora S-58 GARDNER DENVER  
 Gasto de 2.4 m<sup>3</sup>/min (85 PCM)  
 Incluye manguera principal de 15 m y lubricador con manguera de 3.05 m

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$7,320,000.00
Costo de equipo adicional:		
Costo de equipo adicional:		\$0.00
Valor de adquisicion:	Vs	\$7,320,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$1,464,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	I	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	585.60
2 Inversion	$I = I (Va + Vr) / 2Ha$	790.56
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	439.20
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	468.48

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	0.00
Factor de operacion	OP	0.75
Potencia de operacion	HPop	0.00
Capacidad del carter en litros	C	0.00
Tiempo entre cambios en horas	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$24,090.43
Salario real ayudante		
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	0.00
2 Lubricantes	$L = (C / T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	0.00
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	3,441.49

TOTAL

COSTO HORARIO DE MAQUINA	CHM = CARGOS + CONSUMOS	5,725.33
COSTO / HORA MAQUINA		\$5,725.33



## COSTO DE HORA MAQUINA

## DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas D5H CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat3304  
 Equipado con hoja topadora 55

## DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$564,465,000.00
Costo de equipo adicional:		\$56,446,500.00
Valor de adquisición:	Va	\$620,911,500.00
Valor de rescate:	Vr	\$124,182,300.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	q	0.80

## ANALISIS DEL COSTO

## CARGOS

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	49,672.92
2 Inversion	$I = I (Va + Vr) / 2Ha$	67,058.44
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	37,254.69
4 Mantenimiento	$M = q \times D$	39,738.34

## CONSUMOS

Potencia nominal	HP	132.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	99.00
Capacidad del carter	C	17.80
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$99,154.90
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	9,061.36
2 Lubrificantes	$L = ( C/T + ( Fl \times HPop ) ) \times Pl$	2,128.00
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = ( S. real operador + S. real ayudante ) / 7 Hr$	17,606.48

TOTAL	COSTO HORARIO DE MAQUINA	CHH = CARGOS + CONSUMOS	222,520.22
	COSTO / HORA MAQUINA		\$222,520.22

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas D7H CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat3306  
 Equipado con hoja topadora 75

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,107,087,000.00
Costo de equipo adicional:		\$110,708,700.00
Valor de adquisicion:	Va	\$1,217,795,700.00
Valor de rescate:	Vr	\$243,559,140.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	97,423.66
2 Inversion	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	131,521.94
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	73,067.74
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	77,938.92

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	231.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	173.25
Capacidad del carter	C	27.30
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	80.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$99,154.90
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	15,857.38
2 Lubricantes	$L = (C/T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	3,627.75
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	17,606.48

TOTAL COSTO HORARIO DE MAQUINA  
 COSTO / HORA MAQUINA

CHM = CARGOS + CONSUMOS

417,043.86  
 \$417,043.86

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas D7H CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat3306  
 Equipado con desgarrador 3 dientes

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,107,087,000.00
Costo de equipo adicional:		\$221,417,390.00
Valor de adquisición:	Va	\$1,328,504,390.00
Valor de rescate:	Vr	\$265,700,878.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	106,280.35
2 Inversión	$I = ( (Va + Vr) / 2Ha )$	143,678.47
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	79,710.26
4 Mantenimiento	$M = q \times D$	85,024.28

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	231.00
Factor de operación	op	0.75
Potencia de operación	HPop	173.25
Capacidad del carter	C	27.30
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$99,154.90
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	15,857.38
2 Lubrificantes	$L = ( C / T + ( Fl \times HPop ) ) \times Pl$	3,627.75
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operación	$O = ( S. real operador + S. real ayudante ) / 7 Hr$	17,606.48

TOTAL

COSTO HORARIO DE MAQUINA	CHM = CARGOS + CONSUMOS	451,584.97
COSTO / HORA MAQUINA		\$451,584.97

## COSTO DE HORA MAQUINA

## DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas D7H CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat3306  
 Equipado con hoja topadora 75 y  
 desgarrador de 3 dientes

## DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,107,087,000.00
Costo de equipo adicional:		\$110,708,700.00
Costo de equipo adicional:		\$307,890,000.00
Valor de adquisición:	Va	\$1,414,977,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$282,995,400.00
Vida económica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interés:	i	0.36
Mantenimiento:	q	0.80

## ANALISIS DEL COSTO

## CARGOS

1 Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	113,198.16
2 Inversión	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	152,817.52
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	84,898.62
4 Mantenimiento	$M = q \times D$	90,558.53

## CONSUMOS

Potencia nominal	HP	231.00
Factor de operación	op	0.75
Potencia de operación	HPop	173.25
Capacidad del cárter en litros	C	27.30
Tiempo entre cambios en horas	T	200.00
Vida económica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$99,154.90
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	15,857.38
2 Lubricantes	$L = (C / T - (Fl \times HPop)) \times Pl$	3,627.75
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operación	$O = (S. \text{ real operador} + S. \text{ real ayudante}) / 7 \text{ Hr}$	17,606.48

TOTAL	COSTO HORARIO DE MAQUINA	CHH = CARGOS + CONSUMOS	478,564.43
	CUSTO / HORA MAQUINA		\$478,564.43

**COSTO DE HORA MAQUINA**

**DESCRIPCION:**

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat340B  
 Equipado con hoja topadora 85

**DATOS DEL EQUIPO**

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$153,945,000.00
Valor de adquisicion:	Va	\$1,693,395,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$338,679,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

**ANALISIS DEL COSTO**

**CARGOS**

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	135,471.60
2 Inversion	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	182,886.66
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	101,603.70
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	108,377.28

**CONSUMOS**

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter	C	47.00
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	MVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	80.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubrificantes	$L = ( C / T + ( Fl \times HPop ) ) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / MVll$	0.00
4 Operacion	$O = ( S. real operador + S. real ayudante ) / 7 Hr$	19,921.02

**TOTAL**

COSTO HORARIO DE MAQUINA	CHM = CARGOS + CONSUMOS	576,703.13
COSTO / HORA MAQUINA		\$576,703.13

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turbocimentado Cat340B  
 Equipado con desgarrador 1 diente

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$230,917,500.00
Valor de adquisicion:	Va	\$1,770,367,500.00
Valor de rescate:	Vr	\$354,073,500.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	141,629.40
2 Inversion	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	191,199.69
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	106,222.05
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	113,303.52

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter	C	47.00
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	30.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43

1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = (C / T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	19,921.02

TOTAL	COSTO HORARIO DE MAQUINA	$CHM = CARGOS + CONSUMOS$	600,718.55
	COSTO / HORA MAQUINA		\$600,718.55

**COSTO DE HORA MAQUINA**

**DESCRIPCION:**

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat340B  
 Equipado con desgarrador 3 dientes

**DATOS DEL EQUIPO**

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$307,890,000.00
Valor de adquisicion:	Va	\$1,847,340,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$369,468,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	I	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

**ANALISIS DEL COSTO**

**CARGOS**

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	147,787.20
2 Inversion	$I = I (Va + Vr) / 2Ha$	199,512.72
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	110,840.40
4 Mantenimiento	$M = Q \times d$	118,229.76

**CONSUMOS**

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter	C	47.00
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = (C/T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	19,921.02

**TOTAL COSTO HORARIO DE MAQUINA**

**CHM = CARGOS + CONSUMOS**

**624,733.97**

**COSTO / HORA MAQUINA**

**\$624,733.97**

**COSTO DE HORA MAQUINA**

**DESCRIPCION:**

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turbolimentado Cat3408  
 Equipado con hoja topadora BA y desgarrador de 1 diente

**DATOS DEL EQUIPO**

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$363,945,000.00
Costo de equipo adicional:		\$230,917,500.00
Valor de adquisicion:	Va	\$2,134,312,500.00
Valor de rescate:	Vr	\$426,862,500.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

**ANALISIS DEL COSTO**

**CARGOS**

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	170,745.00
2 Inversion	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	230,505.75
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	128,058.75
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	136,596.00

**CONSUMOS**

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter en litros	C	47.00
Tiempo entre cambios en horas	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = (C/T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	19,921.02

**TOTAL**

COSTO HORARIO DE MAQUINA	$CHN = CARGOS + CONSUMOS$	714,269.39
COSTO / HORA MAQUINA		\$714,269.39



**COSTO DE HORA MAQUINA**

**DESCRIPCION:**

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat340B  
 Equipado con hoja topadora 85 y desgranador de 1 diente

**DATOS DEL EQUIPO**

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$153,945,000.00
Costo de equipo adicional:		\$230,917,500.00
Valor de adquisición:	Va	\$1,924,312,500.00
Valor de rescate:	Vr	\$384,862,500.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	q	0.80

**ANALISIS DEL COSTO**

**CARGOS**

1 Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	153,945.00
2 Inversion	$I = i (Va + Vr) / 2Ha$	207,825.75
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	115,458.75
4 Mantenimiento	$M = q \times D$	123,156.00

**CONSUMOS**

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter en litros	C	47.00
Tiempo entre cambios en horas	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	30.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43
1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = ( C / T + ( Fl \times HPop ) ) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = ( S. real operador + S. real ayudante ) / 7 Hr$	19,921.02

<b>TOTAL</b>	<b>COSTO HORARIO DE MAQUINA</b>	$CHN = CARGOS + CONSUMOS$	648,749.39
	<b>COSTO / HORA MAQUINA</b>		\$648,749.39

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat340B  
 Equipado con hoja topadora BA y desgarrador de 3 dientes

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$363,945,000.00
Costo de equipo adicional:		\$307,890,000.00
Valor de adquisicion:	Va	\$2,211,285,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$442,257,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al ano:	He	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interes:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	176,902.80
2 Inversion	$I = i (Va - Vr) / 2He$	238,818.78
3 Seguros	$S = s (Va - Vr) / 2He$	132,677.10
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	141,522.24

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	335.00
factor de operacion	op	0.75
Potencia de operacion	HPop	251.25
Capacidad del carter	C	47.00
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43

1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = (C/T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	5,446.25
3 llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operacion	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	19,921.02

TOTAL

COSTO HORARIO DE MAQUINA	$CHM = CARGOS + CONSUMOS$	738,284.81
COSTO / HORA MAQUINA		\$738,284.81

COSTO DE HORA MAQUINA

DESCRIPCION:

Tractor sobre orugas DBL CATERPILLAR  
 Motor diesel turboalimentado Cat340B  
 Equipado con hoja topadora 85 y desgarrador de 3 dientes

DATOS DEL EQUIPO

Costo base de maquinaria:		\$1,539,450,000.00
Costo de equipo adicional:		\$153,945,000.00
Costo de equipo adicional:		\$307,890,000.00
Valor de adquisición:	Va	\$2,001,285,000.00
Valor de rescate:	Vr	\$400,257,000.00
Vida economica en horas:	Ve	10,000.00
Horas efectivas de trabajo al año:	Ha	2,000.00
Seguro:	s	0.20
Tasa de interés:	i	0.36
Mantenimiento:	Q	0.80

ANALISIS DEL COSTO

CARGOS

1 Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	160,102.80
2 Inversión	$I = I (Va + Vr) / 2Ha$	216,138.78
3 Seguros	$S = s (Va + Vr) / 2Ha$	120,077.10
4 Mantenimiento	$M = Q \times D$	128,082.24

CONSUMOS

Potencia nominal	HP	335.00
Factor de operación	op	0.75
Potencia de operación	HPop	251.25
Capacidad del Carter	C	47.00
Tiempo entre cambios	T	200.00
Vida economica de llantas en horas	HVll	3,000.00
Motor diesel	Fc	0.1514
Motor diesel	Fl	0.0034
Motor gasolina	Fc	0.2271
Motor gasolina	Fl	0.0023
Precio juego de llantas	Vll	\$0.00
Precio combustible	Pc	\$604.55
Precio lubricante	Pl	\$5,000.00
Salario real operador		\$115,356.68
Salario real ayudante		\$24,090.43

1 Combustibles	$C = Fc \times HPop \times Pc$	22,996.63
2 Lubricantes	$L = (C / T + (Fl \times HPop)) \times Pl$	5,446.25
3 Llantas	$LL = Vll / HVll$	0.00
4 Operación	$O = (S. real operador + S. real ayudante) / 7 Hr$	19,921.02

TOTAL	COSTO HORARIO DE MAQUINA	$CHH = CARGOS + CONSUMOS$	672,764.81
	COSTO / HORA MAQUINA		\$672,764.81

## RENDIMIENTOS.

El rendimiento del equipo estará determinado principalmente, por la experiencia en la utilización del mismo en diferentes actividades del trabajo de construcción.

De algún modo se deben de considerar las características específicas de la obra, que definen las condiciones de trabajo en las cuales la maquinaria desempeñó su trabajo, Esto con el objeto de aproximarse mas a los volúmenes que produzca cada maquinaria en cada actividad y nos evitará obtener rendimientos teóricos falsos que en la realidad y sobre la marcha de una obra pueden causar alargamientos indeseables de las tareas para alcanzar los volúmenes establecidos en el proyecto.

Es necesario establecer los lineamientos que sigue la determinación de los ciclos de trabajo; los factores de eficiencia horaria y otros que definen el rendimiento de la maquinaria en cada operación.

El rendimiento teórico de un trabajo estará en función de coeficientes de eficacia, así como de operación; aunados éstos a los datos específicos que caracterizan a cada máquina para su funcionamiento.

La eficiencia en el trabajo está dada por los minutos efectivos que se utilizan en una hora, de este modo tenemos:

$$\text{Eficiencia óptima} \quad 50\text{min}/60\text{min} = 0.83$$

$$\text{Eficiencia normal} \quad 45\text{min}/60\text{min} = 0.75$$

Los tiempos de los ciclos de trabajo se dividen en tiempos variable y tiempos fijos; los variables están en función de la operación a realizar, la velocidad de operación mecánica, las distancias en que se opera; los fijos están predeterminados pues se refieren a las fracciones de minuto necesarias para efectuar cambios de velocidad y accionamiento de los aditamentos u otro equipo especial de la máquina.

$$T = t_1 + t_2 + t_f$$

T = Tiempo total del ciclo

t<sub>1</sub> = Tiempo de ida en la operación

t<sub>2</sub> = Tiempo de regreso en la operación

t<sub>f</sub> = Tiempos fijos o de cambios

$$t_1 = \frac{d \times 60\text{min}}{V_1}$$

d = Distancia de trabajo en Km

V<sub>1</sub> = Velocidad en la hacia adelante en km/hr

$$t_2 = \frac{d \times 60\text{min}}{V_r}$$

V<sub>r</sub> = Velocidad en la en reversa en km/hr

En ocasiones se puede presentar la necesidad de utilizar segunda y tercera velocidad, V<sub>2</sub> y V<sub>3</sub>, así como sus respectivas reversas.

La capacidad de las hojas rectas de los tractores estará definida como sigue:

$$C = \frac{L \times h^2}{2 \operatorname{tg} \phi} \times K$$

C = Capacidad de la hoja  
L = Longitud de la hoja  
h = Altura de la hoja  
K = Factor de eficiencia de la hoja  
 $\phi$  = Angulo del talud del material trabajado

La capacidad de los rasgadores de los tractores estará en función de:

D = Distancia de trabajo  
P = Penetración efectiva del diente  
Sp = Separación entre pasadas dependiendo del número de dientes y el ancho del arado o barra del rasgador.

En el rendimiento de los tractores influye también la rezaga que deja a su paso en cada trabajo la máquina y está en función del material a trabajar.

60 % para rezaga de roca, en fragmentos  
80 % para arcilla y limos  
90 % para arena

Otro factor que también influye en el rendimiento de los tractores es el abundamiento del material al ser extraído de su banco natural, el cual es específico de cada material.

De esta forma podemos definir que el rendimiento de un tractor está dado por:

$$R = \frac{C \times E \times 60 \text{min/hr} \times S}{C_a \times T}$$

R = Rendimiento horario de la máquina en m<sup>3</sup>/hr  
C = Capacidad de la hoja en m<sup>3</sup>  
E = Eficiencia horaria  
S = Factor de rezaga  
C<sub>a</sub> = Coeficiente de abundamiento  
T = Tiempo del ciclo de trabajo en minutos

Tabla III

Valores típicos de coeficientes de variación volumétrica					
MATERIAL	COMPACTADO			BANDEADO	ABUNDAMIENTO
	90%	95%	100%		
<b>ARENA</b>					
Suelta	0.87	0.82	0.78		1.00
Medio compacta	0.96	0.91	0.86		1.10
Compacta	1.03	0.98	0.93		1.20
Muy compacta	1.11	1.05	1.00		1.28
<b>LIMO NO PLASTICO</b>					
Muy suelto	0.82	0.78	0.74		1.06
Suelto	0.91	0.86	0.82		1.17
Medio compacto	0.99	0.94	0.89		1.27
Compacto	1.06	1.00	0.95		1.36
Muy compacto	1.11	1.05	1.00		1.43
<b>ARCILLA Y LIMO PLASTICO</b>					
Muy blanda	0.78	0.74	0.70		1.08
Blanda	0.87	0.82	0.78		1.20
Media	0.95	0.90	0.85		1.30
Firme	1.01	0.96	0.91		1.40
Muy firme	1.08	1.02	0.97		1.49
Dura	1.14	1.08	1.02		1.57
<b>ROCAS</b>					
Muy intemperizada				1.00	1.10
Media intemperizada				1.07	1.25
Poco intemperizada				1.15	1.50
Sanas				1.25	1.75

## RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA

### PARTIDA 1 DESMONTE.

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja angulable, desgarrador de un diente

En vegetación 100 % monte pesado de tipo desértico y zonas cultivadas se considera la siguiente vegetación:

I Arboles de talla corta a media de 25 a 50 cm de diámetro:

20 árboles/Ha

II Arboles de talla corta a media de menos de 25 cm de diámetro:

80 árboles/Ha

Rendimiento en el trabajo de tirar vegetación I:

Eficiencia horaria = 0.83

$$R = \frac{5 \text{ min/árbol}}{60 \text{ min/hr} \times 0.83} = 0.1 \text{ hr/árbol}$$

$$20 \text{ árboles/Ha} \times 0.1 \text{ hr/árbol} = 2 \text{ hr/Ha}$$

Rendimiento en el trabajo de arrimar el producto del desmonte vegetación I:

Eficiencia horaria = 0.75

$$R = \frac{5 \text{ min/árbol}}{60 \text{ min/hr} \times 0.75} = 0.11 \text{ hr/árbol}$$

$$20 \text{ árboles/Ha} \times 0.11 \text{ hr/árbol} = 2.22 \text{ hr/Ha}$$

Rendimiento en el trabajo de tirar vegetación II:

Eficiencia horaria = 0.83

$$R = \frac{1.25 \text{ min/árbol}}{60 \text{ min/hr} \times 0.83} = 0.025 \text{ hr/árbol}$$

$$80 \text{ árboles/Ha} \times 0.025 \text{ hr/árbol} = 2 \text{ hr/Ha}$$

Rendimiento en el trabajo de arrimar el producto del desmonte vegetación II:

Eficiencia horaria = 0.75

$$R = \frac{0.50 \text{ min/árbol}}{60 \text{ min/hr} \times 0.75} = 0.011 \text{ hr/árbol}$$

$$80 \text{ árboles/Ha} \times 0.011 \text{ hr/árbol} = 0.88 \text{ hr/Ha}$$

Rendimiento total en la operación de tirar árboles y arrimar el producto del desmonte en vegetación I y II:

$$R = 2.0 + 2.22 + 2.0 + 0.88 = 3.1 \text{ HR/Ha}$$

OBRA DE MANO: 1 Cabo  
8 Peones

Rendimiento de la obra de mano:

400 árboles quemados/jor

4 Ha/jor

$$R = 0.25 \text{ JOR/Ha}$$

MATERIALES: Gasolina

Rendimiento del material:

0.08 lt/árbol hasta 25 cm de diámetro  
0.15 lt/árbol 25 a 50 cm de diámetro

$$0.08 \text{ lt/árbol} \times 80 \text{ árboles/Ha} = 6.4 \text{ lt/Ha}$$

$$0.15 \text{ lt/árbol} \times 20 \text{ árboles/Ha} = 3.0 \text{ lt/Ha}$$

$$R = 6.4 \text{ lt/Ha} + 3.0 \text{ lt/Ha} = 9.4 \text{ Lt/Ha}$$



PARTIDA 2 CORTE EN MATERIAL "A"

EQUIPO : Tractor sobre orugas D5H CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta

I.- Capacidad de la hoja:

$$L = 3.170 \text{ m}$$

$$h = 1.155 \text{ m}$$

$$K = 95 \%$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$C = \frac{3.170 \times (1.155)^2}{2 \times (\text{Tg } 30^\circ)} \times 0.95 = 3.48 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

$$D = 20 \text{ m}$$

$$V_1 = 3.3 \text{ km/hr}$$

$$V_2 = 4.2 \text{ km/hr}$$

$$T = \frac{0.02 \times 60 \text{ min}}{3.3} + \frac{0.02 \times 60 \text{ min}}{4.2} + 0.1 = 0.75 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la maquinaria cortando y acarreado en 20m:

$$E = 0.80$$

$$Ca = 1.2 \text{ limos no plásticos - arena}$$

$$S = 90 \%$$

$$R = \frac{3.48 \text{ m}^3 \times 0.80 \times 60 \text{ min/hr} \times 0.90}{0.75 \text{ min} \times 1.20} = 167.04 \text{ m}^3/\text{HR}$$

PARTIDA 3 CORTE EN MATERIAL "B"

EQUIPO : Tractor de orugas D7H CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta, desgarrador de 3 dientes

a) Aflojado del material:

Penetración máxima del diente 0.737 m

Eficiencia de penetración 85 %

Ancho de la barra 1.105 m

$$P = 0.737 \text{ m} \times 0.85 = 0.626 \text{ m}$$

$$Sp = 1.105 / 2 = 0.875 \text{ m}$$

1.- Tiempo del ciclo:

$$D = 20 \text{ m}$$

$$Vl = 3.9 \text{ km/hr}$$

$$Vr = 4.8 \text{ km/hr}$$

$$T = \frac{0.02 \times 60\text{min}}{3.9} + \frac{0.02 \times 60\text{min}}{4.8} + 0.2 = 0.86\text{min}$$

2.- Número de pasadas:

$$E = 0.80$$

$$N = \frac{0.8 \times 60\text{min/hr}}{0.86\text{min}} = 55.81\text{pasadas/hr}$$

3.- Volúmen desgarrado por pasada:

$$V = 20\text{m} \times 0.875\text{m} \times 0.626\text{m} = 10.96 \text{ m}^3/\text{pasada}$$

4.- Rendimiento de la maquinaria desgarrando en 20 m:

$$R = 55.81\text{p/hr} \times 10.96 \text{ m}^3/\text{p} = 611.68 \text{ M}^3/\text{HR}$$

b) Excavación y acarreo libre del material:

1.- Capacidad de la hoja:

$$L = 3.912 \text{ m}$$

$$h = 1.359 \text{ m}$$

$$K = 95 \%$$

$$\phi = 33^\circ \quad 42'$$

$$C = \frac{3.912 \times (1.359)^2}{2 \times (\text{tg } 33^\circ \quad 42')} \times 0.95 = 5.15 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

$$T = \frac{0.2 \times 60\text{min}}{3.9} + \frac{0.2 \times 60\text{min}}{4.8} + 0.1 = 0.66 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina excavando y acarreado en 20m:

$$E = 0.80$$

$$Ca = 1.33 \text{ arcilla dura - roca}$$

$$S = 70 \%$$

$$R = \frac{5.15 \times 0.80 \times 60\text{min/hr} \times 0.70}{0.66 \text{ min} \times 1.33} = 197.13 \text{ M3/HR}$$

PARTIDA 4 CORTE EN MATERIAL "C"

I Tronado del material para aflojarlo.

EQUIPO : Compresor GARDNER DENVER  
Pistola perforadora GARDNER DENVER

De la Tabla IV:

Cuadrícula de detonación	2m X 2m
Espesor del estrato	4m
Profundidad de cuele	4m

De acuerdo a la tabla se requieren 25 cartuchos para esta plantilla

1.- Coeficiente de barrenación:

$$Cb = \frac{H}{V}$$

Cb = Coeficiente de barrenación

H = Profundidad de cuele

V = Volúmen de la plantilla

$$Cb = \frac{4}{2 \times 2 \times 4} = 0.25 \text{ m/m}^3$$

De la tabla V:

Material	Roca caliza dura
Presión de trabajo	75 lb/pul2
Eficiencia horaria	0.80
Velocidad nominal de barrenación	6.95 m/hr

2.- Velocidad efectiva de barrenación:

$$Veb = 6.95 \text{ m/hr} \times 0.80 = 5.56 \text{ m/hr}$$

3.- Rendimiento del compresor con pistola barrenando:

$$R = \frac{Cb}{Veb}$$

$$R = \frac{0.25 \text{ m/m}^3}{5.56 \text{ m/hr}} = 0.045 \text{ HR/m}^3$$

OBRA DE MANO : Cuadrilla de perforación

1 Poblador

1 Cabo perforista

2 Cargadores

4 Ayudantes de cargador

Tabla IV

Número de cartuchos para cuadrículas de detonación								
Profundidad de cuele	H(m)	1.5 X A	1.5 X B	m	1.75 X A	1.75 X B	2 X A	2 X B
2		6	7					
3		9	11		12	14		
4		12	14		18	19	21	25
5		15	18		20	24	21	27
6		18	21		24	28	22	27
Dosificación A		0.300 kg de dinamita por m3						
Dosificación B		0.350 kg de dinamita por m3						

Tabla V

Velocidad de barrenación	
Presión de trabajo en la perforadora. lb/pul2	Avance en la barrenación sin considerar tiempos perdidos. m/hr
Roca caliza dura con estratos horizontales	
56	3.35
60 a 70	4.25
70 a 80	6.95
Mas de 80	8.85
Granito duro	
45	0.45
50	1.50
80 a 70	4.25
75 a 87	6.65

1.- Rendimiento:

$$R = \frac{Re}{H}$$

R = Rendimiento de la obra de mano  
Re = Rendimiento del equipo  
H = Horas efectivas de trabajo por jornada

$$R = \frac{0.045 \text{ HR/M}}{7 \text{ HR/JOR}} = 0.006 \text{ JOR/m}^3$$

MATERIALES : Acero de barrenación  
              Agente explosivo  
              Alto explosivo  
              Detonador  
              Accesorios

1.- Acero de barrenación:

$$Rab = \frac{Cb}{Lp}$$

Rab = Rendimiento del acero de barrenación  
Cb = Coeficiente de barrenación  
Lp = Longitud de trabajo por pieza

$$Rab = \frac{0.025 \text{ m/m}^3}{200 \text{ m/pza}} = 0.0013 \text{ pza/m}^3$$

2.- Alto explosivo (Dinamita):

\* 1 cartucho contiene 40 % de su peso de dinamita; para la plantilla de 2m X 2m X 4m = 16m<sup>3</sup>, se utilizan 25 cartucho según la Tabla IV.

Plantilla 16 m<sup>3</sup> - 25 cartuchos  
Plantilla 1 m<sup>3</sup> - 1.56 cartuchos  
1 cartucho - 0.226 kg  
1.56 cartuchos - 0.352 kg

$$R = 0.352 \text{ kg/m}^3 \times 0.40 = 0.141 \text{ kg/m}^3$$

3.- Agentes y Detonadores tienen determinados sus rendimientos promedio establecidos.

4.- Accesorios, se considera un porcentaje del costo directo de los elementos principales de detonación, aproximadamente el 5 %.

---

\* De acuerdo a la tabla se requieren 25 cartuchos para esta plantilla de detonación, con dosificación de explosivo de 0.350 kg de dinamita por M<sup>3</sup>.

PARTIDA 4 CORTE EN MATERIAL "C"

II Excavación y acarreo del material.

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta

1.- Capacidad de la hoja:

L = 4.172 m

h = 1.765 m

K = 95 %

ø = 35°

$$C = \frac{4.172 \times (1.765)^2}{2 \times (\text{tg } 35^\circ)} \times 0.95 = 8.82 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

V1 = 3.9 km/hr

Vr = 4.8 km/hr

D = 20 M

$$T = \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{3.9} + \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{4.8} + 0.1 = 0.66 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina excavando y acarreando en 20 m:

E = 0.80

Ca = 1.5 roca tronada

S = 60 %

$$R = \frac{8.82 \times 0.80 \times 60\text{min/hr} \times 0.60}{0.66 \times 1.5} = 256.6 \text{ m}^3/\text{HR}$$



PARTIDA 5 DESPALME

EQUIPO: Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS: Hoja recta

1.- Capacidad de la hoja:

L = 4.172 m  
h = 1.765 m  
K = 95 %  
ø = 30°

$$C = \frac{4.172 \times (1.765)^2}{2 \times (\text{tg } 30^\circ)} = 10.7 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

V2 = 6.8 km/hr  
Vr = 8.4 km/hr  
D = 20 m

$$T = \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{6.8} + \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{8.4} + 0.1 = 0.42 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina en despalme y acarreo en 20 m:

E = 0.80  
Ca = 1.14 arcilla y limo plástico blando  
S = 80 %

$$R = \frac{10.7 \times 0.80 \times 60\text{min/hr} \times 0.80}{0.42 \times 1.14} = 858.14 \text{ m}^3/\text{HR}$$

PARTIDA 6 PRESTAMO LATERAL EN MATERIAL "A"

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta

1.- Capacidad de la hoja:

L = 4.172 m  
h = 1.765 m  
K = 95 %  
 $\phi = 30^\circ$

$$C = \frac{4.172 \times (1.795)^2}{2 \times (\text{tg } 30^\circ)} \times 0.95 = 10.7 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

V1 = 3.9 km/hr  
Vr = 4.8 km/hr  
D = 30 m hasta el terraplén

$$T = \frac{0.03 \times 60\text{min/hr}}{3.9} + \frac{0.03 \times 60\text{min/hr}}{4.8} + 0.1 = 0.94 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina excavando y acarreado en 20 m.

E = 0.80  
Ca = 1.14 arcilla y limo  
S = 80 %

$$R = \frac{10.7 \times 0.80 \times 60\text{min/hr} \times 0.80}{0.94 \times 1.14} = 383.43 \text{ m}^3/\text{HR}$$

PARTIDA 7 PRESTAMO LATERAL EN MATERIAL "B"

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta , desgarrador de 3 dientes.

a) Aflojado del material.

Penetración máxima del diente 0.815 m

Eficiencia de penetración 85 %

Ancho de la barra 2.192 m

P = 0.815 m X 0.85 = 0.693 m

Sp = 2.192/2 = 1.096 m

1.- Tiempo del ciclo:

Vl = 3.9 km/hr

Vr = 4.8 km/hr

D = 20 m ancho de faja

$$T = \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{3.9} + \frac{0.02 \times 60\text{min/hr}}{4.8} + 0.2 = 0.86 \text{ min}$$

E = 0.80

2.- Número de pasadas:

$$N = \frac{0.80 \times 60\text{min/hr}}{0.86} = 55.81 \text{ pasadas/hr}$$

3.- Volúmen desgarrado por pasada:

V = 20m X 1.096m X 0.693m = 15.19 m<sup>3</sup>

4.- Rendimiento de la máquina desgarrando el material en 20 m:

R = 15.19m<sup>3</sup>/p X 55.81p/hr = 847.79 m<sup>3</sup>/HR

b) Excavación y acarreo libre del material.

1.- Capacidad de la hoja:

L = 4.172 m

h = 1.765 m

K = 95 %

ø = 33° 42'

$$C = \frac{4.172 \times (1.765)^2}{2 \times (\text{tg } 33^\circ 42')} \times 0.95 = 9.26 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

$$V_l = 3.9 \text{ km/hr}$$

$$V_r = 4.8 \text{ km/hr}$$

D = 30 m hasta el terraplén

$$T = \frac{0.03 \times 60 \text{ min/hr}}{3.9} + \frac{0.03 \times 60 \text{ min/hr}}{4.8} + 0.1 = 0.94 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina excavando y acarreado en 30 m.

$$E = 0.80$$

$$Ca = 1.33 \text{ arcilla dura - roca}$$

$$S = 70 \%$$

$$R = \frac{9.26 \times 0.80 \times 60 \text{ min/hr} \times 0.70}{0.94 \times 1.33} = 248.87 \text{ m}^3/\text{HR}$$

PARTIDA 8 TERRAPLENES

Formación y compactación por bandeado de las terracerías.

EQUIPO : Tractor sobre orugas D5H

ADITAMENTOS : Hoja recta

1.- Tiempo del ciclo en el apilado y tendido del material:

3 pasadas en el tendido

D = 100 m

V1 = 3.3 km/hr

Vr = 4.2 km/hr

$$T = \frac{0.1 \times 60 \text{min/hr}}{3.3} + \frac{0.1 \times 60 \text{min/hr}}{4.2} + 0.1 = 2.93 \text{ min}$$

$$T = 2.93 \times 3 = 8.80 \text{ min}$$

2.- Tiempo del ciclo en el bandeado del material:

6 pasadas en el bandeado

D = 100 m

V2 = 5.9 km/hr

Vr = 7.3 km/hr

$$T = \frac{0.1 \times 60 \text{min/hr}}{5.9} + \frac{0.1 \times 60 \text{min/hr}}{7.3} + 0.1 = 2.35 \text{ min}$$

$$T = 2.35 \times 6 = 14.10 \text{ min}$$

Tiempo total del ciclo:

$$T = 8.80 \text{ min} + 14.10 \text{ min} = 22.90 \text{ min}$$

2.- Número de operaciones por hora:

$$N = \frac{60 \text{ min/hr}}{22.90 \text{ min}} = 2.62 \text{ op/hr}$$

3.- Rendimiento de la máquina formando y compactando el terraplén en 100 m:

Capas de 0.40 m

Ancho de cada zapata de orugas 0.51 m

E = 0.80

Cv = 1.15 Coeficiente de variación volumétrica por bandeado en rocas poco intemperizadas.

$$R = 1.15 \times 0.40 \times (0.51 + 0.51) \times 100 \times 2.62 \times 0.80$$

$$R = 98.34 \text{ m}^3/\text{HR}$$

## PARTIDA 9 BONIFICACION POR REAFINAMIENTO

Los F.N.M. se comprometen por convenio previo establecido, y de acuerdo a lo especificado por la S.C.T. , a pagar una bonificación a las contratistas , que en un kilómetro de construcción excedan los 3000 m3 de material movido; para lo cual se elige el pago de excavaciones y acarrees del material que mas se haya manejado.

1.- Excavación y acarreo en material "B".

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta , desgarrador de 3 dientes

VOLUMEN DE MOVIMIENTO 3000 m3/KM

Rendimiento en aflojamiento del material:

R = 847.29 m3/HR

$$V = \frac{3000 \text{ m3/KM}}{847.29 \text{ m3/HR}} = 3.54 \text{ HR/KM}$$

Rendimiento en la excavación y acarreo del material:

R = 248.87 m3/HR

$$V = \frac{3000 \text{ m3/HR}}{248.87 \text{ m3/HR}} = 12.05 \text{ HR/KM}$$

Rendimiento total para bonificación por reafinamiento:

R = 3.54 HR/KM + 12.05 HR/KM = 15.59 HR/KM

PARTIDA 10 SOBRECARRERO CON BULLDOZER POR ESTACIONES DE 20 M

EQUIPO : Tractor sobre orugas D7H CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta

1.- Capacidad de la hoja:

L = 3.912 m  
h = 1.359 m  
K = 95 %  
α = 33° 42'

$$C = \frac{3.912 \times (1.359)^2}{2 \times (\text{tg } 33^\circ 42')} \times 0.95 = 5.15 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

V<sub>l</sub> = 3.9 km/hr  
V<sub>r</sub> = 4.8 km/hr  
D = 20 m

$$T = \frac{0.02 \times 60 \text{ min/hr}}{3.9} + \frac{0.02 \times 60 \text{ min/hr}}{4.8} + 0.1 = 0.66 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina en sobrecarreos, por estación de 20 m:

E = 0.80  
Ca = 1.3 material aleatorio  
S = 70 %

$$R = \frac{5.15 \times 0.80 \times 60 \text{ min/hr} \times 0.70}{0.66 \times 1.3} = 201.68 \text{ m}^3/\text{HR}$$

PARTIDA 11 SOBRECARRICO CON BULLDOZER POR DECIMAS DE KILOMETRO

EQUIPO : Tractor sobre orugas D8L CATERPILLAR

ADITAMENTOS : Hoja recta

1.- Capacidad de la hoja:

$$L = 4.172 \text{ m}$$

$$h = 1.765 \text{ m}$$

$$K = 95 \%$$

$$\alpha = 33^\circ 42'$$

$$C = \frac{4.172 \times (1.765)^2}{2 \times (\text{tg } 33^\circ 42')} \times 0.95 = 9.26 \text{ m}^3$$

2.- Tiempo del ciclo:

$$V3 = 11.9 \text{ km/hr}$$

$$Vr = 14.8 \text{ km/hr}$$

$$D = 250 \text{ m}$$

$$T = \frac{0.25 \times 60 \text{ min/hr}}{11.9} + \frac{0.25 \times 60 \text{ min/hr}}{14.8} + 0.1 = 2.37 \text{ min}$$

3.- Rendimiento de la máquina en sobrecarreo por décimas de kilómetro:

$$E = 0.80$$

$$Ca = 1.3 \text{ material aleatorio}$$

$$S = 70 \%$$

$$R = \frac{9.26 \times 0.80 \times 60 \text{ min/hr} \times 0.70}{2.37 \times 1.3} = 100.98 \text{ m}^3/\text{HR}$$



## TARJETA DE PRECIO UNITARIO

No. P.U.

1

## OBRA:

Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201

LOCALIZACION: Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).

## Especificacion:

S.C.T. TOMO II-1981 2-1a2-6

UNIDAD

Desmonte para densidad 100 % de vegetacion tipo monte pesado de regiones deserticas, zonas cultivadas o de pastizales

Ha

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Gasolina NOVA	Lt	9.4000	\$909.09	\$8,545.45
			SUMA	\$8,545.45
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1 Cabo	Jor	0.25	\$31,533.30	\$7,883.33
8 Peones	Jor	0.25	\$22,394.40	\$44,788.80
Herramienta (Quemadores)	%	3.00	\$52,672.13	\$1,580.16
			SUMA	\$54,252.29
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tractor sobre orugas D8L CAT equipado con hoja angulable y desgarrador de 1 diente	Hr	3.10	\$714,269.39	\$2,214,235.11
			SUMA	\$2,214,235.11
			COSTO DIRECTO	\$2,277,032.85

TARJETA DE PRECIO UNITARIO				No. P.U.
2				
<b>OBRA:</b> Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM 5-165 A S-201				
<b>LOCALIZACION:</b> Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).				
<b>Especificacion:</b> S.C.T. TOMO-II-1981 3-1a3-6				<b>UNIDAD</b> J M
Excavacion en cortes a cielo abierto en terreno natural en ampliacion y/o abatimiento de taludes y/o en rebajes de la corona de las terracerias en derrumbes y escalones con acarreo libre de 20m en Mat"A"				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tractor sobre orugas D5H CAT equipado con hoja recta  R = 167.04 m3/hr	Hr	0.0060	\$222,520.22	\$1,335.12
			SUMA	\$1,335.12
			COSTO DIRECTO	\$1,335.12



TARJETA DE PRECIO UNITARIO

No. P.U.

4

OBRA:

Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM 5-165 A S-201

LOCALIZACION: Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).

Especificacion:

S.C.T. TOMO-II-1981 3-1aJ-6

UNIDAD

Excavacion en cortes a cielo abierto en terreno natural en ampliacion y/o abatimiento de taludes y/o en rebajes de la corona de las terracerias en derrumbes y escalones con acarreo libre de 20m en Mat"C"

3

M

MATERIALES

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Acero de barrenacion	Pza	0.0013	\$744,751.70	\$968.18
Hexamon	Kg	0.6000	\$2,640.00	\$1,584.00
Tovex 100	Kg	0.1410	\$16,600.00	\$2,340.60
Estopin mlseg.	Pza	0.1000	\$7,522.00	\$752.20
Alambre No. 24	M	0.5000	\$836.00	\$418.00
Cinta aislante	Pza	0.1000	\$6,504.00	\$650.40
Accesorios(mecha,cordon,polvorin)	\	5.0000	\$6,713.38	\$335.67
			SUMA	\$7,049.05

MANO DE OBRA

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1 Poblador	Jor	0.0060	\$120,000.00	\$720.00
1 Cabo perforista	Jor	0.0060	\$31,533.30	\$189.20
2 Cargadores	Jor	0.0060	\$24,090.43	\$289.09
4 Ayudantes de cargador	Jor	0.0060	\$22,394.40	\$537.47
Herramienta	\	20.00	\$1,735.75	\$347.15
			SUMA	\$2,082.90

MAQUINARIA Y EQUIPO

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Compresor GARDNER DENVER SP-325 sobre neumaticos	Hr	0.0450	\$71,049.98	\$3,197.25
4 Pistolas perforadoras GARDNER DENVER S-58	Hr	0.1800	\$5,725.33	\$1,030.56
Tractor sobre orugas DBL CAT equipado con hoja recta R = 256.60 m3/hr	Hr	0.0040	\$576,703.13	\$2,306.81
			SUMA	\$6,534.62

COSTO DIRECTO

\$15,666.57

TARJETA DE PRECIO UNITARIO				No. P.U.
				5
<b>OBRA:</b> Reforzamiento de terracerías de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM 5-165 A 5-201				
<b>LOCALIZACION:</b> Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).				
<b>Especificacion:</b> Despalme en prestamo lateral y/o en bancos de prestamo y/o en cortes aprovechables a cielo abierto y/o en desplante de terraplenes con acarreo libre de 20 m				S.C.T. TOMO-II-1981 5-1a5-6 UNIDAD J M
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tractor sobre orugas DBL CAT equipado con hoja recta  R = 858.14 m3/hr	Hr	0.0010	\$576,703.13	\$576.70
			SUMA	\$576.70
			<b>COSTO DIRECTO</b>	\$576.70

TARJETA DE PRECIO UNITARIO

No. P.U.

6

OBRA:

Reforzamiento de terracerías de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201

LOCALIZACION: Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).

Especificacion:

S.C.T. TOMO-II-1981 5-1a5-6

UNIDAD

Prestamos laterales efectuados dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de las terracerías con acarreo libre de 20m en Mat"A"

3

M

MATERIALES

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

HANO DE OBRA

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

MAQUINARIA Y EQUIPO

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

Tractor sobre orugas D8L CAT equipado con hoja recta

Hr

0.0030

\$576,703.13

\$1,730.11

R = 383.43 m3/hr

SUMA

\$1,730.11

COSTO DIRECTO

\$1,730.11

## TARJETA DE PRECIO UNITARIO

No. P.U.

7

## OBRA:

Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201

LOCALIZACION: Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).

## Especificacion:

S.C.T. TOMO-II-1981 5-1a5-6  
 Prestamos laterales efectuados dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de las terracerias con acarreo libre de 20m en Mat"B"

UNIDAD

3

M

## MATERIALES

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

## MANO DE OBRA

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

## MAQUINARIA Y EQUIPO

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

Tractor sobre orugas DSL CAT  
 equipado con desgarrador 3 dientes  
 R = 847.79 m3/hr  
 equipado con hoja recta  
 R = 248.87 m3/hr

Hr

0.0010

5521,282.94

\$521.28

Hr

0.0040

5576,703.13

\$2,306.81

SUMA

\$2,828.10

COSTO DIRECTO

\$2,828.10





TARJETA DE PRECIO UNITARIO

No. P.U.

9

OBRA:

Reforzamiento de terracerías de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201

LOCALIZACION: Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).

Especificacion:

S.C.T TOMO-II-1981 7-1a7-6

UNIDAD

Bonificacion por afinamiento

KM

MATERIALES

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

MANO DE OBRA

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

SUMA

MAQUINARIA Y EQUIPO

UNIDAD

CANTIDAD

PRECIO UNITARIO

IMPORTE

Tractor sobre orugas DBL CAT  
equipado con desgarrador 3 dientes  
y con hoja angulable

Hr

15.5900

\$738,284.81

\$11,509,860.19

SUMA

\$11,509,860.19

COSTO DIRECTO

\$11,509,860.19

TARJETA DE PRECIO UNITARIO				No. P.U.
10				
<b>OBRA:</b> Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201				
<b>LOCALIZACION:</b> Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).				
<b>Especificacion:</b> S.C.T. TOMO-II-1981 8-1a8-6				UNIDAD
Sobrecarreo con bulldozer por estaciones de 20 m				M3/EST
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
HANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tractor sobre orugas D7H CAT equipado con hoja recta	Hr	0.0050	\$417,043.86	\$2,085.22
R = 201.68 m3/hr				
			SUMA	\$2,085.22
			COSTO DIRECTO	\$2,085.22

TARJETA DE PRECIO UNITARIO			No. P.U. 11	
<b>OBRA:</b> Reforzamiento de terracerias de F.F.C.C. entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla. KM S-165 A S-201				
<b>LOCALIZACION:</b> Region Sureste, Division Mexicano ( Parcial ).				
<b>Especificacion:</b> Sobreacarreo con bulldozer por decimas de kilometro			UNIDAD M3/KM	
<b>MATERIALES</b>				
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
<b>MANO DE OBRA</b>				
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
			SUMA	
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tractor sobre orugas DBL CAT equipado con hoja recta  R = 100.98 m3/hr	Hr	0.0100	5576,703.13	\$5,767.03
			SUMA	\$5,767.03
			<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$5,767.03</b>

PRECIOS UNITARIOS  
PRESUPUESTO A COSTO DIRECTO

OBRA: Reforzamiento de terracerías de ferrocarril entre las estaciones de Huamantla, Tlaxcala y Rinconada, Puebla KM 5-165 a 5-201

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	S.C.T. TOMO-II-1981 2-1 a 2-6 Desmonte para densidad 100 % de vegetación tipo monte pesado de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales	Ha	48.00	\$2,277,032.85	\$109,297,576.80
2	S.C.T. TOMO-II-1981 3-1 a 3-6 Excavación en cortes a cielo abierto en terreno natural en ampliación y/o abatimiento de taludes y/o en rebajes de la corona de las terracerías en derrumbes y escollones con acarreo libre de 20 m.				
	En Material "A"	M3	2400.00	\$1,335.12	\$3,204,288.00
	En Material "B"	M3	8500.00	\$3,161.68	\$26,874,280.00
	En Material "C"	M3	1000.00	\$15,666.57	\$15,666,570.00
3	S.C.T. TOMO-II-1981 5-1 a 5-6 Despalme en préstamo lateral y/o en bancos de préstamo y/o en cortes aprovechables a cielo abierto y/o en desplante de terraplenes con acarreo libre de 20 m.				
	En Material "A"	M3	48000.00	\$576.70	\$27,681,600.00
4	S.C.T. TOMO-II-1981 5-1 a 5-6 Excavación en préstamos laterales.- Son los que se efectúan dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de las terracerías con acarreo libre de 20 m.				
	En Material "A"	M3	24000.00	\$1,730.11	\$41,522,640.00
	En Material "B"	M3	96000.00	\$2,828.10	\$271,497,600.00
5	S.C.T. TOMO-II-1981 6-1 a 6-6 Formación y compactación de las terracerías al 85 % mediante bandeó.	M3	120000.00	\$2,225.20	\$267,024,000.00
6	S.C.T. TOMO-II-1981 7-1 a 7-6 Bonificación por afinamiento.	KM	10.00	\$11,509,860.19	\$115,098,601.90
7	S.C.T. TOMO-II-1981 8-1 a 8-6 Sobreacarreo con bulldozer por estaciones de 20 m.	M3/EST	20000.00	\$2,085.22	\$41,704,400.00
8	S.C.T. TOMO-II-1981 Sobreacarreo con bulldozer por decimas de kilometro.	M3/KM	4000.00	\$5,767.03	\$23,068,120.00
9	S.C.T. TOMO-II-1981 Costo hora maquina de un tractor CATERPILLAR D-7, equipado con bulldozer y arado hidráulico, incluyendo operación al servicio de los F.N.M. en casos de emergencia.	HR	120.00	\$478,564.43	\$57,427,731.60
				SUMA	\$1,000,067,408.30

## C O S T O S   I N D I R E C T O S

Los costos indirectos corresponden a los cargos generales necesarios para la ejecución de obra, que no se involucran directamente con la organización de las partidas de trabajo; éstos no están incluidos en los costos directos que elabora el contratista, pero se determinan para analizar su impacto en la integración de precios unitarios del trabajo.

Estos gastos se efectúan en las oficinas centrales y oficinas en obra en la organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, administración y prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo, así como regalías que correspondan por el uso de patentes, si esto es necesario.

Los costos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo; éste porcentaje se calcula sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo el resultado entre el costo total directo de la obra.

Integración del costo de la administración central.

- Gastos técnicos y/o administrativos
- Alquileres y/o depreciaciones
- Obligaciones y seguros
- Materiales de consumo
- Capacitación y promoción
- Vehículos

La organización de la administración central está orientada a atender el correcto funcionamiento y control simultáneo de todas las obras en ejecución y proyecto que maneja la empresa así como las necesidades particulares de la oficina central.

Es así como el porcentaje atribuido a la administración central por gastos de la misma, se encuentra en función del número de obras y de la capacidad de contratación anual de obras que tenga ésta.

Integración del costo de la administración de campo.

- Gastos técnicos y/o administrativos
- Cargos adicionales por personal administrativo
- Traslado de personal
- Comunicaciones y fletes
- Construcciones provisionales
- Consumos y varios

La estructura de la organización de la administración de campo, permite el control y coordinación eficientes de las operaciones y movimientos realizados exclusivamente en la obra y su comunicación con la administración central.

El porcentaje que se atribuye a la administración de campo está directamente en función de los gastos realizados por la oficina de obra y sus consecuentes extras como son algunas atenciones, comisiones y compensaciones necesarias para permitir a la obra su desarrollo fluido sin entorpecer el ritmo programado del proyecto.

La administración de obra esta ligada íntimamente a los siguientes aspectos que gobiernan las disposiciones para organizar y ejecutar los trabajos de campo en una obra civil para el ferrocarril.

Para la organización general de la obra:

- División del tramo general de proyecto en subtramos.
- Estructura de los frentes de trabajo.
- Preparación de los planes de desarrollo de obra.
- Implementación de parques de maquinaria.
- Consideración de las instalaciones necesarias tanto eléctricas como de microondas.
- Afectaciones posibles de causar sobre zonas rurales o urbanas.
- Consideración de las posibles vías doble o sencilla.
- Facilidad de acceso a los frentes.
- Preparación de los suministros de materiales.
- Consideración de las dificultades posibles derivadas de las características del clima a enfrentar.
- Contratación de mano de obra.
- Preparación de los medios de descarga de materiales.
- Posibilidad de ocupación u afectación de terrenos privados.
- Organización del transporte de la mano de obra a los frentes.
- Posibilidad de subcontratar trabajos y auxiliares.
- Otros.

Para la ejecución material de las unidades de obra:

- Construcción u acondicionamiento de caminos de acceso.
- Preparación o localización de canteras y bancos de explotación.
- Protecciones a la vía contra detonación de material de roca.
- Protección de la vía en caso de nevada.
- Materialización de ser necesario, del cerramiento de la vía.
- Edificios auxiliares.
- Construcciones provisionales.
- Consumos y varios.
- Otros.

## I. GASTOS DE LA ADMINISTRACION DE CAMPO

### a) Gastos técnicos y administrativos:

PERSONAL	UNIDAD	CANTIDAD	NUMERO	COSTO	IMPORTE
Técnico	sem	18	10 per.	\$600000	\$108000000
Administrativo	sem	18	8 per.	\$280000	\$ 40320000
En tránsito	sem	14	8 per.	\$198000	\$ 22176000
				SUMA	\$170496000

### b) Cargos adicionales por personal administrativo:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Cuota IMSS	%	20.16	\$ 40320000	\$ 8128512
Previsión de aumento salarial	lote	1	\$ 2000000	\$ 2000000
Previsión de obras extras	lote	1	\$ 1500000	\$ 1500000
Previsión de salarios muertos	lote	1	\$ 1000000	\$ 1000000
Sindicato	%	4	\$ 40320000	\$ 1612800
			SUMA	\$ 14241312

### c) Traslado de personal:

Los F.N.M. proporcionan arzones de cabina autopropulsados para las visitas de obra, y arzones de trabajo, en los cuales se transporta el personal técnico y mano de obra para los frentes; logrando así la movilización y transporte de personal sobre la vía a través de éstos vehículos.

d) Comunicaciones y fletes:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Radio, correo, etc	sem	18	\$115000	\$ 2070000
Fletes:				
Campamento	%	1	\$872588584.42	\$ 8725886
Maquinaria	%	2	\$872588584.42	\$17451772
Laboratorio	%	1	\$872588584.42	\$ 8725886
Mobiliario	%	1	\$872588584.42	\$ 8725886
			SUMA	\$45699430

e) Construcciones provisionales:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Casetas	PZA-m2	3(5x5)	\$2500000	\$ 7500000
Campamentos	PZA-m2	3(12X10)	\$2000000	\$ 6000000
Instalaciones	PZA-m2	3(10X5)	\$ 900000	\$ 2700000
Almacenes	PZA-m2	2(30X15)	\$1500000	\$ 3000000
Taller	PZA-m2	1(30X15)	\$1000000	\$ 1000000
			SUMA	\$ 22000000

f) Consumos y varios:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Electricidad	sem	18	\$ 44000	\$ 792000
Agua	sem	18	\$ 27000	\$ 486000
Gas	sem	18	\$ 25000	\$ 450000
Papeleria	sem	18	\$ 120000	\$ 2160000
Mobiliario	sem	18	\$ 400000	\$ 7200000
Fotografia	sem	14	\$ 200000	\$ 2800000
Laboratorio	sem	16	\$3125000	\$50000000
Gratificaciones	sem	18	\$ 450000	\$ 8100000
			SUMA	\$71928000



RESUMEN;

-Gastos técnicos y/o administrativos	\$170 496 000.00
-Cargos adicionales por personal administrativo	\$ 14 241 312.00
-Comunicaciones y fletes	\$ 45 699 430.00
-Construcciones provisionales	\$ 22 000 000.00
-Consumos y varios	\$ 71 928 000.00
<b>SUMA</b>	<b>\$153 868 742.00</b>

Cálculo del porcentaje de la administración de campo:

- Importe de la obra a costo directo. \$1000 067 408.30
- Porcentaje de la administración de obra:

Gastos de la administración de campo

Importe de la obra a costo directo

\$ 153 868 742.00

= 0.1539

15.39 %

\$ 1 000 067 408.30

## II. GASTOS DE LA ADMINISTRACION CENTRAL

Salario mínimo general vigente diario (SMGVD)	\$ 13330.00
Valor de la obra en miles de pesos	\$ 1 000 067.41
Capacidad de contratación anual de la empresa en miles de pesos	\$ 5 750 000.00
Obra foránea.	

A continuación se determinará el gasto de la administración central para cada concepto que la integra, en función del salario mínimo general vigente diario; utilizando para éste fin el análisis ejemplificado de acuerdo con el Ingeniero Carlos Suárez Salazar.

También se considera el costo directo de la obra y la capacidad de contratación anual de la empresa.

\* Gastos de la oficina central en miles de pesos

- Gastos técnicos y/o administrativos:

PERSONAL	CONSTANTE DE GASTO	SMGVD	GASTO ANUAL
Gerente general	1989.131	13330	26 515 116.00
Gerente de producción	596.739	13330	7 954 531.00
Gerente de planeación	596.759	13330	7 954 798.00
Gerente de control	596.739	13330	7 954 798.00
Iguala asesoría legal	53.000	13330	706 490.00
Iguala asesoría fiscal	106.000	13330	1 412 980.00
Jefe de proyectos	530.435	13330	7 070 699.00
Jefe de costos	530.435	13330	7 070 699.00
Jefe de programación	530.435	13330	7 070 699.00
Contador	994.565	13330	13 257 551.00
Jefe de facturación	357.996	13330	4 772 087.00
Jefe de compras	357.996	13330	4 772 087.00
Choferes	743.045	13330	9 904 790.00
Almacenista general	655.274	13330	8 734 802.00
Veladores	641.748	13330	8 554 501.00
Taquimecanógrafa	678.870	13330	9 049 337.00
Mensajero	514.450	13330	6 857 619.00
		SUMA	\$139 613 310.00

\*Costos de financiamiento, aplicación de impuestos y determinación de la utilidad. Ing. CARLOS SUAREZ SALAZAR. Ponencia presentada en la VIII Reunión Nacional de Analistas de Costos, Marzo 1989.

- Alquileres y/o depreciaciones:

CONCEPTO	CONSTANTE DE GASTO	SMGVD	GASTO ANUAL
Mantenimiento de oficina	480.00	13330	6 398 400.00
Depreciación equipo o.	148.00	13330	1 972 840.00
Mantenimiento equipo o.	30.00	13330	399 900.00
Mantenimiento almacén	120.00	13330	1 599 600.00
Depreciación instalación almacén	12.00	13330	159 960.00
Depreciación equipo a.	24.00	13330	319 920.00
Mantenimiento equipo a.	12.00	13330	159 960.00
Luz oficina y almacén	180.00	13330	2 399 400.00
Teléfono oficina y almacén	240.00	13330	3 199 200.00
Depreciación autos	2000.00	13330	26 660 000.00
Mantenimiento autos	280.00	13330	3 732 400.00
Depreciación camionetas	700.00	13330	9 331 000.00
Mantenimiento camionetas	140.00	13330	1 866 200.00
		SUMA	\$58 198 820.00

- Obligaciones y seguros:

CONCEPTO	CONSTANTE DE GASTO	SMGVD	GASTO ANUAL
Cuotas asociación profesionistas	12.00	13330	159 960.00
Anualidad CNIC	185.00	13330	2 466 050.00
Publicaciones y biblioteca	40.00	13330	533 200.00
Seguros automóviles	112.00	13330	1 492 960.00
Seguros camionetas	96.00	13330	1 279 680.00
Póliza múltiple	60.00	13330	799 800.00
		SUMA	\$ 6 731 650.00

- Materiales de consumo:

CONCEPTO	CONSTANTE DE GASTO	SMGVD	GASTO ANUAL
Combustible autos	400.00	13330	5 332 000.00
Combustible camionetas	300.00	13330	3 999 000.00
Impresos oficina	72.00	13330	959 760.00
Papelera oficina	72.00	13330	959 760.00
Copias heliográficas	38.00	13330	506 540.00
Copias fotostáticas	80.00	13330	1 066 400.00
Artículos de limpieza	20.00	13330	266 600.00
Varios	38.00	13330	506 540.00
		SUMA	\$13 356 660.00

- Capacitación y promoción :

CONCEPTO	CONSTANTE DE GASTO	SMGVD	GASTO ANUAL
Gastos concursos	100.00	13330	1 333 000.00
Proyectos no realizados	38.00	13330	506 540.00
Celebraciones oficina	80.00	13330	1 066 400.00
Propaganda	38.00	13330	506 540.00
Gastos de consumo	80.00	13330	1 066 400.00
Atención clientes	38.00	13330	506 540.00
Capacitación	80.00	13330	1 066 400.00
		SUMA	\$ 6 051 820.00

RESUMEN

- Gastos técnicos y/o administrativos	\$ 139 613 310.00
- Alquileres y/o depreciaciones	\$ 58 198 820.00
- Obligaciones y seguros	\$ 6 731 650.00
- Materiales de consumo	\$ 13 356 660.00
- Capacitación y promoción	\$ 6 051 820.00
	<u>\$ 223 952 260.00</u>

Cálculo del porcentaje de la administración central

- Promedio anual de contratación a costo directo de la empresa:  
\$ 5 750 000 000.00
- Porcentaje de la administración central

Gasto de la administración central  
Promedio anual de contratación a costo directo =

$$\frac{\$ 223\ 952\ 260}{\$ 5\ 750\ 000\ 000} = 0.0389 = \boxed{3.89\ \%}$$

III FIANZAS

Fianza de garantía de 10 % del monto de la obra, equivalente a 1 al millar.

Monto afianzado 0.1 monto de la obra.

Prima de afianzado del monto 1.5 % X 0.1 = 0.15

Derechos sobre el monto afianzado 0.075% X 0.1 = 0.0075

Fianza del anticipo de 10 % del monto del anticipo.

Monto afianzado 0.1 valor anticipo

Prima de afianzado del valor 1.0 % X 0.1 = 0.10

- Porcentaje por fianzas:

$$0.15 + 0.0075 + 0.10 = 0.2575 = \boxed{0.26\ \%}$$

#### IV IMPREVISTOS

Para esta obra considerando una utilidad neta de 10 % el porcentaje de imprevistos es de un 5 % sobre la utilidad.

- Porcentaje por imprevistos:

Costo directo 100 %

Utilidad 10 %

$(1.00 - 0.10) \times 0.05 = 0.0450$

4.50 %

Estamos ahora en posibilidad de calcular el porcentaje de los indirectos por el costo de producción.

- I Administración de campo	15.39 %
- II Administración central	3.89 %
- III Fianzas	0.26 %
- IV Imprevistos	4.50 %
	<hr/>
Porcentaje de indirectos	24.04 %
Costo directo	100.00 %
Costo de producción	124.04 %

Para determinar el porcentaje real de indirectos es necesario analizar los conceptos de utilidad y cargos adicionales, que forman parte de la integración del factor de indirectos global.

## CARGO POR UTILIDAD

Este cargo corresponde a la ganancia que percibe el contratista por la ejecución satisfactoria de los trabajos que se contrataron; éste cargo está representado como un porcentaje sobre la suma de los costos directos más indirectos.

$$\text{Utilidad bruta} = \text{Utilidad neta} + \text{Obligaciones impositivas del contrato}$$

Se tiene establecido por la Ley de Obras Publicas que para cubrir las obligaciones impositivas del contrato se considera el 42 % de la utilidad neta, que se calcula para obtener el Precio de Venta de la obra. Este porcentaje contempla todos aquellos impuestos y erogaciones que el contratista se ve obligado a efectuar, tales como el impuesto sobre la renta (ISR), el impuesto sobre el activo empresarial, reparto de utilidades, etc.

Podemos definir así la siguiente fórmula de donde se deduce el valor de la utilidad bruta:

$$UB = UN + OIC$$

UB = Utilidad bruta

UN = Utilidad neta

OIC= Obligaciones impositivas del contrato

$$OIC = 0.42 UN$$

$$UB = UN + (0.42 UN)$$

$$UB = 1.42 UN$$

Si estamos en el supuesto de obtener una utilidad neta del 10 % entonces:

$$UB = 1.42 \times 0.10 = 0.142$$

La utilidad bruta será entonces el 0.142 % del valor del costo de producción.

El Precio de venta del contrato es el costo de producción mas la utilidad bruta así obtenida.

$$PV = 1.2404 \times 1.142 = 1.4165$$

$$PV = 141.65 \%$$

### CARGOS ADICIONALES

Son los correspondientes a las erogaciones que realiza el contratista por estar estipulados expresamente en el contrato de obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidos dentro de los cargos directos, ni en los cargos indirectos ni en la utilidad y estos operan sobre el precio unitario y se expresan como un porcentaje sobre la suma de los cargos más utilidad.

Las obras publicas requieren de una serie de conceptos, considerados en los presupuestos de obra como dichos cargos adicionales que permiten la existencia de organismos institucionales, que, realizan sus funciones para el desarrollo de la industria de la construcción.

Se pueden mencionar entre otros:

Inspección de Obras del DDF  
Contraloría General SECOGEF  
Camara Nacional de la Industria CNIC  
Colegio de Ingenieros CICM  
Colegio de Arquitectos CAM  
Cargos federales OMSBR

En el caso de ésta obra para los Ferrocarriles Nacionales se deben cubrir los siguientes:

CONCEPTO	IMPORTE
Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC)	0.20 %
Secretaria de la Contraloría General de la Federación (SECOGEF)	0.50 %
Obras de Beneficio Social	1.00 %
	<hr/>
	1.70 %

Total Cargos Adicionales 1.7 % del precio unitario del contrato.

El precio unitario es mayor que el precio de venta; el precio de venta es el obtenido a partir del costo de producción y la utilidad, el precio unitario se afecta por un factor de incremento sobre el precio de venta.

$$PU = PV (1 + 0.0172939)$$

$$(1.70 < 1.73)$$

PU = Precio unitario

PV = Precio de venta

$$PU = 1.4165 (1.0172939)$$

$$PU = 1.4410$$

Precio Unitario de Obra 144,10 % incluye utilidad.



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

De este modo el factor de sobre costo directo es:

FSD = 1.4165

Cargo por indirectos y utilidad sobre el costo directo.

$(1.4165 - 1.00) \times 100 = 41.65 \%$

**RESUMEN**

Costo Directo	100.00
Costo Indirecto	41.65
Cargos Adicionales (0.01729 X 1.4165)	2.45
Suma	144.10

Indirecto Global :	44.10 %
--------------------	---------

El presupuesto global de la obra es la suma de costo directo más costo indirecto global.

Costo Directo	\$1 000 067 408.30
Costo Indirecto	Costo directo X 0.4410
Costo Indirecto	\$ 441 028 727.06
Presupuesto	Costo directo + Costo indirecto
Presupuesto global	\$1 441 097 135.36

**Impuesto al Valor Agregado**

De acuerdo a lo establecido por el gobierno de la República, el impuesto que debe pagarse por la prestación de bienes y servicios, a partir de 1991, es del 10 % del valor que importan éstos, por lo tanto en el presupuesto global se debe de aplicar dicho impuesto:

Presupuesto global	\$1 441 097 135.36
IVA (10 %)	\$ 144 109 713.54
Importe global final	\$1 585 206 848 .86

## CONCLUSIONES

El objetivo de esta Tesis ha sido el de proporcionar un presupuesto de obra civil bien fundamentado para lograr su máxima aproximación a la realidad; se basa en los métodos de análisis convencionales de análisis de costos de construcción.

Para llegar a la posibilidad de definir un análisis correcto fue necesario elaborar un marco teórico y conceptual, para partir a definir las características de la obra que se presupuestó, por lo que de ese estudio y etapa de conceptualización, necesaria para establecer los parámetros del análisis, se pueden afirmar las siguientes conclusiones generales sobre la obra civil para ferrocarriles y el costo que representa.

### PRIMERA

Los Sistemas de Transporte realizan una importante función socio-económica, comunicando a los centros productivos y de consumo del país entre sí.

Estos sistemas se subdividen de acuerdo a las vías que utilizan para la transportación; los sistemas que abarcan las vías terrestres se enfrentan a los obstáculos que la naturaleza interpone entre sus orígenes y destinos.

La abrupta orografía, variada climatología y dispersa y caprichosa hidrografía provoca que algunos sistemas se vuelvan lentos, deficientes e incosteables, no ofrecen calidad ni seguridad al usuario. Frente a tales circunstancias, el sistema ferroviario ofrece la suficiente comodidad, seguridad, versatilidad de carga, eficiencia en el servicio y rentabilidad, que, solo se ven en desventaja por la prolongación del tiempo de transportación; pero aún así el ferrocarril resulta el medio más económico para movilizar cargas voluminosas en distancias largas, actualmente considerado como el mejor equipo nacional del transporte terrestre.

### SEGUNDA

Dentro del estudio de las estructuras de tierra que componen el terraplén de una vía terrestre, ocupa un primer lugar el atender los medios para el control o desalojo del agua presente en la zona del terraplén.

El agua es el enemigo número uno, causante de problemas en la construcción; aplicado como elemento útil y vital bajo control y vigilancia su utilidad es indiscutible así como su beneficio; pero también el agua puede ser enormemente destructiva, es silenciosa e imparable al manifestar su efecto en toda obra sobre la naturaleza.

Considerando al agua como tal, se hacen imprescindibles las obras de drenaje construidas en los terraplenes como medida de control para el desalojo del agua pluvial o freática, que puede destruir los terraplenes, así su continuo mantenimiento, conservación y protección nos coloca del lado de la seguridad.

### TERCERA

Es indiscutible la necesidad de reforzar o rehabilitar totalmente las estructuras que componen las terracerías de ferrocarril durante y después del periodo de su vida útil, y en sí, de toda la infraestructura para un sistema de transporte terrestre con deficiencias.

En primer lugar, por la necesidad de garantizar la suficiente seguridad a los usuarios de estas vías, lo que lleva a la preferencia de uno u otro servicio como porteador.

En segundo lugar por la reducción en los gastos de mantenimiento continuo que ello representa, evitando el esperar a que se presenten fallas realmente graves de las estructuras de tierra y provoque accidentes catastróficos.

En tercer lugar por los problemas que acarrean a las estructuras que se encuentran sobre las terracerías y que resultan dañadas como consecuencia del mal estado de dichas terracerías.

Para tal fin es necesario establecer medidas reglamentarias para la protección, conservación y reconstrucción de las estructuras que componen las terracerías y en general de toda la vía férrea; de éste proceso la misma dependencia F.N.M. en coordinación con la S.C.T. han surgido las especificaciones de construcción y el reglamento de conservación de vía y estructuras.

### CUARTA

Durante el proceso de determinación de partidas de trabajo para el reforzamiento de terracerías, son muy importantes los trabajos de topografía, que dan pie a decidir que método de construcción se utilizará para trabajar los préstamos necesarios en la reconstrucción.

Por tal motivo se hacen necesarios los reconocimientos preliminares del lugar de la obra, realizando visitas y haciendo recorridos minuciosos del tramo, haciéndose acompañar de las brigadas necesarias para establecer un anteproyecto ubicados en la región donde se llevara a cabo el trabajo; esto tiene un reflejo económico en el mayor o menor uso de maquinaria pesada, que tiene un costo de operación y flete considerable.

### QUINTA

Para la definición bien aproximada de un presupuesto de obra, que involucre el movimiento de tierras con volúmenes considerables, es indiscutible que mientras mas se conozcan las condiciones de la región de trabajo, las características del equipo y las especificaciones que regulan los procesos constructivos, los rendimientos para cada actividad, serán determinados con certeza, y así el importe final alcanzado sera de confiabilidad para la inversión que implica la obra.

Con este fin se deben de reunir los datos que integran el marco informativo que antecede al proceso de cálculo de rendimientos y costos de la maquinaria, obra de mano y materiales.

## SEXTA

De acuerdo al resultado obtenido en el presupuesto de la obra de reforzamiento de terracerías, de un tramo de vía férrea; es posible calcular el costo por kilometro de vía en este trabajo.

El procedimiento es el siguiente: Se divide el importe final presupuestado, entre la longitud real considerada para reforzamiento parcial.

Por tanto tenemos           \$ 1 585 206 848.86 / 24 KM

Finalmente                   \$ 66 050 285.38 / km

Con este valor es posible determinar con que presupuesto se debe contar en la paraestatal F.M.N., para que una vez determinado el kilometraje de la red, que requiere este tipo de obra de rehabilitación, se asigne el capital necesario para realizar los trabajos en la Gerencia de Proyectos.

**A N E X O S**

## GLOSARIO

1. Acotamiento.- Porción de balasto comprendida entre el extremo del durmiente y el pie del talud del balasto.
2. Alineación.- Localización horizontal de una vía descrita por sus tangentes y curvas, tal y como se aprecia en planta.
3. Armón.- Carro de cuatro ruedas para trabajo de vía diseñado para empujarse a mano o remolcarse por un carro motorizado; se utiliza para transportar herramientas y personal.
4. Carro cabina autopropulsado.- Carro motorizado con cabina, de ventanas, equipado con asientos, barandales exteriores, estribos y frenos, con capacidades desde 5 hasta 12 personas.
5. Condenación.- Impedir el acceso libre a un lugar, por medio de obstrucciones, encerrándolo.
6. Creosota impregnol.- Resina natural utilizada para tratar los durmientes protegiéndolos de la humedad haciéndolos mas durables.
7. Derecho de vía.- Terrenos o derechos utilizados para la implantación y posterior operación del ferrocarril.
8. Desbastado.- Disminuir una cosa hasta labrándola someramente.
9. Durmiente traviesa.- Elemento transversal de la estructura de la vía al que se fijan los rieles para dar el ancho, amortiguar y distribuir las cargas que aplica el tráfico de vehículos y carros.
10. Guardavía.- Empleado que vigila un tramo de una línea del ferrocarril.
11. Lanchar.- Acomodar las cosas en capas o lajas.
12. Ramal.- Línea o líneas secundarias de un sistema ferroviario principal.
13. Reforzamiento.- Proceso por medio del cual se da mayor solidez y se repara lo ruinoso de una estructura o un elemento de ésta.
14. Sub-balasto.- Material de calidad superior al balasto esparcido sobre la subrasante terminada , de una base de vía bajo el balasto superior para mejorar las características de soporte y drenaje del conjunto.
15. Subrasante.- Superficie terminada del lecho de la vía bajo el balasto, durmientes y rieles.
16. Superficie de rodadura.- Parte superior de las estructuras, sobre la que se deslizan las ruedas de la fuerza rodante de la estructura del sistema.
17. Tonga.- Pila de tablas o leños.
18. Zampeado.- Obra de pilotes, zampas y macizos de mampostería que se establece antes de construir sobre terrenos blandos o falsos. afirmando éstos.

Lista de precios de maquinaria en el mercado

MAQUINARIA Y EQUIPO	PRECIO
Tractor D8-L CAT	\$ 1 539 450 000.00
Hoja 8S (recta)	\$ 153 945 000.00
Hoja 8A (angulable y controles hid.)	\$ 363 945 000.00
Ripper 1T (desgarrador de 1 diente)	\$ 230 917 500.00
Ripper 3T (desgarrador de 3 dientes)	\$ 307 890 000.00
Tractor D7-H CAT	\$ 1 107 087 000.00
Hoja 7S (recta)	\$ 110 708 700.00
Hoja 7A (angulable y controles hid.)	\$ 310 708 700.00
Ripper 1T (desgarrador de 1 diente)	\$ 230 917 500.00
Ripper 3T (desgarrador de 3 dientes)	\$ 307 890 000.00
Tractor D5-H CAT	\$ 564 465 000.00
Hoja 5S (recta)	\$ 56 446 500.00
Hoja 5A (angulable y controles hid.)	\$ 76 446 500.00
Ripper 1T (desgarrador de 1 diente)	\$ 84 669 750.00
Ripper 3T (desgarrador de 3 dientes)	\$ 112 893 000.00
Compresor SP- 325 GARDNER DENVER	\$ 170 775 000.00
Juego de llantas	\$ 2 025 000.00
Pistola perforadora S-58 G.D.	\$ 7 320 000.00

Fecha : FEBRERO 1992



Lista de precios de materiales en el mercado

MATERIAL	UNIDAD	PRECIO
Gasolina Nova	1L	\$ 909.00
Diesel	1L	\$ 604.50
Lubricante Esso	1L	\$ 5000.00
Acero de barrenación:		
Barra de 0.80 m	Pza.	\$ 441 309.00
Barra de 1.60 m	Pza.	\$ 489 887.20
Barra de 2.40 m	Pza.	\$ 533 333.90
Barra de 3.20 m	Pza.	\$ 580 372.65
Barra de 4.00 m	Pza.	\$ 744 751.70
MEXAMON	Saco de 25 kg	\$ 66 000.00
Tovex 100	Caja de 25 kg	\$ 415 000.00
Estopines milseg.	Caja 50 pzas.	\$ 376 100.00
Alambre elec. No. 20	M	\$ 250.00
Alambre elec. No. 22	M	\$ 483.00
Alambre elec. No. 24	M	\$ 836.00
Cinta aislante 18 m x 19 mm	Pza.	\$ 6 504.00

Fecha: MARZO 1992

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- FELIX VALDES, Rodolfo.: Costos y procedimientos de construcción en las vías terrestres.  
MEXICO  
Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas.
  
- 2.- SUAREZ SALAZAR, Carlos.: Costo y tiempo en edificación.  
MEXICO  
LIMUSA S.A., 1977
  
- 3.- IBARRA RUIZ, Raúl.: Metodología para el análisis de costos.  
MEXICO  
Universidad Nacional Autónoma de México, 1990
  
- 4.- TOGNO, Francisco M.: Ferrocarriles  
MEXICO  
Representaciones y servicios de ingeniería S.A., 1982
  
- 5.- OLIVEROS RIVES Fernando, LOPEZ PITA Andrés.: Tratado de ferrocarriles (Vía)  
ESPAÑA  
RUEDA, 1977
  
- 6.- RICO Alfonso, DEL CASTILLO Hermilo.: La ingeniería de suelos en las vías terrestres (Carreteras, ferrocarriles y aeropistas)  
MEXICO  
LIMUSA S.A., 1984
  
- 7.- KRYNINE Dimitri P., JUDD William R.: Principios de geología y geotecnia para ingenieros  
ESPAÑA  
OMEGA S.A., 1980
  
- 8.- MERRITT, Frederick S.: Manual del ingeniero civil  
MEXICO  
Mc Graw Hill/Interamericana de México S.A., 1985
  
- 9.- DAY David A.: Biblioteca internacional del ingeniero civil (Maquinaria para construcción)  
MEXICO  
Ciencia y técnica S.A., 1987