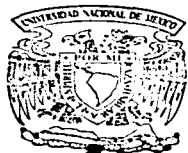


45
2e1



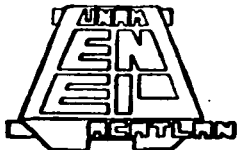
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ACATLAN

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ENLACE
FERROVIARIO ENTRE LA LINEA "A" Y EL NUEVO
TRAZO GUADALAJARA MONTERREY

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

CUTBERTO REYES FRAUSTO



MEXICO. D. F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

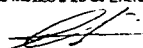
SR. CUTIBERTO REYES FRAUSTO
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.
P R E S E N T E .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 20 de Junio de 1993, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis titulado "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ENLACE FERROVIARIO ENTRE LA LINEA A Y EL NUEVO TRAZO GUADALAJARA-MONTERREY", el cual se desarrollará como sigue:

- INTRODUCCION
- I. ASPECTOS GENERALES
 - II. FACTORES QUE JUSTIFICAN LA OBRA
 - III. PROBLEMAS INHERENTES
 - IV. CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA
 - V. CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA
- CONCLUSIONES

Así mismo fue designado como asesor de tesis al ING RUBEN OCHOA TORRES. Ruego a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán Edo. de México a 23 de Enero de 1997



Ing. Carlos Rosales Aguilar
Jefe del Programa de Ingeniería Civil



A mis Padres:

**Enrique Reyes Mira y Josefina Frausto Calderón,
por que gracias a su Apoyo, Tenacidad, Rectitud,
Sacrificios y Amor lograron consolidar la
Herencia mas valiosa que pude haber recibido.**

A mis Hermanas:

Antonieta, Reyna, Elizabeth, Miriam y Rubí.

Con Orgullo y Respeto a:

La Universidad Nacional Autónoma de México.

**A la E.N.E.P. Acatlan; sus Maestros y en
especial al Honorable Jurado.**

Al Ing. Ruben Ochoa Torres:

En agradecimiento a todas sus atenciones.

A mis Amigos y compañeros:

**Que de alguna forma contribuyeron para
la realización del presente trabajo.**

A " Dios":

Por permitirme alcanzar esta meta.

CONTENIDO**PAG.**

INTRODUCCION	1
I.- ASPECTOS GENERALES	
1.1 SEMBLANZA DE LOS FERROCARRILES EN MEXICO	3
II.- FACTORES QUE JUSTIFICAN LA OBRA	
2.1 ASPECTOS GENERALES	10
2.2 ASPECTOS TOPOGRAFICOS	13
2.3 PROYECTO GEOMETRICO	21
2.4 SECCIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	37
2.5 BENEFICIOS Y EVALUACION DEL PROYECTO	47
III.- PROBLEMAS INHERENTES	
3.1 GENERALIDADES	51
3.2 AFECTACIONES	62
3.3 PLANO PARCELARIO	66
3.4 INDEMNIZACIONES	69
IV.- CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA	
4.1 CIMENTACION	72
4.2 CONSTRUCCION DE TERRACERIAS	77
4.3 CONSTRUCCION DE CAPAS SUBRASANTE Y SUB-BALASTO	81
4.4 OBRAS COMPLEMENTARIAS	83
4.5 SUPERVISION Y CONTROL DE AVANCES DE OBRA	88
4.6 SISTEMAS DE PAGO	90
4.7 OBRA EXTRAORDINARIA	93
V.- CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA	
5.1 TENDIDO Y ARMADO DE VIA	95
5.2 COLOCACION DE HERRAJES DE CAMBIO	104
5.3 COLOCACION DE BALASTO	108
5.4 ALINEACION Y NIVELACION DE VIA	111
5.5 CONTROL DE AVANCES DE OBRA	115
VI.- CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFIA	120

INTRODUCCIÓN

Los grandes inventos en el mundo surgen de la visión y el conocimiento de personalidades que de alguna forma resultan anticipadas a su época, por lo que, su trabajo innovador, en la mayoría de los casos, carece de un significado útil en el momento de su realización, como ejemplo tenemos la primera locomotora de vapor, la cual surgió del ingenio del Ingles trevithick a principios del siglo XIX, quedando sin aplicación y prácticamente en el olvido durante casi 25 años, sin embargo, la implementación del vapor como medio de locomoción genero un cambio drástico en los esquemas establecidos durante esa época, gestando la revolución industrial con repercusiones de cambio a nivel mundial.

Paralelamente, se amplía su gama de aplicación del ámbito terrestre al marítimo, mediante la creación de grandes barcos con propulsión a base de vapor, posteriormente surge en Europa un nuevo sistema de transporte, EL FERROCARRIL, el cual mas tarde, llegaría al Continente Americano, consolidándose en los Estados Unidos de Norte América.

De los Países Latinoamericanos, es México el primero en contar con infraestructura férrea, iniciándose su gestión durante el periodo del Lic. Benito Juárez y concretando su construcción con el de Porfirio Díaz.

A lo largo de la historia, el Ferrocarril en nuestro País ha tenido diferentes participaciones importantes, desde la época de la Revolución Mexicana hasta nuestros días, lamentablemente después de un origen efervescente, con el paso de los años este medio de transporte presenta una imagen decadente, debido esencialmente, a que gran parte del presupuesto federal se oriento hacia la creación de nuevas redes carreteras, dando como consecuencia, una disminución significativa de recursos para los Nacionales de México, los cuales, pasaron a un segundo termino.

Lo anterior, prevaleció hasta la década de los ochentas, momento en que se retoma el significado real de contar con una infraestructura Férrea con cobertura Nacional y prácticamente desaprovechada, con esta base, se incrementa de manera substancial el monto presupuestal destinado a los Ferrocarriles, dando espacio a la puesta en marcha de los grandes proyectos, a la mecanización y rehabilitación intensiva de vías, y por ende, a la consecuente modernización en general.

En este momento, se pretende una interacción real entre los dos modos de transporte terrestre mas importantes el Ferroviano y el Autotransporte, mediante un esquema de movimiento masivo de materias primas, mercancías y productos terminados a través del Ferrocarril y la correspondiente distribución de los mismos a los centros de consumo mediante el uso del camiones en trayectos significativamente mas cortos.

Así mismo, resurgen los proyectos de las rectificaciones geométricas y los enlaces ferroviarios, estos últimos, construidos con la finalidad de optimizar recursos mediante un aprovechamiento máximo de la infraestructura existente, permitiendo con el auxilio de pequeñas obras la unión de dos o mas líneas, eliminando en cualquiera de ellas los trazos mas desfavorables para la operación y el trafico de trenes, es aquí donde se concibe la obra que da espacio al presente trabajo, mediante el cual, se pretende dar a conocer de una forma sencilla el procedimiento constructivo y la problemática inherente a la construcción del enlace férreo entre la línea "A" y el Nuevo Trazo Guadalajara-Monterrey, así como, los consecuentes beneficios que trae con sigo una obra de tal envergadura, coadyuvando de esta manera al programa de Modernización y Optimización, implementado para los nuevos Ferrocarriles Nacionales de México.

Cabe hacer mención, que para mi es motivo de satisfacción contribuir mediante algunas apreciaciones plasmadas en esta tesis al esclarecimiento de dudas que sobre el tema de Ferrocarriles pudiesen existir, en el entendido, que fuera del ámbito Ferrocarrilero no existe suficiente información sobre el particular, ya que gran parte de las soluciones aplicadas en los diferentes problemas, que resultan ser en un momento dado cotidianos, provienen de la experiencia de sus trabajadores.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

CAPITULO I

I.- ASPECTOS GENERALES

I.1.- SEMBLANZA DE LOS FERROCARRILES EN MEXICO.

Pocos inventos del ingenio humano han sido de tanta trascendencia para el adelanto de los pueblos como el aprovechamiento de la fuerza del vapor en los medios de locomoción, mismo que brindó al transporte una alternativa a los sistemas de tracción que a base de sangre, imperaban hasta el Siglo XVIII.

A principios del Siglo XIX, el Inglés Trevithick, construye la primer locomotora de vapor, sin embargo por el momento carecia de utilidad práctica, siendo hasta el 27 de Septiembre de 1825, cuando se inauguró el primer ferrocarril de vapor, con servicio de pasajeros, instalado entre Stockton y Dalington, en el Norte de Inglaterra, siguiéndole posteriormente en 1830 el Ferrocarril de Liverpool a Manchester.

Por lo que respecta a las Naciones Latinoamericanas, cabe a México el honor de haber sido el primer país en inaugurar un ferrocarril con tracción a base de vapor, el 16 de Septiembre de 1850, 25 años después al de Stockton-Darlington, posteriormente en 1851 se inauguró en Perú una línea entre El Callao y Lima, después Brasil y Chile imitaron el ejemplo de México y Perú, haciéndolo enseguida Colombia la cual estableció su primera línea en 1855.

Durante el periodo presidencial del General Anastasio Bustamante, bajo el decreto del 22 de Agosto de 1837, se otorga al C. Francisco de Arriaga, la primera concesión de establecer un camino de hierro, desde la Ciudad de Veracruz hasta la Capital de la República, mismo que debería de contar en toda su longitud con dos carriles y un ramal con cuatro hacia la Ciudad de Puebla, en un plazo de doce años para su construcción,

quedando posteriormente sin validez alguna, debido a que transcurrido ese lapso, no se habían iniciado los trabajos, sin embargo sirvió como antecedente del primer intento de establecer una línea férrea.

Posteriormente, el Presidente Antonio López de Santana lanza un decreto para la construcción de una vía, con origen en la Ciudad de Veracruz y destino el Río de San Juan, pero la lentitud de los trabajos permitieron un avance de solo 7 kilómetros en siete años, aunado a esto, la etapa de turbulencia de la invasión norteamericana propició que hasta 1848 se reanuden los trabajos y dos años más tarde se contara con 13 kilómetros construidos, con lo cual se inicia el transporte ferroviario en territorio nacional entre Veracruz y El Molino, tramo inaugurado el 16 de Septiembre de 1850, aunque el servicio público se brindó hasta el 22 del mismo mes, convirtiéndose en el primer eslabón del Ferrocarril Mexicano. Posteriormente, en Diciembre de 1853 se consiguió incrementar ligeramente su longitud.

En el año de 1855, se otorgan una concesión a los Hermanos Masso, para la construcción del Ferrocarril Interoceánico Veracruz-México-Acapulco, misma que no llegó a realizarse, aunque se construyeron 6 kilómetros de vía, de Tlatelolco a La Villa de Guadalupe, los cuales se inauguraron el 4 de Julio de 1857, llevándose a cabo el primer recorrido de un tren sobre rieles en la Ciudad de México, habiendo sido empleada la locomotora bautizada con el nombre de "Guadalupe".

En el año de 1868, se lleva a cabo la apertura de 139 kilómetros, desde la Ciudad de México a Apizaco, Tlax., por lo que para 1872 se completa la línea México-Veracruz, con una longitud de 470.75 kilómetros y se inicia la construcción de la Terminal de Buenavista a fines del mismo año. Aunque la explotación comercial en forma principia el 23 de Enero de 1873, debido a que algunas obras complementarias, principalmente en las cumbres de maltrata, aun no se encontraban culminadas.

El Sistema Ferroviario alcanzó una notable importancia al tener concluida la vía México-Veracruz por Orizaba, misma que debido a las dificultades del terreno, sobre todo en las cumbres de maltrata, se hizo necesario del uso de los mejores diseños de ingeniería, a fin de salvar una altura de 1,178 metros, a lo largo de la línea y su ramal de Apizaco a Puebla, mediante la construcción de 10 viaductos, 148 puentes y 348

alcantarillas, así como la perforación de 15 túneles con una longitud total de 896.73 metros, se edificaron 30 estaciones, mismas que fueron incrementándose en número, en función del tráfico de carga y pasajeros.

Las técnicas de construcción de las vías, fueron acordes con la época, con riel de bajo calibre (50 a 65 lb/yd), unida por el sistema clásico de planchuela y clavada en durmiente de madera sin tratar.

A partir de 1877, se inicia una verdadera época de construcción para ferrocarriles, encontrándose en la Presidencia de la República el General Porfirio Díaz, lo cual significó una gigantesca transformación, que puede ser advertida en algunos de sus más relucientes logros, tal es el caso de la línea del Ferrocarril Central Mexicano, inaugurado el 18 de Marzo de 1884, con una longitud de 1,917 kilómetros, partiendo desde la Ciudad de México hasta la de Juárez, en la Frontera con los Estados Unidos, misma que permitiría enlazar la Capital de la República con los Ferrocarriles Estadounidenses.

Para 1906, se esperaba que en cualquier momento se fusionará el Ferrocarril Central y Nacional, los cuales significaban la columna vertebral de nuestro Sistema Ferroviario, aunque ambas empresas funcionaban correctamente, la fuerza económica y política que desempeñaba el Sistema Ferroviario en la vida del País, culminó al Gobierno de Porfirio Díaz a promover la unión de estas dos corporaciones, bajo iniciativa Presidencial presentada a fines de 1906 y aprobada por el Congreso de la Unión, mediante ley expedida el 26 de Diciembre del mismo año, estableciendo que se otorgan todas las facultades al Gobierno, para la administración y operación de la Empresa Ferrocarriles Nacionales, con la condición de tener un número aceptable de accionistas y que la operación, y la emisión de títulos de deuda pública, no significaran desembolso alguno a cargo del erario nacional.

La contribución del Consorcio Ferrocarril Central Mexicano, fue de 4,478 kilómetros y por parte del Ferrocarril Nacional de 2,203, sumando un total para Ferrocarriles Nacionales de México de 6,681 kilómetros, con las siguientes rutas:

Ferrocarril Central Mexicano: México-Ciudad Juárez, Monterrey-Tampico, México-Balsas, Irapuato-Guadalajara, Chicalote-Tampico por

San Luis Potosí, Guadalajara-Ameca, Guadalajara-Manzanillo, Buenavista-Santiago, Silao-Marfil, De la Compañía Metalúrgica a San Luis Potosí, de Yurécuaro a Los Reyes y de Tula a Pachuca

Por su parte, el Ferrocarril Nacional: México-Nuevo Laredo, Monterrey-Matamoros, Acambaro-Uruapan, F.C. de Circunvalación y México-Acambaro por Toluca.

Para 1908, una vez realizada la fusión, Ferrocarriles Nacionales de México se constituyó como una Empresa Pública descentralizada, con patrimonio y personalidad jurídica, creada para administrar y operar el servicio de Transporte Ferroviario. Cabe hacer notar, que durante el periodo de 1880 y hasta 1910, ciertamente se construyeron 18,450 kilómetros de vías ferreas, entre los distintos sistemas tanto de concesión federal como local, sin embargo, apenas 6 años después en 1917, más de la mitad del equipo rodante había quedado destruido, una enorme cantidad de estaciones habían desaparecido; fue necesario reponer alrededor del 60% de los durmientes, 20 % del riel y el 40% de los puentes se encontraban prácticamente inservibles, no obstante lo anterior y a pesar de las convulsiones políticas que agitaban el país (revolución), la Empresa Ferrocarriles Nacionales absorbe al Ferrocarril Nacional Mexicano, Mexicano del Sur, Interoceánico, Panamericano Veracruz-Itzama y Nacional de Tehuantepec. Por lo que a partir de 1930, la Red Nacional Férrea se estableció en aproximadamente 23,000 kilómetros, cifra que se ha incrementado y disminuido a través de los últimos 64 años, según se han construido y levantado líneas, y ramales inoperantes. El 13 de Junio de 1937, por causa de utilidad pública, el C. Presidente Lázaro Cárdenas, decretó la Nacionalización total del Gran Sistema Ferroviario Nacional, del que hasta entonces el Gobierno poseía el 51% de las acciones, iniciándose prácticamente en ese periodo, la construcción de dos grandes obras: El Ferrocarril de Sonora a Baja California y el Ferrocarril del Sureste

Así, para el 1º de Mayo de 1938, los trabajadores ferrocarrileros se hicieron cargo del manejo de la Empresa. La gestión obrera fue una etapa accidentada y difícil, a los tradicionales problemas de las líneas ferreas, deterioro de los equipos e instalaciones, dificultades financieras y administrativas, y a la falta de integración cabal del sistema, se agregaron la inexperiencia de los trabajadores en el manejo de una Empresa de tal magnitud y los factores adversos causados por la devaluación del peso.

Propiciando, que para 1940 ante esta situación, se creara el Organismo descentralizado Ferrocarriles Nacionales de México, volviendo a ser Administrada por el Gobierno, situación que perdura hasta nuestros días. Por lo que, para el 11 de Diciembre de 1948, se dictó la Ley Orgánica de los Ferrocarriles Nacionales de México, declarándolo como un Organismo Público descentralizado con patrimonio y personalidad jurídica propia.

Al construirse originalmente las líneas férreas, se adoptó esencialmente el escantillón de vía angosta de 0.915 mts., sustituido posteriormente por el actual de vía ancha de 1.435 mts., asimismo, se contaba con puentes de distintas capacidades de carga, debido a que no se tenía un criterio definido para su diseño, lo que dio como resultado que la capacidad de los puentes fuera muy heterogénea, con cargas cooper desde E-30 hasta E-60, siendo hasta la década de los setentas, cuando se estableció como norma de construcción la carga de diseño cooper E-72, suficiente para locomotoras de 72,000 lbs. de peso en cada de uno de los ejes motrices, y a fines de la década de los ochentas, la carga de diseño fue la cooper E-80.

Una de las modificaciones tecnológicas más notables en la operación de los ferrocarriles y que más incidió en los aumentos de la productividad, fue la sustitución de las locomotoras de vapor por las diesel eléctricas. Los Ferrocarriles Nacionales iniciaron este proceso en 1945 y lograron su total renovación en 1967. Asimismo a finales de los años sesentas se inició la modificación y sustitución de vía clásica (emplanchuelada, durmiente de madera y clavada), por la vía con riel soldado, a fin de reducir el traqueteo en las planchuelas, dañino para el equipo rodante y la vida del riel. Más recientemente, se empezó a utilizar el sistema de vía elástica apoyado en durmientes de concreto, incorporando una placa de neopreno bajo el riel, procediendo asimismo a mecanizar los trabajos de rehabilitación mediante el uso de equipo especializado.

La década de los ochentas, ha significado un periodo preponderante en la modernización del Sistema Ferroviario Nacional, gracias al incremento del presupuesto federal, se inician las grandes obras con el uso de las técnicas más recientes, a fin de implementar una tecnología de punta acorde con las necesidades actuales. Como ejemplo, podemos citar la construcción de la doble vía electrificada México-Querétaro, bajo un proyecto con las características de las vías más modernas del mundo,

grados de curvatura muy suaves, pendientes mínimas, velocidades de aproximadamente 100 kms/hr., con la aplicación de maquinas eléctricas y con suministro de energía mediante catenaria de 25,000 Volts., sistemas de comunicación y señalamiento vía fibra óptica, y con el uso de sistemas de computo, aunado a esto la aplicación de la ingeniería más avanzada en la construcción de viaductos, puentes, alcantarillas, túneles, estabilización de cortes, etc. Otra obra importante, es la ampliación a la Terminal Valle de México, siendo esta la Terminal más importante del Sistemas Ferroviario Nacional, tanto por su ubicación estratégica como por su operación, además de la conservación y rehabilitación constante que tienen las líneas, la construcción de grandes desvíos y/o acortamientos.

Por lo que respecta al ámbito administrativo, se realiza la integración de los cinco consorcios ferroviarios el 7 de Noviembre de 1986, siendo Presidente el C. Lic. Miguel De La Madrid Hurtado, quien bajo decreto presidencial declara la fusión de cinco Empresas Ferroviarias que existían hasta entonces: Ferrocarriles Nacionales de México, Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarriles Unidos del Sureste, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico y Ferrocarril Sonora-Baja California, en un solo Organismo para unificar su operación administrativa y financiera, denominado Ferrocarriles Nacionales de México, liberándolos de sus deudas, mismas que fueron adquiridas por el Gobierno, a fin de iniciar la fusión del Nuevo Organismo con números negros.

Lo anterior, no supone la creación de un monstruo ingobernable, concretamente su unión permitiría desconcentrar los servicios adecuadamente y con eficacia. A esta integración, correspondería simultáneamente la creación de cinco grandes regiones ferrocarrileras: La Norte con sede en Chihuahua; la Noreste en Monterrey; la Pacífico en Guadalajara; la Centro en Querétaro y la Sureste en Veracruz. Cada una de ellas operando con alrededor de 4,500 kilómetros de vías, con un centro medular, con sede en la Ciudad de México, denominado Centro Administrativo, en el cual únicamente se llevaría a cabo la planeación, supervisión de programas y el control de la ejecución de estos, coordinando las grandes obras de importancia nacional y las acciones generales para todo el sistema.

Como es sabido, el primer periodo constructivo de líneas férreas, estuvo financiado por capital extranjero a base de concesiones especiales

del Gobierno, concluyéndose esto en el año de 1903, posteriormente, se realizó en forma bipartita con la posesión del 51% de las acciones en favor del Gobierno, sin embargo en la actualidad, el financiamiento se consigue por parte del Gobierno Federal y la construcción se encomienda en su totalidad al mismo Organismo (Ferrocarriles).

Así pues, a lo largo de la historia Ferrocarriles ha desempeñado un papel preponderante en el funcionamiento y desarrollo de la economía mexicana, en la movilización de la población, así como en el proceso de urbanización y distribución del desenvolvimiento industrial del país, siendo que prácticamente con la misma infraestructura básica de principios de siglo, fueron transformándose progresivamente mediante la modernización de las vías, utilizando riel de alto calibre, soldado continuo, sujeción elástica y sobre durmiente de concreto.

En la actualidad, el transporte ferroviario, más que un sector propiamente dicho, constituye un instrumento de enlace entre todas las actividades, ya que no existe sector económico que no dependa del desplazamiento de mercancías o personas, y casi no hay aspecto de la vida social, cultural y política de los pueblos, que no se relacione directa o indirectamente con este fenómeno, y las instalaciones, equipo, materiales y recursos humanos que lo hacen posible .

CAPITULO II

FACTORES QUE JUSTIFICAN LA OBRA

CAPITULO II

2.- FACTORES QUE JUSTIFICAN LA OBRA

2.1.- ASPECTOS GENERALES

Con frecuencia se dice que la infraestructura ferroviaria actual es prácticamente la misma que había en México a principios de este siglo, sin embargo, es necesario aclarar que la cantidad de vías férreas construidas en las últimas décadas, han sustituido a las líneas y ramales improductivos que se han levantado en distintas épocas, asimismo, los ferrocarriles actuales son radicalmente diferentes a los que había en tiempos de la revolución, los volúmenes de carga que se transportan hoy en día, son mediante trenes de mucho mayor peso y longitud con respecto a los existentes hace medio siglo. Paulatinamente las vías se están modernizando mediante la sujeción elástica, riel soldado continuo de alto calibre y durmiente de concreto, así como en algunas líneas se ha instalado un sistema de control de tráfico centralizado (CTC). Asentando sobre bases firmes, que gracias a que la infraestructura ha sido aprovechada en forma creciente, el transporte ferroviario desempeña un papel primordial en el funcionamiento y desarrollo de la economía del país.

Cabe resaltar, qué por las vías férreas se transporta el 25% del consumo nacional del maíz, el 63% del trigo, el 48% del frijol, el 50% del sorgo y el 48% del arroz, también se transporta el 100% de los insumos de la industria siderúrgica, el 32% de los productos terminados de acero, el 100% de los productos minerales e inorgánicos de exportación, además de canalizar el 18% del combustóleo que utiliza la Comisión Federal de Electricidad para las plantas termoeléctricas, el 55% de la producción nacional de azúcar, el 33% de la demanda interna del cemento, el 60% de los fertilizantes que se emplean en el país y el 36% de la demanda de celulosa.

Sin embargo, la red TRONCAL del sistema ferroviario, comprende 9,800 Kms. que representan el 39.1% de la red total, con un movimiento del 88% del tráfico global, del cual en la actualidad 8 líneas: México-Laredo, Guadalajara-Nogales, Manzanillo - Guadalajara - Irapuato, Torreón - Monterrey, México-Cd.Juárez, México-Veracruz, Veracruz-Tierra Blanca y Tierra Blanca-Coatzacoalcos, concentran el 74.5% del total del Tráfico Ferroviario Nacional expresado en toneladas kilómetro netas, sobresaliendo el corredor ferroviario Manzanillo - Colima - Guadalajara - Irapuato -Aguaascalientes - Saltillo - Monterrey, en virtud de que une a uno de los puertos más importantes del país con los grandes centros productivos del norte de la República Mexicana.

La importancia del corredor antes citado, radica directamente en que a pocos kilómetros del puerto de Manzanillo se encuentra la mina de Peña Colorada, de la cual se extrae mineral de hierro que es transportado por medio de góndolas ferroviarias a las siderúrgicas que se encuentran en los estados de Nuevo León y Coahuila, para ser procesados hasta convertir el mineral de hierro en acero y posteriormente en productos metálicos terminados.

El sistema de transporte del mineral de hierro para su procesamiento, manufactura y distribución es de vital importancia para el país, ya que de ello depende en gran parte el abasto regular y suficiente de este importante producto, y sus derivados dentro del mercado nacional, lo cual es primordial dentro de la Economía Mexicana.

Evidentemente, lo anterior muestra la importancia económica del ferrocarril, por lo que, para estar en condiciones de corresponder a las necesidades impuestas por el desarrollo de nuestro país, resulta imprescindible el fortalecimiento del sistema ferroviario dentro del contexto del transporte nacional, para lo cual, se deberá de enfatizar en dos aspectos, el operativo y el de infraestructura, y dentro de este último, la conservación, construcción de nuevas vías, rectificaciones, desvíos, acortamientos, enlaces, libramientos, etc., en las líneas existentes, así como la planeación y construcción de nuevos patios, y terminales de carga, de tal forma que quede debidamente estructurado en los demás modos de transporte.

Así pues, a fin de estar a la altura de las necesidades actuales de transporte enmarcadas por el desarrollo económico del país, surge la preocupación del Equipo Técnico de Ferrocarriles Nacionales de México por brindar una infraestructura adecuada, mediante la aplicación de tecnologías de punta que permitan la corrección de características geométricas (grados de curvatura y pendientes), en numerosos tramos que implican limitaciones en las velocidades de operación de los trenes y que por ende, no responden a las exigencias impuestas por las magnitudes de los volúmenes de tráfico, así como a los requerimientos del moderno equipo de transporte con que se cuenta en el sistema.

Con fundamento en lo anterior, surgió la iniciativa de mostrar mediante el presente trabajo, un ejemplo palpable de una modificación a la infraestructura férrea, la cual por si sola representa una obra de mediana magnitud, pero al integrarla al sistema operacional, repercute en una serie de beneficios substanciales, los cuales serán analizado en el presente capítulo.

2.2.- ASPECTOS TOPOGRÁFICOS.

El Sistema Ferroviario Nacional se encuentra integrado por vías troncales y secundarias ó ramales, las primeras como su nombre lo indica, captan el mayor volumen tanto de tráfico de carga como transporte de pasajeros a lo largo del Territorio de la República Mexicana, uniendo los centros urbanos más importantes y propiciando entre ellos un intercambio comercial intenso de bienes y servicios. El conocimiento detallado de los flujos, así como la cantidad y calidad de los materiales transportados por estas líneas, permite señalar en cuales o en que partes de ellas se requiere de un mejoramiento de infraestructura o de operación.

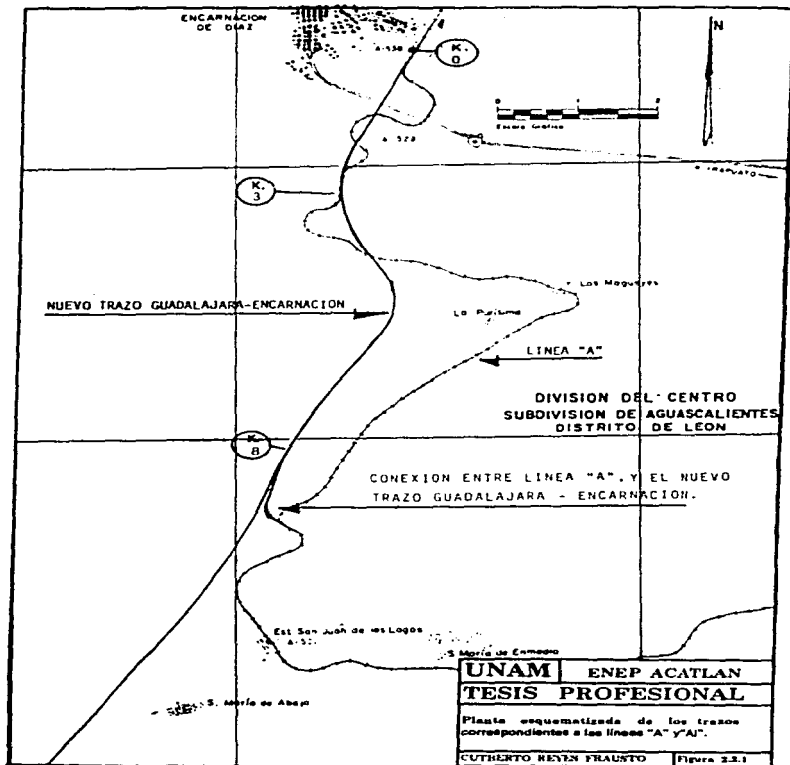
Así pues, una de las primeras vías construidas en la República Mexicana, fue la línea "A" correspondiente al Ferrocarril Central de los Nacionales de México, la cual como su nombre lo indica cruza el territorio mexicano por la parte media, enlazando la Ciudad de México con la de Juárez, Chih., mediante un trazo también diseñado, que con toda razón en su momento fue motivo de orgullo para sus constructores. Sin embargo, los aciertos logrados, después fueron insuficientes para soportar la presión del tráfico intenso de los últimos años, lo cual dañó seriamente la obra.

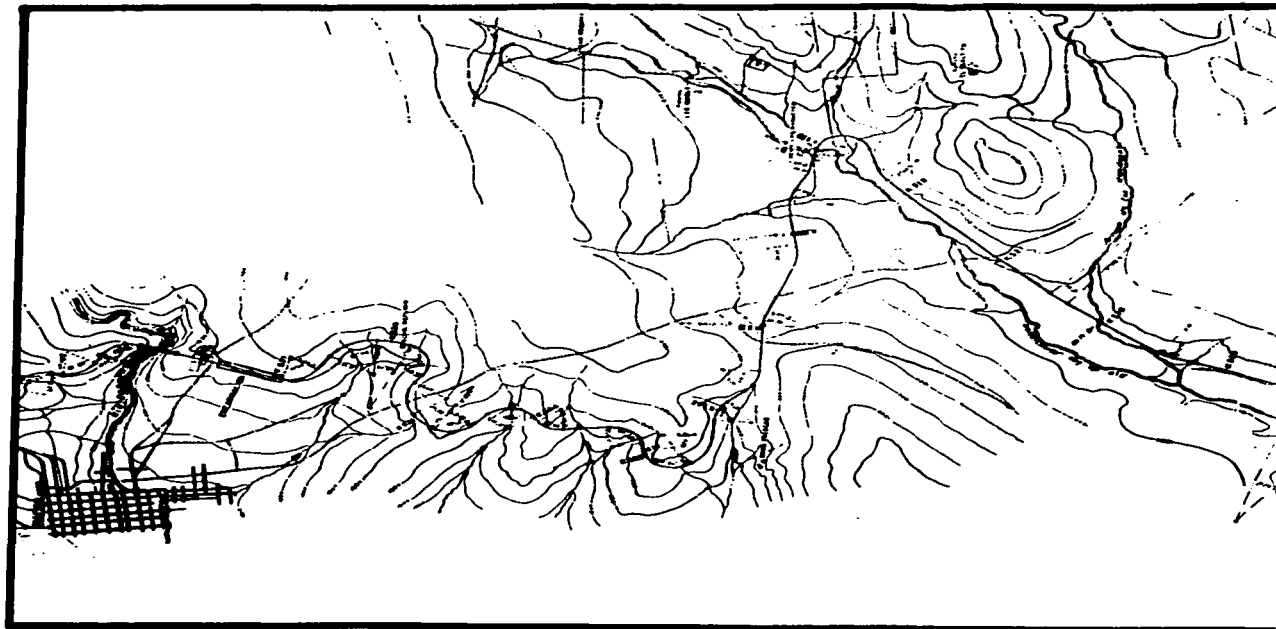
Con esta base, a lo largo de esta línea se han efectuado modificaciones parciales que permitan adecuarla a las necesidades actuales. Asimismo, se ha iniciado en la década de los 80's la construcción de grandes proyectos que permitan complementar el Sistema Férreo Nacional, como respuesta a la demanda de un transporte eficiente. Tal es el caso, de la nueva línea Guadalajara-Encarnación (la cual formará parte integral del corredor ferroviario Guadalajara-Monterrey), con una longitud de 200 kilómetros, pendientes máximas de 1% y de curvatura máxima de 1°30', enlazando la Red Férrea del Pacífico con la del Noreste de la República, incrementando substancialmente la importancia en cuanto a tráfico se refiera de la línea "A".

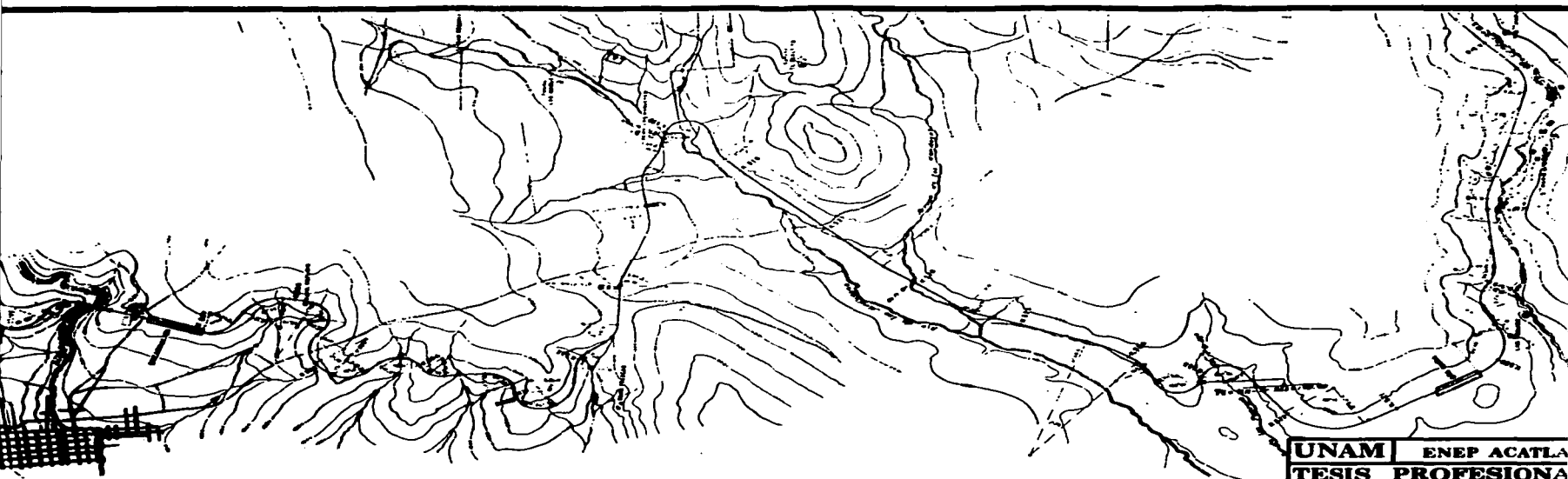
El citado trazo contempla la unión de dos líneas: la "I" con origen en Irapuato, Gto., y destino en Manzanillo, Col., y la "A" con origen en la Ciudad de México y destino en Ciudad Juárez, Chih., su desarrollo de 200 kms., es totalmente nuevo, desde El Castillo, Jal., km. I-235+000 ; km. 200+000 de proyecto, hasta Encarnación de Díaz, Jal., km. A-538+000; km. 0+000 de proyecto, tocando los centros urbanos de: Zapotlanejo, Jal.; Tepatlán, Jal.; Plan de Guadalupe, Jal.; y Jalostotitlán, Jal., sin embargo, en sus primeros 9 kms., la cercanía relativa entre ambos trazos permite la corrección geométrica de la línea "A", entre las Estaciones de San Juan de los Lagos, Jal., km A-520+500 y Encarnación de Díaz, Jal., km. A-538+000, mediante la construcción de un pequeño enlace, el cual permitirá el tráfico de trenes aprovechando la nueva infraestructura y dejando fuera de operación la existente de la troncal "A".

Sin embargo, para definir la ubicación y características de la conexión, objeto del presente trabajo, resulta imprescindible el conocimiento pleno de ambos trazos, a fin de conjugarlos bajo un esquema de máximo aprovechamiento de los recursos con que se cuenta, auspiciando un servicio de transporte eficaz.

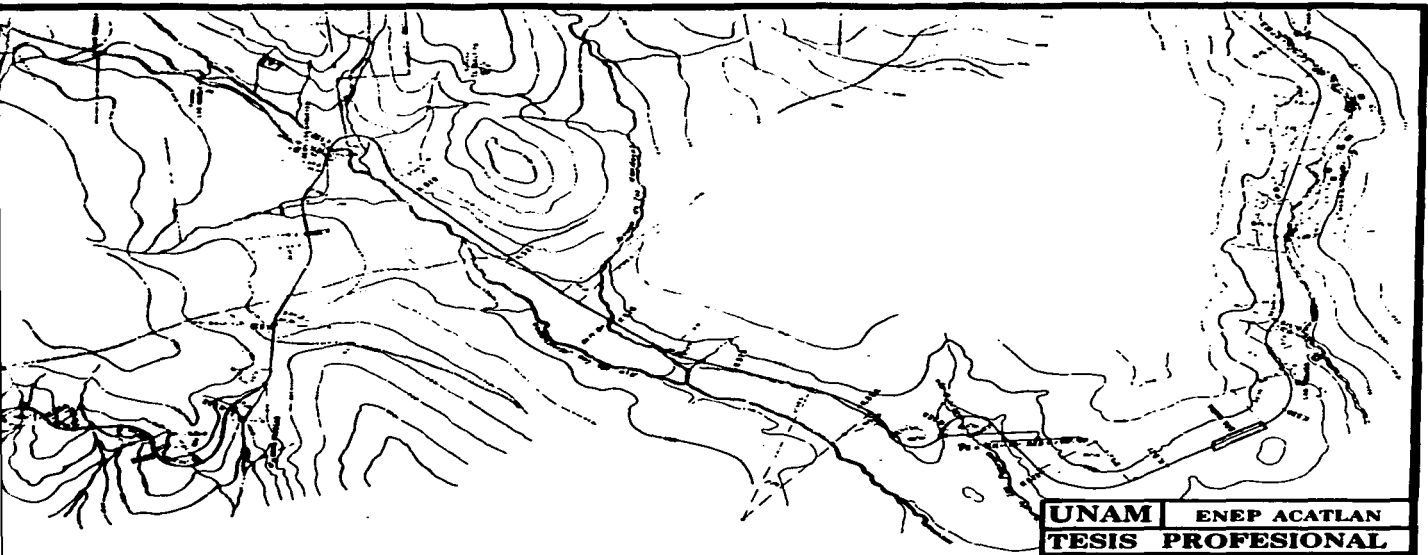
Con esta base se inicia en gabinete la determinación de las posibles alternativas, mediante el soporte de los planos de proyecto definitivo de cada línea, los cuales proveerán los elementos geométricos, mismos que como primer paso se requieren para configurar en planta la posición real de vías, permitiendo visualizar ampliamente las opciones de enlace y/o conexión. (ver fig.2.2.1 y plantas de trazos). Posteriormente con el auxilio de la información proporcionada por las cartas topográficas de CETENAL (actualmente INEGI), se determinan los obstáculos a librar, puntos obligados, etc., depurando substancialmente la gama de opciones previamente establecidas, dando acceso a una definición de anteproyecto, mismo que será complementado, rectificado y/o ratificado en función de los resultados obtenidos mediante el RECONOCIMIENTO DE CAMPO.



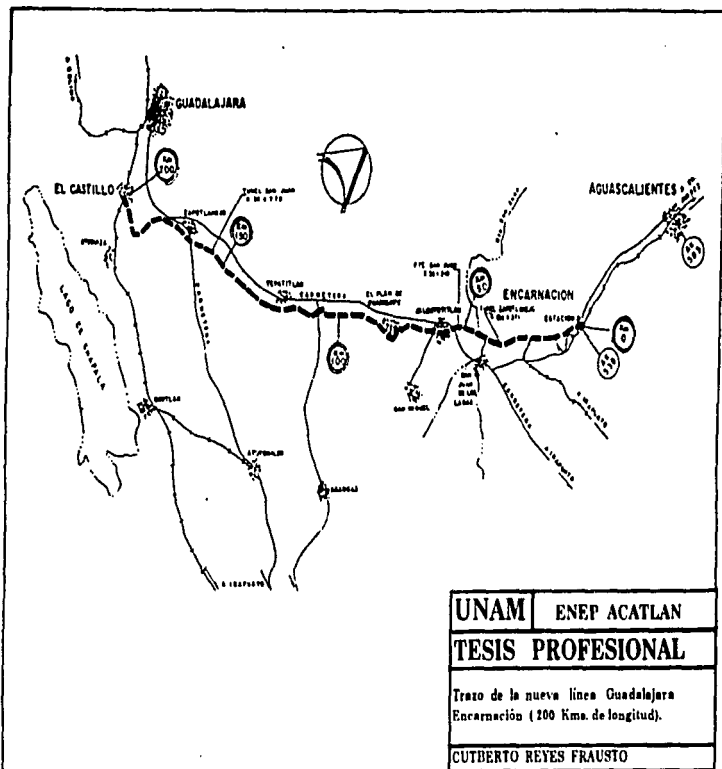




UNAM | **ENEP ACATLAN**
TESIS PROFESIONAL
Planta correspondiente al trazo original de la línea
"A" entre las estaciones de Sta. María (actual-
mente San Juan de los Lagos) Km. A-521 y
Encarnación de Díaz. Km. A-525.
CUTBERTO REYES FRAUSTO



UNAM | **ENEP ACATLAN**
TESIS PROFESIONAL
Planta correspondiente al trazo original de la línea
"A" entre las estaciones de Sta. María (actual-
mente San Juan de los Lagos) Km. A-521 y
Encarnación de Díaz. Km. A-539.
CUTBERTO REYES FRAUSTO



UNAM ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

Trazo de la nueva línea Guadalajara
Encarnación (200 Kms. de longitud).

CUTBERTO REYES FRAUSTO

RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Consiste en el recorrido físico y el levantamiento aproximado de la zona donde probablemente se alojará la línea, complementado con el dibujo de croquis e informe escrito correspondiente.

A decir verdad, el trabajo de localización comenzó desde el establecimiento de los puntos origen y destino, y que una vez definidos, como paso subsecuente se procede a determinar los puntos obligados intermedios, dependiendo obviamente de los accidentes topográficos y buscando el mejor acomodo posible en el terreno, condicionado esto por las pendientes permisibles, alineamiento, economía del trazo, etc.

No obstante el procedimiento empleado para determinar la mejor opción, es recomendable que la ejecución de los trabajos se encuentren a cargo un ingeniero experimentado, puesto que de un buen reconocimiento depende la solución de los problemas que pudieran presentarse tanto en la construcción como en la conservación futura de la obra.

De lo anteriormente expuesto, se concluye que el reconocimiento es una etapa primordial en un proyecto ferroviario, pues de él se obtienen los datos que posteriormente servirán para el trazo de nuestra línea, es decir, durante el reconocimiento se efectúa la inspección de la zona a fin de identificar los puntos obligados por donde se deba de pasar, considerando para tal efecto los aspectos de carácter técnico, político o social.

a).- ASPECTO TÉCNICO.

Este aspecto comprende el paso de puentes, talwegs, cruce de ríos en su parte más ventajosa, etc., aplicando para ello el criterio más conveniente que permita cruzar estos puntos con la menor dificultad posible.

Al hacer referencia a los puentes, vemos que son puntos que comunican un valle con otro, pues siendo puntos bajos

rodeados de montaña, permiten el paso ahorrando al máximo su longitud y consecuentemente el costo de construcción.

Para el paso de talwegs se procura que el terreno sea definido y resistente a fin de evitar deslaves con las grandes avenidas.

En el cruce de los ríos se deberá de conocer el nivel máximo de corriente de agua extraordinaria, así como la velocidad promedio de la misma.

Al efectuar el reconocimiento no se deben de exceder las condiciones específicas como son: grado máximo de curvatura y pendiente gobernadora, que sirven para proporcionar comodidad y seguridad al tráfico de trenes.

b).- ASPECTO POLÍTICO.

En este aspecto se contempla la permuta ideológica y cultural que trae consigo una vía de comunicación, es decir, que al permitir el contacto entre individuos de diversas regiones y países a través de un medio de transporte, se auspicia el intercambio de idiosincrasias, propiciando una integración social y un mejor nivel de vida a los habitantes de la región.

c).- ASPECTO ECONÓMICO.

Una vez determinados los puntos de enlace, se podrían seguir varias rutas, pero resulta claro que se deben de seguir las que más convengan tanto para unir los centros de producción favorables y que tengan un intercambio comercial considerable con otras poblaciones, debiendo también tener presente la cantidad y características de los productos a transportar, así como las necesidades existentes tanto de insumos como de productos terminados en estos lugares, ponderando así la ubicación de la línea férrea a construir.

Como se mencionó anteriormente, tanto la localización, el proyecto y la construcción son el producto de la experiencia de

individuos y organizaciones especializadas, debido a que no es una ciencia exacta en la cual los problemas se resuelven mediante fórmulas dadas, por lo que tampoco se puede decir que para cada caso exista una única solución, basado esto en que las consideraciones a tomar dependen de distintos puntos de vista (Topográficos, Sociales, Económicos, etc.), mismos que pueden dar espacio a diferentes soluciones.

Una brigada de reconocimiento regularmente consta de:

Un jefe de brigada
Un localizador trazador.
Un nivelador.
Un seccionador-dibujante.
Dos cadeneros.
Dos estadaleros.
Dos peones.
Y el personal auxiliar necesario (brecheros, choferes, etc.).

El equipo empleado en estos casos en términos generales es:

ALTÍMETRO.- Es un aparato indispensable el cual sirve para medir la elevación correcta respecto al nivel del mar, su precisión fluctúa entre 2 y 20 mts. dependiendo de la calidad del aparato y del cuidado que se tenga al usarlo, debiendo de corregirse por temperatura, humedad etc., y compararse con bancos de nivel comprobados (como en Estaciones, Poblados de importancia, etc.). Para obtener datos de mayor precisión es recomendable dos o más mediciones en diversas condiciones climáticas.

BRÚJULA DE BOLSILLO TIPO BRUNTON.- Es recomendable su uso a fin de orientar magnéticamente el trazo, permitiendo una aproximación de 1 grado, pudiendo ser incrementada su precisión en función de las veces en que se vise,

es decir cada lado dos veces, o sea hacia adelante y hacia atrás promediando las lecturas, esto ayuda también a evitar las atracciones locales que afectan al magnetismo.

La brújula puede ser usada sobre un tripode o bastón, o "a mano" empleando el espejo y las miras. Es común medir (toscamente) una base y con brújula crear una cadena de triángulos en la dirección de la ruta, esto regularmente cuando el terreno carece de vegetación y es semi-plano, con aislados cerros lo cual permite marcar el rumbo de una gran tangente entre los vértices extremos de la cadena

NIVEL DE MANO.- Consiste en un tubo de sección cuadrada de aproximadamente 15 cm. de longitud, sin lente y con un pequeño nivel cuya burbuja puede verse en el interior del tubo a través de un espejo o prisma que ocupa la mitad de este, mientras que por la otra mitad se ve al exterior para dirigir la visual mediante un pequeño alambre que atraviesa el tubo. Es aplicado para la obtención de visuales horizontales, sosteniéndolo con la mano, y que previo conocimiento de la altura del ojo del observador, se deberá calcular la lectura del estadal para que, a la longitud de la cinta, se determine si sube o baja este en función de la pendiente que se busca.

CLISIMETRO.- Es un aparato similar al nivel de mano, con la condicionante de que éste en la parte superior contiene un círculo graduado en el cual se marca el ángulo o la pendiente requerida, y así al centrar la burbuja se obtendrá una visual con la pendiente establecida, para su uso no se requiere de medir las distancias, simplemente se deberá de marcar en el estadal la altura de ojo del observador o en una baliza atar un lienzo a la misma altura.

Su aplicación se orienta a zonas de lomerío y montaña, donde el trazo de la vía debe vencer grandes desniveles, su precisión es de 10 minutos, lo cual permite calcular desniveles con errores no mayores de 1 a 2 mts. por kilómetro, con visuales entre 100 y 200 mts. de equidistancia entre vértices, es decir que en la marcación de pendientes con clisímetro produce errores no mayores de 0.15 % lo cual es admisible para un estudio preliminar.

TRANSITO Y ESTADÍA.- En ocasiones y si el caso lo amerita el reconocimiento deberá de ser efectuado mediante el levantamiento con este equipo, lo cual implica que no solo se levantará la poligonal del recorrido, sino que se efectuará la topografía de una amplia faja de terreno a ambos lados del polígono.

TELEMETROS.- En el caso de terrenos de escasa vegetación se recomienda el su uso, este equipo consiste en telescopios binoculares con base estereoscópica (mediante el uso de 4 espejos), a fin de determinar distancias mediante la simple lectura de la graduación, al lograrse sobreponer o coincidir las imágenes de un mismo objeto, estos aparatos son de origen topográfico militar.

TELUROMETRO.- Consta de un transmisor que emite microondas de radio captadas por un aparato receptor, el cual rebota la onda al transmisor, ajustando este último la señal y midiendo el tiempo de viaje (aproximando al millonésimo de segundo), y tras una serie de observaciones (10) el tiempo promedio, es la base del cálculo de la distancia, con una precisión de 1:300,000, es decir de 5 a 6 veces más precisa que una medida ordinaria con cinta de acero.

Estas medidas (inclinadas) se reducen a la horizontal, mediante el ángulo vertical medido con

10 segundos de aproximación. La precisión (tanto de distancia como ángulo vertical), permite obtener desniveles con una aproximación superior a la del método tradicional con el uso de nivel y estadal.

Su uso se orienta para medidas de entre medio kilómetro y 25 kilómetros.

GEODIMETRO.- Este aparato emite una onda luminosa, la cual se refleja en una subestación receptora con una capacidad de medición de entre 1 y 2 kms durante el día, y de 10 a 15 mediante el uso de luces nocturnas.

Un procedimiento más vanguardista suele ser el de la aplicación de la **fotogrametría**, la cual mediante un adecuado mosaico fotogramétrico y una correcta restitución, provee los elementos necesarios para la elaboración de un anteproyecto con un alto grado de confiabilidad.

En la actualidad la aplicación y uso de tránsito electrónicos, dotados de distanciómetros y libretas electrónica agilizan grandemente los trabajos, debido a que en muy corto tiempo, con el apoyo del software (paquetes de computo) y hardware (estación de trabajo, computadora personal, plotter y/o impresoras láser), se sustituyen las técnicas tradicionales tanto en campo, como en gabinete.

2.3 PROYECTO GEOMÉTRICO

Básicamente el PROYECTO GEOMÉTRICO FÉRREO contempla el uso de tangentes y curvas (circulares simples, compuestas y espirales), en diversas combinaciones a fin de establecer un trazo horizontal y, de niveles, pendientes y curvas parabólicas, conformando así mediante su unión el perfil en el plano vertical.

La conjugación de los elementos antes descritos en los planos horizontal y vertical, dan como resultado la configuración real de la vía por construir. Así mismo, cabe resaltar que su diseño en principio coincide con el de una carretera, sin embargo, por las diferencias en sus sistemas y equipos que transitan sobre las mismas, auspician la modificación y/o adición de sus especificaciones, las cuales serán consideradas más adelante.

Como primer punto, se debe de determinar la importancia o clasificación de la vía, es decir según el tráfico y tonelaje transportado anualmente, estas se clasifican en A, B y C (PRIMERO, SEGUNDO Y TERCER ORDEN), lo cual implica, calibre de riel, tipo de sujeción y durmiente, así como las cargas límite, gálibos horizontales y verticales, y por ende, determinación de equipo y velocidad de operación sobre la línea, todo esto como factores determinantes para la aplicación de normatividad y especificaciones GEOMÉTRICAS Y DE CONSTRUCCIÓN.

Para el caso que nos ocupa, la línea " MEXICO - CD. JUAREZ ", su clasificación es de tipo " A ", es decir de PRIMERO ORDEN, por lo que su velocidad de operación fluctúa entre 75 y 100 Km/Hr., en terreno plano y de 60 a 80 Km/Hr., en lomerío, para trenes de carga y pasajeros respectivamente, además de contar con vía elástica, durmiente de concreto y riel de 115 lb/yd., soldado continuo.

En el inciso 2.2, se menciona que el tramo a analizar, es entre los Kms. A- 520+500 y A-538+000, sobre la actual línea México - CD. Juárez, y del Km. 0+000 al 9+000 de la nueva línea Guadalajara - Encarnación, lo

cual permitirá mediante su unión una substancial corrección geométrica, al aprovechar la nueva infraestructura con únicamente cinco curvas de un grado ($G= 1^\circ$) y dejando fuera de operación diecinueve que fluctúan entre dos y seis grados de curvatura.

Como resultado de los trabajos de campo y gabinete, se determino que la mejor ubicación para el Punto de Enlace (PE) sobre la línea " A ", se encuentra en el Km. A- 523+140.90, equivalente al fin de la tangente o PC de la curva No. TRES, (ver fig. 2.3.1). Cabe hacer mención, que la experiencia del personal encargado de estos proyectos, recomienda la conexión de vías en tangente e inclusive, el reglamento de vía de Ferrocarriles Nacionales de México así lo establece, contemplando en casos muy especiales la conexión en curva, lo cual implica modificaciones a las dimensiones de los elementos del cambio y a los datos geométricos del mismo.

Así mismo, el Punto Inicial del proyecto, se determino en el Km. 8+460.00 de la línea Guadalajara - Encarnación (que en lo sucesivo denominaremos " LÍNEA AI "), considerada como vía de primer orden " A " o principal, requiriendo para tal efecto, por REGLAMENTO, de los elementos geométricos de conexión, correspondientes a un CAMBIO DEL No. 10. Como se aprecia en la figura 2.3.2, esta obra requiere exclusivamente de un solo cambio, debido a que el Punto Enlace funcionara como la prolongación de la vía México-CD. Juárez, quedando sin operación el actual tramo hasta Encarnación de Díaz, Jal.

Con fines prácticos y debido a que se requiere de una tangente larga para apoyo topográfico, se determino iniciar el trazo definitivo en el Km. AI - 8+460 y continuar con el kilometraje hasta el punto final, solo durante su construcción, por lo que una vez entrando en operación, esto debe de ser a la inversa, ya que el origen kilométrico de la línea "A" es la Cd. de México.

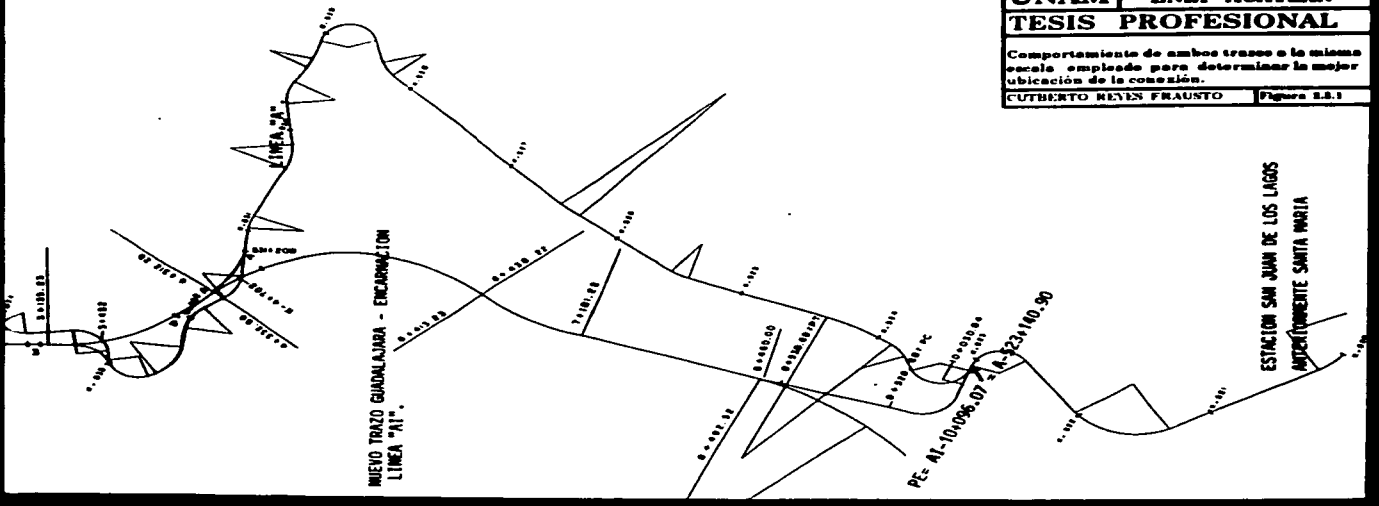
Los primeros datos geométricos de trazo son:

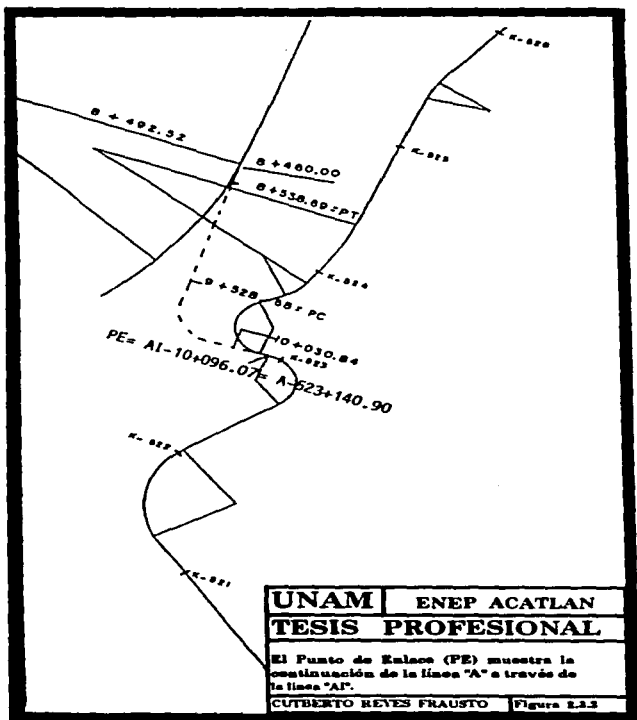
$$\begin{array}{lll} G = 4^\circ 00' & LC = 28.67 \text{ m.} & \\ \Delta = 5^\circ 44' & ST = 14.35 \text{ m.} & R = 286.537 \end{array}$$

UNAM | **ENEP ACATLAN**
TESIS PROFESIONAL

Comportamiento de ambos trases a la misma escala empleada para determinar la mejor ubicación de la conexión.

CUTBERTO REYES FRAUSTO | Figura 2.2.1





Correspondientes a un cambio N° 10 (REGLAMENTO DE VIA FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO) y se inicia con una curva en nuestro caso, izquierda, una tangente intermedia de 21.35 mts. y una curva derecha, ambas con los datos antes mencionados, dando como resultado, el trazo de una vía adicional con una equidistancia de entre ejes de 5.00 mts. y paralela a la existente.

Como el Rumbo Astronómico Calculado de la tangente de origen es S 21° 13' W, lógicamente es el mismo para el nuevo trazo hasta el primer Punto de Inflexión (PI), localizado a 1,297.08 metros del PT= AI-8+538.69 (correspondiente a la segunda curva trazada para el CAMBIO), con cadenamiento PI = AI-9+835.77, justo en este punto y mediante una deflexión izquierda de 86° 36', a 369.02 mts. se encuentra el Punto de Enlace, con un Rumbo Astronómico Calculado de S 65° 23' E, sobre la nueva tangente misma que coincide con el trazo de la línea México-CD. Juárez.

La Curva Circular Horizontal que permitirá la unión de las dos grandes tangentes, requiere de ser complementada por dos CURVAS ESPIRALES, con el objeto de disminuir la resistencia por curvatura, permitiendo con ello mayor comodidad en el cambio de dirección y consecuentemente mayor velocidad al paso de trenes. Estas curvas espirales ó de transición, pueden considerarse como una serie de arcos con cuerdas de la misma longitud, que aumentan gradualmente la curvatura antes de entrar a la curva simple.

En virtud de que en la línea se tendrá la necesidad de alternar trenes rápidos con lentos, el rango máximo de sobreelevación que deberá imperar es de 15.24 cm. (6"), con la finalidad de contrarrestar la fuerza centrífuga generada por efecto de la velocidad del convoy y el cambio de dirección de la vía, aunado a esto el excesivo desgaste que sufriría en un momento dado el riel exterior de la curva de no contar con esta, obviamente la sobreelevación es directamente proporcional a la velocidad y una sobreelevación alta provocaría la volcadura de un tren a una velocidad mínima.

El procedimiento de calculo aplicado para las curvas en nuestro proyecto es el siguiente:

D A T O S:

SIGMA (Σ) = 86° 36' IZQUIERDA.
GRADO DE CURVATURA (G) = 4° 00'.
KILOMETRAJE DEL PUNTO DE INFLEXIÓN
KM PI = 9+835.77
RADIO DE CURVATURA (R) = 286.537 MTS.

Para determinar los elementos de las CURVAS ESPIRALES, en Ferrocarriles Nacionales de México se cuenta con herramientas que simplifican substancialmente este trabajo, las cuales son el resultado de la experiencia acumulada a lo largo de los años y que es regida por el A.R.E.A (american railway engineering association), así mismo, se cuenta con compendios (LEFAX FILING INDEX), constituidos por la recopilación de tablas, especificaciones y normas, resultado del estudio y la experimentación de distinguidos ingenieros que han dedicado gran parte de su vida al mejoramiento de los ferrocarriles en el mundo.

De lo anterior, se desprenden las tablas en el sistema métrico decimal, elaboradas por el Ing. Perkins, las cuales simplifican la gran labor rutinaria que representa el calculo de una curva espiral y que han sido aplicadas durante mas de 40 años en los Nacionales de México, con excelentes resultados.

Con base en los anterior y como primer paso, se debe de determinar si ambas espirales serán simétricas o asimétricas, esto es en función de las condiciones topográficas del lugar, del trafico y de la velocidad.

En nuestro proyecto, se requiere de **ESPIRALES SIMÉTRICAS**, debido principalmente a que el flujo de trenes es bidireccional y a una velocidad uniforme, aunado a esto que la topografía del lugar así lo permite.

Así mismo, la base para la aplicación de las tablas de Perkins (ver tabla.2.3.1), será el conocer el grado de curvatura (G) de la curva circular, a fin de determinar la variación que se tendrá que aplicar y los elementos de la espiral.

FUNCIONES DE LAS ESPIRALES

g	D	LOG DE R.	T	g	CUERDA DE PC a PCC	COORDENADAS X	Y	
1° - 00	1.145.840	3.0581818	8.000	1° - 15	8.010	10.000	10.000	0.000
1° - 30	764.015	2.8431087	15.000	1° - 45	0.040	30.000	20.000	0.108
1° - 00	873.006	2.7382728	14.800	1° - 30	0.111	30.000	28.906	0.308
1° - 30	458.617	2.6614532	18.867	1° - 30	0.214	30.087	28.947	0.654
1° - 00	342.401	2.5821500	24.993	1° - 45	0.285	48.982	48.877	1.200
1° - 30	328.070	2.5180685	29.683	1° - 18	0.815	50.981	50.848	1.864
1° - 00	287.458	2.4585698	34.872	1° - 00	0.918	60.890	60.886	3.051
1° - 30	258.017	2.4087688	39.951	0° - 00	1.304	79.920	78.792	4.443
1° - 00	231.058	2.3637173	44.918	11° - 15	1.800	89.887	89.838	6.901
1° - 30	210.873	2.3236190	49.867	13° - 45	2.293	99.750	99.398	8.389
1° - 00	184.178	2.2842000	54.789	16° - 30	3.103	109.804	109.053	10.875
1° - 30	160.340	2.2500221	59.686	19° - 30	3.951	119.794	118.583	14.008
1° - 00	168.728	2.2271693	64.567	22° - 45	4.823	129.108	127.801	17.808

RADIOS PARA CUERDAS DE 20 METROS

g	a	LOG
0° - 30	2781.638	3.4401388
1° - 00	1148.830	3.0591581
1° - 30	783.987	2.8937048
1° - 00	672.987	2.7581448
1° - 30	458.653	2.6612473
1° - 00	308.018	2.4822018
1° - 30	277.455	2.4181517
1° - 00	346.537	2.4371807
1° - 30	254.713	2.4080515
1° - 00	229.758	2.3603207
1° - 30	208.478	2.3181060
1° - 00	191.073	2.2819950
1° - 30	178.588	2.2484713
1° - 00	163.804	2.2143219

TABLAS DE FUNCIONES Y DEFLEXIONES DE CURVAS ESPIRALES

VARIAACION DE 0° 30 MIN. CADA 10 MTS.

LONGITUD DE ESPIRAL

$$L = \frac{1}{2} \times 40 / G$$

DEFLEXIONES DE LAS ESPIRALES

TRANSITO EN	P.C. 0° 30	CC 1° 00	CC 1° 30	CC 2° 00	CC 2° 30	CC 3° 00	CC 3° 30	CC 4° 00	CC 4° 30	CC 5° 00	CC 5° 30	CC 6° 00	CC 6° 30	CC 7° 00
P.C. 0° - 30		0° 07.50	0° 16.50	0° 25.25	0° 33.50	0° 42.25	0° 50.75	0° 59.25	1° 07.75	1° 16.25	1° 24.75	1° 33.25	1° 41.75	1° 50.25
CC 1° - 00	0° 07.50		0° 15.00	0° 22.50	0° 30.00	0° 37.50	0° 45.00	0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 1° - 30	0° 28.50	0° 15.00		0° 22.50	0° 30.00	0° 37.50	0° 45.00	0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 2° - 00	0° 54.75	0° 41.50	0° 22.50		0° 30.00	0° 37.50	0° 45.00	0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 2° - 30	1° 33.50	1° 17.25	0° 36.50	0° 30.00		0° 37.50	0° 45.00	0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 3° - 00	2° 22.75	2° 03.50	1° 39.75	1° 11.50	0° 37.50		0° 45.00	0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 3° - 30	3° 21.00	3° 00.25	2° 33.50	2° 02.25	1° 26.50	0° 45.00		0° 52.50	1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 4° - 00	4° 29.75	4° 08.00	3° 37.75	3° 01.50	2° 24.75	1° 41.50	0° 52.50		1° 00.00	1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 4° - 30	5° 48.75	5° 22.25	4° 51.00	4° 15.25	3° 33.50	2° 47.75	1° 58.50	1° 00.00		1° 07.50	1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 5° - 00	7° 17.75	6° 48.75	6° 14.75	5° 38.00	4° 52.75	4° 03.50	3° 09.75	2° 15.50	1° 07.50		1° 15.00	1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 5° - 30	8° 58.75	8° 25.75	7° 48.75	7° 01.25	6° 21.00	5° 30.25	4° 33.50	3° 32.75	2° 28.50	1° 15.00		1° 22.50	1° 30.00	1° 37.50
CC 6° - 00	10° 45.25	10° 11.75	9° 32.75	8° 48.75	7° 58.75	7° 04.00	6° 07.75	5° 03.50	3° 54.75	2° 41.50	1° 22.50		1° 30.00	1° 37.50
CC 6° - 30	12° 44.50	12° 07.75	11° 25.25	10° 40.75	9° 48.75	8° 52.75	7° 51.00	6° 45.75	5° 33.50	4° 17.75	2° 58.50	1° 30.00		1° 37.50
CC 7° - 00	14° 53.00	14° 14.25	13° 30.25	12° 41.75	11° 47.75	10° 48.75	9° 44.75	8° 35.00	7° 22.75	6° 03.50	4° 39.75	3° 11.50	1° 37.50	

TABLA 2.3.1. - DISEÑADA POR PERKINS Y EMPLEADA EN EL CALCULO DE LAS CURVAS ESPIRALES

La Nomenclatura y Fórmulas que son aplicadas en el calculo de curvas circulares con espirales de entrada y salida, se describen brevemente a continuación:

NOMENCLATURA EMPLEADA EN CURVAS ESPIRALES
(fig.2.3.3):

SIGMA (Σ) = ÁNGULO TOTAL DE LAS DOS ESPIRALES Y LA CURVA SIMPLE (ES LA DIFERENCIA DE RUMBOS ENTRE LAS DOS RECTAS)

DELTA PEQUEÑA (δ) = ÁNGULO TOTAL DE CADA ESPIRAL.

(G) = GRADO DE CURVATURA, QUE ES IGUAL AL ÁNGULO SUBTENDIDO POR UNA CUERDA DE 20 MTS.

(R) = RADIO DE CURVATURA

(CC) = CURVA COMPUESTA

(PC) = PRINCIPIO DE LA CURVA

(PCC) = PRINCIPIO DE LA CURVA CIRCULAR COMPUESTA

(PI) = PUNTO DE INTERSECCIÓN

(PT) = PRINCIPIO DE LA TANGENTE

(T) = TANGENTE DE LA ESPIRAL

(TST) = TANGENTE Y SUBTANGENTE

(D) = DISTANCIA PERPENDICULAR DEL CENTRO DE LA CURVA SIMPLE A LA TANGENTE ORIGINAL

(d) = DIFERENCIA ENTRE D Y EL RADIO DE LA CURVA SIMPLE

(EC) = EXTERNA COMPUESTA

(Y) = ORDENADA DEL PCC MEDIDA DESDE LA TANGENTE ORIGINAL

(X) = ABCISA DE PCC MEDIDA DESDE PC

(L) = LONGITUD DE CADA ESPIRAL EN METROS

FÓRMULAS PARA DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS ESPIRALES:

$$L = 40 (\delta) / G$$

$$D = R + d$$

$$T = X - R \text{ sen } (\delta)$$

$$EC = D \text{ exsec } (\Sigma) / 2 + d$$

$$TST = D \tan (\Sigma / 2) + T$$

$$d = Y - R \text{ senver } (\delta)$$

NOMENCLATURA EMPLEADA EN CURVAS CIRCULARES (ver fig.2.3.4):

(DELTA (Δ)) = DEFLEXION ENTRE LAS TANGENTE EN EL PI

(PC) = PRINCIPIO DE LA CURVA

(PT) = PRINCIPIO DE LA TANGENTE

(PI) = PUNTO DE INFLEXIÓN

(G) = GRADO DE CURVATURA

(ST) = SUBTANGENTE

(LC) = LONGITUD DE LA CURVA

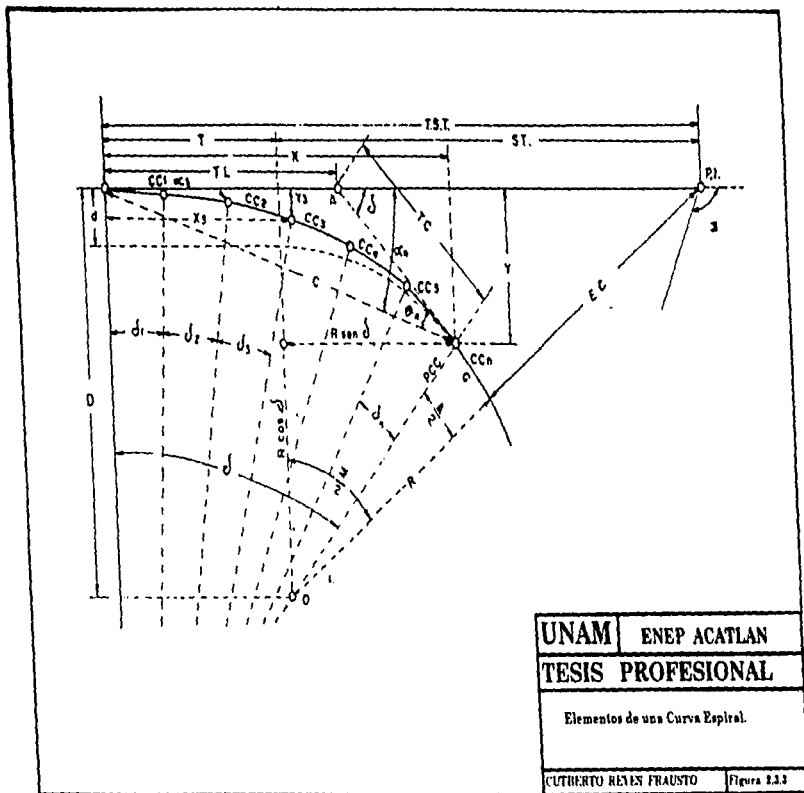
(R) = RADIO DE CURVATURA

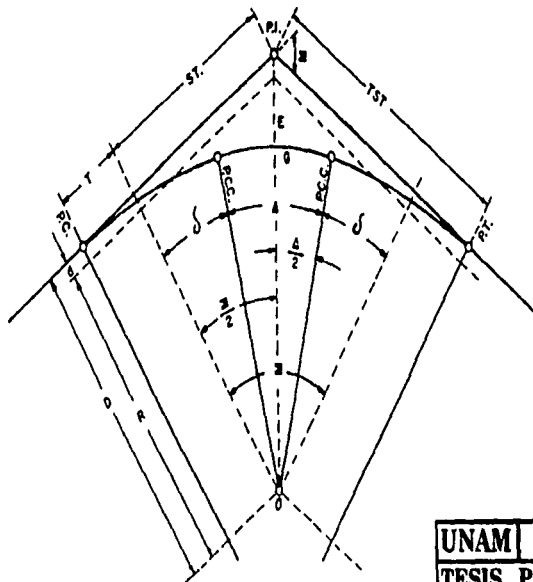
(C) = CUERDA

(M) = ORDENADA MEDIA

(E) = DISTANCIA EXTERNA

FÓRMULAS PARA DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR:





UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	

Elementos de una Curva Circular
con Espirales Simétricas

CUTBERTO REYES FRAUSTO | Figura 2.1.1

$$R = 10 / (\text{sen } G / 2) \quad \delta \quad R = 1145.92 / G$$

$$LC = 20 (\Delta) / G \quad ST = R \tan \Delta / 2$$

Por lo tanto, tenemos como datos :

$$(\Sigma) = 86^\circ 36'$$

$$(R) = 286.537 \text{ m.}$$

$$(G) = 4^\circ 00'$$

$$(KMPI) = AI 9+835.77$$

Mediante la aplicación de la tabla 2.3.1, obtenemos lo siguiente:

$$G = 4^\circ 00' \quad R = 286.537 \quad D = 287.455$$

$$T = 34.972 \quad \delta = 7^\circ 00' \quad d = 0.918$$

$$X = 69.889 \quad Y = 3.051$$

Los datos anteriores corresponden a una VARIACIÓN de $0^\circ 30'$ a cada cuerda de 10 Mts.

aplicando las fórmulas:

$$L = (\delta \times 40) / G$$

$$L = (7^\circ 00' \times 40) / 4^\circ 00'$$

$$L = 70 \text{ mts.}$$

$$TST = D \tan (\Sigma / 2) + T$$

$$TST = 287.455 \tan (86^\circ 36' / 2) + 34.972$$

$$TST = 305.86 \text{ Mts.}$$

PARA LA CURVA CIRCULAR TENEMOS:

$$\Sigma = \Delta + 2 (\delta)$$

$$\Delta = \Sigma - 2 (\delta)$$

$$\Delta = 86^\circ 36' - 2 (7^\circ 00')$$

$$\Delta = 72^\circ 36'$$

$$Lc = 20 (\Delta) / G$$

$$Lc = 20 (72^\circ 36') / 4^\circ 00'$$

$$Lc = 363.00 \text{ Mts.}$$

DETERMINANDO LOS KILOMETRAJES DE:

$$\begin{aligned}
 \text{KM PI} &= \text{AI} - 9+835.77 \\
 \text{TST} &= 305.86 \\
 \text{KM PC} &= \text{KM PI} - \text{TST} \\
 \text{KM PC} &= \text{AI} - 9+835.77 - 305.86 \\
 \text{KM PC} &= \text{AI} - 9+529.91 \\
 \text{KM PCC} &= \text{KM PC} + \text{L} \quad (\text{DE ENTRADA}) \\
 \text{KM PCC} &= \text{AI} - 9+529.91 + 70 \\
 \text{KM PCC} &= \text{AI} - 9+599.91 \\
 \text{KM PCC} &= \text{KM PCC} (\text{ENTRADA}) + \text{LC} \quad (\text{DE SALIDA}) \\
 \text{KM PCC} &= \text{AI} - 9+599.91 + 363.00 \\
 \text{KM PCC} &= \text{AI} - 9+962.91 \\
 \text{KM PT} &= \text{KM PCC} (\text{SALIDA}) + \text{L} \\
 \text{KM PT} &= \text{AI} - 9+962.91 + 70 \\
 \text{KM PT} &= \text{AI} - 10+032.91
 \end{aligned}$$

Y por ultimo, justamente con una tangente de 63.16 metros, medidos a partir del PT - AI - 10+032.91, se encuentra el punto de enlace PE - AI - 10+096.07, con el cual finaliza nuestro trazo, mismo que quedara unido a una tangente de 13.05 metros, para llegar finalmente al PT de la curva número dos, que corresponde al trazo original de la vía México - Nvo. Laredo. y nuestro punto final PF - AI 10+109.12 (Ver plano de proyecto anexo).

Con lo anterior se concluye el calculo de los elementos necesarios para cubrir el aspecto horizontal del proyecto, restando únicamente lo correspondiente al ámbito vertical.

El análisis Vertical concibe la uso de **CURVAS VERTICALES**, indispensables cuando las tangentes verticales sucesivas tienen una diferencia fuerte de pendientes y se requiere de enlazarlas sin ocasionar un cambio brusco de dirección, a fin de evitar daños al equipo y lógicamente a la vía, proporcionando con esto al pasajero el confort deseado e indispensable, implícito en todo buen servicio.

La experiencia ha demostrado que la vía y el equipo sufre un menor deterioro cuando la curva vertical es mas larga, sin embargo los costos y terracerias se incrementa considerablemente.

En base a los estudios realizados al respecto, se ha determinado que la curva cuyo desarrollo mejor se adapta a las necesidades señaladas es de

una PARÁBOLA, representada por la ecuación $X^2 = 2py$. En esta ecuación el eje de las ordenadas es el eje de la parábola y el de las abscisas es la tangente en su vértice.

Las propiedades de la curva son:

- a.- Si una parábola de eje vertical se inscribe en un polígono cuyos lados (cuerdas), tengan sus proyecciones iguales sobre una línea horizontal, las diferencias sucesivas de las pendientes de las cuerdas son iguales, es decir, que estas pendientes se encuentran en progresión aritmética.
- b.- La diferencia entre la pendiente de una parábola a la tangente trazada en cualquier vértice del polígono y la pendiente de cualquiera de las dos cuerdas contiguas, es igual a la mitad de la diferencia algebraica de las pendientes de dos cuerdas sucesivas.

Con apoyo en estas propiedades, el Ing. Aurelio Chávez estableció una secuencia de cálculo, en la cual se consideran las variaciones propuestas por el AREA para cuerdas de 100 pies, en las diferentes clases de vías; dichas variaciones redondeadas y transformadas para cuerdas de 20 metros, son las siguientes:

VÍAS DE CLASE "A".

EN COLUMPIO	0.01 P/V (MÁXIMA)
	0.02 P/V (MEDIA)
EN CIMA	0.02 P/V (MÁXIMA)

VÍAS EN CLASE "B" Y "C".

EN COLUMPIO	0.02 P/V (MÁXIMA)
EN CIMA	0.04 P/V (MÁXIMA)

Dos tangentes verticales requerirán de curvas de enlace, cuando su diferencia de pendientes expresada en pendiente por veinte metros (P/V), es mayor que las variaciones citadas.

Para determinar la variación que corresponda a una línea, se debe considerar lo siguiente:

Vía de Clase "A".- Es una vía troncal que transporta del orden de 12,500,000 Ton. o más al año, así mismo, la velocidad media de trenes de pasajeros es de 60 millas/hora.

Vía de Clase "B".- Es una vía troncal que transporta un flete anual de 5,000,000 a 12,000,000 toneladas, con una velocidad media en trenes de pasajeros de más de 40 millas/hora.

Vía de Clase "C".- es una vía troncal ó ramal de grandes pendientes y poco tráfico, con trenes cortos y un flete inferior a las 5,000,000 toneladas, la velocidad promedio de trenes pasajeros no excede las 40 millas/hora.

El procedimiento adoptado en F.N.M., desde hace bastante tiempo con excelentes resultados, es el establecido por el Ing. A. Chavez (Ingeniero Ferrocarrilero), el cual se describe y aplica a nuestro proyecto a continuación:

- 1.- Habiendo fijado la variación de pendientes por veinte metros, deben transformarse las pendientes de las tangentes por enlazar que se expresan en " tantos por ciento ", en " pendientes por veinte", con la finalidad de hacer homogéneos los datos, para esto, dividase entre cinco las " pendientes por ciento " ó multiplíquese por 0.2.
- 2.- Determinese la diferencia algebraica de pendientes y dividase por la variación "V" elegida. Si el cociente es entero, par y el PI se localiza en estación cerrada, el resultado representará el número de estaciones o cuerda de 20 metros que integraran la parábola (así mismo la longitud de la curva al multiplicar el número de estaciones por 20 mts.), en caso contrario, es decir, si el cociente es impar ó fraccionario tómesese el número par inmediato superior "L" y vuélvase a dividir la diferencia de pendientes entre "L", el

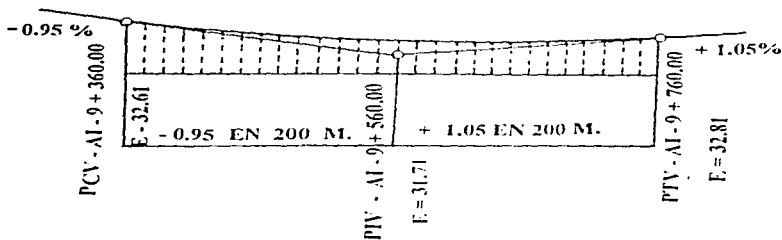
cociente representará la variación definitiva "V", misma que deberá adoptarse.

- 3.- A la pendiente de una de las tangentes se le suman ó resta la semivariación según sea el caso, continuando con la suma ó resta de la variación a fin de obtener la pendiente de cada una de las cuerdas, por lo que a la pendiente de la última cuerda se le suma ó resta la semivariación, dando como resultado la comprobación numérica correspondiente a la pendiente de la tangente de salida.

Dentro de nuestro proyecto, se tiene la necesidad de dos curvas verticales y mediante la aplicación del método previamente descrito, se determinaran sus elementos para su posterior construcción:

DATOS:

Se trata de un columpio en una vía, que únicamente para efectos de calculo, se considera de categoría "B", con una "variación por veinte" media de 0.02 P/V (se considera de categoría B y no A, debido principalmente a que el flete transportado por la vías de México, no es tan intenso como en los ferrocarriles de E.U., de donde provienen las referencias del AREA), Con una pendientes de entrada de -0.95 % y una pendiente de salida de + 1.05%.



1.- $(-0.95 \times 0.2) = -0.19$ P/V.
 $(+1.05 \times 0.2) = +0.21$ P/V.

LA DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES =
 $-0.19 - 0.21 = 0.4$ P/V.

2.- 0.4 P/V / $0.02 = 20$ estaciones de 20 metros
 Por lo tanto, la longitud de la curva vertical será de:

$20 \times 20 = 400$ mts.

Como el resultado es entero y el PI se encuentra en estación cerrada la Variación definitiva "V", seguirá siendo la determinada en función de la clasificación de la vía:

Para determinar la semivariación se requiere de dividir la Variación "V" entre dos:

Semivariación = $0.02 / 2 = 0.01$

3.- Cota (calculada) del PI = 31.71 mts.

Cota del PC $(30.71 + (200 \times 0.0095)) = 32.61$ m.

Cota del PT $(30.71 + (200 \times 0.0105)) = 32.81$ m.

- 0.19	Pend. 1er. Tangente	32.61 Cota del PCV.
+ 0.01		- 0.18
<hr/>		<hr/>
- 0.18	Pend. 1er. Cuerda	32.43 Cota del 1er. Punto
+ 0.02		- 0.16
<hr/>		<hr/>
- 0.16	Pend. 2a. Cuerda	32.27 Cota del 2do. Punto
+ 0.02		- 0.14
<hr/>		<hr/>
- 0.14	Pend. 3a. Cuerda	32.13 Cota del 3er. Punto

- 0.14	Pend. 3a. Cuerda	32.13 Cota del 3er. Punto
+ 0.02		- 0.12
- 0.12	Pend. 4a. Cuerda	32.01 Cota del 4o. Punto
+ 0.02		- 0.10
- 0.10	Pend. 5a. Cuerda	31.91 Cota del 5o. Punto
+ 0.02		- 0.08
- 0.08	Pend. 6a. Cuerda	31.83 Cota del 6o. Punto
+ 0.02		- 0.06
- 0.06	Pend. 7a. Cuerda	31.77 Cota del 7o. Punto
+ 0.02		- 0.04
- 0.04	Pend. 8a. Cuerda	31.73 Cota del 8o. Punto
+ 0.02		- 0.02
- 0.02	Pend. 9a. Cuerda	31.71 Cota del 9o. Punto
+ 0.02		- 0.00
0.00	Pend. 10a. Cuerda	31.71 Cota del 10o. Punto
+ 0.02		+ 0.02
+ 0.02	Pend. 11a. Cuerda	31.73 Cota del 11o. Punto
+ 0.02		+ 0.04
0.04	Pend. 12a. Cuerda	31.77 Cota del 12o. Punto

0.04	Pend. 12a. Cuerda	31.77	Cota del 12o. Punto
+ 0.02		+ 0.06	
<u>0.06</u>	Pend. 13a. Cuerda	<u>31.83</u>	Cota del 13o. Punto
+ 0.02		+ 0.08	
<u>0.08</u>	Pend. 14a. Cuerda	<u>31.91</u>	Cota del 14o. Punto
+ 0.02		+ 0.10	
<u>0.10</u>	Pend. 15a. Cuerda	<u>32.01</u>	Cota del 15o. Punto
+ 0.02		+ 0.12	
<u>0.12</u>	Pend. 16a. Cuerda	<u>32.13</u>	Cota del 16o. Punto
+ 0.02		+ 0.14	
<u>0.14</u>	Pend. 17a. Cuerda	<u>32.27</u>	Cota del 17o. Punto
+ 0.02		+ 0.16	
<u>0.16</u>	Pend. 18a. Cuerda	<u>32.43</u>	Cota del 18o. Punto
+ 0.02		+ 0.18	
<u>0.18</u>	Pend. 19a. Cuerda	<u>32.61</u>	Cota del 19o. Punto
+ 0.02		+ 0.20	
<u>0.20</u>	Pend. 20a. Cuerda	<u>32.81</u>	Cota del 20o. Punto
+ 0.01		+ 0.21	o PTV
<u>0.21</u>	Pend. de la segunda tangente(comprobación).	<u>33.02</u>	Cota de la estación siguiente al PTV

Por ultimo, la segunda curva vertical consta de los siguientes datos:
 Se trata de una Curva Vertical en CIMA, con una Pendiente de Entrada de + 1.05 % y de Salida de - 0.50 %, una Variación por Veinte de 0.04 P/V.

$$(+ 1.05 \% \times 0.2) = + 0.21 \text{ P/V}$$

$$(- 0.50 \% \times 0.2) = - 0.10 \text{ P/V}$$

$$\text{DIF. ALGEBRAICA DE PEND.} = + 0.21 - (- 0.10) = + 0.31 \text{ P/V}$$

+ 0.31 P/V / 0.04 = 7.75, en seguida se adopta el número inmediato superior que es 8, mismo que indica el número de estaciones de 20 mts. necesarias para establecer la curva deseada, por lo tanto tenemos:

$$\text{LONGITUD D LA CURVA VERTICAL} = 8 \times 20 \text{ m} = 160 \text{ M.}$$

LA VARIACIÓN DEFINITIVA:

$$0.31 / 8 = 0.03875 \quad \text{QUE ES MENOR QUE} \quad 0.04$$

$$\text{LA SEMIVARIACION} = 0.03875 / 2 = 0.019375$$

$$\text{COTA DEL PI} \qquad \qquad \qquad 34.91$$

$$\text{COTA DEL PCV} (34.91 + (80 \times 0.0105)) = 34.07$$

$$\text{COTA DEL PTV} (34.91 - (80 \times 0.0050)) = 34.51$$

+ 0.210	Pend. de 1er. cuerda	34.070	cota del PCV
- 0.020		+ 0.190	
<hr/>		<hr/>	
+ 0.190	Pend. 1a. Cuerda	34.26	Cota del 1er. Punto
<hr/>		<hr/>	
- 0.039		+ 0.151	
<hr/>		<hr/>	
+ 0.151	Pend. 2a. Cuerda	34.411	Cota del 2o Punto

+ 0.151	Pend. 2a. Cuerda	34.411	Cota del 2o Punto
- 0.039		+ 0.112	
<u> </u>		<u> </u>	
+ 0.112	Pend. 3a. Cuerda	34.523	Cota del 3er. punto
- 0.039		+ 0.073	
<u> </u>		<u> </u>	
+ 0.073	Pend. 4a. Cuerda	34.596	Cota del 4o.Punto
- 0.039		+ 0.034	
<u> </u>		<u> </u>	
+ 0.034	Pend. 5a. Cuerda	34.63	Cota del 5o.Punto
+ 0.034		34.63	
- 0.039		+ 0.005	
<u> </u>		<u> </u>	
- 0.005	Pend. 6a. Cuerda	34.635	Cota del 6o.Punto
- 0.039		- 0.044	
<u> </u>		<u> </u>	
- 0.044	Pend. 7a. Cuerda	34.591	Cota del 7o.Punto
- 0.039		- 0.083	
<u> </u>		<u> </u>	
- 0.083	Pend. 8a. Cuerda	34.508	Cota del 8o.Punto o PTV.
- 0.020	Pend. de la segunda	- 0.103	
<u> </u>	Tangente Comprobación	<u> </u>	
- 0.103		34.405	

2.4 SECCIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

Como factor importante para la determinación de los niveles de cada uno de los elementos que integran la subestructura de una vía, resulta necesario determinar las referencias inamovibles de esta, es decir el nivel de RASANTE y el nivel de DESPLANTE, para tal efecto se requiere de determinar las magnitudes de cortes y terraplenes necesarios en nuestro proyecto, resultando imprescindible el obtener en campo las condiciones del terreno natural, esto en el plano horizontal y vertical donde será alojada nuestra vía, así mismo delimitar: su base de cama en corte, ancho de corona en terraplén y ángulo de reposo de material en ambos casos.

Cabe aclarar, que a diferencia de Carreteras, en Ferrocarriles la Rasante esta integrada por elementos tales como Riel, Durmiente y Balasto, con característica específicas en función del tipo de Vía Clásica o Elástica a construir y no por una sola capa final o superficie de rodamiento que por lo general esta constituida por Concreto Asfáltico.

Con base en lo anterior y para el caso que nos ocupa, se requiere de un seccionamiento transversal con apoyo en el eje de proyecto definitivo y hasta 20 metros a ambos lados, con equidistancia entre estaciones de 20 Mts. de acuerdo con el Kilometraje preestablecido.

Los elementos que integran y definen a una sección transversal son: Corona, Sub-Balasto, subrasante, Terracerías, Cunetas, Contracunetas y Los Taludes.

CORONA: Es la superficie de las terracerías terminadas que se encuentra comprendida entre las aristas superiores de los taludes del terraplén (Normalmente denominados HOMBROS) y/o las interiores de las cunetas. Su definición está en función de algunos elementos tales como:

PENDIENTE TRANSVERSAL: Definida como la pendiente que se le da a la corona normal a su eje y en términos generales es por Bombeo, Sobreelevación y Transición del bombeo a la sobreelevación, en función de los elementos del alineamiento horizontal que se tenga.

EL BOMBEO: Es la pendiente que se le da a la corona hacia un lado y otro del eje de las terracerías, evitando la acumulación de aguas superficiales en el centro de la vía, mediante un drenaje adecuado con una mínima pendiente.

SOBREELEVACION: Es la pendiente que se le da a la corona hacia el centro de la curva, a fin de contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga.

TRANSICIÓN DEL BOMBEO A LA SOBREELEVACION: Al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere de efectuar una modificación a la pendiente de la corona, consistente en convertir el bombeo en la sobreelevación.

SUB-BALASTO: Consiste en la última capa de las terracerías, con un espesor de 30 Cm. y constituida en un 90 % de material pétreo, 5 % de material inerte y 5 % de arcilla mezclada, extendida, escarificada y compactada al 100 % de la prueba Proctor Standard, su construcción es con la finalidad de resistir la penetración del balasto, soportar las cargas rodantes y transmitir las al resto de las terracerías, mediante una distribución adecuada y uniforme a fin de evitar deformaciones perjudiciales a éstas.

SUBRASANTE: Es la capa previa a la de Sub-balasto, con un espesor de 30 Cm. y constituida por material tipo B (Tepetate) compactada al 100 % de la prueba Proctor Standard y su finalidad es la de coadyuvar con las funciones de la capa subbalasto mediante una distribución homogénea de esfuerzos producidos por las cargas que ejerce el equipo que transita sobre las vías.

TERRACERIAS: Consideradas como el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar la subestructura de la vía, esto en función de las diferencias de cotas que existan entre el terreno natural y la subrasante, mismas que definen los espesores en cada una de las estaciones, por ultimo los puntos extremos de la sección donde los taludes corta al terreno natural se les denomina ceros y a las líneas que los unen a lo largo de las terracerías línea de ceros

Los materiales empleados en la construcción de las terracerías se clasifican como: A, B y C en función del tratamiento que requiere durante el proceso, en tal virtud, el tipo A: es aquel que puede ser atacado con facilidad mediante pico o pala de mano, escarpea o pala mecánica de cualquier capacidad, es un suelo poco o nada cementado, con partículas hasta de 7.5 cm., el tipo B, es aquel material cementado que requiere de ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, también las piedras sueltas de 7.5 cm. hasta 75 cm. se encuentran dentro de esta clasificación, por ultimo el tipo C, al cual corresponde aquel material que únicamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriéndose para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

CUNETAS: Son zanjas de sección triangular formada entre la corona y el talud del corte, con un ancho promedio de 1.00 Mts. medido horizontalmente del hombro al fondo de la misma y una pendiente de 3:1, se construyen en las secciones en corte en uno o a ambos lados contiguas a los hombros, a fin de recibir en ellas el agua que escurre por la corona, los taludes del corte y las filtraciones. La capacidad hidráulica debe estar de acuerdo con las precipitaciones pluviales de la zona y el área a drenar, su pendiente longitudinal generalmente es la misma que la del trazo de la vía, sin embargo en ocasiones resulta necesario el incrementarla para un mejor funcionamiento.

Otro factor a considerar es su longitud, debido a que cuando es muy prolongada se corre el riesgo de que su

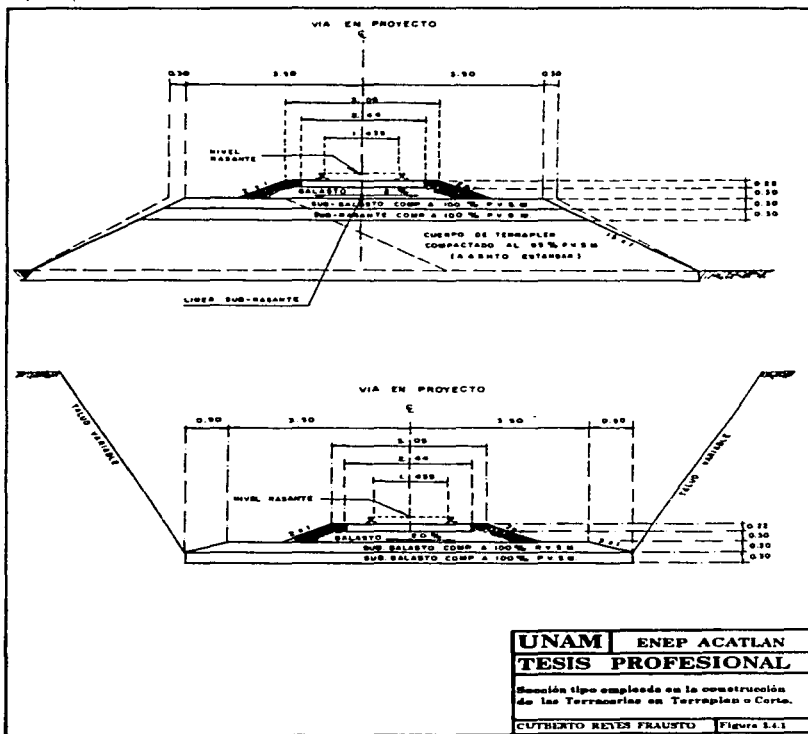
capacidad sea insuficiente, para lo cual se requiere de complementarlas con alcantarillas de alivio o canalizaciones convenientes, así como revestirlas con materiales resistentes que eviten la erosión causada por las altas velocidades del agua en fuertes pendiente.

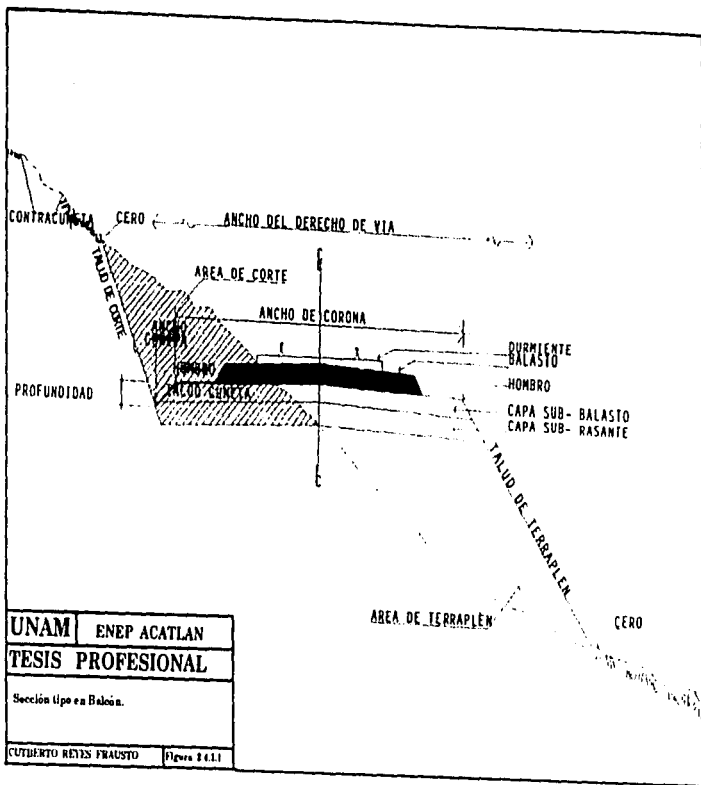
CONTRACUNETAS: Generalmente son zanjas de sección trapezoidal y su construcción es arriba de la línea de ceros de un corte a fin de interceptar los escurrimientos superficiales. Su ubicación es perpendicular a la pendiente máxima del terreno con la intención de lograr una captación eficiente de los escurrimientos laminares, sus característica: Dimensiones y localización están en función directa de los escurrimientos, configuración del terreno y característica geotécnicas de los materiales que lo conforman.

TALUDES: Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. En cortes es la superficie comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta, y en terraplenes la que se encuentra entre la línea de ceros y los hombros, y en ambos casos siempre estarán establecidos en función directa de la altura y la naturaleza del material que los conforman.

Un proyecto adecuado es aquel que diseña su nivel de subrasante permitiendo alojar las alcantarillas y puentes con suficiente elevación y capacidad para evitar humedades que perjudiquen a las terracerías, en especial en las zonas de inundaciones o humedad excesiva en el terreno natural.

Una vez obtenida la configuración del Terreno Natural, con base en las secciones transversales levantadas en campo en cada estación de 20 mts., se procede a elaborar la sección de construcción, considerada como la representación gráfica de la sección transversal, con la adición de los datos propios del diseño geométrico y los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales (ver fig.2.4.1).





Para efecto de nuestro proyecto en la fig. 2.4.1., se determinan las características de construcción, amplitudes de corona, ángulo de reposo de materiales, etc., sin embargo para la evaluación de áreas y volúmenes se requiere de anexar los espesores de :

DESPALME: Consistente en la remoción de la capa superficial del terreno natural, misma que por sus características y composición, resulta inadecuada para el desplante de las terracerías o el aprovechamiento de material en el caso de prestamos laterales y/o de banco, regularmente por contar con un alto porcentaje de materia orgánica y un alto grado de erosión.

Los datos obtenidos en campo se dibujan en papel milimétrico a escala 1:100, tanto en el eje vertical como en el horizontal, y apoyados en el perfil de proyecto en cada punto, se adiciona la sección a construir (Corte o Terraplén), en color rojo, de acuerdo con su cota definitiva, generando una área entre ambas, misma que deberá de ser valuada y registrada para su posterior cálculo de volúmenes.

Para determinar la magnitud de las áreas existen varios métodos, mismos que son aplicados en función de la exactitud que se persiga y de los recursos con que se cuente, es decir desde la aplicación de un sofisticado software para computadora, hasta el uso de una simple calculadora y personal no altamente calificado, con resultados que suelen ser muy aceptables.

DENTRO DE LOS PROCEDIMIENTOS MAS EMPLEADOS SE ENCUENTRAN:

A).- Método Analítico: Se basa en la descomposición de la sección en figuras Regulares, obtenidas al trazar líneas verticales por los puntos de quiebre del terreno y de la sección de construcción, referidas estas a un sistema de ejes cartesianos, el área de la secciones es la suma de las áreas de los trapecios o figuras regulares que resultasen, este método suele ser muy útil cuando se cuenta con

la ayuda de una computadora, debido a que de ser realizado de forma manual resultaría ser muy elaborado.

B.- Método del Planímetro : Que consiste en la aplicación de un Planímetro y que dependiendo del tipo, requerirá de dos o mas mediciones, para que una vez promediadas estas, brinden el valor de la superficie medida.

C.- Método Gráfico: Consiste en contar materialmente los cuadritos del papel milimétrico comprendido dentro de la sección, los centímetros cuadrados representarán metros cuadrados, y posteriormente se cuentan las fracciones de cuadro que deberán de ser agrupadas, a fin de formar cuadros completos, la suma de todos dará como resultado el área total de la sección, con muy buena aproximación.

Otra forma de calcular las áreas en las secciones, consiste en dividir la superficie con líneas verticales, en franjas del mismo ancho, con equidistancias con un valor (k). Mientras más cercanas se encuentren, la aproximación aumenta.

Este método se facilita si el calculista se auxilia de una tira de papel, en la cual se va marcando sucesivamente las longitudes de cada línea y al concluir, se mide toda la cinta acumulada y el resultados se multiplica por el valor de K, generando con esto al valor total del área de la sección.

Una vez conocidas las áreas de todas y cada una de la secciones, se anotan ordenadamente en una tabla y se procede a calcular volúmenes de terracerías, en corte ó terraplén según sea el caso, el método se basa en secciones consecutivas con el apoyo de la Fórmula de Prismoide.

$V = d/6(A1 + 4 A_m + A2)$ de la que se desprende que: (d) es la distancia entre las secciones extremas del prisma, (A1) y (A2) son las áreas de las secciones, y (Am) el área de una sección cuyas dimensiones son el promedio de las dimensiones de las secciones extremas. Obsérvese que Am no es el promedio de A1 y A2.

Esta fórmula se puede aplicar en cualquier caso que requiera la determinación de volúmenes de prismas irregulares como el que nos ocupa, pero en los estudios de vías de comunicación se prefiere aplicar una fórmula mas sencilla, que aunque es menos aproximada, en general da valores de volúmenes aceptables:

$$V = ((A1 + A2)/2) d$$

Como la equidistancia entre estaciones es de 20 Mts. y este valor corresponde a (d), tenemos que:

$$V = (A1 + A2) 10$$

Esta fórmula facilita bastante los cálculos, naturalmente que cuando se trata de volúmenes entre secciones especiales que no disten 20 Mts. , debe de aplicarse la fórmula en la primera presentación.

Cuando una de la áreas sea igual a cero, como en el caso de los puntos de paso de corte a terraplén o viceversa, el volumen será el área de la otra sección dividida entre dos y multiplicada por la distancia entre la secciones

Debe tenerse especial cuidado en observar la sección que resulte en los puntos de paso, debido a que cuando el terreno es inclinado, aunque en el eje no hay movimiento de material, si existe área en corte y terraplén en ese punto, en tal virtud una se promediará con la de la sección de atrás y la otra con la de adelante.

Un factor importante dentro de la evaluación de los volúmenes a mover, es que dentro de los conceptos de obra no se contempla el factor de abundamiento de los materiales, en el caso del préstamo de banco, su volumen es medido en banco y en el caso de la formación de los terraplenes es medido compacto, por lo que el constructor debe considerar este aspecto en el momento de la elaboración de sus precios unitarios y no sacrificar en un momento dado, algún porcentaje de ganancia.

CURVA MASA: Es una gráfica dibujada en ejes cartesianos, cuyas abscisas representan el cadenamamiento de la línea y ordenadas representan volúmenes de excavación o relleno, según sea curva ascendente o descendente.

Es un método gráfico que permite determinar la distribución económica de los volúmenes excavados y el cálculo del costo para llevar a cabo dicha distribución. Se pueden compensar rellenos y excavaciones, siendo el único impedimento la calidad de los materiales.

La curva Masa está formada por una sucesión de puntos, resultado de la acumulación de los volúmenes de corte menos los de terraplén y se conoce el resultado como: " Ordenada de la Curva Masa ".

La curva se dibuja junto con el perfil del proyecto, pues el cadenamamiento debe de ir coincidiendo. El dibujo puede empezarse donde convenga, como es una gráfica acumulativa, siempre al marcar un volumen se hará partiendo del punto anterior a donde se llegó. Entonces la escala horizontal será la misma del perfil, y para la vertical se recomienda 1 cm = 200 metros cúbicos, pero podrá escogerse otra si los volúmenes acumulativos son fuertes.

Además del dibujo, en una tabla se van anotando los volúmenes con su signo y se van sumando algebraicamente para ir obteniendo las ordenadas de la curva masa.

LAS PROPIEDADES DE LA CURVA MASA SON:

Del modo como se construye la curva resultan evidentes las siguientes propiedades:

- 1.- Entre estaciones consecutivas subirá si hay corte (Signo Positivo +), el número de metros cúbicos correspondientes al tramo, ó bajará si hay terraplén (Signo Negativo -).

- 2.- En las estaciones donde hay cambio de excavación a relleno (línea de paso) habrá un máximo y viceversa
- 3.- Cualquier línea Horizontal que corte a la curva, marcará puntos consecutivos entre los cuales habrá compensación es decir, que entre ellos el volumen de CORTE iguala al TERRAPLÉN.
- 4.- La diferencia de ordenadas entre dos puntos representará el volumen de terracería dentro de la distancia comprendida entre esos dos puntos.
- 5.- Cuando una curva queda encima de la línea horizontal compensadora que se escoge para ejecutar la construcción, los acarreo de material se harán adelante y cuando quede por debajo los acarreo serán hacia atrás.
- 6.- Una línea compensadora discontinua, puede indicar préstamos ó desperdicios.
- 7.- El área comprendida entre la Curva Masa y una horizontal cualquiera compensadora, es el producto de un volumen por una distancia y representa al volumen por la longitud media de acarreo, lo que expresa en metros cúbicos estación (en este caso el término estación no se refiere a un punto, sino al tramo de 20 mts., entre estaciones consecutivas cerradas, pues en el lenguaje de vías de comunicación se dice por ejemplo, que entre un punto y otro hay ocho estaciones, es decir 160 mts., con lo cual se facilita la nomenclatura y los cálculos).

Es evidente que las mejores compensadoras serán las que corten el mayor número de veces a la curva.

Al estudiar un tramo pueden trazarse varias compensadoras, según resulte la Curva Masa obtenida, y entre una y otra quedarán tramos sin compensación. En estos tramos, si la curva asciende habrá un volumen de

excavación excedente que no hay donde emplearlo para rellenar, ó sea un **DESPERDICIO**, y si la curva desciende indicará que hace falta material para el terraplén, que no podemos obtener de la excavación. En este caso debe traerse material de otro lado, es decir efectuar un **PRÉSTAMO**. Los volúmenes de desperdicio ó préstamo se miden en dibujo.

Para que la construcción de un ferrocarril resulte económica, se requiere que la terracerías se compensen dentro de distancias mínimas de acarreo, en fin, esto es lo ideal, pero no siempre se puede lograr, pues son muchas las variantes en cada caso, claro que lo importante es cumplir con lo expuesto anteriormente y con ello se obtendrá una realización económica.

El procedimiento tradicionalmente empleado para el análisis del movimiento económico de tierras es el diagrama de masas, mediante el cual es posible compensar los volúmenes de corte y terraplenes, fijados además los tramos de préstamo y desperdicio.

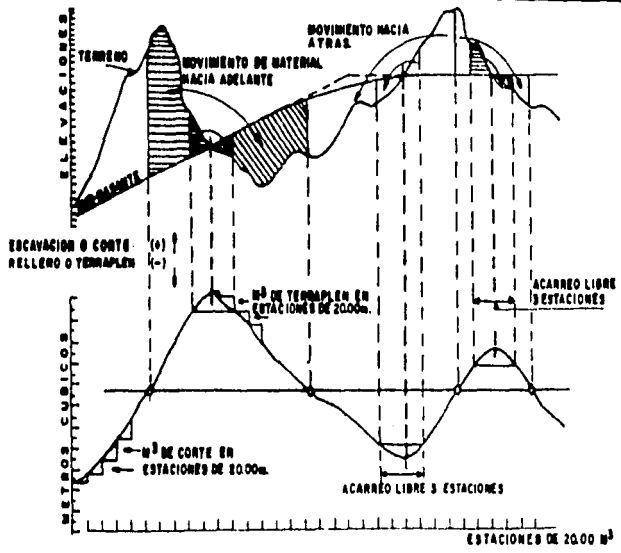
La curva de masas se dibuja marcando en el eje de las abscisas el kilometraje de la línea de proyecto, a la misma escala horizontal del perfil del terreno y rasante, y como ordenadas a escala apropiada, la suma algebraica de los volúmenes abundados de corte y los geométricos de terraplén.

Los volúmenes se calculan por el método de las secciones medias, cuando se ha trazado, nivelado y seccionado para construcción o bien empleando el espesor y tablas de volúmenes de terracerías, calculadas para diferentes anchos de cama y corona, taludes e inclinación transversal del terreno. En este caso se tomo un ancho de cama de 7.0 Mts., con taludes de 1/2 : 1 en los cortes; y en los terraplenes se consideró un ancho de corona de 7.0 Mts. y taludes de 1.5 : 1 .

Para el caso específico de la Obra que nos ocupa, no se efectuó un análisis de Curva masa, debido principalmente a que aproximadamente el 85 % de la obra se encuentra alojada en el interior de una depresión topográfica, obligando a basar la formación de las terracerías con material producto del **PRÉSTAMO DE BANCO**, aunado a esto que la superficie de desplante se encuentra en terrenos de labor con un alto contenido de materia orgánica de baja capacidad de carga.

Dibujo Ilustrativo de una Curva Masa.

PERFIL



2.5.- BENEFICIOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La realización de la presente obra trae consigo una serie de beneficios con repercusiones directas en el ámbito operativo y consecuentemente en la economía de recursos orientados a la conservación de la infraestructura, reforzando lo anterior a continuación me permitiré dar a conocer los aspectos más relevantes de los tramos concernientes a nuestro proyecto, es decir sobre línea "A" entre el punto de enlace KM- A-523 + 140.90 y KM- A-538 + 000 y sobre la línea "AI" entre los KM- AI 8 + 460 y KM- AI- 0 + 000 = KM- A-538+000, a fin de tener una visión más completa que permita comparar y acreditar la construcción del enlace ferroviario :

CURVATURA: Por lo que respecta al nuevo trazo, este cuenta con tan solo cinco curvas con un $G = 1$ grado, más la curva del enlace de $G = 4$ grados, lo cual da un total de cinco curvas desde el punto de enlace hasta Encarnación de Díaz, Jal.

La línea "A", cuenta con Diecinueve curvas que fluctúan entre 2 y 6 grados de curvatura.

DISTANCIA: La longitud efectiva desde el Punto de Enlace hasta el KM- A-538 + 000 es de:

sobre la línea "A"	14,859.10 mts.
en el enlace	10,088.72 mts.

DIFERENCIA	4,770.38 mts.

RIESGOS POR EFECTO DE ACCIDENTES EN CRUCEROS CARRETEROS:

Hoy en día este es un factor de suma importancia, debido esencialmente a que se han implementado colateralmente con

Ferrocarriles y las diferentes entidades tanto Municipales, Estatales como Federales, programas para la prevención de accidentes e instalación de dispositivos que permitan en especial en los cruceros carreteros, un tránsito seguro tanto para vehículos automotores como para los convoys Ferroviarios, sin embargo esto implica una importante reducción en la velocidad de ambos con la consecuente demora o incremento en tiempo de recorrido y mantenimiento de los sistemas (Barreras automáticas, sistemas sonoros y ópticos, etc.).

Para el caso que nos ocupa, existe un cruce a nivel con la carretera No. 45, mismo que se encuentra ubicado a la entrada del patio de Encarnación de Díaz y en interior de un curva de ferrocarril, con poca visibilidad y un alto grado de peligrosidad, lo cual implica una gran demora para los trenes, sin embargo en el nuevo trazo se contempla este cruce mediante un puente de concreto de paso superior, eliminando el riesgo en primera instancia y por ende la demora o pérdida de tiempo para ambos usuarios, así como la necesidad de instalar los sistemas de protección con su correspondiente programa de mantenimiento.

Cabe hacer mención, que la construcción del paso superior Ferroviario fue con motivo de la realización de la línea "AI", por lo que esta obra no incrementa el monto del enlace, pero si el aprovechamiento de la nueva infraestructura y la fluidez de los convoys férreos.

CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÉRREA:

Finalmente debido a la reducción en distancia, número de curvas, grado de curvatura, tiempo de recorrido e incremento en las velocidades de operación, los BENEFICIOS DE LA OBRA, se pueden evaluar de la siguiente forma:

En números redondos el costo aproximado de conservación de vía Elástica por Kilometro asciende a: \$ 1,500,000.00

Por lo que, si consideramos que la diferencia de distancia entre el enlace Férreo y la actual línea "A" es de 4,770.38 mts, es decir 4.77 Km. multiplicados por el costo por kilometro, tenemos que:

$4.77 \times 1,500,000.00 = \$ 7,155,000.00$ cantidad que significaría un ahorro, aunado a esto que siendo la línea "AI", de una infraestructura totalmente nueva, esta requeriría de un mantenimiento totalmente ligero o preventivo durante un periodo considerable, sin embargo la línea "A", por ser una vía de las primeras construidas en el país, esta ya requiere de un mantenimiento correctivo, hasta el grado de rectificación geométrica, lo cual incrementaría severamente los egresos por efecto de mantenimiento.

Otro factor importante, es que el enlace brindaría frutos inmediatos, con una consecuente recuperación de la inversión en un plazo mínimo.

SISTEMAS DE SEÑALIZACION:

Respecto a los sistemas de señalización que se requerirían en el cruce con la carretera No. 45, estos aun son materiales de importación con un monto aproximado de:

Juego de barreras automáticas, semáforo y sistema sonoro	\$ 150,000.00
Superficie de rodamiento a base de placas de Elastómero colocados.	<u>\$ 250,000.00</u>
Monto total.	\$ 400,000.00

Por ultimo se debe de considerar que de existir ambos trazos operando, el mantenimiento sería equivalente a la suma de los dos tramos es decir:

14,859.90 mts. de la línea "A" mas 10,088.72 mts. correspondientes a la línea "AI", arrojando un gran total de: 24,948.62 mts. de vía, mismos que deben de ser conservados bajo una erogación total de \$ 37,422,930.00

A lo anterior se deberá de anexar, el costo de operación de trenes, desgaste prematuro de riel por efecto de fuerte grado de curvatura, una necesidad mayor de fuerza tractiva y por ende mayor cantidad de personal y equipo tanto de transportes como del área de vía.

En resumen, como se puede apreciar los beneficios de la obra no solo se limitan al aspecto de infraestructura, así como tampoco exclusivamente a ferrocarriles y su operación eficiente, debido a que se visualizan también las demandas de transporte mediante el cumplimiento de itinerarios establecidos, coadyuvando a los programas de seguridad, protección y agilidad implementados por los gobiernos de los estados y las mismas necesidades que la época actual demanda de un transporte masivo de productos, enceres y materias primas indispensables para el desenvolvimiento de una industria en proceso de desarrollo.

CAPITULO III

PROBLEMAS INHERENTES

CAPITULO III

3.-PROBLEMAS INHERENTES

3.1.- GENERALIDADES

Con motivo de la construcción del Enlace Férreo y considerado este como una obra que unirá dos líneas diferentes, es lógico pensar que será necesario adquirir una franja de terreno suficiente para tal fin, así como para su conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y en general para el uso adecuado de la nueva vía por construir y sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer estas necesidades, siendo recomendable que su amplitud sea uniforme, en el entendido que habrá casos en que al alojar intersecciones, bancos de material, taludes de corte o terraplén, se requiera de disponer de una superficie mayor, regularmente a esto se le denomina **DERECHO DE VIA**.

En virtud de lo anterior, existen diferentes métodos de adquisición de terrenos y en especial tratándose de obras de interés colectivo o de utilidad pública, como es el caso que nos ocupa, para lo cual se inicia el trámite con la identificación de las pequeñas propiedades a afectar, así como el nombre de sus propietarios y el dimensionamiento de las superficies necesarias para la construcción de la infraestructura Férrea.

Complementado lo anterior con reuniones previas, a fin de hacer del conocimiento de los propietarios las características de la obra a construir y solicitar en principio se brinden las facilidades para los trabajos topográficos y de apoyo, como preámbulo a los trámites legales, cabe hacer mención que en la mayoría de los casos existe la disponibilidad de los afectados, condicionado esto, a que se atiendan sus requerimientos que regularmente se orientan a alguna obra de beneficio para su localidad o en su defecto en sus mismas propiedades.

Una vez realizado el trazo definitivo del proyecto, se procede a marcar las amplitudes del nuevo derecho de vía, necesario para la obra, esto en función de la dimensión de secciones en corte o terraplén, así mismo se determinan los límites de cada propiedad, las características y condiciones de sus construcciones, en caso de existir estas, para la respectiva evaluación de superficies y niveles de afectación.

Para el caso de una adquisición de Derecho de Vía mediante **EXPROPIACIÓN DE TERRENOS**, los fundamentos y lineamientos serán los siguientes:

Existen bienes aptos para la satisfacción de necesidades públicas, por esa razón la ley los declara de uso público y no es factible, por naturaleza o por disposición legal que estén sujetos a propiedad privada. Otro tipo como es el caso de los bienes muebles, solamente en forma excepcional pueden satisfacer necesidades públicas, la mayor parte de estos son poco duraderos y consumibles con el primer uso; además pueden ser adquiridos con facilidad en el comercio, sin embargo dentro de este grupo existe otra gama, que si pueden satisfacer necesidades colectivas y no pueden ser sustituidos por otros, como es el caso de objetos de arte, históricos, patentes, etc., en tal virtud, son expropiables todos los bienes que por su índole artística, científica, histórica o económica sean necesarios o convenientes para lograr la satisfacción del interés público, es decir muebles, inmuebles o derechos.

SUJETO DE LA RELACIÓN EXPROPIATORIA.

SUJETO EXPROPIANTE:

La constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en el segundo párrafo de la fracción VI, del Artículo 27, que la leyes de la federación y de los Estados en sus respectivas jurisdicciones determinarán los casos en que sea de utilidad pública la ocupación de la propiedad privada. La facultad tanto de la Federación como de los Estados de disponer en sus leyes los casos en que es de utilidad pública la expropiación, es decir de carácter discrecional. Conforme a dicha regulación se determina que de acuerdo con las

mencionadas leyes la autoridad administrativa hará declaración correspondiente.

La declaración aludida la debe pronunciar la autoridad administrativa correspondiente en base a los procedimientos de la expropiación, por lo que esa declaración supone la estimación de que es de utilidad pública la expropiación, así como el hecho de que un determinado bien es útil para satisfacer esa necesidad pública. Si bien es cierto que la Constitución hace referencia únicamente a la autoridad administrativa como aquella que debe de hacer la declaración de expropiación, sin embargo no dice cuál es la autoridad que concretamente debe hacerla, por lo que corresponde a las leyes de expropiación señalar cual es la autoridad administrativa a la que se le atribuye la facultad de declarar la expropiación. La Ley Federal de Expropiación, que rige también para el Distrito Federal, otorga esa facultad únicamente al Ejecutivo Federal. En relación con el Artículo 80 de la Constitución, se entiende que el Presidente de la República es quien puede declarar la expropiación para los casos Federales y para los del Distrito Federal.

Las leyes de los estados casi siempre otorga la facultad de expropiar a los Gobernadores, es decir, se ha interpretado que sólo las supremas autoridades administrativas pueden declarar la expropiación.

Tratando de aportar un punto de vista que sirva como orientación, en relación a la problemática que ha quedado establecida, la doctrina opina lo siguiente:

- A.- Que la declaración de procedencia de la expropiación la efectúe la autoridad administrativa, conforme a la ley, mientras que la ejecución la realicen las autoridades judiciales.

La anterior opinión pretende sustentarse en lo dispuesto por el Artículo 27 Constitucional, párrafo 3o., fracción VI, que a la letra dice: " El ejercicio de las acciones que correspondan a la Nación por virtud

de las disposiciones del presente Artículo se hará efectivo por el procedimiento judicial, pero dentro de ese procedimiento y por orden de los tribunales correspondientes que se dictará en el plazo máximo de un mes, las autoridades administrativas procederán desde luego a la ocupación, administración, remate o venta de las tierras o aguas de que se trate y todas sus accesiones, sin que en ningún caso pueda revocarse lo hecho por las mismas autoridades antes de que se dicte sentencia ejecutoriada".

B.- Otra opinión doctrinal señala que la intervención debe ser de la autoridad administrativa, en virtud de que el Artículo 27 Constitucional sujeta la intervención de la autoridad judicial solamente en lo relativo al procedimiento que se efectúa para la fijación de la indemnización.

En relación con este problema, la Ley de Expropiación del 25 de noviembre de 1936, establece en el Artículo 3o. lo siguiente:

"Artículo 3o., El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Estado, departamento administrativo o gobierno de los territorios correspondientes, tramitará el expediente de expropiación, de ocupación temporal o de limitación de dominio, y en su caso hará la declaratoria respectiva".

BENEFICIARIO:

El beneficiario de la expropiación es el adquirente inmediato en la transmisión forzosa que se efectúa, o al que de otro modo, se beneficia directamente (mediante un *lucrum emergens* o un *dammun cesans*) del contenido del acto expropriatorio cuando esté no se concreta en una transmisión de propiedad pura y simple. Esto tiene como consecuencia que al

beneficiario corresponde el deber de indemnizar lo que el acto expropiatorio implica.

La Ley de Expropiación establece en su Artículo 19 lo siguiente: "El importe de la indemnización será cubierto por el Estado, cuando la cosa expropiada pase a su patrimonio. Cuando la cosa expropiada pase al patrimonio de persona distinta del Estado, esa persona cubrirá el importe de la indemnización".

De lo anterior se entiende, que el beneficiario puede ser un particular, cuando éste persigue fines de interés social, debiendo ser perfectamente identificable para los casos de que la indemnización se efectúe con posterioridad a la expropiación y con el objeto de que haya la suficiente seguridad respecto de quién debe cubrir el pago correspondiente.

SUJETO EXPROPIATORIO:

Tratándose del sujeto pasivo de la expropiación, en términos generales no parece haber dificultad en identificarlo, se trata del titular del bien declarado de utilidad pública.

El sujeto pasivo, por lo mismo, puede serlo toda persona en derecho privado propietario de bienes, no estableciendo en general excepciones las legislaciones actuales, en el caso de que el expropiado sea una persona incapaz, no impide la expropiación y solo influye en algunas particularidades del trámite expropiatorio. En el mismo sentido se puede decir de los propietarios cuyo nombre o domicilios se ignoran.

PROCEDIMIENTO EXPROPIATORIO:

CALIFICACIÓN LEGISLATIVA DE LAS CAUSAS DE UTILIDAD PÚBLICA:

La Ley de Expropiación del 25 de noviembre de 1936 otorga a la autoridad administrativa una potestad suficientemente amplia con carácter de plena autoridad,

cuestión que puede provocar, en algunos criterios, preocupación por un posible abuso del poder en detrimento de la propiedad privada.

Como una forma de legitimar el ejercicio de la potestad expropiatoria, el Poder Legislativo realiza la calificación legislativa de las causas de utilidad pública, concepto que fundamenta la constitucionalidad del acto expropiatorio.

GENERALIDADES DEL PROCEDIMIENTO EXPROPIATORIO:

La expropiación se desenvuelve a través de un procedimiento que tiene por objeto fundamental la transferencia del dominio del bien expropiado. Dicho procedimiento se regula en forma diferente en cada país, apareciendo sin embargo puntos comunes en determinados aspectos como son la necesidad de que la causa de utilidad pública fundamente la expropiación, el justo precio, etc.

En la mayoría de los países el procedimiento se desenvuelve en parte por la vía administrativa y en parte por la vía judicial. Los criterios se dividen al conceder mayor importancia a una u otra vía y no es fácil afirmar de pronto cuál orientación sea más adecuada, ya que esta circunstancia depende de distintos aspectos socio-jurídicos propios de cada país.

Independientemente de la posición que se adopte con respecto a la cuestión anteriormente planteada, lo que sí se puede advertir es el hecho de que un procedimiento para que sea eficaz debe contemplar las siguientes cuestiones.

- a. La correcta designación de los bienes a expropiarse;
- b. El acierto al fijar la justa indemnización a pagar;
- c. La máxima rapidez posible en la terminación del procedimiento.

DERECHO VIGENTE MEXICANO.

ASPECTOS BÁSICOS:

En nuestro país, el procedimiento para la expropiación de bienes está regulado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su Artículo 27, fracción VI, párrafo segundo, así como también por la ley de Expropiación publicada en el Diario Oficial de la Federación de 25 de noviembre de 1936.

El procedimiento que establece la legislación se ha interpretado en forma diferente por los distintos juristas, llegándose el caso de opiniones contradictorias en algunos aspectos importantes (momentos del pago de la indemnización, competencia del Poder Judicial, etc.).

La Constitución establece un procedimiento fundamentalmente administrativo, dejando al Poder Judicial la facultad de intervenir solamente para los efectos de fijar el aumento o demérito que sufran los bienes en fecha posterior a aquella en que se fija su valor fiscal.

En relación con lo anterior, es justo decir, que se ha considerado también que el Poder Judicial tiene además otras facultades, entre ellas, la de decretar la ocupación, por ejemplo.

ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO EXPROPIATORIO:

De la regulación que da la expropiación efectúa la Ley Federal de la materia, se pueden derivar las siguientes etapas del procedimiento expropiatorio, a saber:

EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO:

Para que se realice la declaración de expropiación se debe cumplir con un requisito previo que consiste en establecer que el caso concreto en que pretende declararse la expropiación está comprendido en :

DECLARATORIA DEL EJECUTIVO.

Una vez que existe fundamentación y motivación, el Ejecutivo hará la declaratoria de expropiación publicándola en el Diario Oficial de la Federación o en el de los estados, según sea el caso, sin audiencia judicial.

En esta declaración debe existir una relación directa con la Ley que establezca en abstracto los casos en que la expropiación sea de utilidad pública. Lo anterior significa la necesidad de que una Ley declare un caso concreto en que sea de utilidad pública la expropiación y que el bien determinado se encuentre en ese caso.

Puede acontecer que existan divergencias sobre el alcance de la calificación legal y se planteen problemas de interpretación que dieran como resultado el condicionamiento de la validez del acto.

Podría suceder también que la Ley fuera inconstitucional al calificar la necesidad o utilidad pública. En tal caso, sería necesaria la declaración de inconstitucionalidad de la ley, para invalidar la declaración de expropiación.

CONVENIO POSIBLE:

La Constitución no exige como requisito que pueda existir convenio entre el propietario y el Estado antes de declararse la expropiación; sin embargo, cuando las leyes de los

estados lo establecen se simplifican los trámites para satisfacer las necesidades públicas, pues existirán posibilidades de un mutuo entendimiento.

EFFECTOS DE LA DECLARATORIA DE EXPROPIACIÓN:

Existen diferentes puntos de vista sobre el particular, debido a que mientras que algunos opinan que con la declaratoria de expropiación se inicia el procedimiento expropiatorio sin afectar el dominio del bien, otros opinan que la propiedad del bien expropiado pasa a la de la persona en cuyo favor se declara la expropiación, desde el momento en que ésta se efectúa.

OPOSICIÓN DEL EXPROPIADO:

Puede suceder que en el momento de la publicación de la declaratoria de expropiación de la autoridad administrativa, ni el beneficiario ni el Estado están en posesión del bien expropiado y, por lo mismo, resulta necesario ejecutar la expropiación. La ejecución mencionada, puede ser aceptada voluntariamente por parte del expropiado, pero puede suceder que éste se oponga, en cuyo caso existirá un procedimiento de ejecución, el cual se discute respecto de si será de naturaleza administrativa o judicial.

Un a vez que se ha publicado la declaratoria, la autoridad administrativa tiene facultades para conceder un plazo dentro del cual el expropiado entregue el bien voluntariamente, apercibiéndosele de que si no desocupa el mismo, la propia autoridad administrativa tomará posesión de él con el auxilio de la fuerza pública.

En estos casos, como ya se señaló anteriormente, la autoridad judicial sólo tiene intervención en caso de fijación del exceso de valor o demérito que haya tenido la propiedad particular por las mejoras o deterioros ocurridos con posterioridad a la fecha de la asignación del valor fiscal. Lo

mismo se observará tratándose de objetos cuyo valor esté fijado en las oficinas rentísticas.

NOTIFICACIÓN:

El Artículo 4o. de la Ley Federal de Expropiación establece la necesidad de que la declaratoria de expropiación se haga mediante acuerdo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación y se notifique personalmente a los interesados, previendo, para el caso de ignorarse el domicilio de éstos, que surtirá efectos de notificación personal una segunda publicación del acuerdo en el propio Diario Oficial.

RECURSO DE REVOCACIÓN:

De conformidad con la Ley de Expropiación, el expropiado puede oponer el recurso administrativo de revocación dentro del plazo de quince días hábiles, después de notificada la resolución, o bien, publicada en el Diario Oficial de la Federación. Para el caso de que el recurso fuera resuelto negativamente para el afectado, o bien, no fuera presentado a tiempo, la autoridad administrativa correspondiente procederá a la ejecución.

OCUPACIÓN:

Conforme al Artículo 7o. de la Ley Federal de Expropiación, en el caso de que no se haya hecho valer el recurso administrativo de revocación o cuando éste se hubiera resuelto en contra de las pretensiones del recurrente, la autoridad administrativa correspondiente procederá desde luego a la ocupación del bien de cuya expropiación se trate.

OCUPACIÓN EN EL CASO DE URGENTE NECESIDAD:

La presencia de un estado de necesidad inmediato exime al ejercicio de la potestad expropiatoria de los requisitos ordinarios establecidos en el procedimiento. Por tal razón, la

potestad expropiatoria se ejerce por la Administración Pública con las facultades discrecionales.

La Ley de Expropiación establece en su Artículo 8o., la posibilidad de que el Ejecutivo Federal, efectuada la declaratoria correspondiente, pueda ordenar la ocupación de los bienes objeto de la expropiación sin que la interposición del recurso administrativo de revocación suspenda la ocupación del bien o bienes de que se trate, en los casos de emergencia previstos por el Artículo 1o., fracción V, VI, y X (guerra o trastornos interiores del país, abastecimiento de víveres a ciudades, epidemias, plagas, calamidades públicas, etc.)

OTORGAMIENTO DE LA ESCRITURA:

El Artículo 17 de la Ley Federal de Expropiación, refiriéndose a la controversia respecto del monto de la indemnización, ordena que contra la resolución judicial que fije el mismo, no procederá ningún recurso y deberá otorgarse la escritura respectiva, la cual será firmada por el interesado o en su rebeldía por el juez.

La Ley General de Bienes Nacionales, establece en forma acertada en el Artículo 14, la falta de necesidad de expedición de escritura cuando se trate de adquisiciones por vía de derecho público, que requieran declaratoria de utilidad pública, reputándose que los bienes forman parte del patrimonio nacional desde la publicación del decreto respectivo en el Diario Oficial de la Federación.

3.2.- AFECTACIONES

La afectación de cualquier propiedad mediante la construcción de una obra, representa un punto crucial para el inicio de los trabajos, especialmente en aquellos terrenos que significan el único ingreso económico de sus poseedores y/o propietarios, sin embargo un punto favorable para nuestro proyecto, es su longitud de tan solo 1,628.72 Mts., y el que la zona cuente con una distribución de predios basada en grandes extensiones a cargo de una sola persona.

Con esta base, se determino la siguiente estrategia para la atención del problema:

- a.- Definir en función de las dimensiones de la infraestructura por construir y las necesidades de esta, las magnitudes del nuevo derecho de vía.
- b.- Así mismo, saber la ubicación del o los bancos de préstamo de material necesarios para la construcción de la obra y definir si estos serán integrados a la superficie por adquirir o simplemente se indemnizara por la extracción del material.
- c.- Verificar la necesidad de instalaciones complementarias, tales como: Caseta selectivo o telecomunicaciones, torres de alumbrado, cajas de señales, etc., que impliquen una adición a las superficies requeridas.
- d.- En función de la altura en los cortes y terraplenes, el ángulo de reposo del o los materiales, las dimensiones mínimas de terreno necesario y las obras de drenaje complementarias, de ser requeridas estas. (contraeentas, en alcantarillas o puentes los espacios para los aleros, lavaderos, cimentaciones, etc.)

Obviamente un porcentaje alto de esta información se obtiene del proyecto definitivo, sin embargo son datos imprescindibles para la determinación de las amplitudes mínimas de derecho de vía y en función de este, determinar el número de propietarios y la magnitud de las afectaciones.

Un factor importante, es que la zona donde se construirá la obra esta integrada por propiedades privadas, por lo que su trámite requiere de dos acciones importantes:

- 1a.- La entrevista con los propietarios afectados, con el fin de llegar a un convenio favorable para ambas partes, así como evaluar la factibilidad de sus peticiones a cambio de las cuales será transferida la propiedad.
- 2a.- En caso de no obtener buenos resultados con lo expuesto en el punto anterior, será necesario proceder a la expropiación correspondiente.

Una vez que el trazo definitivo se encuentra estacado y referenciado en el campo, el cadenamiento del mismo será tomando como apoyo para que en coordinación con cada uno de los afectados, se determinen los límites de cada una de sus propiedades, ángulos de esviajamiento, tipo de siembra, canaletas de riego y/o líneas de conducción de agua para las mismas, construcciones, accesos carreteros, cercas, etc., y en función de esta información, elaborar el plano respectivo, indispensable tanto para la evaluación de las superficies por afectar, como para concretar los trámites legales para la transferencia de la propiedad, por enajenación o adquisición vía expropiación.

Al iniciar las pláticas con cada uno de los afectados, estos no encontraron ninguna objeción respecto a la ocupación de su tierra con la vía por construirse, siempre y cuando se atendieran sus peticiones y se efectuara un pago justo, con esta base se procedió a atender de manera individual a cada propietario con la finalidad de hacer más ágil el trámite y obviamente más equilibrado para ambas partes:

- a.- La primera afectación del Km- AI 8 + 740.00 al Km- AI 8 + 850.00, corresponde al Sr. José Manuel Cornejo, la amplitud de derecho de vía necesaria es de 20.00 Mts., en total, es decir 10.00 Mts., a cada lado del eje del proyecto, la superficie no se encontró destinada a la siembra, únicamente servía como acceso a sus parcelas, sin embargo, se detecto una línea de conducción de agua para riego y un silo donde se prepara y fermenta el forraje para el alimento de su ganado
- b.- Del Km- AI 8 + 850.00 al Km- AI 8 + 980.00 corresponde al Sr José Dolores Muñoz García, del cual se requiere una franja de 20.00 Mts. de ancho total, como en el caso anterior, sin embargo, del Km- AI 8 + 980.00 al Km- AI 9 + 577.00 y del Km- AI 9 + 577.00 al Km- AI 9 + 618.89, también de su propiedad, es necesaria una amplitud de Derecho de vía de 40.00 Mts. es decir, 20.00 Mts. a cada lado, en los cuales se encontró lo siguiente

En el primer tramo, se encontró un plantío de nopales, una pequeña construcción de adobe que se empleaba como almacén de cosechas y un silo para la preparación de alimento para ganado.

El segundo, en su totalidad tiene el uso de tierras de cultivo y en el momento de la obra se encontraba sembrado de Maiz, además a la altura del Km- AI 9 + 302.00, existe el cauce de un río que únicamente funciona en temporada de precipitaciones pluviales.

El tercer y ultimo se encontró delimitado con una cerca de alambre de púas y únicamente se le daba el uso de pastizales.

- c.- Respecto al sector comprendido entre los Km- AI 9 + 618.89 y Km- AI 9 + 864.25, propiedad de la Sra. Ramona Esparza Hernández, este se encuentra sembrado de maiz y se determino que además de la franja de 30.00 Mts. de ancho necesarios como derecho de vía, se requería del material que constituye su subsuelo para la construcción de las terracerías, determinando la zona como propicia para banco de préstamo, tanto por su ubicación como por la calidad de su material.

- d.- Por ultimo, del Km- Al 9 + 864.25 al Km- Al 10 + 097.80, propiedad del Sr. Mario Comejo Esparza, se requiere de 30.00 mts., de ancho como derecho de via, superficie que funciona como pastizales.

De lo anterior podemos resumir que: El total de afectados asciende a cuatro, no existiendo construcciones ni instalaciones importantes dentro de la franja requerida como derecho de via.

3.3.- PLANO PARCELARIO

En el inciso anterior, se hace mención de un plano en el cual será plasmado el alineamiento horizontal del proyecto, complementado con la información obtenida en campo de cada propiedad por afectar (límites, tipo de siembra, construcciones, accesos, tanques de almacenamiento de agua, etc.) . Así mismo, se deberá conjugar el derecho de vía necesario para el buen funcionamiento de la nueva vía por construir, a este conjunto de información se le denomina **PLANO PARCELARIO**.

Por lo que respecta a cada punto que determinen un límite, este deberán ser perfectamente referenciado, resultando indispensable su manejo mediante un sistema cartesiano, con coordenadas en los cuadrantes "X" y "Y", tanto para una evaluación mas precisa de las superficies, como para la integración de las carpetas técnicas o expedientes requeridos en un trámite de expropiación y/o de transferencia de la propiedad según sea el caso.

Con esta base, la valuación de las superficies se efectuará de la siguiente forma:

- a.- En tangentes mediante el procedimiento de Productos Cruzados, apoyado este en las coordenadas de cada vértice.
- b.- Respecto a la curva circular, se empleara el método del segmento circular, en el entendido que por productos cruzados se tendrían que hacer con coordenadas en estaciones muy cortas, debido a que básicamente este sistema es aplicado en poligonales de lados rectos.
- c.- Para el caso de curvas espirales, se determino que su longitud sería de 70 mts., lo cual no implica una variación importante en las magnitudes de las superficies, si la determinación de estas, se realiza con el método citado en el punto "a", sin considerar las características geométricas de la curva espiral, debido a que en una

longitud tan corta no presentan variaciones significativas si este segmento es considerado como una tangente.

Basado en lo anterior, tenemos que:

El nuevo trazo inicia en el Km.- AI 8 + 460, sin embargo hasta el Km.- AI 8 + 740 sale del derecho de vía de Ferrocarriles e ingresa a la propiedad del Sr. José Manuel Cornejo por el lado izquierdo del eje de la nueva vía y por el lado derecho hasta el Km. - AI 8 + 821, concluyendo en el Km. - AI 8 + 850.

En el segundo fragmento, tenemos al Sr. José Dolores Muñoz García como propietario, iniciando en Km. - AI 8 + 850 y concluyendo en Km.- AI 8 + 980 a ambos lados e iniciando aquí mismo y hasta Km.- AI 9 + 618.89, cabe hacer mención que se contempla en dos segmentos, debido a que existe un cambio de amplitud de derecho de vía, de 10.00 mts. a 20 a cada lado, así mismo a partir del Km. - AI 9 + 529.91 y hasta el Km.- AI - 9 + 599.91, el trazo corresponde a la curva espiral y de este último hasta el Km.- AI 9 + 618.89, a una parte de la curva circular.

La siguiente fracción se encuentra totalmente en el interior de la curva circular y es propiedad de la Sra. Ramona Esparza Hernández, iniciando en el Km. - AI 9 + 618.89 a ambos lados y concluyendo en el Km - AI 9 + 876.25 (lado izquierdo) y Km.- AI 9 + 852.25 (lado derecho).

Y por último tenemos la propiedad del Sr. Mario Cornejo Esparza iniciando esta en los Km.- AI 9 + 876.25 (lado izquierdo) y Km.- AI 9 + 852.25 (lado derecho) y concluyendo en PE -Km.- AI 10 + 084.75 lado izquierdo a 15.00 mts. y a 10.00 mts. , del mismo lado del eje de la vía, precisamente donde coincide con el derecho de vía de la línea "A", cabe hacer mención que dentro de este segmento a la altura del Km- AI 9 + 960.84 concluye la curva circular y da inicio la espiral hasta el Km- AI 10 + 030.84, punto donde inicia la tangente final hasta el Punto de Enlace (PE), arriba indicado. (ver plano anexo).

En todos y cada uno de los puntos antes mencionados, a excepción de los que se encuentren en el interior de la curva circular, se les deberá de calcular sus coordenada en "X" y "Y", para obtener mediante el producto cruzado de estas, las superficies de afectación correspondientes.

Cabe hacer mención, que en este caso en particular, se llevará a cabo el calculo de coordenadas y superficies en función de los límites de propiedad y no en los del tipo de siembra, en el entendido de que no se efectuará el pago de los Bienes Distintos de la Tierra (pago que se realiza por cosecha no percibida en el área afectada, misma que es valuada en función de tabuladores establecidos con base a los rendimientos promedio de la zona, según el tipo de siembra maíz, frijol, sorgo, alfalfa, arboles frutales, etc.), que en términos generales se lleva a cabo tratándose de ejidos o comunidades, donde las parcelas se encuentran a cargo de una persona que únicamente puede hacer el usufructo y nunca la enajenación de la misma, correspondiendo esto ultimo, únicamente a la Secretaria de la Reforma Agraria, siendo el Organismo encargado de efectuar la transferencia de la propiedad, de cuidar que los derechos de los campesinos sean respetados y de recibir el pago correspondiente al avalúo emitido para tal fin, determinando cuando y a través de quien, se transferirá el mismo al fideicomiso correspondiente en favor de los afectados, para su beneficio común.

Como se ha mencionado anteriormente, las propiedades son particulares y en las indemnizaciones serán consideradas como una afectación integral (tipo de siembra y cosecha esperada, construcciones, instalaciones, accesos, silos, cercas, etc.), con un pago único en efectivo o mediante trabajos solicitados y establecidos en acuerdos entre ambas partes.

En los cuadros 3.3.1 y 3.3.2 se muestran los valores obtenidos de superficies afectadas, nombre de los propietarios, coordenadas de cada limite de propiedad, referencias kilométricas, etc.

APLICADO PARA SEGMENTOS EN TANGENTE Y EN CURVAS ESPIRALES

PROPIETARIO	KILOMETRO	COORDENADAS				OBSERVACIONES
		X	Y	Z	W	
JOSÉ MANUEL CORNEJO	0 + 740 00	87,707 000	118,180 810			11,491,270 001 000
	0 + 740 00	87,298 000	118,187 700			11,490,298,185 000
	0 + 740 00	87,277 000	118,000 000		11,492,812 000 001	11,490,000,000 000
	0 + 801 00	87,248 700	118,000 810		11,490,478,710 102	11,490,000,000 000
	0 + 800 00	87,230 741	118,000 870		11,479,740,000 000	11,479,000,000 100
	0 + 800 00	87,270 007	118,000 000		11,478,000,000 000	11,481,000,100 001
	0 + 740 00	87,299 000	118,180 810		11,507,130,130 000	
	SUMAS			00,000,100,007 000	00,000,100,007 000	
		SUPERFICIE AFECTADA				1,004 700 000
JOSÉ DOLORES MUÑOZ GARCÍA	0 + 800 00	87,200 007	118,000 000			11,474,000,000 000
	0 + 800 00	87,200 741	118,000 870		11,476,000,000 100	11,468,777,000 000
	0 + 800 00	87,188 000	117,000 000		11,468,000,000 000	11,468,000,000 000
	0 + 800 00	87,188 000	117,000 000		11,468,000,000 000	11,468,000,000 000
	0 + 820 01	86,981 818	117,376 000		11,468,000,000 000	11,468,000,000 000
	0 + 800 01	86,981 818	117,376 000		11,468,000,000 000	11,468,000,000 000
	0 + 800 01	86,981 818	117,376 000		11,468,000,000 000	11,468,000,000 000
	SUMAS			00,000,000,000 000	00,000,000,000 000	
		SUPERFICIE AFECTADA				70,000 000 000
GABRIEL CORNEJO ESPARZA	0 + 000 01	87,118 001	117,000 000			11,461,700,000 000
	0 + 000 01	87,106 001	116,878 000		11,460,700,000 000	11,470,000,000 000
	0 + 000 07	87,229 001	116,801 000		11,460,000,000 000	11,467,000,000 000
	0 + 000 07	87,229 000	116,800 000		11,467,000,000 000	11,467,000,000 000
	0 + 000 07	87,229 000	116,800 000		11,467,000,000 000	11,467,000,000 000
	0 + 000 01	87,106 000	116,800 000		11,460,000,000 000	11,460,000,000 000
	0 + 000 01	87,118 001	117,000 000		11,461,700,000 000	11,461,700,000 000
	SUMAS			00,100,000,700 107	00,100,000,710 000	
		SUPERFICIE AFECTADA				2,740 000 000

Y PARA EL CASO DE LA CURVA CIRCULAR TENEMOS

APLICAR LA FÓRMULA $S = (R \sin^2 \theta + \theta) / \sin^2 \theta$

DONDE: θ = RADIO DE LA CURVA, R = AL ANGLULO DEL SECTOR O SEGMENTO DE LA CURVA POR CALCULAR SU SUPERFICIE

CABE HACER MENCIÓN, QUE CON LA FÓRMULA ANTERIOR SE OBTIENE LA SUPERFICIE INTEGRAL DE TODO EL SECTOR, PARA LO CUAL SE UBICAMENTE REQUERIMOS CALCULAR LA FRACCIÓN DE 90 GRADOS DE DERECHO DE VÍA, SE NECESITAN DOS CÁLCULOS

EL PRIMERO, CONSIDERANDO LA MAGNITUD TOTAL DEL RADIO DE LA CURVA ADICIONANDOLE 18 GRADOS

SEGUNDO, EL RADIO DE LA CURVA MENOS 18 GRADOS

Y LA DIFERENCIA ENTRE EL PRIMERO MENOS EL SEGUNDO, DARA EL VALOR REAL DE LA SUPERFICIE AFECTADA

UNAM	ENEP ACAPAN
	TESIS PROFESIONAL
Cálculo de Superficies Afectadas por el Método de Productos Cruzados.	
GUILBERTO RAYEN FRAUSTO	Código 1.3.1

PROPIETARIO	PRODUCTOS CRUZADOS (M2)	SECTOR CIRCULAR (M2)	TOTAL (M2)	OBSERVACIONES
JUAN MANUEL CORNEJO	1,484.768		1,484.768	
JOSE DOLORES MUÑOZ GARCÍA	29,394.937	600.700	29,394.937	
RAMONA ESPARZA HERNANDEZ		7,362.320	7,362.320	
MARIO CORNEJO ESPARZA	2,748.389	2,929.180	2,748.389	
		SUMA	40,515.404	
			4,099	

UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Superficies Totales por Afectar.	
CUTBERTO REYES FRAUSTO	Cuadro 3.3.3

3.4.- INDEMNIZACIONES

Como acción final a la gestión para concretar la adquisición del Derecho de Vía, se procederá al análisis de cada una de las peticiones mismas que serán confrontadas con las magnitudes de afectación y se ser factibles, realizar la indemnización correspondiente:

a.- A cambio de 1,484.768 M2, correspondientes a los Kms.- Al 8 + 740.00 y Km.- Al 8 + 850.00, con una amplitud de derecho de vía necesaria de 20.00 Mts., el Sr. José Manuel Comejo, propietario del predio solicito lo siguiente:

1.- La autorización de Ferrocarriles para la creación de una servidumbre a nivel que permita el acceso entre la carretera "Santa María - Encarnación" y sus parcelas, cruzando la nueva vía a construir y la existente.

2.- Substituir su actual Silo por otro mas grande.

3.- Reubicar su línea de conducción de agua para riego.

4.- Delimitar su propiedad del nuevo límite del derecho de vía, mediante pestería de concreto y alambre de púas.

5.- Preparar 2 Has. de su propiedad para convertirlas de pastizales a terrenos de cultivo.

b.- Del Km.- Al 8 + 850.00 al Km.- Al 8 + 980.00, se requiere de una franja de 20.00 Mts. de ancho, como en el caso anterior, y del Km.- Al 8 + 980.00 al Km.- Al 9 + 618.89, con una amplitud necesaria de 40.00 Mts., dando como resultado una superficie total de 29,995.637 M2, a cambio de la cual, el Sr. José Dolores Muñoz García, solicito lo siguiente:

- 1.- Rectificar en 400.00 Mts. lineales el cauce del río, incluyendo formación del nuevo y relleno del anterior.
 - 2.- Preparación de siete Has. de terrenos destinados a pastizales, para su posterior uso como zona de cultivo.
 - 3.- Cancelar el silo existente y construir uno nuevo de mayores dimensiones.
 - 4.- Construcción de un depósito para agua con capacidad de aprox. 16,000 litros .
 - 5.- Reubicación de bodega existente.
- c.- Entre los Km.- Al 9 + 618.89 y Km.- Al 9 + 864.25, se requiere de una franja de 30.00 Mts., de ancho como derecho de vía, con una superficie resultante de 7, 362.32 M2., aunado a esto el material necesario para la construcción de las terracerías, mismo que será extraído de los terrenos aledaños a la obra, por lo cual la Sra. Ramona Esparza Hernández propietaria del predio, solicito a cambio lo siguiente:

- 1.- Únicamente se tomara el material equivalente a 60,000 M3., la transferencia de la propiedad en favor de Ferrocarriles sería solo por la franja de los 30.00 Mts. de ancho por la longitud necesaria marcada según el trazo para la nueva vía (únicamente se explotaría el banco y se pagaría el material extraído).
- 2.- Un único pago en efectivo de \$ 6,000.00 (seis mil pesos), fragmentado de la siguiente forma:

Un depósito de \$ 3,000.00 (tres mil pesos) al inicio de los trabajos y otro pago igual al finalizar los mismos.
- 3.- Efectuar una preparación del terreno con maquinaria pesada una vez concluida la explotación del banco, adicionándole una capa de 0.20 Mts., de espesor de material orgánico extraído del fondo de la presa adjunta.

4.- Retiro de las rocas que se encuentren durante el proceso de explotación del banco y colocarlas arrojando los terraplenes.

d.- Por ultimo, del Km.- Al 9 + 864.25 al Km.- 10 + 097.80, con un ancho de 30.00 Mts., y una superficie resultante de 5,677.569 M2., el Sr. Mario Cornejo Esparza, propietario del terreno solicito a cambio:

1.- La preparación de seis Has. de pastizales de su propiedad, para ser convertidos en terrenos de cultivo.

En el cuadro 3.4.1, se puede apreciar un comparativo entre las peticiones antes mencionadas con sus respectivos importes, mismos que han sido estimados mediante la aplicación de los costos para materiales, mano de obra y horarios de maquinaria pesada, contratados para la ejecución de la obra, y respecto a las cantidades por metro cuadrado de cada una de las superficies afectadas, estas se consideraron en función de su precio vigente según su uso y ubicación, dato proporcionado por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN), con las siguientes consideraciones:

Monto de las Peticiones.....	\$ 115,665.25
Monto de las Afectación.....	\$ 578,763.82

De lo anterior, podemos resumir que el importe de las peticiones corresponde a una quinta parte de la erogación real que se tendría que hacer de requerirse la adquisición del derecho de vía mediante la compra directa, aunado a esto, la gran agilidad que representa el generar únicamente un convenio mediante el cual se establece que se permitirá el inicio de las obra condicionando únicamente la transferencia de la propiedad al cumplimiento de los trabajos solicitados y a que ferrocarriles asuma los importes por concepto de tramites legales y escrituración de las superficies, dando como resultado que tanto el departamento jurídico como el técnico de Ferrocarriles, determinaran que cumpliendo con lo solicitado, la gestión es factible, aunado a esto, el que resultaba dentro de los parámetros estimados de erogaciones por efecto de la adquisición de las superficies y en un periodo de tiempo muy corto, no implicando la necesidad de un tramite muy engorroso y prolongado, como seria el caso de una gestión de expropiación, lo cual repercutiría de manera directa en la calendarización definida para este proyecto y por ende en el costo real del mismo.

COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LOS TRABAJOS SOLICITADOS Y LA ADQUISICIÓN DE LA SUPERFICIE NECESARIA PARA LA EJECUCION DE LA OBRA.

	CANTIDAD	UNIDAD	SUPERFICIES		PETICIONES		OBSERVACIONES
			M2	IMPORTE \$	CONCEPTO	IMPORTE \$	
	8 + 740	8 + 800	1,424.770	19,301.98	CRUCERO A NIVEL LINEA DE CONDUCCION DE AGUA DELIMITAR PREDIO (CERCA) PREPARA 2 HAS. CONSTRUCCION DE SILO	2,600.00 900.00 8,800.00 2,837.70 5,068.70	
					SUMA	17,893.40	
J. POLICARPO	8 + 850	8 + 818.83	29,835.840	389,843.28	RECTIFICACION DE CAUCE PREPARAR 7 HAS. CONSTRUIR SILO CONSTRUIR DEPOSITO DE AGUA REUBICACION DE BODEGA	8,810.48 8,813.10 5,955.78 82,082.80 4,906.24	
					SUMA	73,867.01	
RAMON MARCELA BERNARDEZ	8 + 618.85	8 + 864.25	7,367.220	85,710.16	PREP FONDO BANCO DE PRESTAMO PAGO EN EFECTIVO	4,000.00 6,810.48	
					SUMA	12,810.48	
MANUEL CORNEJO ESPARZA	8 + 864.25	10 + 097.80	8,877.870	73,808.40	PREPARACION DE 6 HAS	7,094.25	
					SUMA	7,094.25	
TOTAL			35,482.290	673,761.02			

UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Cuadro comparativo entre los trabajos solicitados y la adquisicion del Derecho de Via.	
CUTHIRTO REYES ERAUSTO	Cuadro 2.11

CAPITULO IV

CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA

CAPITULO IV

4.- CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA

4.1.- CIMENTACIÓN

Al efectuar el reconocimiento de campo, la primera finalidad es determinar la mejor ubicación para la obra, sin embargo, también se debe de poner énfasis en los tipos de suelo donde será alojada la misma, puntualizando en cual de ellos resulta ser indispensable la aplicación de estudios de Mecánica de Suelos, a fin de precisar las capacidades de carga y evitar al máximo los hundimientos posteriores a su construcción, cabe hacer mención, que prácticamente el 90 % de las líneas férreas se encuentra cimentadas mediante la formación directa de los terraplenes sobre el terreno natural, previo a un pequeño despalme, para eliminar tanto la capa de material erosionado como el que se encuentre mezclado con materia orgánica.

En Ferrocarriles al igual que en carreteras, el termino cimentación es aplicado a la superficie donde será desplantado el cuerpo del terraplén y que deberá de ser suficientemente resistente a fin de evitar cualquier cambio de nivel que en un momento dado pueda ocasionar un descarrilamiento, en el entendido que la única sujeción entre un convoy férreo y la vía, es su peso propio y una pequeña ceja en el interior de cada rueda de acero, por lo que, un cambio brusco en su alineamiento horizontal podría ocasionar un perance de graves consecuencias.

Dentro de nuestra conexión con una longitud de 1,628.72 mts., se detecto una depresión topográfica entre los Km. Al 9 + 020 y Km Al 9 + 620, constituida por un suelo con alto contenido de materia orgánica y baja capacidad de carga, superficie que fue destinada durante bastante tiempo al almacenamiento de aguas pluviales (Represa), y finalmente como área de cultivo.

Por lo anterior, se determinó la necesidad de contratar a una empresa que realizara el estudio correspondiente, basado en una exploración de campo para identificar las características geológicas y geotécnicas de los materiales que existen en la zona, efectuar su clasificación y mediante la toma de muestras inalteradas "in situ" de 30 x 30 Cm., proceder a determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales, analizando su capacidad de carga, las posibles deformaciones del subsuelo y definir el nivel de desplante más conveniente de las terracerías por construir, así como el procedimiento constructivo a seguir

CAMPO:

En campo se efectuó un reconocimiento geológico y geotécnico de los diferentes materiales que existen en el lugar, así como también de los posibles de observar mediante tres socavones, realizados en puntos predeterminados del tramo con problemas y que obviamente resultasen ser los más representativos, clasificando y muestreando el material que se encontró, al cual, se le aplicaron mediciones de resistencia "in situ".

LABORATORIO:

Se enviaron al laboratorio las muestras inalteradas y alteradas representativas de los diferentes estratos identificados en campo, para efectuar las siguientes pruebas:

- Doce series de pruebas índices (Límite de plasticidad y granulometría), para su clasificación SUCS.
- Tres pruebas triaxiales rápidas y seis de compresión simple para determinar sus propiedades de resistencia al esfuerzo cortante
- Cuatro consolidaciones unidimensionales para verificar las características de compresibilidad de los materiales en estado natural y estado saturado.

Con base en lo anterior y en los resultados obtenidos en campo y laboratorio, se procedió a definir la estratigrafía representativa del sitio y al análisis de capacidad de carga de los estratos superficiales menos resistentes, así como, de la magnitud de los probables asentamientos que pudieran registrarse.

RESULTADOS OBTENIDOS:

ESTRATIGRAFIA:

Entre el cadenamiento AI 9 + 020 y AI 9 + 620 del trazo, donde se requirió del estudio, la estratigrafía esta definida de la siguiente forma:

- 1er Estrato.-** Espesor de 1.10 a 1.50 Mts., Clasificación: Arcilla limo-arenosa de baja plasticidad, con una consistencia de media a dura, de color café claro conteniendo algunas raíces húmedas (CL,ML).
- 2º.-** Espesor de 0 a 1.0 Mts., clasificado como gravas y arenas arcillosas compactadas húmedas (GS,SC).
- 3º.-** Espesor de 0.70 a 2.80 Mts., clasificado como limo arcillo-arenoso muy compacto, de color café claro húmedo (ML,CL).
- 4º.-** Espesor indefinido, clasificado como gravas y arenas poco limosas muy compactas, húmedas (GM,SM).

PROPIEDADES:

En cuanto a su resistencia y deformabilidad, los materiales de los estratos representativos tienen las siguientes propiedades:

ESTRATO	COHESION "C" (T/M2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN φ (°)	MODULO DE ELASTICIDAD E (kG/Cm2)	CLASIFICACION SUCS
1	DE 3.1 A 12.5	DE 17.5 A 28.0	DE 55.8 A 174.4	DE CL - ML A SC
3	4.5	13.00	110	ML - CL

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS:

La mayoría de los estratos tienen una capacidad de carga última mayor a 24 Ton/M2 y el terraplén al nivel de desplante transmitirá una carga de 12 Ton/M2, dando como consecuencia un factor de seguridad de 2.

La citada carga se estimó considerando un terraplén de 7.0 Mts., de corona, con una altura media de 6.60 Mts., y taludes de 1.5 : 1.

Por lo que toca a la magnitud de los asentamientos que la infraestructura inducirá al suelo, estos se estima serán del orden de 0.10 Mts., como máximo, los cuales ocurrirán durante la etapa de construcción del cuerpo del terraplén.

NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS:

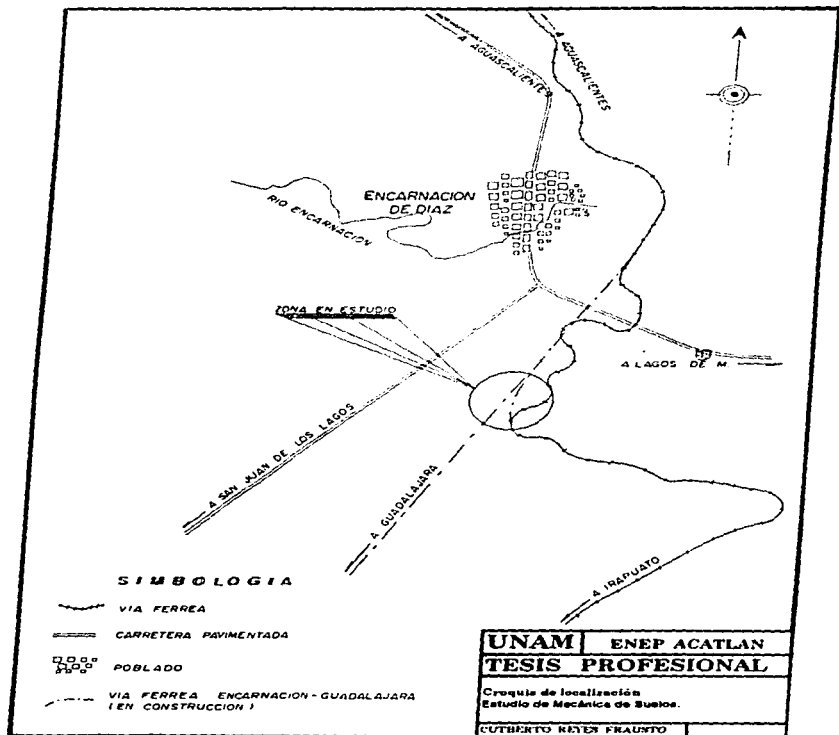
Este nivel de aguas freáticas se localizó en el PCA N° 2, a una profundidad de 4.30 Mts. (Ver figura 4.1.1).

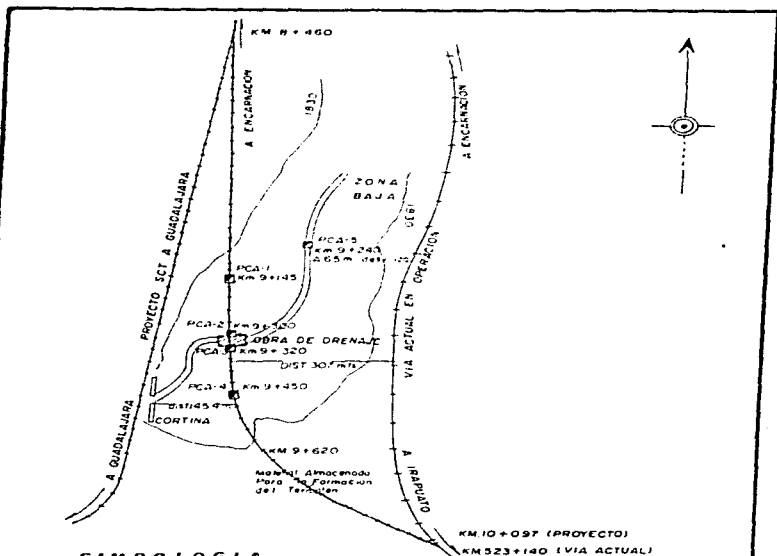
RECOMENDACIONES PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

De conformidad con los resultados obtenidos, para la construcción del terraplén, entre los Km. AI 9 + 020 y AI 9 + 620, se requirió adoptar las siguientes recomendaciones:

- 1.- Abrir una caja del ancho de la base del terraplén mas un metro a cada lado, con una profundidad de 0.60 Mts.
- 2.- Una vez realizado lo anterior, escarificar el lecho del material descubierto en un espesor de 0.30 Mts., y compactarlo al 95 % de la prueba proctor estándar.
- 3.- Sobre el lecho del material descubierto, construir dos capas de 0.30 Mts., con material de préstamo de banco, mismas que serán compactadas al 95 % de la prueba proctor estándar.
- 4.- Sobre el nivel terminado de la segunda capa, construir el cuerpo del terraplén con material de banco, mediante capas con espesor máximo de 0.30 Mts., compactadas al 95 % de la prueba proctor estándar.
- 5.- La ultima capa del cuerpo de terraplén (Subrasante), se compactara al 100 % de la prueba proctor estándar.
- 6.- La capa de transición (Sub-balasto), se construirá con material de préstamo, autorizado par tal fin, mediante una compactación al 100 % de prueba proctor estándar.

Respecto a los socavones que fueron abiertos para observar, clasificar y muestrear el material del subsuelo, estos deberán ser rellenos en capas de 0.30 Mts., de espesor con material extraido del mismo lugar y compactarse al 95 % de la prueba proctor estándar, ver croquis de localización y figuras 4.1.1 y 4.1.2.





SIMBOLOGIA

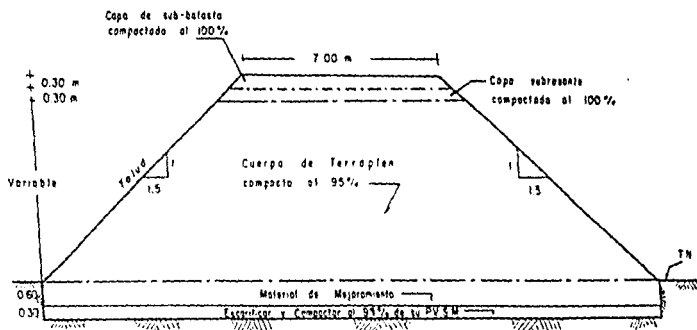
- POZOS A CIELO ABIERTO
- ▨ OBRA DE DRENAJE
- VIA ACTUAL EN OPERACION
- - - ENLACE EN CONSTRUCCION
- VIA FERREA ENCARNACION-GUADALAJARA (EN CONSTRUCCION)

UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

Croquis de localización de los Pozos a Cielo Abierto (PCA).
 Estudio de Mecánica de Suelos.

CUTBERTO REYES FRAUSTO Figura 4.1.1

SECCION DE TERRAPLEN



UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Procedimiento Constructivo Recomendado Estado de Mecánica de Suelos.	
GUTIERRO REYES FRAUSTO	Figura 4.1.3

4.2.- CONSTRUCCIÓN DE TERRACERIAS

El termino terracerías es aplicado en Ferrocarriles a la parte de la infraestructura que se encuentra entre el terreno natural y el lecho bajo de la cama de balasto, sin embargo, esta se encuentra subdividida en tres partes:

- a.- Cuerpo del terraplén.
- b.- Capa Sub-rasante.
- c.- Capa sub-balasto:

Respecto a la primera, su construcción esta basada en la aplicación de maquinaria pesada, Material tipo "B", producto del préstamo lateral y/o préstamo de banco y Mano de Obra.

Existen diferentes Métodos o sistemas aplicados durante el proceso de su construcción y que en muchos de los casos se orientan a equipos especializados con capacidad de transitar sobre vía y su aplicación depende directamente de las características de la obra por construir, es decir, en algunas ocasiones se requiere únicamente de complementar o ampliar alguna sección del terraplén, con vía ya en operación, en estos casos se requiere indudablemente de la aplicación de góndolas de volteo automático para el transporte del material del banco de préstamo al lugar de la obra, este equipo consiste en una unidad de ferrocarril descubierta en su parte superior y con una capacidad de 20 ó 40 M3., con descarga lateral en cualquiera de sus dos lados, mediante gatos neumáticos con abasto de aire a través de la locomotora, sobre vía este es el sustituto de los camiones de volteo.

Conformadora Jordán (CJ), este equipo hace las veces de un bulldozer, solo que en vez de orugas este cuenta ruedas de acero para transito sobre vía, sistemas hidráulicos para el abatimiento y ubicación de cuchilla, su potencia la obtiene de una locomotora diesel eléctrica y su función es cortar, empujar y conforma el materia a uno o a ambos lados de la vía.

Tanto las CJ como las góndolas de volteo automático, forman grupos integrados a un tren denominado tren de trabajo, orientados en la mayoría de estos casos a la conservación y rehabilitación de la infraestructura férrea y apoyados con equipo tradicional, esto cuando la obra se encuentra a una distancia fuera de su cobertura o si se trata de una línea totalmente nueva en donde es imposible el acceso de equipo sobre vía, en estos casos, se emplean los sistemas convencionales, que permiten el movimiento de tierras con la aplicación de Bulldozer, Cargadores Frontales, Dragas, Retroexcavadoras, Camiones para el transporte de los materiales, Vibrocompactadores, Motoconformadoras, etc.,

En nuestro caso, la construcción de las terracerías se llevará a cabo con Bulldozer tipo D8, serie 46-A, Trascavo 955-L, Vibrocompactador, Motoconformadora, Camiones de Volteo para el transporte de los materiales necesarios, Camión Pipa para brindar la humedad necesaria a fin de obtener las compactaciones requeridas.

La especificación que ampara este concepto es la SCT.1981.II-6-1 A 6-6, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y que refiere a la formación y compactación del cuerpo del terraplén al 95 % de la prueba proctor estándar, incluyendo el agua necesaria y en capas de 0.30 Mts., de espesor medido compacto.

SCT.1981.II refiere al concepto de compactación del terreno natural para el desplante de las terracerías al 95% de la prueba proctor estándar, incluyendo el agua necesaria.

Con el siguiente procedimiento constructivo:

Una vez que se ha marcado y referenciado el trazo definitivo de nuestro proyecto, se determina la amplitud de la franja que deberá de ser desmontada y despalmada, eliminando con esto la vegetación y la capa superficial con materia orgánica y altamente erosionada, a fin de obtener una adecuada superficie de desplante para las terracerías y evitar asentamientos.

El desmonte se llevará a cabo en aquellos espacios donde exista una vegetación alta que impida la realización de los trabajos encomendados y para efecto de nuestra obra se cubrirá con Bulldozer en una extensión de 6

Has., incluyendo las superficies donde se convertirán las zonas de pastizales a terrenos de labor a petición de los afectados.

El despalme se determino ejecutarlo en toda la longitud del proyecto incluyendo la zona destinada al préstamo de banco, con un espesor de: 0.10 Mts. trabajo que será realizado con Bulldozer, mediante el ataque frontal con cuchilla, debido a que se trata de un terreno suave destinado al cultivo, cabe hacer mención, que la amplitud de la franja a atacar dependerá de manera directa de las alturas del terraplén, por lo que, esta no será homogénea. El material producto de este concepto deberá de ser acamellonado a ambos lados y nunca deberá de mezclarse con el aplicado en la formación del cuerpo del terraplén, este trabajo será ejecutado aun en aquellas secciones consideradas en corte, debido a que el material extraído de estas, será aprovechado también en la formación del terraplén.

Una vez concluido lo anterior, se procede a compactar el terreno natural al 95 % de la prueba proctor estándar, para su posterior formación del terraplén mediante el aprovechamiento del material producto de los escasos cortes, con acarreo libre no mayores a 20 mts y en paralelo se inicia la explotación del banco de préstamo de material, en el cual, se asignaron dos Bulldozer D8, con ripper y dos Trascavo 955-L, encargados de abastecer de material a los Camiones, que a su vez lo acarrearían en una longitud máxima de un Kilometro.

Para la construcción de las terracerías, se formaron dos frentes con un Bulldozer D8, en cada uno, los cuales se encargarían, en paralelo con el Camión Pipa, de formar capas de 0.30 Mts. de espesor, bandearlas y posteriormente con el Vibrocompactador dar el acabado final y la compactación requerida.

Este mismo proceso se aplica hasta llegar a los niveles preestablecidos de la capa subrasante, mediante una nivelación controlada cada tercer día.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Los volúmenes de material requeridos en la construcción de la terracerías, son los siguientes:

Formación de terraplén ----- 35, 372 M3.

Despalme total de trazo ----- 2, 722 M3.

Material sustituido en caja de cimentación ---- 19, 723 M3.

SUMA ----- 57, 817 M3.

Desmante ----- 6 Has.

Compactación terreno Natural, incluyendo material
de sustitución en caja ----- 20, 360 M3.

4.3.- CONSTRUCCIÓN DE CAPAS SUBRASANTE Y SUB-BALASTO

Como se ha mencionado en el inciso anterior, tanto la capa de Subrasante como la de Sub-balasto, forman parte integral de las terracerías al unirse con el cuerpo del terraplén, sin embargo, deben de cumplir con una serie de características específicas, en el entendido, que de estas depende la vida útil de la obra y por ende, la recuperación económica de la inversión.

Lo anterior obedece, a que la capa Subrasante será la encargada de transmitir de forma homogénea los esfuerzos provocado por el tránsito de convoyes férreos al cuerpo del terraplén, así como, complementar la función de la capa Sub-balasto, brindándole una superficie estable y resistente, mediante un espesor de 0.30 M., de material tipo "B" (Tepetate). compactado al 100 % de la prueba proctor estándar, su procedimiento constructivo es totalmente similar al de una capa del cuerpo del terraplén, la procedencia del material para su construcción, en nuestro caso, es del mismo banco de préstamo, solo que previo y posterior a su formación, se debe correr una nivelación con nivel fijo y en estaciones de 20 Mts. , a lo largo de nuestro trazo, a fin de controlar sus espesores y la calidad del alineamiento horizontal, así como, verificar los acabados inicial y final, su ancho de corona y por último su porcentaje de compactación, según lo especificado en el proyecto mediante la aplicación de sondeos.

Por otro lado, se deberá brindar la humedad necesaria al material y un alto grado de homogeneidad en su tendido y compactación, así como su pendiente necesaria para su correspondiente drenaje superficial.

Respecto a la capa Sub-balasto, esta cuenta con características superiores a su antecesora, debido a que su función primordial es evitar la incrustación del balasto y deformaciones en el resto de la infraestructura, proporcionar una superficie de máxima resistencia ante los esfuerzos transmitidos de forma directa por la estructura de la vía (cama de balasto, durmiente y riel), al paso de trenes.

Su procedimiento constructivo requiere a diferencia de la capa anterior, del empleo de una Motoconformadora, con la función de acamellonar al centro el material que será colocado, al que se verificará su granulometría, para su posterior mezclado con el aglutinante que regularmente tiende a ser arcilla, adicionándole la cantidad de agua necesaria.

Una vez realizado lo anterior, el material será extendido en capas de manera que se obtenga la compactación requerida del 100% de la prueba proctor estandar, hasta llegar al espesor establecido de 0.30 M.

Para efecto de nuestra conexión, Ferrocarriles proporcionara el material pétreo necesario en su construcción (será Balasto, el aplicado en esta capa), y que cumple con las especificaciones establecidas de granulometría y resistencia, por lo que refiere al aglutinante, se determino que el extraldo del banco de préstamo es adecuado para tales fines, respetando totalmente los porcentajes de aplicación 90 % material pétreo y 10 % de aglutinante.

Como factor importante tenemos un riguroso control de calidad a fin de constatar el cumplimiento fiel de las especificaciones de esta ultima capa, mediante sondeos que determinen los espesores ya compactos y el alineamiento horizontal y transversal mediante el auxilio de un nivel fijo con secciones a cada 20 Mts., con apoyo en el eje del proyecto, definiendo así la conclusión de las terracerías mediante una corona terminada de 7.00 Mts., de ancho, superficie lista para la recepción de la cama de balasto, durmiente y vía.

Los volúmenes empleados en cada capa son los siguientes:

CAPA SUBRASANTE -----	4,078 M3.
CAPA SUB-BALASTO -----	<u>3,638 M3.</u>
SUMA -----	7,716 M3.

4.4.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Este termino es aplicado a aquellas obras que coadyuvan al buen funcionamiento de la estructura por construir y que definitivamente están consideradas desde los inicios de cualquier proyecto, en nuestro caso, serán las que contribuyen al buen desempeño de las terracerías y que al integrarse a estas, forman la infraestructura férrea.

Nuestra Conexión, a pesar de ser una obra de una longitud relativamente corta, no se encuentra exenta de este tipo de obras y a la altura del Kilometro Al 9 + 304.00, nos encontramos con un cauce que funciona únicamente en época de precipitaciones pluviales, anteriormente, abastecía a la antigua represa, en la cual se almacenaba agua para riego y que fue cancelada hacia varios años, para modificar su uso, actualmente como superficie de cultivo.

Se detecto una configuración muy caprichosa en el cauce y justo en la intersección de su eje con el del proyecto, se encontró un cambio de dirección, obligando a que durante la ejecución de la obra este se rectificara a fin de cruzar recto con un esviamiento conveniente para ambos trazos.

Motivo por el cual, como obra complementaria se integro a los conceptos de obra la realización de la excavación para la rectificación del cauce original del rio, así mismo, se considero la construcción de una obra de arte o hidráulica, definida para nuestro caso como ALCANTARILLA.

Como primer punto, se deben de definir los niveles máximos extraordinarios, esto con la finalidad de determinar la capacidad o área hidráulica adecuada de la obra a construir y por ende las dimensiones y característica estructurales.

Como en otros casos expuestos ya en este trabajo, muchos de los sistemas de calculo aplicados en las diferentes facetas de una obra férrea, están basados en la experiencia de grandes Ingenieros Ferrocarrileros, por lo

que, el diseño de nuestra alcantarilla se auxilia de algunos prototipos, los cuales se basan en algunos datos, entre los que destacan:

- a.- Las necesidades de capacidad hidráulica.
- b.- Los niveles de las terracerías terminadas.
- c.- El ángulo de esviamiento.
- d.- Ancho de corona.
- e.- Ángulo de reposos de los materiales que constituyen las terracerías.

Como datos tenemos:

En el cauce: el Nivel de Aguas Máximo Extraordinario se encontró a 1.35 Mts., y un ancho máximo de 2.50 Mts., sin embargo, se detecto también una alta concentración de material arrastrado por las corrientes tales como raízes, zacate producto de las cosechas, ramas y hasta pequeños brazos de arbustos, por lo que, se determino evitar azolves fuertes en el interior de la alcantarilla mediante la consideración de una sección hidráulica holgada y adecuada, que permitiera el libre transito de residuos y arrastres, evitando con esto en un momento dado un taponamiento, lo cual, redundaria en un embalse importante y de graves consecuencias para la infraestructura férrea. Con esta base, se determino que la sección mas adecuada para la obra de arte seria de 4.00 de base x 3.00 Mts. de altura, quedando por definir su longitud y ángulo de esviamiento.

Para determinar lo antes indicado, como punto de partida contamos con los siguientes elementos, en el punto de intersección tanto del eje de proyecto como de cauce:

- Nivel de terracerías terminadas	33.142
- Nivel de Terreno Natural (cauce)	<u>25.930</u>
diferencia	7.212

Para determinar el espesor del colchón de terracerías tenemos:

Espesor de losa de alcantarilla	0.50 Mts.
Altura interior de alcantarilla	3.00 Mts.

Por lo tanto tenemos :

Altura total:	+ 7.212
Losa	- 0.50
Altura interior	- <u>3.00</u>
Colchón	<u>3.712 Mts.</u>

Calculo de longitud de alcantarilla:

Ángulo de esviajamiento rectificado:	61°
Ancho de corona	7.00 Mts.
Ángulo de reposo del material	1.5 : 1

De lo anterior obtenemos:

a 90° del eje tenemos:

$3.712 \times 1.5 = 5.57$ mas 1/2 de la corona
 $5.57 + 3.50 = 9.07$ Mts. equivalente a la mitad de la longitud de la alcantarilla a 90° del eje de proyecto, sin embargo, el eje del cauce forma un ángulo de 61 grados, en tal caso tenemos:

$$\text{Longitud Cauce} = 9.07 / \cos 29^\circ$$
$$L C = 10.40 \text{ Mts.}$$

Longitud total de Alcantarilla:

$10.40 + 0.30 \text{ de cabezal} = 10.70 \times 2 = 21.40 \text{ Mts}$
Por lo tanto, la longitud total de la alcantarilla será de 22.00 Mts.

Resumiendo :

Corona de terracerias	7.00 Mts.
Colchón	3.712 Mts.
Longitud de Alcantarilla	22.00 Mts.
Cabezas	0.30 Mts

Espesor de losa de concreto para alcantarilla.	0.50 Mts
Sección de alcantarilla	4.00 x 3.00 Mts.
Angulo de esviajamiento	61 °

Para la construcción de la alcantarilla se determino aplicar el armado y características de una obra de arte tipo seis, misma que consiste en:

MUROS DE MAMPOSTERÍA :

4.00 Mts como ancho de base por 0.70 Mts. de alto.
Cuerpo de 3.8 Mts. de base x 0.50 Mts de corona
y una altura de 3.20 Mts.

ALEROS :

En este caso y debido al esviajamiento, dos de los cuatro aleros deberá de ser mayor en cuanto a su longitud, es decir, aguas arriba el izquierdo contará con una longitud de siete metros, al igual que el derecho aguas abajo, mientras que los otros dos restantes medirán únicamente seis metros.

Sus característica serán similares a la de los muro, es decir, estos serán la continuación y conclusión de los mismos, por lo que serán construidos con mampostería con una sección inicia igual a la antes indicada.

Respecto a la sección final, esta contará con una base de 1.20 Mts., con altura de 0.70 Mts y el cuerpo será de 1.00 Mts. de base con una corona de 0.30 Mts. y 1.00 Mts. de altura.

PISOS Y LAVADEROS :

Estos serán construidos con concreto ciclópeo y con un espeso de 0.20 Mts. adicionándose al inicio y fin, un dentellon de 0.20 x 0.20 Mts. como anclaje.

LOSA Y CABEZALES :

El armado de la losa corresponde a una estructura con resistencia para carga Cooper E - 80, misma que es ejercida de manera directa por el tráfico de trenes, quedando de la siguiente forma:

En el sentido transversal armado superior e inferior, Varillas de 5/8" a cada 20.

Y en el sentido longitudinal armado superior con Varillas 5/8" a cada 20, mientras que en lecho bajo será con varillas de 1 1/2" a cada 15.

Respecto a los cabezales, estos serán armados con cuatro varillas longitudinales de 5/8" y estribos también de 5/8".

El concreto aplicado en esta obra será con un $f'c = 250$ Kg/cm²., vibrado y curado, mientras que para el ciclópeo será de un $F'c = 100$ Kg/cm²., con un 30 % de piedra hombre.

4.5.- SUPERVISIÓN Y CONTROL DE AVANCES DE OBRA

Existen dos formas de realizar una obra en Ferrocarriles, es decir, mediante los recursos propios del organismo recibiendo el termino de construcción por **ADMINISTRACIÓN** ó ejecutarse con la aplicación de Maquinaria, Mano de Obra y Materiales provistos por una Cia. Constructora ajena a los Nacionales de México, denominándose por **CONTRATO**, sin embargo, el control y la supervisión de los avances de obra no difieren en mucho dentro de estos dos ámbitos, para el primero de ellos, la responsabilidad de la obra recae de manera directa en el Ingeniero de la División correspondiente y con el personal a sus ordenes serán ventiladas todas y cada una de las eventualidades, así como, las necesidades de materiales y mano de obra, quedando únicamente a cargo de la Gerencia de Vía y Estructuras a nivel central, a través del Área de Construcción, el manejo y control de la maquinaria pesada y sus operadores.

Respecto a los avances de Obra, estos se controlan con un programa calendarizado, en el cual se deberán de establecer los periodos de tiempo por concepto, el abasto de materiales, los rendimientos de la maquinaria y la mano de obra. En paralelo se manejan bitácoras de suministro de combustibles, aceites, lubricantes, periodos de mantenimiento y reparación, tanto preventiva como correctiva del equipo.

Finalizando la obra, con un recuento de las erogaciones totales por concepto de materiales, obra de mano y equipo, lo cual, dará una valorización real de la inversión y por ende, una justificación de los egresos presupuestales destinados para la creación y conservación de la Infraestructura Férrica.

Por otra parte, en lo que refiere a la realización de una obra por **CONTRATO**, desde la licitación publica se determinan las necesidades de equipo, materiales y mano de obra, así como las magnitudes y conceptos que integran la obra a realizarse, se establece también la calendarización de los trabajos, el inicio y posible conclusión de los mismos, quedando a cargo de

la Gerencia de Vía, a través del personal del Área de Construcción, el cuidar el cumplimiento fiel de los conceptos establecidos para su ejecución, en cuanto a calidad y normas, dado el caso de que no se cumpla con lo estipulado, el contratista tendrá la obligación de reparar o reponer de manera inmediata los trabajos mal realizados, sin cargo alguno para el contratante.

Para tal fin, se asigna a un Ingeniero y ayudantes de campo la supervisión y control de la obra, así como, la atención y solución de los problemas que se presenten sobre la marcha de la misma, el correcto llenado de las bitácora y de informar con regularidad a las Oficinas Generales de los avances obtenidos.

En la mayoría de los casos, se le asigna como residencia al personal de Ferrocarriles el lugar donde se llevará a cabo la obra y mes a mes, se deberán llenar en común acuerdo con la Cia. Constructora, la estimación correspondiente, asentando los avances reales sobre cada concepto, para su liquidación correspondiente, dado el caso de que durante el mes no se haya cubierto o dado cumplimiento con lo establecido y esto sea imputable a la Cía. contratista, esta se hará acreedora a las sanciones estipuladas en el contrato y será necesario ejercer una retención económica hasta su nivelación correspondiente.

4.6.- SISTEMAS DE PAGO

En nuestro caso y como se explicó brevemente en el inciso anterior, la obra se ejecutará bajo el esquema de construcción por **CONTRATO**, motivo por el cual, periódicamente serán evaluados los avances de obra y únicamente se integrarán a la estimación para el pago correspondiente, aquellos conceptos que cumplan con las normas y especificaciones establecidas a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y que obviamente forman parte del contrato respectivo.

El sistema para determinar el monto de cada estimación es el siguiente:

En la última semana de cada mes, la supervisión de Ferrocarriles y la del Contratista, realizarán la medición física del avance de obra, verificando de los materiales y los trabajos realizados y, si estos cumplen con la calidad y normas establecidas, se evaluará cada concepto de acuerdo a la unidad establecida para cada uno de ellos, con sus correspondientes aproximaciones, es decir, en M3. si se trata de volúmenes, M2. ó Has., si se trata de superficies o en el caso de acarreo por Km., ó Hectómetros, etc., multiplicada por el precio unitario establecido, dando como resultado la cantidad a pagar, durante el periodo de ejecución correspondiente.

A la suma de todos los conceptos que tuvieron avances durante el periodo de ejecución evaluado, se le descuenta un porcentaje por efecto de **ANTICIPO** (en nuestro caso del orden del 30%) y al resultado se le adiciona el Impuesto al Valor Agregado (IVA), dando como consecuencia el monto total a pagar.

Una estimación normal deberá de contar con los siguientes datos:

- Área de Ferrocarriles responsable del contrato.
- Numero de estimación ó certificado.
- Tipo de certificado Ordinario o Extraordinario
- Numero de contrato.

Respecto a la Compañía que ejecuta los trabajos:

- Nombre.
- N° de Registro Federal de Causantes.
- N° de Registro ante la Secretaria de Programación y Presupuesto.
- N° de Registro ante la Cámara de la Industria de la Construcción.
- Nombre de la Obra.
- N° de Concurso de asignación y fecha.
- N° de Oficio de la Secretaria de Programación y Presupuesto y fecha.
- N° de la Partida Presupuestal a la que será cargada la obra.

Concepto de obra, unidad, cantidad, precio unitario e importe con numero y con letra, fecha y firmas de: Contratista o apoderado legal, Jefe del Área de Construcción y Residente de Obra, estos dos últimos de Ferrocarriles.

Dado el caso de que los avances reales sean inferiores a los contemplados en el programa calendarizado de obra y estos retrasos sean imputables al contratista, se deberá aplicar una sanción y retención económica, misma que será reintegrada en la siguiente estimación siempre y cuando se cumpla con lo programado mas lo correspondiente al retraso del certificado anterior.

En este inciso se ha mencionado un termino nuevo, el **ANTICIPO**, correspondiendo a un porcentaje del monto total de la obra que es entregado en efectivo al contratista, prácticamente al inicio de la misma, en nuestro caso es distribuido de la siguiente forma:

- 10 % para el inicio de los trabajos.
- 20 % Para la adquisición de maquinaria y Materiales.

Dando como resultado un 30 % sobre el monto total de la obra a realizarse, motivo por el cual, en cada una de las estimaciones o certificados siempre habrá un descuento del 30 % sobre el monto de la misma, por efecto de anticipo.

Por ultimo, al finalizar los trabajos se llevará a cabo una evaluación tanto en cantidades de obra como en calidad de la misma, a fin de realizar el finiquito de la construcción y su respectiva recepción mediante el acta correspondiente, paralelamente y como respaldo para los Nacionales de México, se cuenta con una fianza, misma que fue requerida por Ferrocarriles y con una vigencia de 5 años, contados a partir de la firma del contrato, por lo que, en caso de existir algún mal oculto o concepto mal ejecutado que provoque algún percance o ponga en riesgo la operación ferroviaria, de inmediato se responsabilizará al contratista.

4.7.- OBRA EXTRAORDINARIA

El termino de Obra Extraordinaria se maneja para aquellos conceptos que requieren de ser ejecutados pero que no fueron considerados en el proyecto ni el programa original, es decir, previo a la licitación publica y al inicio de los trabajos, durante la etapa de gabinete y proceso de datos de campo, se trata de cubrir al máximo las necesidades y requerimientos de la obra por construirse, sin embargo, siempre se presentan pequeñas o grandes eventualidades sobre la marcha o ejecución de la misma, dando como consecuencia el tener que realizar algunas actividades no contempladas o consideradas y que sin ellas, no se podrá dar continuidad a la construcción requerida.

Aunado a los anterior y una vez definidos los conceptos de obra extraordinaria, se deberá establecer previo a su ejecución, el precio unitario para cada uno de ellos, en función de los ya existentes ó de los que sean aplicables a estos y dado el caso de no existir similitud alguna entre ellos, el contratista deberá elaborar el análisis correspondiente para su evaluación y aprobación por parte del Departamento de Precios Unitarios de Ferrocarriles Nacionales de México.

Por lo que refiere al sistema de pago y de evaluación, estos son iguales a los establecidos para una obra Ordinaria, bajo el concepto de una estimación o certificado, existiendo únicamente una variante, es decir, se indicara que se trata de obra Extraordinaria.

Respecto a la calidad y el cumplimiento fiel de la especificaciones, también son requisito indispensables, integrándose también a la responsabilidad contemplada en la fianza.

Cabe hacer mención, que la cantidad de los conceptos extraordinarios no deberán de ser considerables, en el entendido de que se trata de aspectos imprevistos, por lo que nunca deberán de superar a los que integran la obra ordinaria, así como tampoco, deberán de ser mayores en cuanto a su monto se refiere.

CAPITULO V

CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA

CAPITULO V

5.- CONSTRUCCION DE SUPERESTRUCTURA

5.1.- TENDIDO Y ARMADO DE VIA

Al conjugar Balasto, Durmientes, Rieles, Dispositivos de Sujeción y apoyo, Juegos de Cambio, Cruceros, Juntas de Unión, de Dilatación y Lubricadores, se obtiene como resultado una superestructura Férrica regularmente denominada VIA, de la cual, a la fecha se tienen dos tipos, es decir:

La Vía Clásica: constituida por rieles con longitudes entre 11.88 Mts. (39'), y 23.77 Mts. (78'), colocados sobre una placa de asiento metálica y durmientes de madera sujetos con clavos de vía y anclas de presión.

La continuidad de la vía se obtiene mediante un par de planchuelas, que son colocadas abrazando el alma del riel y uniéndolo entre si con el siguiente tramo, con el auxilio de cuatro perforaciones o barrenos que la integran, correspondiendo dos a cada riel por unir, mediante tornillos de alta resistencia y sus correspondientes roldanas de presión, planas y tuercas.

Cabe hacer mención, que este tipo de vía predomino en el Sistema Férrico Nacional hasta la década de los Sesentas, iniciándose su sustitución, especialmente en líneas troncales ó de primer orden, por la Vía Elástica la cual consiste en:

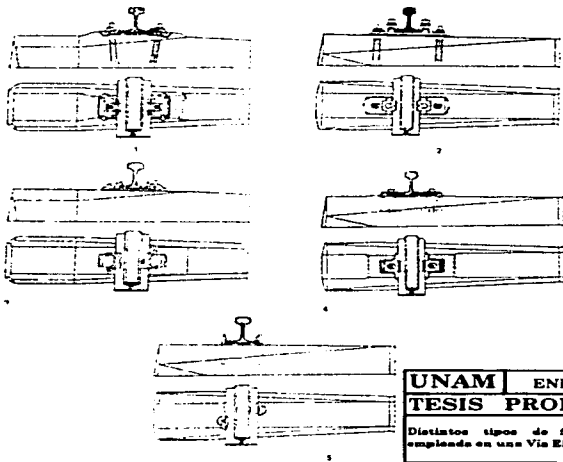
Vía Elástica: Largos tramos de riel soldado continuo, fijado convenientemente a durmientes de concreto o madera entallada, mediante un sistema adecuado de fijación doblemente elástica, que evita el deslizamiento y flexión de los rieles, amortiguando sus vibraciones e impactos al paso de trenes.

Elementos que la componen:

- a.- Riel con longitudes promedio de 35.66 Mts. (117') a 250 Mts. o más.
- b.- Soldadura de riel, que puede ser: a tope realizada en planta ó en campo, mediante la aplicación de aluminotermica o plantas móviles instaladas en el interior de un trailer denominado en Ferrocarriles Soldadora Holland.
- c.- Fijación Elástica Riel-Durmiente.
- d.- Durmiente: Que puede ser de Madera Entallada o Concreto prefabricado.
- e.- Balasto.

Como característica especial, este tipo de Vía se encuentra integrada por dos elementos elásticos de fijación, es decir, cuenta con placas de hule acanalado colocadas entre el patín del riel y el durmiente, esto con la finalidad de absorber las vibraciones, mientras que por medio de grapillas o grapas elásticas construidas de acero al Cromo-Manganeso y los pernos de anclaje o " Tornillos Tira Fondo", se fija riel y durmiente firmemente, pero permitiendo los movimientos elásticos del mismo, al tiempo de que se amortiguan los efectos vibratorios, es por ello que se denomina **FIJACIÓN O SUJECIÓN DOBLEMENTE ELÁSTICA**, ver Fig. 5.1.1.

1. Fijación "HM" para vías principales.
2. Fijación "K" con placa nervada para vías principales.
3. Fijación "Bundrol" para vías principales.
4. Fijación "RN" para vías principales.
5. Fijación con clavo elástico para vías de empalme.



UNAM | **ENEP ACATLAN**
TESIS PROFESIONAL

Distintos tipos de fijación
 empleada en una Vía Eléctrica.

CUTBERTO REYES FRAUSTO | **Figure 3.1.1**

Desde el punto de vista de la conservación requerida por los dos tipos de vía, se puede decir lo siguiente:

CLASICA:

- a.- Implica un daño prematuro al equipo rodante, debido esencialmente a los constantes impacto provocado por las juntas emplanchueladas.
- b.- Con un tráfico intenso de trenes y después de un lapso de tiempo, se pone de manifiesto su debilidad por una marcada desnivelación en las juntas, defecto que va agravándose cada vez con mayor rapidez, exigiendo una intervención de mantenimiento a corto plazo y haciéndose mas continua conforme se incrementa su edad.

ELASTICA:

- a.- Su conservación ha conseguido sobre la vía clásica una economía de entre un 30 hasta un 78% .
- b.- Sus defectos de nivelación son disipados en una mayor longitud, motivo por el cual, evolucionan con gran lentitud, brindando por largos periodos de tiempo un mayor confort al tráfico de trenes. Por lo anterior, la corrección de estos defectos puede ser programada a largo plazo, aunado a esto, que prácticamente desaparecen las nivelaciones continuas surgiendo en paralelo las nivelaciones localizadas, realizadas en puntos específicos y con equipos mecanizados, simplificando de manera sustancial las operaciones de conservación, incluso en vías que cuentan con rieles antiguos rehabilitados mediante soldadura.

Para efectos de nuestra conexión, tanto la Línea "A" como la "AI", están construidas bajo el concepto de Vía Elástica, por lo cual, la

superestructura férrea que servirá de enlace entre ambas, tendrá las mismas características.

Por otra parte, dentro de Ferrocarriles inicialmente se contemplaba que la construcción de vía únicamente correría por cuenta del propio Organismo, es decir por administración, en el entendido que la mayor experiencia sobre el particular se encontraba en su personal, sin embargo, en la actualidad ya existen compañías autorizadas para la ejecución de los trabajos y en nuestro caso el tendido y armado de vía será por contrato, con el suministro de materiales por parte de los Nacionales de México.

El proceso para el tendido de vía es el siguiente:

Como primer paso se deberán de transportar los materiales del almacén al lugar de la obra, iniciando con el durmiente, posteriormente el riel y la fijación, los elementos del juego de cambio y finalmente el balasto.

DURMIENTE:

Como se trata de una vía nueva, se marca prácticamente todo el eje del trazo y sobre este, se tienden los durmientes en forma transversal.

Las funciones primordiales de este elemento de vía son:

- Servir de soporte a los rieles, fijando y asegurando su posición.
- Recibir las cargas verticales y horizontales transmitidas por los rieles y distribuirlas sobre el balasto a través de la superficie de apoyo.
- Mantener la estabilidad de la vía en el sentido transversal y longitudinal, frente a los esfuerzos estáticos procedentes del peso propio y las variaciones de

temperatura, así como, ante los esfuerzos dinámicos provocados por el paso de trenes.

- Como factor decisivo, el mantener siempre la separación reglamentaria entre rieles, normalmente denominada **ESCANTILLON** de 1.435 M (4' 8 1/2"), en vía ancha.

Existen tres clasificaciones para durmientes de madera, es decir:

a.- MADERAS SUAVES:

Cuya característica fundamental es el existir una mayor separación entre sus anillos y lógicamente una mayor facilidad para colocar o clavar la fijación, como ejemplo tenemos: el cedro, pino, encino rojo o roble, etc.

b.- MADERAS SEMIDURAS

Como serian las obtenidas del encino amarillo, guaje, palo de seda, nazareno, tepeguacate, etc.

c.- MADERAS DURAS

Cuya característica principal es que sus anillos se encuentran tan unidos que prácticamente se pierden, dando como consecuencia una dureza muy alta, como ejemplo tenemos la madera obtenida del chico zapote, ébano, encino prieto, brasil, tepehuaje, etc.

Aunado a los anterior, el durmiente deberá de contar con ciertas características geométricas, es decir su **ESCUADRIA**, la relación entre peralte y ancho.

Las medidas reglamentaria son:

Peralte 7"; Ancho 8" y Largo 8'.

Lo anterior generalmente aplicado para Vías Clásicas.

Para efecto de **Vías Elásticas** existe solo una variante adicional, es decir, se aplica madera preferentemente en curvas, no quedando excluido su uso en tangente y se denomina " **DURMIENTE DE MADERA ENTALLADA**", el cual consiste en un durmiente con las mismas medidas de los anteriores, adicionándole una enmuescada o ligera devastada en la zona donde se colocaran los accesorios de fijación, con una pendiente de entalle de 1:40 hacia el eje de vía y las perforaciones para los tornillos o tirafondos. Quedando orientada su aplicación de maderas suaves (pino, encino roble, encino rojo, etc.), para curvas menores de 3 grados y tangentes, respecto a las maderas duras (cauches, encino prieto, zapote), estas serán colocados en curvas mayores de 3 grados, ver Fig. 5.1.2.

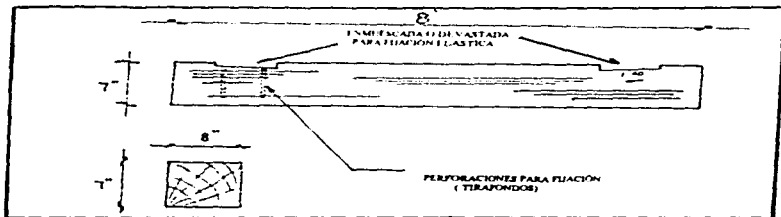
La separación entre ejes de un durmiente a otro será de 0.50 Mts., al igual que en el caso de una vía Clásica.

Por ultimo, tenemos el durmiente de concreto, clasificado en dos grupos:

a.- MIXTOS O BIBLOCK:

TIPO R.S.

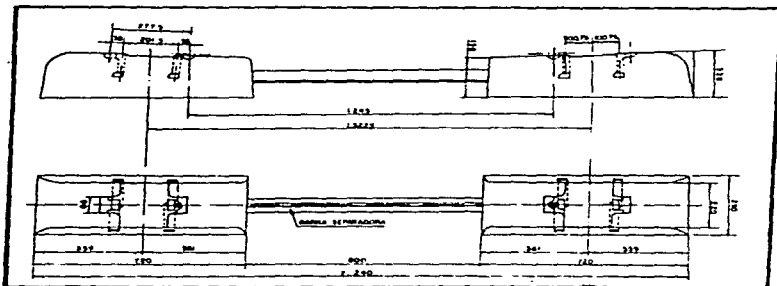
Son aquellos constituidos mediante dos bloques de concreto de 720 x 290 x 226 mm., rematando al interior de la vía con 196 mm., unidos mediante una barra separadora de fierro en forma de "T" invertida, su longitud es de 2,240 mm., con un peso aproximado de 196 Kg. ver fig. 5.1.3.



UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

Durmiente de Madera Entallada
emppleado en una Vía Elástica.

CÚRIBERTO REYES FRAUSTO Figura 2.1.2



UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

Durmiente de Concreto Biblock tipo "RS".

CÚRIBERTO REYES FRAUSTO Figura 2.1.3

TIPO S.L

Son semejantes a los "RS", consta de dos bloques de concreto de 680 x 290 x 241 mm., rematando al interior de la vía con 212.5 mm., unidos por una barra separadora de fierro en forma de ángulo de 60 x 60 x 7 mm., su longitud es de 2,242.5 mm., con un peso aproximado de 190 Kg. Ver fig. 5.1.4.

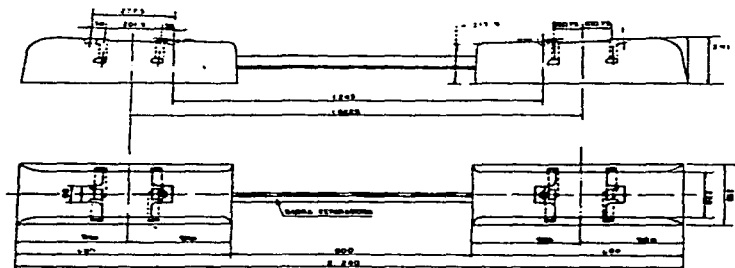
b.- MONOLÍTICOS:

A.- DYWIDAG E-72 Y B-58

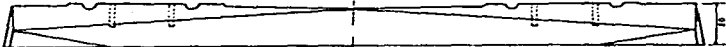
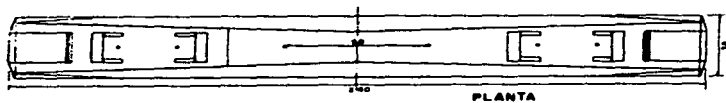
Son piezas preesforzadas a base de postensado, fabricadas para riel 115 Lbs/Yd., fijación elástica, perno de anclaje y cojinete semicilindrico, con cemento portland tipo III y rápida resistencia, agregado fino natural o producto de trituración de roca, libre de arcilla, limos y materia orgánica, al igual que el agregado grueso con un tamaño máximo de 38 mm., y agua limpia libre de sales y contaminantes, por ultimo para obtener una mezcla homogénea deberá de ser vibrado y compactado.

La resistencia mínima del concreto a la compresión será de 600 Kg./cm²., a los 28 días y a la tensión por flexión de 65 Kg./ cm²., con un revenimiento del 0 % y el sistema de curado mediante vapor a presión ambiental.

El acero usado en el preesfuerzo postensado tendrá un limite de fluencia mínimo de 14,000 Kg./cm² y una resistencia a la ruptura no menor de 16,000 Kg./cm². Ver fig. 5.1.5.

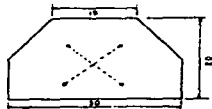


UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Durmiente de Concreto Riblock tipo "BL".	
CUBIERTO REVER FRAUNTO <small>Figure 5.1.5</small>	



CORTE LONGITUDINAL

SEÑALA EN CENTIMETROS



CORTE TRANSVERSAL

UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Durmiente de Concreto Monolítico tipo Dywidag.	
CUBIERTO REVER FRAUNTO <small>Figure 5.1.5</small>	

Dimensiones:

Longitud -----	2,400 mm
Ancho mínimo superior -----	150 mm
Ancho mínimo inferior -----	200 mm
Altura mínima -----	150 mm
Inclinación del asiento del riel -----	1:40 +/- 5

La equidistancia entre ejes de un durmiente de concreto a otro, colocado durante el tendido de vía elástica deberá de ser de 60 Cm.

En nuestro caso, en tangente será aplicado durmiente monolítico tipo Dywidag y en curva de madera entallada, riel de 115 Lb/Yda y fijación doblemente elástica, ver Fig. 5.1.6.

No existe una gran diferencia entre el término tendido y armado de vía, ya que uno es complementario del otro, es decir, el tender un material sobre el trazo trae con sigo un consecuente armado y en términos Ferrocarrileros, el tendido de vía corresponde a las acciones de colocar cada uno de los elementos que integran la vía en su lugar.

Con base en lo anterior, podemos decir que el proceso aplicado es el siguiente:

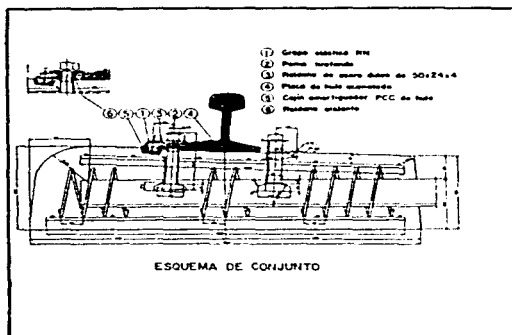
con la finalidad de hacer mas ágiles los trabajos, se opta por aplicar acciones paralelas apoyadas en dos o tres cuadrillas y obtener resultados en un periodo corto de tiempo.

1er. Grupo.- Integrado por 10 reparadores y un mayordomo, este grupo se encargará de efectuar la distribución de los durmientes a lo largo del trazo, colocándolos en su posición correcta y a su respectiva equidistancia, auxiliándose de un camión que transitara sobre las terracerías transportando los durmientes y mediante cuatro integrantes del grupo a bordo de la unidad y a velocidad reducida, los depositaran con el suficiente cuidado, evitando dañar las terracerías o el durmiente.

2o. Grupo.- Integrado por 20 reparadores y un mayordomo, distribuidos de la siguiente forma:

4 personas, dos en cada extremo del durmiente, se encargaran de la revisión de chimeneas y colocación de pernos de anclaje, el resto se orientara a montar los tramos largos de riel, colocar placas de neopreno y por ultimo la fijación.

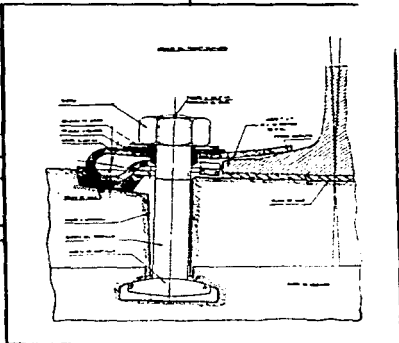
Una vez que han sido distribuidos y alineados los durmientes en su totalidad, la cuadrilla encargada de estos trabajos se dedicara a apoyar al grupo No. dos, cerrando con esto el **TENDIDO Y ARMADO DE VIA.**



UNAM ENEP ACATLAN
 TESIS PROFESIONAL

Fijación para una Vía Elástica con Durmiente
 de Concreto Megolitico Dywidag.

CUTBERTO REYES FRAUSTO Figura 2.1.8



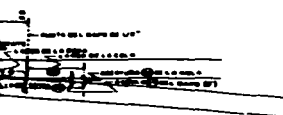
5.2.- COLOCACION DE HERRAJES DE CAMBIO

Al conjunto de juego de madera y herraje de cambio que permite a los trenes pasar de una vía a otra se le denomina JUEGO DE CAMBIO, mismo que se encuentra integrado por los siguientes elementos:

Juego de madera: Son piezas cuya función es servir de soporte al herraje correspondiente, respecto a su escuadría existen dos tipos 7" x 9" y 7" x 10", siendo este último colocado en la zona del SAPO, respecto a su longitud, esta varía desde 8' 06" hasta 16' 0", dependiendo su cantidad y longitud específica del Número del Sapo.

Herraje de cambio: Esta compuesto por un par de agujas: derecha e izquierda, un sapo, Contrarrieles, Placa de escantillo, placas correderas, placas elevadoras, placas de talón, placas gemelas, silletas de refuerzo, blocks de talón, orejas, barra de conexión, árbol de cambio, placas para contrarrieles, rieles de apoyo, rieles guía, candado, varillas de conexión N° 1 y 2.

Agujas: Las agujas de cambio se obtienen al cortar y desbastar los rieles, rebajándolos hasta obtener una sección aguda en uno de sus extremos, pero conservando la sección completa en el otro, su función es la de orientar o encauzar el sentido de la circulación de trenes, permitiendo el tráfico de una vía a otra. Estas son prácticamente el inicio y/o fin de un juego de cambio, en la Fig. 5.2.1, se muestra en la parte superior una vista frontal tanto del riel como de las agujas y en tablas las dimensiones y características de cada elemento.



CAMBIOS (de punto de agujas al sapo) TOMADA DEL PLANO N° 910-41 (A.R.E.A.)

DATOS DEL CURVO										COORDENADAS DE RIEL EN TANG A RIEL CURVO										DATOS CORRESPONDIENTES A LOS SAPOS									
LÍNEA DEL CURVO		DATOS DEL CURVO		PUNTO DE PUNTA AGUJA		DATOS DE RIEL RECTO A RIEL CURVO		PUNTO DE PUNTA AGUJA		DATOS DE RIEL RECTO A RIEL CURVO		LARGO TOTAL		BOCAS PRACTICAS		PRACTICAS Y COLOS		ABERTURA BOCA		ABERTURA COLA									
METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS	METROS								
00	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
01	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
02	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
03	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
04	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
05	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
06	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
07	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
08	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
09	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
10	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								
11	0	00 0000	00 0000	00 00 00	00 00 00	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000								

SECCION DEL CEMENTAL
CAMBIO Y LARGO DEL VÍA ANCHA
(Escala: 1:250)

UNAM **ENEP ACATLAN**
TESIS PROFESIONAL

Medidas reglamentarias para la instalación de los diferentes tipos de Cambios y Laderos de Vía Ancha (Ejemplar 1.486 Mts.).

CUTBERTO REYES FRAUSTO **Figura 6.2.1**

Sapo: Aquí ha sido mencionado el termino Sapo, que corresponde a una parte del Herraje de cambio y adquiere este nombre, debido a que visto en planta tiene la apariencia de un sapo con las manos y pies extendidos, su función es permitir a través de este, el traslape de ambas vías, es decir, existe un punto específico en un cambio de vía, donde se requiere de colocar un riel por encima de otro, sin que esto provoque un obstáculo sobre la vía, para lo cual, se instala este elemento.

Para definir la cantidad de piezas que integran cada juego de cambio, sus características y especificaciones geométricas, existe en el "REGLAMENTO DE CONSERVACION DE VIA Y ESTRUCTURAS PARA LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO", un plano detallado basado en los lineamientos establecidos por el A.R.E.A. y autorizado por LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, para cada tipo de cambio y sus correspondientes variantes en función de la aguja aplicada, así mismo, se cuenta con anatomías de estos, en las cuales se muestra a detalle cada una de las partes que lo integran y su posición de ensamble.

Para efectos del caso que nos ocupa, únicamente como se había mencionado anteriormente, será necesario colocar un juego de cambio y su ubicación será la que permita unir el extremo norte de desvío con la línea "AJ" a la altura del Km.- 8 + 460. Por lo tanto, el numero de cambio aplicado en nuestra obra será el N° 10, correspondiente a una conexión en vía principal o troncal, con sapo sólido de acero manganeso, aguja de 16' 6" y riel de 39' para vía ancha.

En el figura 5.2.2 (obtenida del Reglamento de Vía y Estructuras), se muestran los datos técnicos y geométricos del cambio N° 10, así como, la cantidad de material y piezas necesarias para su instalación, por lo que, siguiendo al pie de la letra las instrucciones ahí establecidas, se podrá realizar la colocación del herraje de cambio, sin problema alguno.

Con base en los anterior, no resta mas que describir su proceso de colocación en campo:

Escala: 1:1000
 1:1000
 1:1000
 1:1000

TIPO DE CAMBIO #10 CON SAPO Y AGUA DE 16'6"
CON RIEL DE 39 PARA VIA ANCHA DE 1435M



SECRETARÍA DE
 COMUNICACIONES Y
 TRANSPORTES

Sección de Ingeniería de Ferrocarriles

Departamento de Ingeniería de Ferrocarriles

6+00

6+20



SECCIÓN A-A
 FERROCARRIL
 NACIONAL DEL AGUA

6+00

6+10

Para cada una de las curvas se debe considerar el radio mínimo de 200 metros y el ángulo máximo de 90 grados.
 Para cada una de las curvas se debe considerar el radio mínimo de 200 metros y el ángulo máximo de 90 grados.

Para cada una de las curvas se debe considerar el radio mínimo de 200 metros y el ángulo máximo de 90 grados.
 Para cada una de las curvas se debe considerar el radio mínimo de 200 metros y el ángulo máximo de 90 grados.

6+20

6+30

6+40

6+50

6+60

6+70

6+80

6+90

6+100

6+110

6+120

6+130

6+140

6+150

Algunos de los datos de esta tesis
 se encuentran en el Anexo 1

— DIAGRAMA DE COORDENADAS —

APROBADO por la Secretaría
 de Comunicaciones y Transportes
 el día 10 de Mayo de 1966 con el N.º
 El Director General de
 Ferrocarriles es
[Signature]

COORDENADAS DE PUNTO DE OBSERVACION

ESTACION	E	N	X	Y
1	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000
6	1000	1000	1000	1000
7	1000	1000	1000	1000
8	1000	1000	1000	1000
9	1000	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000	1000
11	1000	1000	1000	1000
12	1000	1000	1000	1000
13	1000	1000	1000	1000
14	1000	1000	1000	1000
15	1000	1000	1000	1000
16	1000	1000	1000	1000
17	1000	1000	1000	1000
18	1000	1000	1000	1000
19	1000	1000	1000	1000
20	1000	1000	1000	1000
21	1000	1000	1000	1000
22	1000	1000	1000	1000
23	1000	1000	1000	1000
24	1000	1000	1000	1000
25	1000	1000	1000	1000
26	1000	1000	1000	1000
27	1000	1000	1000	1000
28	1000	1000	1000	1000
29	1000	1000	1000	1000
30	1000	1000	1000	1000
31	1000	1000	1000	1000
32	1000	1000	1000	1000
33	1000	1000	1000	1000
34	1000	1000	1000	1000
35	1000	1000	1000	1000
36	1000	1000	1000	1000
37	1000	1000	1000	1000
38	1000	1000	1000	1000
39	1000	1000	1000	1000
40	1000	1000	1000	1000
41	1000	1000	1000	1000
42	1000	1000	1000	1000
43	1000	1000	1000	1000
44	1000	1000	1000	1000
45	1000	1000	1000	1000
46	1000	1000	1000	1000
47	1000	1000	1000	1000
48	1000	1000	1000	1000
49	1000	1000	1000	1000
50	1000	1000	1000	1000

UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL
 Diagrama de coordenadas y datos técnicos
 para un Cambio del N.º 10 con Sapo y Arja de
 16 x 6", con Riel de 39 para Via ancha.

CUTBERTO REYES FRAUNTO Figura 1.2.2

a.- Equipo necesario.

- Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras
- Plano del tipo de Cambio Fig. 5.2.2
- Cintas métricas de 3.00 Mts., y de 20 Mts.
- Crayon para marcar
- Hilo o Reventón (Aprox. 20 Mts.)
- Libreta de registro
- Estacas, Clavos de 1" y Martillo

b.- Contar con la ubicación exacta del PC, marcada sobre el alma del Riel.

c.- Como nos encontramos en una vía en operación, previo al inicio de los trabajos, se debe de contar con información respecto al horario de trenes que circularan por esa línea, denominado PROGRAMA DE TRENES.

d.- Conociendo la información anterior, los trabajos se programaran de acuerdo a los periodos de tiempo en los que no exista trafico de trenes, es decir, en los intervalos de tiempo entre un tren y otro, y con la idea de no generar ninguna demora o algún percance en el lugar.

e.- Se llevaran a cabo primeramente, todos los trabajos que no impliquen una obstrucción o alteración a la vía existente, tales como el trazado y marcado del P.A. a una distancia de 4.83 Mts. del PC y se estaca al centro de vía, como siguiente paso, se ubica la punta practica del sapo PPS, a una longitud de 24.03 Mts. a partir del PA y se coloca otra estaca, posteriormente se obtiene el eje del ultimo durmiente del juego de madera a una distancia del PA de 32.855 Mts. y también se coloca una estaca al centro de la vía, para la obtención de la referencia del punto de libramiento se toma una medida de 47.50 Mts. a partir del PA, se estaca el punto y se toma perpendicular a este en dirección a la nueva vía del desvío una distancia de 3.80 Mts., colocando la primer estaca fuera del eje de la línea "AI", por ultimo, se deberá de ubicar el PT del desvío (Lugar a partir del cual ambas Vías comienza a ser paralelas), a una distancia de 73.67 Mts. del PA sobre la vía "AI"

se colocara una estaca adicional y perpendicularmente a esta, en dirección al desvío se hará buscar el punto de intercepción con entre ambos ejes, colocando la segunda estaca fuera de la troncal. Ver figura 5.2.3. y 5.2.4.

- f.- Antes de iniciar los cortes de la vía principal necesarios para la instalación de los elementos del cambio, se realizan los preparativos de los materiales, tales como tramos de riel (regularmente se requieren 11 rieles de 39' para cubrir la necesidades del herraje de cambio, mismos que serán cortados de acuerdo a lo estipulado en la fig. 5.2.2), contrarrieles, efectuar taladros para la sujeción de los mismos, etc., En paralelo de forma terciada, se sustituye el durmiente de la troncal por la madera del juego de cambio, hasta colocarla totalmente.
- g.- Una vez concluido lo anterior, se deberán de solicitar ventanas de tiempo, a fin de ejecutar los trabajos sobre vía principal sin ningún percance, paralelamente y cumpliendo con la reglamentación establecida por Ferrocarriles, se deberá de colocar personal de protección que abandere los trabajos sobre la línea "A1" 1,200 Mts., antes y después de la zona de trabajo de acuerdo a lo establecido en la regla 99-E, del Reglamento de Vía y Estructuras.
- h.- Por último, se procederá a dismantelar parte de la vía troncal para la instalación de los elementos del juego de cambio: agujas, riel guía, sapo, árbol de cambio, etc., tratando de concluir los trabajos en los tiempos estimados, evitando al máximo el provocar demora en los tiempos de recorrido de trenes y nunca dejar una vía vacía o desarmada, que pueda dar espacio a un accidente de graves consecuencias.

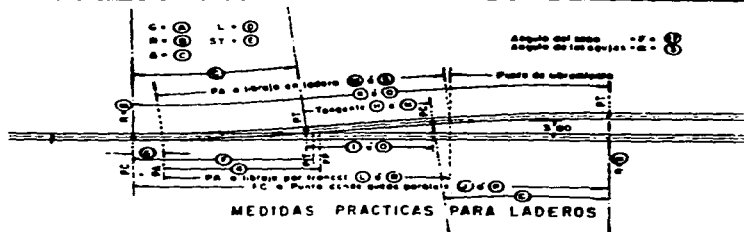


FIG. 5.2.3. Detalle de Trazo y estacado de puntos para la colocación de un juego de cambio.

DATOS PRACTICOS PARA CAMBIOS Y

NUM. DEL SAPO I	CURVAS DEL CAMBIO Y LA REVERSA DEL LADERO					DIST. P.C. A P. TERCERA DEL SAPO METROS F	DIST. P.C. A P. PRIMERAS METROS G	DIST. PA. o PP. SAPO			NUM. DEL SAPO I	PARA SEPARACION DE 4.60m. DE C.C. DE VIAS (metros)					PARA 5			
	GRADO GEN. NUM. A	RADIO METROS B	ARG. CURVA GR. MIL. C	LONG. CURVA METROS D	PERALTE METROS E			PES. PALS. 4	PALS. 5	METROS 6		TANGENTE M	P.C. o PUNTO DONDE SE ENCRUCAN LAS VIAS I	P.C. o PUNTO DONDE SE ENCRUCAN LAS VIAS II	P.A. o LIBRAJE por Lado L	P.A. o LIBRAJE por Lado M		TANGENTE N		
3	15	02	71.705	11	26	14.262	7.170	14.33	3.467	42	6 1/2	12.9667	5	8.648	8.673	37.181	37.374	24.97	25.24	10.81
6	11	00	103.297	9	32	17.176	8.622	17.22	2.918	47	6	14.4789	6	10.320	10.395	44.830	44.866	25.98	25.22	12.91
7	9	00	140.729	8	19	20.041	10.040	20.09	1.255	52	1	18.0230	7	12.200	12.165	52.108	52.372	33.90	35.11	15.10
8	6	14	183.927	7	09	22.941	11.462	22.96	2.338	60	0	20.7264	8	13.973	13.964	58.633	59.055	40.18	40.37	17.11
9	4	36	232.352	6	22	26.811	12.923	25.83	3.910	72	3 1/2	22.0345	9	15.634	15.539	67.072	67.258	43.90	44.05	19.21
10	4	00	286.937	5	44	28.667	14.347	28.70	4.024	78	3	24.0030	10	17.353	17.266	74.510	74.687	48.29	48.45	21.31
11	3	18	347.208	5	13	31.616	15.821	31.57	3.713	81	10 1/4	27.9872	11	18.951	18.873	82.025	82.183	54.79	54.94	23.31
12	2	46	414.227	4	47	34.978	17.300	34.44	3.128	84	8	29.4640	12	20.564	20.492	89.572	89.720	58.60	58.81	25.31
14	2	02	563.593	4	06	40.328	20.171	40.18	7.728	107	8 3/4	32.6327	14	23.994	23.935	104.515	104.622	68.00	68.03	28.51
15	1	48	648.637	3	49	43.808	21.910	43.05	4.721	124	4 1/2	35.9181	15	25.886	25.829	112.173	112.292	75.20	75.32	31.61
16	1	34	721.956	3	39	48.987	22.990	45.92	6.083	131	4	40.0304	16	27.279	27.225	118.029	118.152	79.75	79.85	33.41
18	1	14	829.136	3	11	61.622	25.816	61.46	8.023	140	11 1/2	42.9641	18	31.205	31.127	134.341	134.449	86.91	87.00	38.40
20	1	00	1145.938	2	02	87.333	28.671	87.40	11.337	151	11 1/2	46.3168	20	34.634	34.593	149.205	149.302	94.95	95.03	42.41

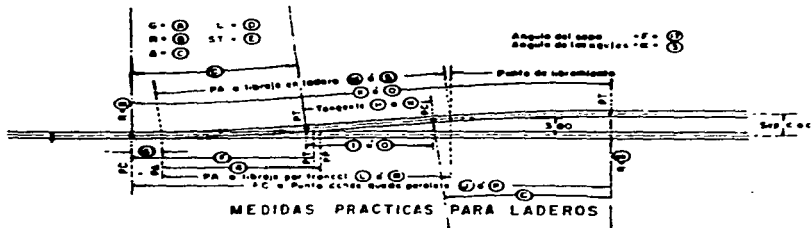
NOTA: SE CONSIDERA LA VIA DE APOYO DEL CAMBIO EN TANGENTE.



DATOS PRACTICOS PARA CAMBIOS Y LADEROS

TIPO DE CAMBIO Y LA REVERSA DEL LADERO					DIST. P.C. A.P. TEORICA DEL SAPO		DIST. P.A. O P.P. SAPO		NUM. DEL SAPO	PARA SEPARACION DE 4.60m. DE C.C. DE VIAS (metros)				PARA SEPARACION DE 5.00m. DE C.C. DE VIAS (metros)				POR CADA METRO ADICIONAL DE SEPARACION DE VIAS					
RADIO A. METROS	RADIO B. METROS	ANG. CURVA GR. C.	LONG. CURVA METROS D.	POST. TANGENTE METROS E.	METROS F.	METROS G.	METROS H.	TANGENTE I.		PROYECCION AL VIA. J.	P.C. O PUNTO DONDE QUEDA PARALELA por Troncal K.	P.A. O LIBRAJE por Ladero L.	TANGENTE M.	PROYECCION AL VIA. N.	P.C. O PUNTO DONDE QUEDA PARALELA por Troncal O.	P.A. O LIBRAJE por Ladero P.	TANGENTE Q.	PROYECCION AL VIA. R.					
02	71.705	11 20	16.262	7.179	16.25	1.447	42 6 1/2	12.9667	3	8.849	8.673	37.181	37.374	24.97	25.24	10.858	10.532	39.09	39.292	24.57	24.85	8.048	8.048
05	103.207	9 32	17.179	8.822	17.22	2.018	47 6	14.4780	4	10.530	10.365	44.634	44.886	28.98	29.22	12.945	12.744	47.016	47.201	28.49	28.75	8.038	8.038
09	145.729	8 10	20.041	10.648	20.00	1.886	62 1	18.0830	7	12.780	12.163	52.146	52.372	35.90	36.11	15.106	14.933	54.933	55.188	35.34	35.55	7.640	7.640
14	193.057	7 00	22.941	11.402	22.98	2.338	60 0	20.7264	8	13.973	13.864	58.633	58.855	40.18	40.37	17.187	17.053	62.842	63.089	39.53	39.73	8.034	7.972
06	232.392	6 22	25.811	12.023	25.83	3.010	72 3 1/2	22.0368	9	15.636	15.339	67.072	67.258	43.90	44.05	19.243	19.124	70.657	70.865	43.16	43.34	8.018	8.062
08	266.937	5 44	28.667	14.347	28.70	4.024	78 9	24.0030	10	17.353	17.266	74.910	74.987	48.29	48.43	21.337	21.250	78.489	78.691	47.40	47.63	10.010	8.000
10	347.800	5 13	31.616	15.821	31.37	3.715	91 10 1/4	27.9972	11	18.951	18.973	82.026	82.183	54.79	54.94	23.350	23.253	86.406	86.582	53.85	53.99	11.000	10.033
08	414.227	4 47	34.578	17.309	34.44	5.129	98 0	30.4840	12	20.364	20.488	88.372	88.720	58.68	58.81	25.361	25.273	94.232	94.317	57.72	57.84	11.992	11.990
02	563.995	4 00	40.328	20.171	40.18	7.728	107 0 3/4	32.6327	14	23.986	23.939	104.319	104.632	66.80	66.93	29.591	29.515	110.086	110.247	65.61	65.73	13.000	13.991
05	648.657	3 40	43.200	21.610	43.05	4.721	126 4 1/2	38.6181	15	25.886	25.829	112.173	112.302	75.20	75.32	31.886	31.825	118.169	118.312	74.04	74.16	18.004	18.000
04	751.490	3 30	45.057	22.890	45.02	6.093	131 4	40.0304	16	27.879	27.825	118.995	119.193	78.76	78.85	33.650	33.584	125.453	125.564	77.47	77.58	18.020	18.000
10	829.138	3 11	45.822	23.816	45.66	8.023	148 11 1/2	42.9641	18	31.705	31.157	134.941	134.449	86.91	87.00	38.408	38.349	141.533	141.632	85.46	85.54	18.000	17.000
05	1145.030	3 00	57.333	30.671	57.40	11.337	181 11 1/2	46.3168	20	34.634	34.593	148.705	148.302	94.95	95.03	42.634	42.581	157.193	157.30	93.43	93.51	18.000	18.970

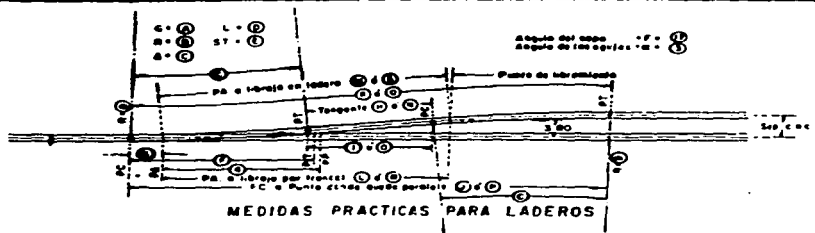
NOTA: SE CONSIDERA LA VIA DE APOYO DEL CAMBIO EN TANGENTE.



UNAM	ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL	
Datos prácticos para Cambios y Laderos.	
CUTBERTO REYES FRAUSTO	Figura 6.3.4

PRACTICOS PARA CAMBIOS Y LADEROS

T.C. FORMA SAP 700	DST. R.C. Metros G	DST. PA. o P.P. SAPO		NUM. DEL SAP I	PARA SEPARACION DE 4.00m. DE C.C. DE VIAS (metros)				PARA SEPARACION DE 5.00m. DE C.C. DE VIAS (metros)				POR CADA METRO ADICIONAL DE SEPARACION DE VIAS					
		RES PARA A	METROS B		TANGENTE M	PROYECCION DEL ALAMO. I	P.C. o PUNTO DONDE SEAN PARALELOS		P.A. o LIBRAJE		TANGENTE N	PROYECCION DEL ALAMO. O	P.C. o PUNTO DONDE SEAN PARALELOS		TANGENTE Y	PROYECCION DEL ALAMO. V		
							por Troncos M	por Laderos N	por Troncos P	por Laderos Q			por Troncos R	por Laderos S				
38	1.447	42 5/8	12.8667	3	0.848	6.673	37.181	37.574	24.97	23.24	10.868	10.652	39.08	39.992	24.57	24.85	0.005	0.008
32	2.810	47 0	14.4700	0	10.320	10.365	44.634	44.606	29.98	29.22	12.945	12.766	47.014	47.861	28.49	28.73	0.038	0.034
09	1.000	62 1	10.0000	7	12.280	12.163	52.108	52.372	33.90	36.11	13.106	14.933	54.935	55.188	33.34	33.55	7.040	0.980
06	2.000	60 0	20.0000	0	13.973	13.864	59.633	59.855	40.18	40.37	17.187	17.053	62.842	63.069	39.53	39.73	0.034	7.972
03	3.010	72 3/4	22.0345	0	13.636	13.530	67.072	67.236	43.90	44.05	19.243	19.124	70.637	70.865	43.16	43.34	0.018	0.962
78	0.004	78 0	24.0030	10	17.553	17.266	74.916	74.637	48.29	48.45	21.337	21.280	78.499	78.881	47.48	47.65	10.010	0.960
57	3.712	91 10/16	27.9972	11	18.931	18.873	82.026	82.183	54.79	54.94	23.350	23.253	86.406	86.582	53.63	53.99	11.000	10.933
44	0.120	96 0	20.4840	12	20.344	20.402	89.372	89.720	58.68	58.81	25.361	25.273	94.352	94.517	57.72	57.84	11.992	11.890
18	7.728	107 3/4	32.6327	14	23.996	23.935	104.315	104.632	66.00	66.93	29.391	29.315	110.096	110.247	65.61	65.73	13.906	13.931
05	4.721	120 4/8	30.0191	15	25.886	25.829	112.173	112.302	75.20	75.32	31.886	31.823	118.160	118.312	74.04	74.16	15.024	14.990
92	0.003	131 4	40.0304	16	27.279	27.225	119.069	119.193	78.74	78.85	33.650	33.584	125.453	125.540	77.47	77.56	15.026	15.003
64	0.000	140 11/2	42.0041	18	31.203	31.157	134.341	134.449	86.91	87.00	38.408	38.349	141.523	141.632	85.45	85.54	16.000	17.000
40	11.337	151 1/2	46.3160	20	34.636	34.593	149.205	149.302	94.95	95.03	42.634	42.581	157.193	157.30	93.43	93.51	16.006	16.970



UNAM ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

Datos prácticos para Cambios y Laderos.

CUTHBERTO REYES FRAUSTO
Figura 5.3.4

5.3.- COLOCACION DE BALASTO

BALASTO: Es el material pétreo seleccionado que es colocado sobre la capa Sub-balasto, debajo y entre los durmientes, con la finalidad de permitir de manera substancial el drenado de las aguas superficiales, cauduyvando a la distribución uniforme de las cargas sobre las terracerías, mediante la estabilización vertical, longitudinal y transversal de la Via, permitiendo así mismo, mantener la calidad geométrica de la misma y que fue otorgada mediante una nivelación y un alineamiento respectivo.

Los materiales seleccionados para la obtención del balasto tendrán origen en mantos rocosos, depósitos o mediante la pepena de piedra, indistintamente cual sea su procedencia, debe de cumplir con los requerimientos de dureza y granulometría, obteniendo esta última al ser sometido a trituración y/o cribado.

Se requiere que la dimensión del balasto fluctúe entre 3/4" y 2 1/2" (19.0 mm a 64.0 mm), sea material con partículas duras, fuertes y durables, obtenidas de rocas pesadas, sin huecos, grietas o porosidades, como sería el caso de basaltos y la piedra caliza. Generalmente los procesos de trituración son mediante la aplicación de quebradoras de quijada o rotatorias y por medio de bandas transportadoras el producto se hace pasar a través de cribas que lo clasifican de acuerdo a las dimensiones antes citadas, una particularidad de la piedra triturada, es que sus aristas filosas obtenidas mediante el proceso de fragmentación mantienen en su posición al durmiente y simultáneamente se acuan entre sí, manteniendo alineada y nivelada la vía.

GRASA DE FUNDICION: Otro material que es aplicado en la superestructura férrea como sustituto del balasto, es la ESCORIA O GRASA DE FUNDICIÓN, misma que se obtiene de los desperdicios o residuos del proceso de fundición de minerales y que al ser extraído de los hornos en grandes cantidades y una vez enfriada, adquiere la durezas de una roca, por lo cual requiere también de un proceso de trituración y cribado para cumplir con las especificaciones granulométricas.

SCREENING: Durante el proceso de trituración de piedra se obtiene material con dimensiones menores, cuyo tamaño fluctúan entre un mínimo de 1/4" (6.3 mm) y un máximo de 3/4" (19 mm), denominado SCREENING, que puede ser empleado como balasto, sin embargo, por la baja capacidad de drenaje, su aplicación se orienta únicamente a vías de andenes y entre vías de patios, con la salvedad de que carezca de polvo y partículas finas.

Es recomendable que el balasto se encuentre limpio y libre de polvo y tierra, pues de no ser así, perdería una de sus principales funciones, el drenaje y paralelamente provocaría daños al equipo rodante principalmente en las chumaceras.

Las necesidades de balasto en una vía vacía o totalmente nueva fluctúa al rededor de 1.28 M3/ML., de vía clásica con espaciamiento de durmiente a cada 50 Cm., y para vía elástica con durmiente de concreto espaciado a cada 60 Cm., requiere de 1.94 M3/ML., de vía.

En la conexión, el sistema de colocación de balasto es el siguiente:

Como se a descrito en los primeros incisos de este capitulo, la vía se encuentra totalmente armada y en su posición definitiva, al igual que su correspondiente juego de cambio y debido a que el balasto será proporcionado por Ferrocarriles, este será enviado al lugar de la obra mediante tolvas balasteras, este equipo es especial para estos trabajos y consiste en una unidad de 40 M3., de capacidad con descarga a través de compuertas inferiores controladas por un volante o

cable y operadas por un reparador de vía, quien manipulará su abertura.

Para realizar lo anterior , se requiere de un tren de trabajo que a velocidad restringida transitará sobre la vía vacía, realizando la primer descarga de material que cubrirá la vía hasta el nivel del hongo de riel, para lograr este objetivo, el trabajador encargado de controlar las compuertas, colocará dos durmientes que funcionaran como rastras sobre los rieles y pegados al frente de las ruedas del TRUK trasero o posterior de la tolva con respecto al movimiento del tren, a fin de enrasar el balasto descargado y evitar que un exceso de material en un momento dado pueda descarrilar el equipo

Existen dos formas de colocar la vía en su nivel de proyecto, esto es mediante el sistema tradicional con personal y herramientas de mano ó con equipo mecanizado.

Respecto a la primera, el levante inicial de vía se lleva a cabo mediante gatos de vía colocados en la parte exterior del patín del riel a ambos lados, es decir, uno frente al otro y con herramientas de mano se calza el durmiente y se compacta al balasto, es muy probable que para completar la sección reglamentaria, se tenga que efectuar esta operación mas de una vez, por lo que, con este procedimiento se requerirá de trabajar por etapas, hasta logra la nivelación y alineación final.

Respecto a la segunda, esta será tratada en el siguiente inciso.

5.4.- ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN

Una vez concretado el armado y tendido de vía, se procede mediante la aplicación de equipos especializados a efectuar los trabajos de alineación y nivelación, esto con la intención de obtener una superestructura que permita un tráfico de trenes suave y confortable, evitando movimientos bruscos tales como cabeceo, serpenteo y/o balanceo, para lo cual, se requiere de un tándem de maquinaria integrado por:

- a.- Maquina Alineadora Niveladora de Vía, regularmente denominada (MULTICALZADORA).
- b.- Maquina Reguladora de Balasto, y .
- c.- Maquina Compactadora de Balasto

Como se menciona anteriormente, la primera descarga de balasto se realizó sobre la nueva vía vacía, con la finalidad de estabilizarla y evitar deformaciones por efecto de la variación de temperatura, la distribución se llevo a cabo mediante Góndolas Hopper, extendiendo el material al ras del riel con la ayuda de dos durmientes de madera empujados por las ruedas del truck. Posteriormente se emplea una Maquina Alineadora Niveladora de vía (MULTICALZADORA), dotada de unos brazos vibratorios que introduce en el balasto, eleva la vía al nivel requerido y compacta enérgicamente el material pétreo bajo los durmientes, con la finalidad de dotarlos de un soporte estable y una posición exacta.

Para ser mas preciso, la maquina **Alineadora Niveladora de Vía aplicada es una PLASSER AND THEURER PAL**, con las siguientes características:

Equipada con un motor de combustión interna Diesel, es la mas **grande y moderna**, cuenta con un equipo de bateo pesado para el calzado de los durmientes en cada hilo ó Riel de la Vía, se compone de ocho calzadores por lado, haciendo un total de dieciséis.

Su operación es totalmente automática y programable, mide los defectos geométricos de la vía y los corrige, con un rendimiento de 200 a 300 Mts. por hora, dependiendo también de la habilidad y conocimiento del operador.

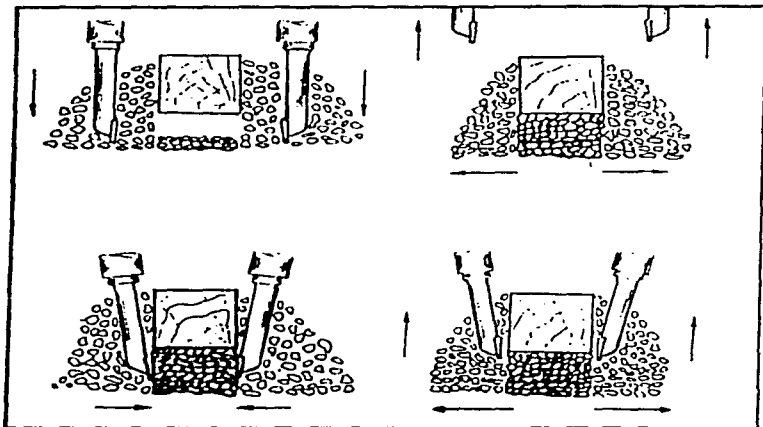
Respecto a la velocidad para desplazarse al lugar de trabajo, esta fluctúa al rededor de 60 Km/Hr.

Cuenta con un sistema de cilindros hidráulicos mediante los cuales sujeta el hongo del riel para levantarlo en conjunto con los durmientes y al mismo tiempo mover lateralmente la vía según sea necesario, obteniendo el alineamiento y la nivelación en simultáneo.

Cabe hacer mención, que cuando se emplea este equipo resulta indispensable tener una cantidad suficiente de balasto, esto para evitar deformaciones en la infraestructura férrea por efectos de cambio de temperatura, sobre todo cuando se tienen largos tramos de riel soldado continuo, también resulta necesario que la fijación se encuentre bien colocada, sujeta en todas sus partes, de no ser así, al efectuar el levante, la vía tienden a desarmarse, quedando separado el durmiente del patín del riel, obstaculizado la continuidad de los trabajos.

Estas maquinas son muy pesadas, sin embargo, se encuentran equipadas con elementos automáticos y precisos que les permite medir y determinar los parámetros a los cuales debe de ser colocada la vía y cumplir con el perfil proyectado.

La función específica de este equipo es corregir la nivelación, alineación y sobre elevación de una vía, con una precisión en milímetros, mediante la aplicación de un sistema de bateo con una vibración de 3,200 a 3,600 R.P.M, que de manera energética compacta el balasto bajo los durmientes para dotarlos de una base uniforme, estable y en su posición correcta, elevando la superestructura y dejándola preparada para soportar el peso de la circulación de trenes a las velocidades máximas permitidas. En la fig. 5.4.1, se muestra esquemáticamente el sistema de ingreso de la brazos o bates para la compactación del balasto y en la Fig. 5.4.2 se muestra una maquina multicalzadora.



UNAM | ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

Sistema de Compactación Mecanizada de Balasto.

CUTBERTO REYES FRAUSTO | Figure 5.4.1



**FIG. 5.4.2. Diferentes vistas de una Máquina Niveladora Alineadora de Vía
(MULTICALZADORA)**

Como se ha mencionado, este grupo de maquinaria trabaja en tándem, es decir una tras la otra, por lo que, conforme la multicalzadora va avanzando y cumpliendo con su función, la **REGULADORA DE BALASTO (TAMPER BEB-17)**, inicia su intervención con su motor de combustión interna Diesel, que le permite transitar sobre vía a una velocidad de traslado al lugar de trabajo de 60 Km/Hr., y de trabajo efectivo de 10 Km/Hr., cuenta con arados frontales y laterales, que le permiten conformar el balasto en su sección reglamentaria, además de un dispositivo en la parte posterior (Escoba), que sirve para desplazar el material excedente que se encuentre en la parte superior del durmiente, el movimiento de sus accesorios los obtiene mediante gatos hidráulicos, además de poder efectuar giros de hasta 180° gracias a su tornamesa ubicada en la parte inferior, la cual le sirve únicamente para regresar al origen de la jornada pero sin trabajar, debido a que esta diseñada únicamente para ataque frontal.

La aplicación de este tipo de Maquinaria se orienta a distribuir y conformar la sección de balasto antes y después de la nivelación o alineación, mediante los arados delanteros y laterales, siendo posible que estos últimos muevan el material dentro o fuera de la vía según se requiera. Ver Fig. 5.4.3.

Por ultimo, la Maquina que se encarga de dar el acabado final es la **COMPACTADORA DE BALASTO (PLASSER AND THEUERER PTV ó TAMPER CSC)**, equipada con motor de combustión interna Diesel, de tamaño medio y tracción propia, sistemas automáticos que apisonan y compactan el balasto que se encuentra en la parte superior de la superestructura férrea, mediante una vibración aplicada de 3,200 a 3,600 R.P.M., a presión.

Su rendimiento fluctúa entre 200 y 300 Mts., por Hora dependiendo de la habilidad del operador, su velocidad para desplazarse a la zona de trabajo es de 60 Km/Hr.

Cuenta con cilindros hidráulicos que le permiten ubicar los vibradores y apisonadores sobre el balasto, así como, tolvas para evitar que este fluya fuera de las cabezas de los durmientes en el momento de comprimirlo. Ver fig. 5.4.4.

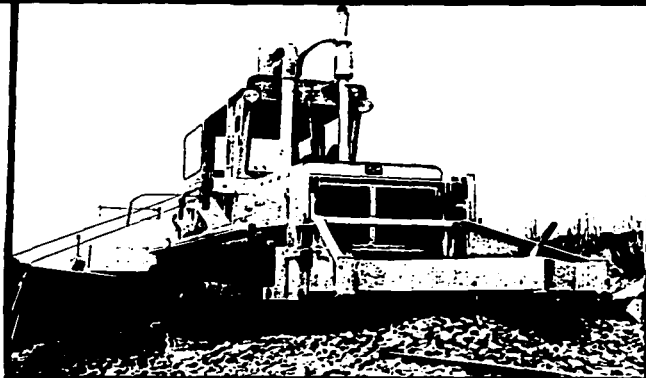


FIG. 5.4.3. Maquina Reguladora de Balasto.

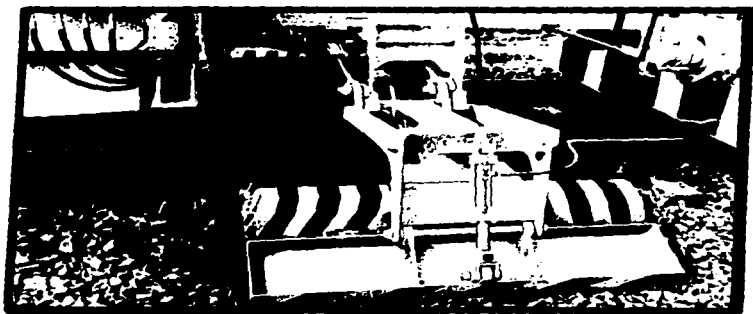


FIG. 5.4.4. Máquina Compactadora de Balasto.

Una vez que este equipo ha concluido su trabajo, la superestructura cuenta con mas firmeza y calidad que le permitirá soportar las cargas ejercidas por el trafico de trenes a las velocidades máximas permitidas, además de contar con un excelente acabado.

Cabe hacer mención, que la construcción de la superestructura de nuestro ENLACE FERROVIARIO ENTRE LA LINEA "A" Y EL NUEVO TRAZO GUADALAJARA-MONTERREY, se llevo a cabo mediante el sistema tradicional y que fue descrito al final del inciso 5.3, debido que a la fecha no existen Cías. Constructoras Nacionales que cuenten con la maquinaria necesaria para este tipo de trabajos, siendo únicamente Ferrocarriles el especialista en este ramo, en tal virtud, se han mostrado ambos procedimientos con la finalidad de brindar una visión mas completa de los sistemas aplicados en la construcción de una Línea Férrea.

5.5.- CONTROL DE AVANCES DE OBRA

La etapa de construcción de la superestructura resulta ser mucho más ágil que la correspondiente a la infraestructura, esto se debe esencialmente a que esta última requiere de volúmenes de obra mayores y por ende una gama más amplia de recursos o conceptos que la integran, sin embargo, aunque los trabajos prácticamente se encuentran sistematizados se debe poner un mayor énfasis en cuanto a sus procesos constructivos y al cumplimiento fiel de sus especificaciones y/o normas.

Aunado a lo anterior, la superestructura férrea corresponde a la superficie de rodamiento sobre la cual transitarán los trenes, motivo por el cual, de la calidad de los trabajos realizados y de los materiales empleados dependerá de manera directa un tráfico seguro y confiable, es por esto, que en esta etapa se recomienda que la supervisión y el control de la obra se realice por un ingeniero experimentado especialmente en el tendido y armado de vía, esto con la intención de optimizar los recursos pero sin caer en males ocultos que posteriormente repercutan en un mantenimiento prematuro o algún accidente de graves consecuencias y pérdidas con dimensiones estratosféricas.

Así mismo, cabe hacer mención que el material empleado en la construcción de la nueva vía por sí solo cuenta con un valor económico muy alto, en el entendido que su fabricación es exclusiva en el caso de nuestro país, para el uso de los Nacionales de México, aunado a esto, que un porcentaje alto es de importación, motivo por el cual, el control de los mismos y la seguridad de su aplicación es fundamental.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente el suministro de los materiales de vía correrá por cuenta de Ferrocarriles, en tal virtud, dentro de la bitácora de la obra deberán de asentarse las fechas de recepción y las de aplicación, manejando cantidades, todo ello avalado por la parte constructora y por la de supervisión, con la intención de deslindar responsabilidades en el caso de presentarse algún problema.

El regulador de tiempo en cuanto a avances de obra, obligaciones de la parte constructora y de la abastecedora de materiales, será el programa calendarizado, en tal virtud, se menearán las sanciones respectivas dependiendo a quien sea imputable algún retraso, al igual que lo establecido en el inciso 4.5.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

Las necesidades actuales de transporte en las diversas partes de la República Mexicana, provocan la elección de un medio apropiado para el movimiento de la Producción Nacional, no solamente en forma económica y funcional, sino mediante una eficiencia tal que permita un desarrollo continuo y creciente de las zonas intercomunicadas por el medio elegido.

Es por esto y por la experiencia obtenida de otros países con mas desarrollo que el nuestro, que el Ferrocarril en México por su cobertura Nacional y Geográfica, característica Estructurales, Mecánicas, Ecológicas y de Infraestructura, resulta ser el medio mas apropiado para el transporte masivo de carga, aunado a esto, que permite paralelamente el intercambio de flete por vía marítima o terrestre, es decir, se cuenta con terminales Férreas en los puertos mas importantes del País, así como, en las ciudades con mas desarrollo económico e industrial, lo cual, auspicia la recepción y envío de materias primas y/o productos terminados, esto para el consumo Nacional o Internacional ó también para la Exportación o Importación de los mismos.

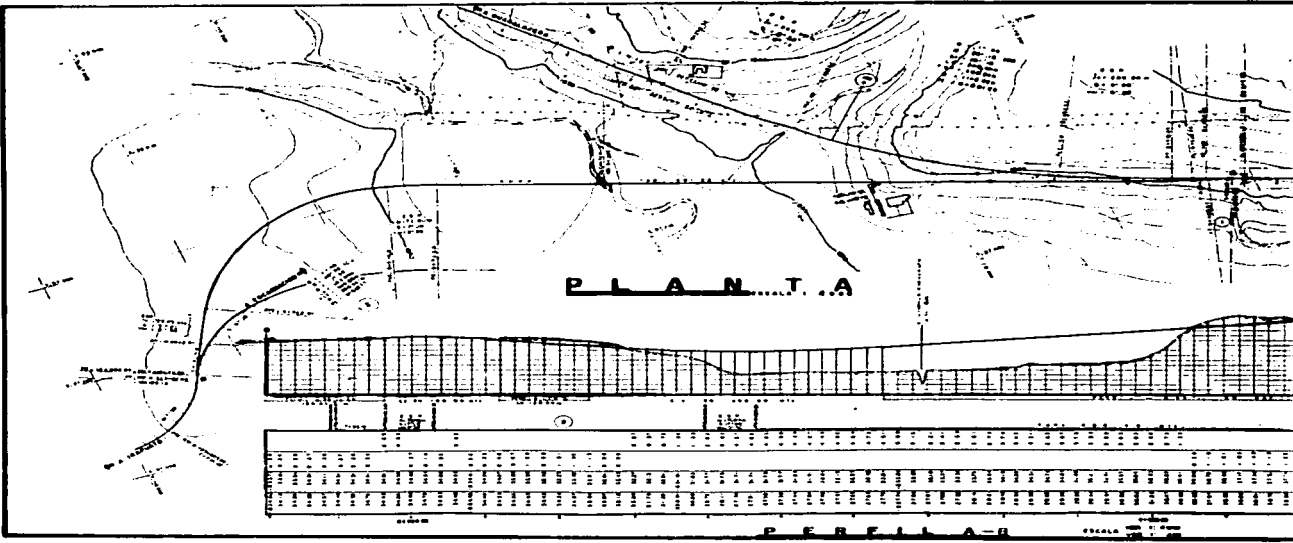
Aunado a lo anterior, también se requiere del otro sistema de transporte terrestre, el autotransporte, el cual, resulta imprescindible para el movimiento de carga entre las terminales férreas y los centros de producción y/o consumo.

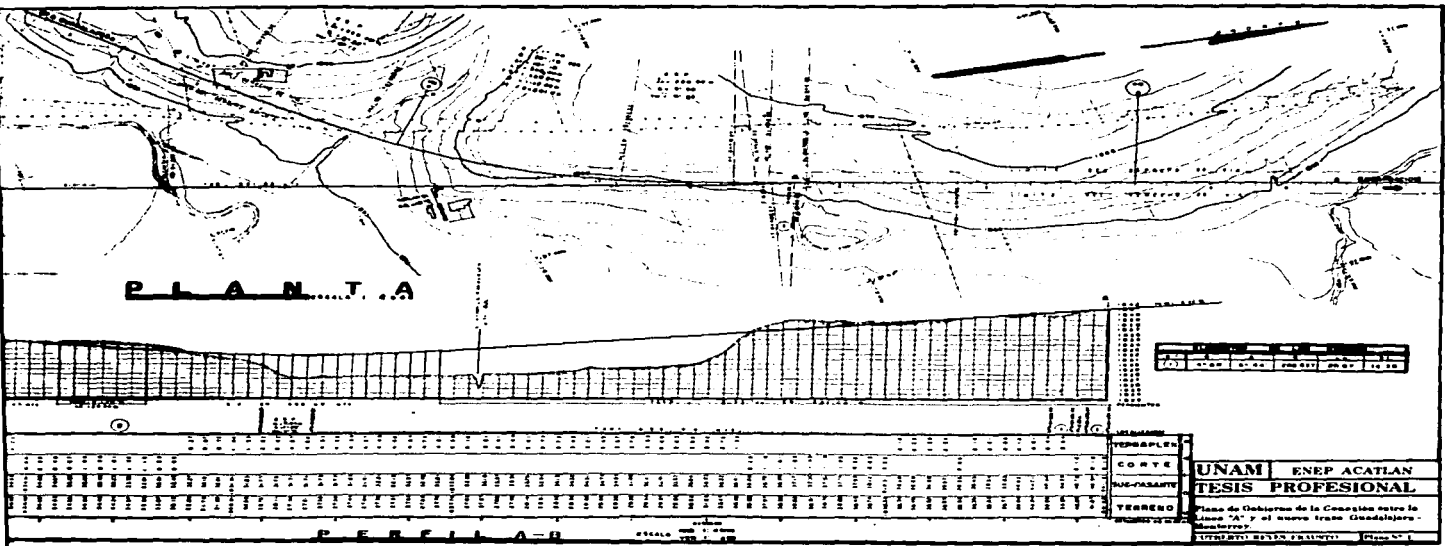
Todo lo antes citado, se conjuga en el universo requerido en cualquier país con posibilidades óptimas de desarrollo, debido a que cualquier economía depende de un buen sistema de transporte que permita el movimiento adecuado de su producción.

Aunado a lo anterior, podemos Concluir:

- 1.- Que el transporte mas económico y de mayor futuro para el movimiento masivo de carga es el FERROCARRIL, cuyas característica lo hacen superior a cualquier otro terrestre e inclusive al aéreo, si se toma en cuenta los volúmenes, las magnitudes y dimensiones de la carga que en un momento dado resulta factible mover, lo cual, sería prácticamente imposible de realizar por cualquier otro medio.
- 2.- La implementación de Obras como la analizada en el presente trabajo, se conciben bajo la perspectiva de cumplir con las necesidades del actual desarrollo económico de nuestro País, brindando un servicio de transporte adecuado que satisfaga la demanda del mismo, coadyuvando al crecimiento Económico Nacional.
- 3.- Los beneficios internos que obtiene Ferrocarriles mediante la construcción de nuestra conexión son múltiples y se reflejan en:
 - a.- Una disminución substancial en los tiempos de recorrido y optimización de itinerarios de viaje.
 - b.- Un descenso en costos de conservación y rehabilitación de su infraestructura férrea.
 - c.- Un menor desgaste, mantenimiento y necesidades de combustibles para equipo tractivo y de arrastre.
 - d.- Una disminución en la necesidad de mano de obra.
 - e.- La desaparición de accidentes con sus respectivas perdida materiales y de vidas, en crucero a nivel que da servicio a los habitantes de Encarnación de Diaz, Jal.
 - f.- Evitar la inversión en sistemas de señalamiento y protección, así como, el mantenimiento respectivo de los mismos, en el crucero a nivel citado en el inciso anterior.

Así pues, la inversión requerida para la realización de la conexión resulta ser mínima comparada contra los beneficios que se obtendrán una vez entrando esta en operación, mismos que tendrán repercusiones no solo para el tráfico y operación de trenes o en conceptos de conservación y mantenimiento de infraestructura, si no también, para el servicio que se preste a los usuarios del ferrocarril, lo cual, redundara en un mejoramiento substancial de la imagen que en la actualidad aun no se ha logrado reivindicar totalmente y en un consecuente incremento en la confianza hacia los Nacionales de México, y como resultado final, una correcta aplicación de los diferentes modos de transporte existentes en nuestro país.

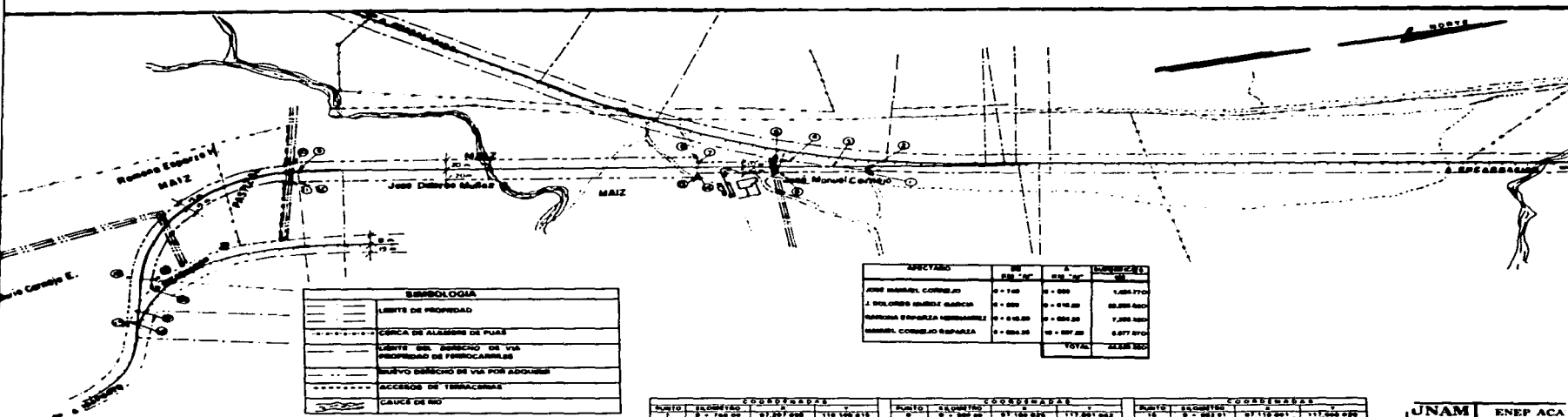




VERMAYEN
CORTE
MAG-SALAMITY
YERENDO

UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

Plano de Gobierno de la Comisión entre la
Línea "A" y el nuevo trazo Guadalajara -
Monterrey
ESTUDIOS DEL PLAN EJECUTIVO Plano N° 1



SIMBOLOGIA	
[Symbol]	LIBRE DE PROPIEDAD
[Symbol]	CERCA DE ALAMBRE DE PUAS
[Symbol]	LIBRE DEL DOMINIO DE VIA PROPIEDAD DE FERROCARRILES
[Symbol]	LIBRE DOMINIO DE VIA POR ADONDES
[Symbol]	ACCEROS DE TERRACERIAS
[Symbol]	CAUCES DE RIO

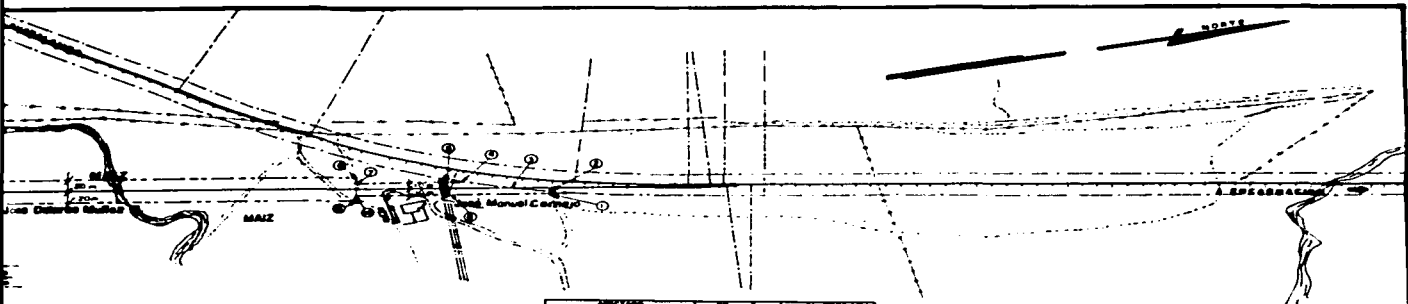
AFECTADO	DE	A	CONSERVA
	DE "m"	DE "m"	DE
JOSÉ MANUEL CARRERO	0 + 740	0 + 000	1,604,370
J. DOLORIS MARTEL MARTEL	0 + 000	0 + 010.20	50,000.000
MARCELA FERRAZ MARTEL	0 + 010.20	0 + 000.20	7,200.000
MARCEL COBOLLO REPARZA	0 + 000.20	0 + 007.20	6,077.070
		TOTAL	24,881.340

COORDENADAS			
PUNTO	E	N	Y
1	0 + 740.00	07,207.000	110,120.010
2	0 + 740.00	07,207.000	110,120.010
3	0 + 000.00	07,207.000	110,120.010
4	0 + 010.20	07,207.000	110,120.010
5	0 + 000.00	07,207.000	110,120.010
6	0 + 000.00	07,207.000	110,120.010
7	0 + 000.00	07,207.000	110,120.010

COORDENADAS			
PUNTO	E	N	Y
8	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
9	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
10	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
11	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
12	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
13	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000
14	0 + 000.00	07,199.000	117,000.000

COORDENADAS			
PUNTO	E	N	Y
15	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000
16	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000
17	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000
18	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000
19	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000
20	0 + 000.00	07,110.000	117,000.000

UNAM ENEP ACA
TESIS PROFESIONAL
 Plano Parcelaria correspondiente
 existente entre la Lote "A" y el
 Lote "B" de la Parcela "1" del
 CANTONADO BELLA VISTA



DESCRIPCION
TIPO DE PROPIEDAD
AREA DE ALAMBRADO DE FRENTE
TIPO DEL DISEÑO DE VIA
TIPO DE DISEÑO DE VIA POR ACCESOS
TIPO DE VEREDALES
OTROS DATOS

APORTADO	EN		SUPERFICIE M ²	
	SE ^o	GR ^o		
JOSÉ MANUEL GONZALEZ	0	740	0	1,484,770
A. BOLDORES MARTÍNEZ GARCÍA	0	0	0	20,000,000
MARCOS ESPARZA HERRERA	0	0	0	7,200,130
MARCELO GONZALEZ ESPARZA	0	0	0	8,077,070
			TOTAL	36,761,970

Punto	COORDENADAS		
	X	Y	Z
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Punto	COORDENADAS		
	X	Y	Z
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Punto	COORDENADAS		
	X	Y	Z
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

JNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

Plan Parcelario correspondiente a la
 sucesión entre la Línea "A" y el camino
 trazo Ciudad Juárez - Monterrey.
 AUTORE: RIVERA FRAUTINI Plano N° 2

BIBLIOGRAFÍA:

- Ferrocarriles
 - Topografía
 - Apuntes de Vías Terrestres
 - Publicaciones del Colegio de Ingenieros Civiles de México
 - Tratado de Ferrocarriles

 - Los Ferrocarriles de México
 - Ingeniería de Transporte
 - Especificaciones del A.R.E.A
 - Especificaciones de los Ferrocarriles
 - Publicaciones del Instituto de Capacitación Ferrocarrilera

 - Normas de Calidad de los Materiales Vías Féreas, Edificación y Materiales diversos
 - Generalidades y Terminología
Obra Publica
Secretaria de Comunicaciones y Transportes
 - Normas para Construcción e Instalaciones Vías Féreas
Secretaria de Comunicaciones y Transportes
 - Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras Para Los Ferrocarriles Mexicanos
 - Manual de Proyecto Geometrico de Carreteras
- Ing. Francisco M.Togno
Ing. Miguel Montes De Oca
Ing. Federico O'reilly
- A . C . (Ingenieria Civil)
- Ing. Fernando Oliveros
Rivas
Andrés López Pitas
Manuel Mejía Puente
- Sergio Ortiz Hemán
William W.Hay
- S.C.T.
- Ferrocarriles Nacionales de México.
- S.C.T.
- S.C.T.
- S.C.T.
- F.N.M.
- S.C.T.