



IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRTEROS. EFECTOS POR LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES

TÜV Rheinland de México, S.A. de C.V.
Sergio Alberto Damián Hernández
América Martínez soto
José Manuel Aguirre Pérez

**Publicación Técnica No. 145
Sanfandila, Qro, 2000**

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Impacto ambiental de
proyectos carreteros. Efectos
por la explotación de bancos
de materiales y construcción
de cortes y terraplenes**

**Publicación Técnica No. 145
Sanfandila, Qro, 2000**





Este trabajo fue desarrollado por la empresa TÜV Rheinland de México, S.A. de C.V., bajo contrato con el Instituto Mexicano del Transporte, en el que intervinieron directamente la Biol. Ana Patricia Ramírez y la Ing. Ma. Cruz López, consultores expertos de las áreas de Biología e Impacto Ambiental. El trabajo fue supervisado y complementado por investigadores del Area de Medio Ambiente de la Coordinación de Infraestructura del I.M.T., a cargo de los ingenieros Sergio Alberto Damián Hernández, América Martínez Soto, José Manuel Aguirre Pérez y Rodolfo Téllez Gutiérrez.



El trabajo está constituido por dos partes; la primera se refiere a la explotación de bancos de materiales, mientras que la segunda es sobre la construcción de cortes y terraplenes.

Los objetivos de la primera parte del trabajo son dar a conocer los principales impactos ambientales que se generan por la explotación de los bancos de materiales, desde su localización hasta el abandono, que son empleados para la construcción de las capas que conforman la sección estructural de un pavimento para carreteras, desde la cimentación o cuerpo del terraplén, terracerías, subrasante, subbase, base y hasta la capa de rodamiento. Así mismo, se contempla los efectos de los bancos para utilización en labores de conservación de las carreteras. También se incluyen dentro de los objetivos la formulación de las medidas de mitigación correspondientes.

En esta primera parte, el trabajo contiene una descripción detallada de las operaciones involucradas en la explotación de bancos de materiales, así como de los equipos y maquinaria utilizados. Se identifican los impactos ambientales utilizando la matriz de Leopold modificada y se presentan las medidas de mitigación correspondientes. Por último, se presentan algunas conclusiones y se proporciona la bibliografía utilizada en esta parte.

Debido a que los cortes y terraplenes son parte fundamental de una carretera, especialmente en países como México, cuya topografía hace necesaria la construcción de este tipo de elementos vitales en la infraestructura carretera, a fin de cumplir con las especificaciones técnicas en cuanto al trazo, pendientes y grados de curvatura máximos que deben cumplirse para una carretera en particular; en la segunda parte se dan a conocer los principales impactos ambientales que se generan durante la construcción de los cortes y terraplenes de una carretera, tomando en cuenta los materiales, equipos normalmente utilizados y procedimientos constructivos.

Dentro de esta parte, se presenta una descripción detallada de las principales actividades que se realizan para la construcción de cortes y terraplenes, se identifican los impactos ambientales, tanto significativos como no significativos, utilizando la matriz de Leopold modificada y se presentan las medidas de mitigación correspondientes para cada uno de ellos. Finalmente se dan algunas conclusiones y se proporciona la bibliografía utilizada para la segunda parte.



The document is divided in two parts, the first is about the borrow pit materials exploitation, and the second part is for the cuts and embankments construction.

The main purpose of the first part, is to present in a simple way, the most important environmental impacts which are produced by the borrow pit materials exploitation, from the search and localization up to the abandon. This kind of materials are used for the construction of the structural section of pavement roads, from the foundation, subgrade, subbase, base up to the surface layer. Also, are included the effects of the borrow pit materials used in road maintenance. Furthermore the mitigation measurements are contemplated.

In the first part, the paper contain the detailed description of the operations involved in the borrow pit materials operation, equipment and machinery construction used. The environment impacts are identified using the modified Leopold matrix and mitigation measurements are showed. Finally, for this part it's provide some conclusions and the bibliography.

Because cuts and embankments are one of the main parts of a highway, specially in countries like Mexico, due to the topography make necessary the construction of this type of elements in order to meet the technical specifications. Along the second part are presented the most importants environmental impacts which are produced by the cuts and embankments construction. The document include materials, equipment and proceedings used.

In this part, the paper contain the description of the main activities for the cuts and embankments construction, the environment impacts which are identified using the modified Leopold matrix and mitigation measurements are showed. Finally, this paper provides some conclusions and the bibliography for the second part.



EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES

Los materiales utilizados comúnmente en la construcción de carreteras, tales como suelos, rocas, gravas, arenas, etc., normalmente son extraídos y procesados en bancos de materiales, que se encuentran en estado natural en principio. De éstos, se obtendrán materiales con características especiales, que generalmente presentan impactos ambientales importantes que vale la pena analizar con detalle.

La magnitud del impacto ambiental está en función del tipo de banco que se pretenda explotar (virgen o ya utilizado con anterioridad), del equipo y la maquinaria que se utilice durante el proceso de extracción y triturado de los materiales (taladros, barrenos con voladuras, dragas, etc.).

A lo largo de todo el proceso que involucra la explotación parcial o total del banco de material seleccionado, incluyendo el equipo y maquinaria requeridos, así como el transporte del material obtenido al lugar de la obra, impactan en mayor o menor medida a la naturaleza. Este trabajo pretende incluir los impactos producidos y sus medidas de mitigación correspondientes.

La determinación de impactos ambientales y la implantación de las medidas de mitigación inherentes, corresponde a quien vaya a explotar el banco de materiales, por lo que si se trata de un banco que se encuentre en su estado natural (virgen), los impactos ambientales causados y las medidas de mitigación deberán sumarse a los impactos causados por la construcción de las carreteras.

En caso de que los bancos de material utilizados hayan sido previamente autorizados para su explotación para otros fines, solamente habrá que hacerlo del conocimiento de las autoridades respectivas, a fin de que verifiquen el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

Los impactos significativos son principalmente la modificación de los drenajes naturales, la eliminación de la flora característica y la disminución de la productividad primaria de la vegetación aledaña a caminos de acceso y de la zona de influencia del banco. En el documento se presentan una serie de tablas con las características del ambiente, las actividades de la obra, la identificación de impacto y las medidas de mitigación correspondientes.

Resumen Ejecutivo

Los impactos no significativos son la generación de ruido, el desplazamiento de la fauna local y la pérdida de la cubierta vegetal entre otros. Al igual que para los impactos significativos, se incluyen una serie de tablas con las características del ambiente, las actividades de la obra, la identificación de impacto y las medidas de mitigación.

Como medidas de mitigación se recomienda la extracción del material preferentemente en aquellos bancos de material que se encuentren en explotación. Esto evitará afectaciones a la vegetación, a la fauna y al uso del suelo. Concluida la extracción del material se procederá a mitigar los impactos mediante una reforestación con especies arbóreas adecuadas, de manera tal que el área no quede expuesta a la erosión.

Asimismo, se recomienda instalar barreras de contención o albercas para retención de materiales y evitar la erosión.

La selección adecuada de los sitios de explotación de los bancos de materiales es la etapa más importante para minimizar impactos al ambiente por las actividades asociadas, enfatizando que no se desarrollen bancos de materiales en zonas con ecosistemas frágiles o que incluyan especies raras o en peligro de extinción o bien que cuenten con atractivos turísticos, monumentos históricos, sitios arqueológicos o con características culturales importantes.

Se recomienda utilizar los planes de ordenamiento ecológico regionales, como información para la toma de decisiones en la selección de los sitios de ubicación de los bancos de materiales.

Es muy importante crear o actualizar un inventario nacional de bancos de materiales, para evitar su apertura en los casos en donde no sea necesario y así evitar generar nuevos bancos que agoten los recursos existentes y generen impactos negativos al ambiente.

Se recomienda siempre que sea posible utilizar bancos existentes.

Se recomienda en la etapa de abandono, restituir en lo posible las condiciones originales del sitio, en lo relativo al suelo, flora y fauna asociada.

CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES

Con la finalidad de determinar el impacto ambiental generado por la construcción de los cortes y terraplenes, se realizará una descripción de estas obras que son primordiales en los proyectos carreteros.

Cortes

Esta etapa quedará comprendida y definida como excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural; en ampliación y abatimiento de taludes; en rebajes en la corona de cortes y en terraplenes, con el objeto de preparar la sección de la obra de acuerdo al proyecto.

En la conformación de la corona de proyecto para cortes, se pueden presentar varios tipos de materiales por cortar: material A, B y C.

Las excavaciones en los cortes se harán de manera que el drenaje natural no tenga problemas. Las obras complementarias como las cunetas se construirán de tal forma que su desagüe no provoque perjuicio a los cortes ni a los terraplenes; las contracunetas deberán hacerse simultáneamente con los cortes.

Con objeto de simplificar, se analizan tres tipos de excavación:

- Excavación en caja y drenaje.
- Excavación para estructuras.
- Excavación de préstamo.

Terraplenes

Son elementos ejecutados con material adecuado producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Se incluyen en este concepto las cuñas contiguas a los estribos de puentes, ampliación de corona, tendido de taludes y elevación de subrasante en terraplenes existentes.

En el proceso de construcción de los terraplenes será necesario hacer tendidos de material de banco.

Los materiales extraídos de los bancos de préstamos serán acarreados con camiones, para depositarlos a lo largo de la franja de construcción a cada 10 m. Para después ser dispersados, tendidos y compactados al porcentaje requerido por el proyecto.

Resumen Ejecutivo

Los terraplenes se usan en la construcción de carreteras cuando se requiere elevar la rasante del camino a una altura sobre el nivel de la superficie del terreno existente, con objeto de mantener las normas de diseño o de prevenir daños a la carretera debidos a la acción del agua superficial o subterránea. Los terraplenes se construyen tanto de materiales compactados como de relleno hidráulico, siendo la gran mayoría del primer tipo mencionado.

Con la finalidad de determinar los impactos ambientales y medidas de mitigación por la construcción de cortes y terraplenes, en esta etapa se consideran los materiales que se utilizan para estas obras y los procesos constructivos.

Se considera que los impactos ambientales significativos son, entre otros, la modificación de uso del suelo por la ocupación del mismo, la pérdida de la cubierta del suelo y de la vegetación asociada, la erosión hídrica y eólica del suelo por degradación del mismo y por desaparición de la cubierta vegetal que contribuye a retener el suelo y la compactación del suelo y modificación del drenaje natural, del contenido de oxígeno en el suelo, con la consiguiente desaparición de los microorganismos. De manera general, los impactos ambientales más significativos se presentan durante la etapa de construcción de un proyecto carretero.

Existen impactos no significativos durante la etapa de construcción de los cortes y terraplenes, estos impactos son temporales y en general pueden ser reversibles, ocurriendo sobre los siguientes factores ambientales: Emisión de contaminantes por uso de maquinaria y equipo, emisión de polvo por la remoción y acarreo de materiales, ruido, desplazamiento de la fauna por pérdida de la cubierta vegetal y pérdida de microorganismos, entre otros.

Se considera que para los impactos significativos descritos, al ser irreversibles a largo plazo, la medida de prevención que se debe aplicar en los proyectos a futuro será considerar la ubicación del trazo en armonía con el medio tratando de minimizar los impactos mediante el diseño adecuado en concordancia con los Estudios de Ordenamiento Ambiental y los Planes de Desarrollo Estatales y Municipales, así como también lo que se refiere a vegetación, sobre todo si en el sitio del proyecto existieran especies en peligro de extinción o alguna referenciada en la NOM 059.

En general, se recomienda promover el rescate de la vegetación a través de un programa que incluya el retiro de especies, su preservación durante el traslado, la resiembra, la supervisión y el seguimiento de estas acciones para determinar el éxito de la acción.

Resumen Ejecutivo

Para los impactos no significativos las medidas de mitigación son, entre otras, el control de las emisiones a través del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, el uso de combustibles limpios y de aditivos que promuevan una combustión eficiente; cumplimiento con los límites máximos permisibles (NOM); colocar mallas para protección de los cuerpos de agua, desarenadores y rejillas con la apertura necesaria para la retención de sólidos; no depositar a cielo abierto los residuos líquidos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria; evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores, colocando tambos para depósito de basura y recolectar los materiales de construcción.

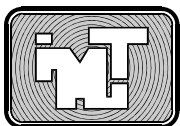
En los proyectos carreteros los impactos ambientales significativos se presentan durante las etapas de preparación y construcción de cortes y terraplenes.

Los impactos significativos en general son irreversibles y a largo plazo y sólo se pueden minimizar a través de una correcta ubicación de los proyectos buscando reducir los impactos y afectar al mínimo los recursos con los que interactuará el proyecto, la óptima selección del trazo, una planeación y diseño adecuados, soportado en la realización de estudios geohidrológicos, de vegetación, de fauna y de uso de suelo para que el proyecto sea compatible con los recursos naturales y se realice un proyecto carretero armónico con el ambiente.

Se recomienda que se incluyan los estudios de Ordenamiento Ambiental elaborados por el INE, así como los Planes de Desarrollo Estatales y Municipales como elementos de análisis antes de la toma de decisiones y el diseño final de los proyectos carreteros.

Con respecto a los impactos no significativos, éstos en general son temporales, de corta duración y reversibles, restableciéndose el ambiente una vez que se termina la fase de construcción.

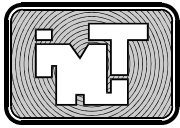




IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES

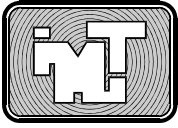
INDICE

RESUMEN	V
ABSTRACT	VII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
PARTE I BANCOS DE MATERIALES	
1 INTRODUCCION	3
2 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES INVOLUCRADAS EN LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES	5
2.1 Localización de bancos	5
2.2 Exploración, Muestreo y Análisis de Bancos	7
2.3 Preparación de Bancos	11
3 DESCRIPCION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA UTILIZADOS EN LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES	12
3.1 Equipo Utilizado para la Explotación de Bancos Característicos de Materiales	12
3.2 Descripción de Equipos	13
3.3 Factores Importantes para la Explotación de Bancos	13
4 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	15
4.1 Impactos Significativos	19
4.2 Impactos No Significativos	21
5 MEDIDAS DE MITIGACION	24
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFIA	26



PARTE II CORTES Y TERRAPLENES

1	CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES	27
1.1	Cortes	27
1.2	Excavación	29
1.3	Terraplenes	36
2	ETAPAS DE CONSTRUCCION DE TERRAPLENES	44
2.1	Formación	44
2.2	Desmote y Despalse del Terreno Natural	45
2.3	Compactación	47
3	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	51
3.1	Impactos Significativos	57
3.2	Impactos No Significativos	62
4	MEDIDAS DE MITIGACION	66
4.1	Impactos Significativos	66
4.2	Impactos No Significativos	66
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFIA	70



1 INTRODUCCION

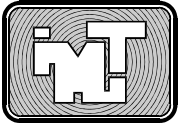
Los materiales utilizados comúnmente en la construcción de carreteras, tales como suelos, rocas, gravas, arenas, etc., normalmente son extraídos y procesados en bancos de materiales que se encuentran en estado natural en principio. De éstos, se obtendrán materiales con características especiales, que generalmente presentan impactos ambientales importantes que vale la pena analizar con detalle.

La magnitud del impacto ambiental está en función del tipo de banco que se pretenda explotar (virgen o ya utilizado con anterioridad), del equipo y la maquinaria que se utilice durante el proceso de extracción y triturado de los materiales (taladros, barrenos con voladuras, dragas, etc.).

A lo largo de todo el proceso que involucra la explotación parcial o total del banco de material seleccionado, incluyendo el equipo y maquinaria requeridos, así como el transporte del material obtenido al lugar de la obra, impactan en mayor o menor medida a la naturaleza. Este trabajo pretende incluir los impactos producidos y sus medidas de mitigación correspondientes.

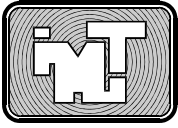
Las operaciones vinculadas con los bancos de materiales representan un costo considerable en la obra, e involucran las siguientes actividades:

- a) Localización de los bancos.
- b) Exploración, muestreo y análisis de bancos.
- c) Preparación del banco.



c) Explotación de bancos.

d) Abandono de los bancos.



2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES INVOLUCRADAS EN LA EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES

2.1 Localización de bancos

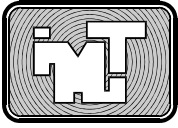
La detección de los bancos de materiales utilizables en volúmenes aprovechables, se realiza utilizando técnicas que van desde la simple observación del terreno, hasta el empleo de pozos a cielo abierto, uso de posteadoras, barrenos y máquinas perforadoras, estudios geofísicos, fotointerpretación y uso de sensores remotos.

La valoración de los bancos permite establecer el potencial de explotación, así como decidir el uso de los mismos y estimar la vida útil de los bancos, aún cuando la valoración de las rocas o suelos contenidos en los bancos suele ser muy difícil de establecer en forma cuantitativa.

La valoración preliminar de los suelos se hace sobre todo con base en la experiencia, utilizando para este fin la clasificación del Sistema Unificado (SUAS), sistema que incluye un conjunto de índices de comportamiento asociados a un grupo determinado. La valoración a detalle de los suelos constitutivos de un banco debe hacerse con base en pruebas de laboratorio.

Los criterios para la localización de bancos de materiales más importantes son:

- a) Tipo de obra a la que se destinará el material (terracerías, capa subrasante, base, sub-base y carpeta asfáltica o superficie de rodamiento, para caminos revestidos o pavimentados con concreto hidráulico o asfáltico).
- b) Calidad; debe de asegurarse que la calidad de los materiales extraíbles elegidos sea la mejor y que cumpla con la normatividad vigente de la dependencia u

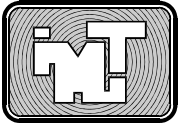


organismo responsable de la obra (SCT, CAPUFE, gobiernos estatales o municipales, etc.).

- c) Accesibilidad; deben de ser fácilmente accesibles y que se puedan explotar por los procedimientos más eficientes.
- d) Distancia; deben de seleccionarse aquellos que produzcan las mínimas distancias de acarreo.
- e) Facilidad de construcción; deben de tener las propiedades que faciliten los procedimientos constructivos más sencillos y económicos durante su tendido y colocación final en la obra y que requieran los mínimos tratamientos.
- f) Que la explotación no conduzca a problemas legales y ambientales que perjudiquen a los habitantes de la región.
- g) Costo; se debe de garantizar que con base en los incisos anteriores, el costo final sea el adecuado.

Con respecto a la capa de la sección de la carretera para la que se usarán los materiales, los bancos de terracerías en general abundan y son fáciles de localizar, pues sirven casi todos los materiales que sean económicamente explotables.

Para las capas de subrasante, sub-base, base, carpetas asfálticas e hidráulicas, los bancos de materiales pueden ser más difíciles de localizar, debido a que requieren en general de la instalación de equipos especiales y plantas complejas, por lo que es típico que la distancia de los mismos varíe de menos de 5 kilómetros para terracerías a 50 kilómetros para sub-base y base de pavimento, y aún más para subrasante que suelen encontrarse en las zonas limoarenosas de ríos, depósitos volcánicos pirocláticos o playones y en márgenes de ríos para sub-base o formaciones rocosas sanas para concretos.



2.2 Exploración, muestreo y análisis de bancos

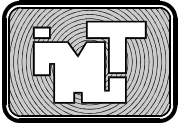
La exploración debe proporcionar la siguiente información para la toma de decisiones:

- a) Determinación de la naturaleza del depósito desde el punto de vista de la geología, de la historia de uso previo y de la hidrología superficial.
- b) Determinación de la profundidad, espesor, extensión y la composición de los estratos de suelo o roca susceptibles de explotación.
- c) Caracterización de la hidrología subterránea estimando el nivel y la variabilidad del manto freático.
- d) Determinación de las propiedades de los suelos y rocas y de los usos anteriores que se hayan hecho.

Existen las siguientes etapas de investigación:

- 1) Reconocimiento preliminar. Opinión y estudios previos de un Geólogo o similar.
- 2) Exploración preliminar, para diagnosticar el espesor y la composición del subsuelo.
- 3) Exploración definitiva, incluyendo pruebas de laboratorio que definan detalladamente las características de los suelos.

Los bancos de materiales se muestrean para conocer en el laboratorio, a través de diversas pruebas especiales, las características que contribuyan a definir o a autorizar su uso. Se recomienda fijar un número de sondeos por cada número de



metros cúbicos de material por explotar, sin tomar en cuenta la homogeneidad o la heterogeneidad de la formación, ni las características geológicas particulares.

En general se llevan a cabo las siguientes pruebas en los suelos que se extraen de los bancos:

- 1) Clasificación: límites de plasticidad y granulometría.
- 2) Calidad: peso volumétrico máximo.

Adicionalmente, en función del uso, se llevan a cabo las siguientes pruebas:

I Terracerías

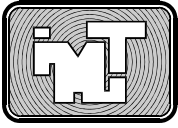
En calidad, se determina el valor relativo de soporte.

II Capa subrasante

- a) Calidad; valor relativo de soporte, expansión y equivalente de arena.
- b) Diseño; determinación del valor relativo de soporte.

III Base y sub-base

- a) Calidad, desgaste de Los Angeles, valor relativo de soporte, equivalente de arena, expansión.
- b) Diseño; si se desea hacer un diseño estructural por capas, deberán realizarse las pruebas indicadas para la capa subrasante.



IV Carpeta asfáltica

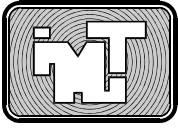
- a) Calidad, pruebas de desgaste y/o alterabilidad, equivalente de arena, expansión, afinidad con el asfalto, pruebas para definir la forma de los agregados.
- b) Diseño; pruebas de Marshall, pruebas de Hveem y contenido óptimo de Asfalto.

Como resultado del análisis, para el caso de los materiales usados en trabajos de pavimentación, se requiere someterlos a diversos tratamientos para adecuarlos a esta función, siendo los tratamientos más usuales:

- a) Eliminación de desperdicios o partículas que sobrepasan el tamaño máximo considerado en el proyecto; esta operación se lleva a cabo en forma manual.
- b) Disgregación; separación de materiales en bancos de suelo duro, operación que puede requerir uso de maquinaria.
- c) Cribado; con el objetivo de conseguir materiales de naturaleza friccionante con una granulometría adecuada, operación realizada también con equipo mecánico.
- d) Trituración de materiales gruesos o de fragmentos de roca hasta obtener una granulometría adecuada.
- e) Lavado de materiales contaminados por arcilla, materia orgánica o polvos, actividad que requiere empleo de equipo y maquinaria.

Los resultados de estas operaciones son materiales que por sus características se pueden generalizar en 7 grandes grupos de bancos los cuales son:

- a) *Depósitos de ríos o aluviones.* Depósitos que se originan a lo largo de los ríos como efecto de la erosión causada por las corrientes.

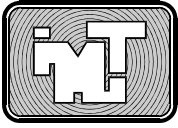


- b) *Depósitos en las serranías.* Depósitos de pie de monte formados de arenas limosas y gravas inclinadas y ondulantes, dejadas por los ríos al entrar en las planicies que se juntan con las serranías.
- c) *Depósitos lacustres.* Depósitos creados por la sedimentación de sólidos en suspensión, arrastrados por las corrientes que descargan a los lagos, consisten fundamentalmente de arenas y estratos limo-arcillosos.
- d) *Depósitos en zonas desérticas.* Depósitos formados por ríos esporádicos sin cauce formado, consistentes de abanicos aluviales con abundancia de arena, grava y limos.
- e) *Depósitos formados por erosión o loes.* Depósitos formados por el arrastre del viento de arenas y limos muy finos.
- f) *Depósitos glaciares.* Depósitos heterogéneos formados directamente por el hielo en movimiento o por las aguas del deshielo.
- g) *Suelos residuales.* Depósitos arcillosos formados por rocas sedimentarias.

2.3 Preparación de bancos

Antes de iniciar la explotación de los bancos, se requiere adecuarlos para este objetivo, consistiendo la preparación de las siguientes actividades:

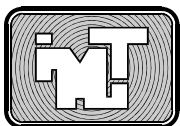
- 1) Despalme, desmonte y limpieza.



Antes de la explotación se requiere remover la cubierta vegetal sobre el suelo que se utilizará como banco, operación que requiere el uso de maquinaria y equipo mecánico.

2) Aflojamiento del material.

Esta operación consiste en reducir la cohesión en suelos muy compactos o suelos duros, para facilitar las maniobras de carga, descarga y transporte.

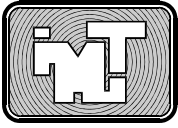


3 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA UTILIZADOS EN LA EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES

Para las diferentes etapas enunciadas vinculadas con la explotación de los bancos de materiales se utilizan los siguientes equipos:

3.1 Equipo utilizado para la explotación de bancos característicos de materiales

EQUIPO	TIPO DE MATERIAL	ACTIVIDAD
Tractor de oruga con cuchilla frontal o escrepa	Roca sana Roca alterada o muy alterada	Despalme y limpieza
Draga Draga de arrastre Draga marina	Roca muy alterada Arenas limos y arcillas Aluviones	Despalme y limpieza Excavación y carga
Barrenos	Roca sana Roca alterada y muy alterada	Preparación del banco
Pala mecánica o cargador frontal escrepa Motoelevadora	Excavación y carga Arenas, limos y arcillas	Excavación y carga Excavación y carga
Volquete o camión o remolque escrepa	Roca sana Roca alterada y muy alterada Aluviones Arenas limos y arcillas	Transporte
Escrepa	Roca muy alterada Aluviones Arenas, limos y arcillas	Despalme y limpieza Excavación y carga
Motoescrepa	Aluviones Arenas, limos y arcillas	Transporte



3.2 Descripción de equipos

Cabe resaltar que el uso de tractores con arado para fragmentar los materiales es cada vez más frecuente, con lo que se minimiza el uso de explosivos y la barrenación, lo que se refleja en rapidez y economía.

La aplicación más frecuente del tractor con cuchilla frontal es como excavadora y empujadora. Las escrepas auto-propulsadas y autocargables se utilizan durante la construcción pesada.

Actualmente el uso de cargadores frontales de brazos articulados, ya sea de oruga o sobre llantas, es muy común, ya que son potentes y capaces de trabajar con rocas grandes.

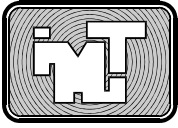
La pala mecánica se aplica para remover grandes volúmenes y son fácilmente adaptables a cualquier tipo de terreno.

Con respecto a los equipos mecánicos, éstos tienen un gran impacto sobre el suelo, compactándolo y destruyéndolo.

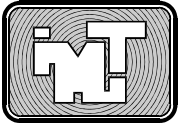
Asimismo, el uso de maquinaria que requiere combustibles, genera emisiones y ruido sobre el ambiente, resaltando que éstos son temporales y que cuando se acaba esta actividad, el impacto cesa.

3.3 Factores importantes para la explotación de bancos

La explotación de bancos se lleva a cabo con diferentes equipos con base en la experiencia previa de construcción. La selección de equipo será función de tres factores:



- a) Disponibilidad de equipo.
- b) Tipo y calidad del material por explotar.
- c) Distancia de acarreo de los materiales.

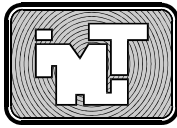


4 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la matriz de Leopold modificada se identifican los impactos ambientales producto de la explotación de bancos de material; en la tabla se describen los mismos y las medidas de mitigación conducentes.

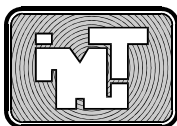
La determinación de impactos ambientales y la implantación de las medidas de mitigación inherentes, corresponde a quien vaya a explotar el banco de materiales, por lo que si se trata de un banco que se encuentre en su estado natural (virgen), los impactos ambientales causados y las medidas de mitigación deberán sumarse a los impactos causados por la construcción de las carreteras.

En caso de que los bancos de material utilizados ya hayan sido previamente autorizados para su explotación para otros fines, solamente habrá que hacerlo del conocimiento de las autoridades respectivas, a fin de que verifiquen el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

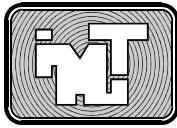


ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS									
MATRIZ BANCO DE MATERIALES									
INSTRUCCIONES	Selección y preparación del banco				Operación				Abandono
	Localización	Exploración, análisis y muestreo	Despalme y limpieza	Aflore de material	Excavación con equipo	Excavación con explosivos	Explotación de material	Carga y transporte de material	
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.									
MEDIO FISICO									
TIERRA									
a. Recursos minerales		1/1	2/2		2/5	3/5	3/5		2/2
b. Material de construcción	1/1	1/1	2/2				3/5		2/2
c. Suelos		2/2	3/5	2/5	3/3		3/5	3/5	
d. Relieve					3/5	3/5	3/5		
e. Sismología									
AGUA									
a. Superficiales									
b. Subterráneas					3/5	3/5	2/2		
c. Calidad							2/2		
d. Recarga de acuíferos							2/2		
AIRE									
a. Calidad					2/1	3/2	2/2	2/2	
b. Microclima			2/1						
c. Ruido					3/2	3/2		2/1	

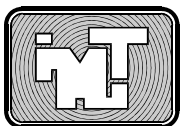


IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ BANCO DE MATERIALES									
INSTRUCCIONES	Selección y preparación del banco				Operación				Abandono
	Localización	Exploración, análisis y muestreo	Despalme y limpieza	Afije de material	Excavación con equipo	Excavación con explosivos	Explotación de material	Carga y transporte de material	Abandono
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.									
MEDIO NATURAL									
FLORA									
a. Arboles		1/1		2/2					
b. Arbustos		1/1							
c. Hierbas y pastos			2/3	2/2			3/5	4/5	
d. Cultivos			2/3						
e. Plantas acuáticas									
f. Especies en extinción									
FAUNA									
a. Aves		1/1	2/2						
b. Animales terrestres		1/1	2/2	2/2					
c. Insectos			2/2	2/2					
d. Especies en extinción									



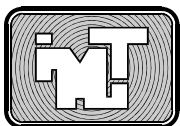
**ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ BANCO DE MATERIALES									
INSTRUCCIONES	Selección y preparación del banco				Operación				Aban dono
	Localización	Exploración, análisis y muestreo	Despalme y limpieza	Afloje de material	Excavación con equipo	Excavación con explosivos	Explotación de material	Carga y transporte de material	Abandono
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.									
MEDIO SOCIOECONOMICO									
USOS DEL TERRITORIO									
a. Espacios abiertos y silvestres	1/1		2/2		2/2		2/2	2/2	2/2
b. Silvicultura									
c. Pecuario									
d. Agrícola									
e. Zona residencial									
f. Zona comercial									
g. Zona industrial									
RECREATIVOS									
a. Caza									
b. Balnearios									
c. Campamentos									
d. Zonas de excursión	2/3								
ESTETICO Y DE INTERES HUMANO									
a. Vistas panorámicas y paisajes					2/2		2/2	2/2	2/2
b. Ecosistemas únicos									
c. Parques, reservas y monumentos									
d. Sitios históricos y arqueológicos									
CALIDAD DE VIDA									
a. Estilos de vida (patrones culturales)									
b. Salud y seguridad									
c. Empleo	2/2	2/2	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/4	1/1
d. Densidad de población									
SERVICIOS									
a. Infraestructura									
b. Red de transportes								3/2	
c. Red de servicios									
d. Eliminación de residuos									



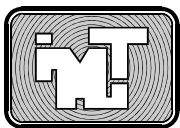
4.1 Impactos Significativos

CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
Selección y preparación del banco			
Tierra			
1. Suelos	Despalme y limpieza.	Eliminación de la cubierta vegetal y suelo superficial. Impacto irreversible y permanente.	En la etapa de abandono se puede restituir el suelo.
A. Calidad de Vida			
1. Empleo	Despalme y limpieza, afloje de material.	Generación de empleo.	Impacto positivo.
Operación			
A. Tierra			
1. Relieve	Excavación con explosivos y con equipo, explotación del material, carga y transporte del material.	Disminución del recurso Impacto irreversible y permanente.	Ninguno, sólo una adecuada selección del banco puede minimizar el impacto.
B. Agua			
1. Aguas subterráneas	Excavación con equipo y excavación con explosivos.	Modificación de los drenajes naturales.	Ninguno, sólo una adecuada selección del banco puede evitar el impacto.



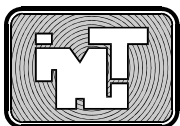
4.1 Impactos Significativos (Continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
C. Flora			
1. Hierbas y pastos	Explotación del material y carga y transporte de material.	Eliminación de la flora característica. Disminución de la productividad primaria de la vegetación aledaña a caminos de acceso y de la zona de influencia del proyecto, por la deposición de polvo en el área foliar, con disminución de la función fotosintética y respiratoria de las plantas.	Ninguno en la etapa de explotación, posible restitución en la etapa de abandono. Utilizar vehículos cubiertos o manejar los materiales en húmedo respecto a la carga y transporte del material. Establecer procedimientos adecuados en el manejo de los materiales para evitar emisiones fugitivas de polvos.



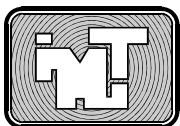
4.2 Impactos No significativos

CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
A. Tierra			
1. Recursos minerales, material de construcción y suelos.	Localización, explotación, análisis y muestreo, despalme y limpieza, afloje de material, excavación con equipo, abandono.	Agotamiento del recurso.	Planeación adecuada del uso de los recursos.
B. Agua			
Recarga de acuíferos, calidad y aguas subterráneas.	Explotación del material.	Modificación de los patrones naturales de recarga de aguas y drenajes subterráneos, con posible disminución del recurso.	Durante la selección del sitio tomar en cuenta la información geohidrológica del lugar, y seleccionar bancos de materiales en lugares donde el nivel freático sea muy profundo.
C. Aire			
1. Ruido	Excavación con equipo, con explosivos y durante la carga y transporte del material.	Generación de ruido durante la utilización de maquinaria y explosivos.	Ninguno. Es un impacto significativo pero de corta duración.



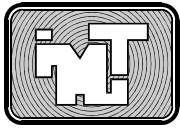
4.2 Impactos No significativos (Continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
D. Flora			
1. Vegetación	Exploración, análisis y muestreo, despalme y limpieza, afloje de material.	Pérdida de la cubierta vegetal.	Efecto irreversible y permanente. Sin medida de mitigación. Puede considerarse una medida compensatoria en la zona de influencia del proyecto, reforestando el área con especies endémicas. Como medida preventiva, previo al inicio de la explotación del banco de material, realizar un programa de rescate de vegetación que considere especies en peligro de extinción u otras consideradas en la NOM 059, que incluya desplante, transporte y resiembra, así como el seguimiento del éxito del reimplante.



4.2 Impactos No significativos (Continuación)

CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
E. Fauna			
Aves, animales terrestres e insectos.	Exploración, análisis y muestreo, despalme y limpieza, afloje de material.	Desplazamiento de la fauna por pérdida de eslabón primario de la cadena alimenticia (vegetación).	Restituir la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat para la fauna desplazada.
F. Estéticos y de interés humano			
1. Vistas panorámicas y paisajes.	Excavación con equipos, explotación de material, carga y transporte de material y abandono del banco.	Pérdida de la armonía visual.	Ninguna. Impacto irreversible y permanente. Posible restitución parcial en la etapa de abandono.
G. Servicios			
1. Red de transportes.	Carga y transporte de material.	Creación de caminos de acceso.	Evitar el paso cerca de poblaciones.



5 MEDIDAS DE MITIGACION

Como medidas de mitigación se recomienda la extracción del material preferentemente en aquellos bancos de material que se encuentren en explotación.

Esto evitará afectaciones a la vegetación, a la fauna y al uso del suelo. Concluida la extracción del material se procederá a mitigar los impactos mediante una reforestación con especies arbóreas adecuadas, de manera tal que el área no quede expuesta a la erosión.

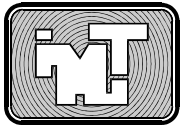
Asimismo, se recomienda instalar barreras de contención o albercas para retención de materiales y evitar la erosión.

En caso de la existencia de bancos de material en explotación y que las especificaciones de los materiales cubran lo requerido por el proyecto, se aprovecharán preferentemente estos bancos.

Para nuevos bancos de material, es recomendable el aprovechamiento de aquellos que se encuentran más cercanos al trazo del proyecto y que no se localizan dentro de zonas de patrimonio natural, ni cerca de asentamientos humanos.

Se recomienda que en la etapa de abandono se trate de rehabilitar las áreas ocupadas por los bancos de materiales, con el objeto de recuperar sus condiciones originales en lo posible, en lo que se refiere a cubierta vegetal y fauna asociada.

Con respecto a la hidrología, se deben minimizar con obras de ingeniería las modificaciones a los patrones de drenaje, con el objeto de no modificar las características de los mantos freáticos.



6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

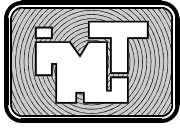
La selección adecuada de los sitios de explotación de los bancos de materiales es la etapa más importante para minimizar impactos al ambiente por las actividades asociadas, enfatizando que no se desarrollen bancos de materiales en zonas con ecosistemas frágiles o que incluyan especies raras o en peligro de extinción, o bien que cuenten con atractivos turísticos, monumentos históricos, sitios arqueológicos o características culturales importantes.

Se recomienda utilizar los planes de ordenamiento ecológico regionales, como información para la toma de decisiones en la selección de los sitios de ubicación de los bancos de materiales.

Es muy importante crear un inventario nacional de bancos de materiales, para evitar su apertura en los casos en donde no sea necesario y así evitar generar nuevos bancos que agoten los recursos existentes y generen impactos negativos al ambiente.

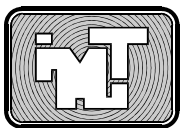
Se recomienda siempre que sea posible utilizar bancos existentes.

Se recomienda, en la etapa de abandono, restituir en lo posible las condiciones originales del sitio en lo relativo al suelo, flora y fauna asociada.



BIBLIOGRAFÍA

- 1 Rico Rodríguez - Del Castillo Mejía; *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Vol. 1*; Decimocuarta reimpresión; Limusa, Grupo Noriega Editores. 1998.
- 2 Rico Rodríguez - Del Castillo Mejía; *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Vol. 2*; Duodécima reimpresión; Limusa, Grupo Noriega Editores. 1998.



PARTE II CORTES Y TERRAPLENES

1 CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES

Con la finalidad de determinar el impacto ambiental generado por la construcción de los cortes y terraplenes, se realizará una descripción de estas obras que son primordiales en los proyectos carreteros.

1.1 Cortes

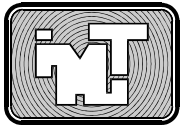
Esta etapa quedará comprendida y definida como excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural; en ampliación y abatimiento de taludes; en rebajes en la corona de cortes y en terraplenes, con el objeto de preparar la sección de la obra de acuerdo al proyecto.

En la conformación de la corona de proyecto para cortes, se pueden presentar varios tipos de materiales por cortar: material A, B y C.

El material A es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con motoescropa, sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Los materiales clasificados como Material A, son los suelos agrícolas, los limos y las arenas, entre otros.

El material B es el que por dificultad de extracción y carga, sólo puede ser excavado eficientemente por un tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable, sin uso de arado o explosivos o por retroexcavadoras adecuadas. Se consideran como Material B, las piedras sueltas entre 5 y 7.6 cm de diámetro¹. Los materiales más

¹ Ingeniería de carreteras- Paul H. Wright- Editorial Limusa.



comúnmente clasificados como Material B, son las rocas alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

El material C es el que, por su dificultad de extracción, sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos o con retroexcavadoras de gran potencia y capacidad o martillos neumáticos. Entre los materiales clasificados como Material C, se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

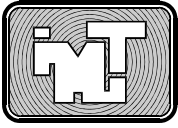
El equipo de construcción deberá ser previamente autorizado, de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores.

Se despalmará el sitio de los cortes del área de desplante de los terraplenes, desalojando la capa superficial del terreno natural para eliminar el material que se considere inadecuado para la construcción de las terracerías. Los despalmes se ejecutarán solamente en Material A. El material producto del despalme se colocará en el lugar que se indique (tiradero).

Las excavaciones en los cortes se harán de manera que el drenaje natural no tenga problemas. Las obras complementarias como las cunetas se construirán de tal forma que su desagüe no provoque perjuicio a los cortes ni a los terraplenes; las contracunetas deberán hacerse simultáneamente con los cortes.

Los materiales obtenidos producto de los cortes, se utilizarán para la formación de terracerías o se desperdiciarán. Todas las piedras flojas y material suelto de los taludes, serán removidos.

Al hacer cortes donde se empleen explosivos, se tendrá cuidado de no remover los materiales existentes.



Antes de los cortes en los tramos de terracerías compensadas, la construcción de alcantarillas o muros de contención deberá estar terminada dentro de los 500 m contiguos adelante de cada frente de ataque.

En tramos de terracerías compensadas, antes de efectuar préstamos de ajuste, deberán vaciarse totalmente los cortes, utilizando todo el material aprovechable en la formación de terraplenes.

1.2 Excavación

Con objeto de simplificar, se analizarán a continuación tres tipos de excavación:

Excavación en caja y drenaje.

Excavación para estructuras.

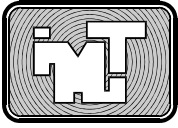
Excavación de préstamo.

- **Excavación en caja y drenaje**

La excavación en caja y drenaje, significa la excavación y nivelación de la carretera y de las cunetas, incluyendo la eliminación de todo el material excavado y el trabajo necesario para la construcción y acabado de los cortes, terraplenes, taludes, cunetas, accesos, intersecciones y otras partes similares del trabajo.

Todos los materiales excavados que sean adecuados, se usan en la construcción de los elementos de la estructura de la carretera, incluidos terraplenes, acotamientos, subrasante, taludes y rellenos posteriores cuando lo requiera la estructura.

Se debe prever la eliminación de material excavado indeseable o excedente. Debe remarcarse que, bajo las definiciones expuestas y de acuerdo con la práctica normal, el pago que se hace por partidas de excavación no es exclusivamente el pago por la



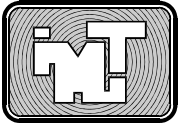
excavación de la tierra. Por el contrario, con frecuencia se incluyen todos los trabajos necesarios para formar la parte de los movimientos de tierra de la estructura de la carretera.

Por lo general, en las especificaciones de la excavación en caja y drenaje se incluyen varias medidas. Comúnmente si con anterioridad no se ha desmontado y despalmado el área, se marcan disposiciones para eliminar la vegetación y la recuperación de las partes del material excavado que pueden utilizarse en diferentes tramos de la carretera. Por ejemplo, esta actividad puede proporcionar materiales adecuados como la reserva de la parte superior del suelo para ser utilizados en la subrasante, los taludes laterales y trabajos de naturaleza similar.

Cuando se encuentran materiales inadecuados en los cortes o secciones de terraplén, por lo regular se toman las medidas necesarias para su remoción y reemplazo con materiales satisfactorios.

Las especificaciones pueden abarcar también instrucciones para nivelar el piso de la calzada y las intersecciones, entre otras, de acuerdo con el alineamiento, pendientes y corte transversal. Junto con esta parte del trabajo, se requiere por lo regular que la carretera tenga un buen drenaje durante todo el tiempo que duran las operaciones de construcción.

También se establecen las disposiciones adecuadas para la nivelación de acotamientos, taludes, cunetas, entre otros, de acuerdo con los planos, incluyendo algunas veces donde sea aplicable, requerimientos relativos al aplanamiento, el redondeo de los taludes laterales y el de las cunetas.



Cuando se encuentra roca en las secciones de corte, generalmente se requiere que se excave a una profundidad por debajo de la línea de rasante y que posteriormente se rellene con material adecuado para llevar la sección de corte al nivel propuesto.

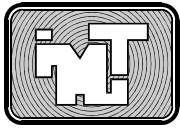
Otra medida que se incluye con frecuencia consiste en mantener nivelado el piso de la carretera hasta la aceptación final del trabajo o hasta que comienza la construcción de la base o de la carpeta. Los trabajos bajo este punto también pueden incluir la escarificación y la compactación de las secciones de corte, aún cuando no esté normalmente incluida la estabilización del suelo de la subrasante.

La medición del material excavado, se basa por lo regular en la determinación del volumen real en metros cúbicos del material excavado, en la posición original y con el terminado establecido. Los métodos de construcción que se utilizan en la ejecución de las operaciones requeridas son para cada tipo de excavación según el tipo de material.

Por ejemplo, las unidades tractor-escrepa se usan normalmente en las operaciones básicas de excavación, arrastre y tendido de suelos ordinarios; los rompedores cuando se encuentran materiales duros y compactados, para desmenuzar el material de tal manera que se pueda cargar la escrepa.

Las escrepas montadas en tractores de oruga, se utilizan para arrastres relativamente cortos en terrenos accidentados; las unidades montadas sobre llantas de hule se utilizan para arrastres más largos donde pueden establecerse caminos de arrastre adecuados.

En el caso de excavación en roca puede ser necesario taladrar y dinamitar y necesitarse un cargador frontal para cargar la roca dinamitada en camiones o vagones para trasladarla al punto dispuesto.



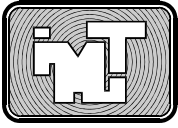
Para la excavación en suelos pantanosos, con frecuencia se emplea una draga de cable y una retroexcavadora para excavación de trincheras. En excavaciones de este tipo, pueden resultar en extremo útiles las unidades con cargador frontal para realizar excavaciones que comprendan acarreos muy cortos, tendido de materiales descargados en un cierto lugar y para operaciones similares. Se puede utilizar una motoconformadora para formar cunetas, arreglar los taludes y dar mantenimiento de los caminos de acarreo, así como para otras funciones.

- **Excavación para estructuras**

La excavación estructural se refiere a la excavación del material con objeto de permitir la construcción de alcantarillas de tubo, alcantarillas de cajón de concreto, cimientos para puentes, muros de contención y prácticamente todas las estructuras que pueden requerirse en un trabajo en particular. Por lo regular, el pago se hace por separado para cada concepto, excepto en el caso de estructuras de pozos de visita y pozos o colectores, en que se hace el pago al término de la estructura y está incluido el pago por excavación.

Las especificaciones de los diferentes organismos estatales de carreteras cubren con esta partida la eliminación adecuada de todo el material, sin importar su naturaleza, que se encuentre en la excavación estructural. En ciertos casos, donde se requieren grandes excavaciones, como en el caso de la construcción de pilas y estribos de grandes puentes, puede resultar necesario el uso de ataguías o diques para facilitar el proceso de excavación.

También, por lo general, la construcción y la demolición subsecuente de estos elementos se prevé en las especificaciones. La excavación estructural se mide y se paga por metros cúbicos, el volumen sobre el cual se paga es por lo regular el volumen real de material excavado con objeto de colocar la estructura de la cimentación dada.



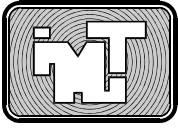
Los materiales útiles de las excavaciones para las estructuras, se usan tanto en el relleno hasta el corte alrededor de la estructura terminada, como en otras partes de la estructura de la carretera. Por lo regular, los materiales excavados que no son adecuados o son excedentes, se desperdician.

Los requerimientos relativos a la colocación de un relleno adecuado hasta el corte, son usualmente muy rígidos, con miras a obtener una densidad satisfactoria en el mismo. Esta densidad puede obtenerse apisonando el material o sometiéndolo a vibraciones.

En la ejecución de la excavación estructural, se utilizan tanto las máquinas como los métodos manuales, con un mayor requerimiento de trabajo manual en esta operación que en los otros tipos de excavación.

Cuando se trabaja en suelos promedio, el cucharón de almeja se adapta en particular a este tipo de trabajo debido a su capacidad para trabajar en líneas verticales y en la proximidad de cimbras y dispositivos de protección, tales como los apuntalamientos y revestimientos requeridos en las excavaciones profundas.

También se utilizan en este trabajo las unidades más pequeñas de la maquinaria de excavación, tales como el cargador o tractor de oruga. El cargador frontal que está presente en cada obra de movimiento de tierra se puede utilizar con ventaja en la excavación y el relleno para estructuras. Las herramientas vibratorias y apisonadoras, estudiadas previamente, son muy útiles para compactar rellenos, en especial donde los espacios son restringidos.



- **Excavación para préstamo**

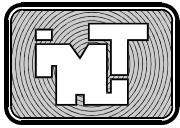
Cuando el material proveniente de la excavación, realizada dentro de los límites del derecho de vía, no es suficiente para la formación de terraplenes y otros elementos de la carretera, se toma por lo general material adecuado de un banco de préstamo. El organismo que contrata puede indicar y suministrar al contratista bancos de préstamo apropiados, o bien, el contratista puede obtener los materiales especificados e idóneos seleccionando bancos por su cuenta.

En general, en las especificaciones relacionadas con la excavación para préstamo, el organismo que contrata puede indicar y suministrar al contratista bancos de préstamo apropiados, o bien, el contratista puede obtener los materiales especificados e idóneos seleccionando bancos por su cuenta.

Las especificaciones relacionadas con la excavación para préstamo son más o menos las mismas que para la excavación en caja; es decir, se dan las disposiciones para la excavación satisfactoria del material de un área indicada y la incorporación de ese material a la estructura de la carretera.

Los requisitos adicionales corresponden, por lo regular, a las condiciones del banco de préstamo durante y después de la construcción. Por ejemplo, puede estipularse que cuando se terminen las operaciones de construcción, los bancos de préstamo queden en una condición tal que no se colecte y almacene el agua en ellos. Por lo general, el pago por excavaciones de préstamo se hace por volumen, en metros cúbicos de material para préstamo, medido en el sitio (volumen original) e incorporado realmente en las secciones de trabajo designadas.

La apertura y explotación de los bancos de préstamo son con frecuencia una operación en gran escala, que necesita de los mejores métodos de producción masiva de movimientos de tierras. La excavación del banco de préstamo puede

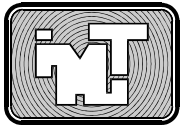


realizarse con mayor eficiencia utilizando escrepas, o con un operador y una unidad de potencia, que podrá cavar, cargar, arrastrar y tender el material.

Se pueden utilizar indistintamente tractores sobre oruga o sobre ruedas de hule; por lo regular, se prefieren las últimas en los lugares en que deben hacerse acarrees largos. En los lugares en los que los suelos que se van a excavar son de roca o cementados, es usual que la pala mecánica sea la mejor herramienta a menos que se pueda romper el material de manera económica; la pala carga los camiones o vagones que acarrearán el material hasta el sitio a rellenar, lugar en el que se vacía la carga y se tiende con un trascavo o una motoconformadora.

Los grupos camión—pala tienen una gran capacidad de producción en condiciones adecuadas, pero debido a la interdependencia de las unidades involucradas, la comparación con las escrepas es en general desfavorable para esta operación, excepto cuando la excavación se hace en materiales o bajo condiciones inadecuadas para la operación de las escrepas.

Se hace notar que en México para la construcción y mantenimiento de infraestructura carretera, por razón de seguridad y de afectación de usos del suelo, los “préstamos laterales” están en desuso, obligando al contratista para la construcción de terraplenes al uso de bancos de materiales más alejados, esto es del orden de al menos 500 m del derecho de vía. En el pasado era muy común esta práctica con el objeto de obtener grandes ahorros por concepto de acarreo y sobre acarreo de materiales sin tomar en cuenta los impactos ambientales que generaban este tipo de construcciones.



1.3 Terraplenes

Son elementos ejecutados con material adecuado producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Se incluyen en este concepto las cuñas contiguas a los estribos de puentes, ampliación de corona, tendido de taludes y elevación de subrasante en terraplenes existentes.

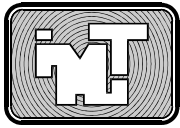
Los terraplenes se usan en la construcción de carreteras cuando se requiere elevar la rasante del camino a una altura sobre el nivel de la superficie del terreno existente, con objeto de mantener las normas de diseño o de prevenir daños a la carretera debidos a la acción del agua superficial o subterránea. Los terraplenes se construyen tanto de materiales compactados como de relleno hidráulico, siendo la gran mayoría del primer tipo mencionado.

Desde el punto de vista de la práctica promedio, los terraplenes utilizados en la construcción de carreteras alcanzan alturas muy variadas.

Antes de tratar los procedimientos de construcción relativos a los terraplenes, es conveniente señalar brevemente algunos de los factores básicos comprendidos en el diseño de tales estructuras. Estos elementos de diseño se clasifican como la altura, la estabilidad de los taludes, la estabilidad de los cimientos y la selección de los materiales para el terraplén.

- **Altura**

La altura de un terraplén se establece en general según las consideraciones relativas a la localización de la carretera en el área. Así, un terraplén puede ser necesario para mantener la rasante en algún punto fijo, como en el acceso a un puente o a una gran estructura de alcantarilla, o para mantener pendientes convenientes en regiones en lomerío o montañosas.



Otras consideraciones similares en relación con el alineamiento también pueden forzar el uso de terraplenes, en lugar de utilizar secciones en balcón. Con frecuencia, en las regiones en lomerío es posible reducir a un mínimo la construcción de terraplenes sobre caminos secundarios, con el simple hecho de seguir aproximadamente la forma del terreno. Este procedimiento no es conveniente en rutas principales por los requerimientos de la distancia de visibilidad.

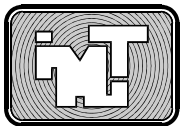
En las áreas bajas, donde el nivel freático se encuentra a la altura de la superficie o cerca de ella, es frecuente establecer la altura mínima del terraplén tomando como base la conveniencia de evitar la intrusión de las aguas freáticas en la subrasante y en la base.

En tales casos, es necesario que la elevación de la parte superior de la subrasante sea suficiente por encima del nivel del agua y será considerablemente mayor cuando se utilicen suelos sujetos a la capilaridad en la construcción del terraplén, o bien, en áreas propensas al congelamiento.

Si se prevé la existencia de agua libre en el área que atraviesa el terraplén, se puede incrementar más la distancia mínima sobre el nivel esperado del agua, con objeto de proteger el terraplén y la estructura del pavimento.

- **Talud de los terraplenes**

En esencia, la sección transversal de un terraplén para carretera consta de una planicie superior horizontal con taludes laterales generalmente simétricos a ambos lados, que empiezan en la parte superior y continúan hasta que interceptan la superficie natural del terreno. La anchura de la parte superior depende de las dimensiones del pavimento y de los acotamientos requeridos.



En general, se prefieren los taludes laterales planos para satisfacer las normas de seguridad y para facilitar su mantenimiento. En ciertos lugares, puede ser necesario apartarse de la sección transversal estándar, debido a las restricciones en el derecho de vía o a las condiciones inestables del suelo.

Comúnmente, los terraplenes que se construyen con materiales de alta calidad pueden construirse con taludes de 1.5:1 sin que se tome en cuenta la estabilidad del suelo. Para otras clasificaciones de suelo, se ha recomendado una pendiente máxima de 2:1, y donde el terraplén está sujeto a inundaciones se prefiere un talud de 3:1.

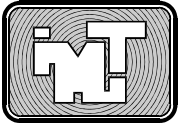
Todos los terraplenes importantes se someten a análisis de estabilidad y se diseñan con los principios establecidos en la mecánica de suelos.

- **Cimentación de los terraplenes**

Una parte del análisis requerido para el diseño del terraplén de una carretera, consiste en comprobar la estabilidad de los taludes laterales o del conjunto del terraplén en sí mismo. El diseño deberá comprender también un estudio geotécnico del suelo que se encuentra bajo el terraplén mismo o de la "cimentación" de éste.

Un terraplén puede fallar por los esfuerzos impuestos a la capa del suelo subyacente, debido a que el peso del terraplén es superior a la resistencia al cortante del suelo de la cimentación. En tal caso, la capa de suelo subyacente fluirá hacia los lados, con el resultado del hundimiento del terraplén.

También el terraplén sobre el que se coloca una carpeta de pavimento puede fallar en su función de soporte, por asentamiento continuado debido a la consolidación de las capas de suelo subyacentes.



Es probable que se presente cualquiera de estas situaciones cuando se cimienta un terraplén alto sobre un suelo cohesivo, o cuando el material de cimentación es un suelo suave, compresible y de grano fino, como el limo o arcilla orgánicos, la turba o el humus.

Donde exista cualquier duda acerca de la estabilidad de la cimentación del terraplén, se establecerá una comparación entre los esfuerzos al corte que se induzcan en la cimentación y la resistencia al corte en los suelos involucrados, las características de consolidación en la capa determinada y el análisis hecho del asentamiento.

La medida de la resistencia al esfuerzo cortante y las características de consolidación deben basarse en pruebas de laboratorio sobre muestras inalteradas, tomadas del suelo de cimentación.

Los procedimientos de construcción requeridos para el mejoramiento de las propiedades estructurales de la cimentación son detallados y costosos. En los casos en que se encuentren suelos extremadamente débiles a cierta profundidad, deberá considerarse la relocalización de la ruta; y si no es factible, la aplicación de los diversos métodos desarrollados para el tratamiento o remoción de la capa del fondo.

- **Selección de los materiales para terraplenes**

Muchos suelos diferentes se pueden utilizar satisfactoriamente en la construcción de terraplenes para carreteras de material compactado.

En términos del sistema de clasificación de la AASHTO esbozado en la tabla 1 de manera general se pueden emplear los materiales de los grupos A-1, A-2-4, A-2-5 y A-3 cuando se tengan disponibles.

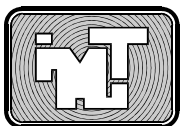


Tabla 1 Descripción de los grupos de clasificación

GRUPO	DESCRIPCION
<i>Materiales granulares.</i>	Contiene 35 % o menos de material que pasa la malla de 0.075 mm.
<i>Grupo A-1</i>	El material representativo de este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un cementante no plástico. Este grupo incluye también fragmentos de piedra, grava, arena gruesa, cenizas volcánicas, etc., sin cementantes.
<i>Subgrupo A-1-a</i>	Comprende aquellos materiales formados de manera predominante por fragmentos de piedra o grava, con o sin material de cohesión (cementante) bien graduado, fino.
<i>Subgrupo A-1-b</i>	Incluye aquellos materiales formados de manera predominante por arena gruesa, con o sin cementante bien graduado.
<i>Grupo A-2</i>	Este grupo abarca una amplia variedad de materiales granulares que están en la línea divisoria entre el material que pertenece a los grupos A-1 y A-3 y los materiales arcillo-limosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Comprende todos los suelos que tienen 35% o menos de material que pasa la malla de 0.075 mm y no se pueden clasificar con A-1 ó A-3, debido al exceso en el contenido de finos o a la plasticidad o ambos.
<i>Subgrupos A-2-4 y A-2-5</i>	Están formados por diferentes materiales granulares que contienen 35% o menos de suelos que pasan por la malla 0.075 mm y con una parte de menos de 0.425 mm que tienen las características de los grupos A-4 y A-5.
<i>Subgrupos A-2-6 y A-2-7</i>	Comprenden materiales similares a los descritos en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, con la diferencia de que la parte fina contiene arcilla plástica que tiene características de los grupos A-6 y A-7.
<i>Grupo A-3</i>	El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto arrastrada por el viento sin finos limosos o arcillosos o con una cantidad muy pequeña de limo no plástico.

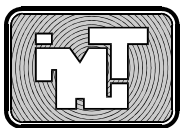
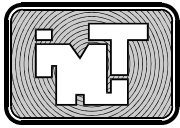


Tabla 1 Descripción de los grupos de clasificación (Continuación)

GRUPO	DESCRIPCION
Materiales arcillo—limosos	Contienen más del 35 % de material que pasa por la malla 0.075 mm.
<i>Grupo A-4</i>	El material típico de este grupo es un suelo limoso o plástico o moderadamente plástico que tiene un 75 % o más de material que pasa la malla de 0.075 mm.
<i>Grupo A-5</i>	El material típico de este grupo es similar a la descripción del grupo anterior. Con la diferencia de que es usualmente de material con características de diatomeas o de las micas, es de una elevada elasticidad, según lo indica su alto límite líquido.
<i>Grupo A-6</i>	El material típico de este grupo es un suelo de arcilla plástica que por lo regular tiene un 75 % o más de material que pasa por la malla de 0.075 mm. El grupo también abarca mezclas de suelos arcillosos finos y de hasta un 64 % de arena y grava retenida en la malla de 0.075 mm. Por lo regular, los materiales de este grupo tienen un notable cambio de volumen entre los estados húmedo y seco.
<i>Grupo A-7</i>	El material típico de este grupo es similar al descrito para el grupo A-6, con la diferencia de que éste tiene altos límites líquidos característicos del grupo A-5 y puede ser elástico así como también estar sujeto a grandes cambios en el volumen.
<i>Subgrupo A-7-5</i>	Comprende materiales que tienen índices de plasticidad moderados con relación al límite líquido y pueden ser sumamente elásticos así como estar sujetos a considerables cambios en el volumen.
<i>Subgrupo A-7-6</i>	Incluye los materiales que tienen índices de plasticidad altos con relación al límite líquido y están sujetos a cambios extremadamente elevados en el volumen.

En general, los suelos de los grupos A-2-6, A-2-7, A-4, A-5, A-6 y A-7 se consideran menos adecuados para la construcción de terraplenes, y cuando estos materiales tienen que utilizarse, se debe dar atención especial al diseño y construcción de los terraplenes.



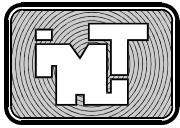
Es conveniente la inclusión de los suelos A-1 en los terraplenes, ya que pueden compactarse a un alto grado de estabilidad y densidad utilizando un equipo de compactación común. Generalmente, son también adecuados para este objeto los suelos A-2, aún cuando requieren un control un poco más cuidadoso en el proceso de compactación durante la construcción.

El grupo A-3 está formado por arenas sin cohesión y comúnmente se puede utilizar con buenos resultados en la construcción de terraplenes, aún cuando no se puedan compactar en forma adecuada utilizando rodillos del tipo de pata de cabra, se puede obtener una compactación satisfactoria empleando rodillos con ruedas neumáticas, equipo de construcción o compactadores vibratorios.

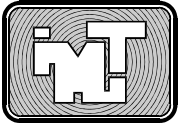
Con respecto a los suelos arenosos y limosos incluidos en el grupo A-4 y A-6, así como algunas de las arcillas inorgánicas, éstas pueden utilizarse satisfactoriamente en los terraplenes bajo ciertas condiciones, que comprenden la altura baja del terraplén, el control cuidadoso durante el proceso de compactación y el uso en las zonas donde el contenido de humedad del suelo permanezca igual o menor durante la vida de servicio, que cuando el terraplén estaba en construcción. Estos suelos son más difíciles de compactar que los que constituyen los tres primeros grupos, debido a sus características de alta retención de la humedad.

Durante la construcción, el contenido de humedad de estos suelos se debe mantener dentro de límites relativamente estrechos con objeto de asegurar una densidad y estabilidad adecuadas.

Los suelos elásticos, incluidos en los grupos A-5 y A-7, se considera de manera general que no son adecuados para la construcción de terraplenes, por su alta plasticidad, Además, los suelos arcillosos de los grupos A-7 cambian considerablemente de volumen con la variación del contenido de humedad, descritos en la Tabla 1.



A pesar de algunas de las fallas que presentan los diferentes suelos de los grupos A-4, A-5 A-6 y A-7, en algunas ocasiones, las condiciones son tales que son los únicos suelos disponibles dentro de una distancia de acarreo razonable y su uso es por lo tanto, dictado por consideraciones económicas. Estos suelos deben manejarse con mucho cuidado durante el proceso de construcción.



2 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES

2.1 Formación

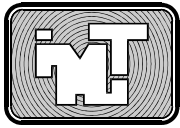
Los terraplenes compactados con rodillo se construyen con capas relativamente delgadas de suelo suelto. Cada etapa se compacta hasta obtener un grado de densidad satisfactorio antes de colocar la siguiente, así el terraplén se conforma de hasta alcanzar la altura deseada mediante la adición de capas sucesivas.

En la actualidad, la mayoría de las dependencias de carreteras requieren que las capas de suelos normales tengan el espesor de acuerdo a las recomendaciones que indique el estudio de suelos antes de iniciar la compactación. Las especificaciones permiten un aumento en el espesor de las capas donde se han utilizado grandes rocas en la parte inferior de un terraplén, hasta alcanzar el espesor recomendado.

Es necesario que las capas se formen tendiendo el material a un espesor más o menos uniforme sobre todo el ancho y longitud del tramo del terraplén al nivel establecido. Por lo regular, se prohíbe específicamente que los camiones descarguen sin que se tienda el material.

Se puede hacer una excepción si la cimentación del terraplén es de características tales que no soporta el peso del equipo para tender y compactar el material. En este caso, se puede colocar la parte inferior del terraplén por volteo hasta que se obtenga un espesor suficiente que permita el paso del equipo. Si los suelos de la cimentación son inestables, son necesarias medidas especiales de construcción.

En la formación de terraplenes se utilizan dos métodos generales de construcción. El primero consiste en la descarga directa y el tendido del suelo realizados en una sola operación con escrepas, en una función para la cual estas unidades tienen la adaptación ideal. El segundo método consiste en el volteo del material en el sitio apropiado utilizando camiones o vagones.



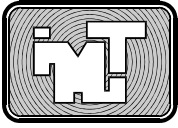
Una vez hecho lo anterior, el material descargado se puede extender hasta lograr el espesor necesario y uniforme utilizando trascavos o motoconformadoras. En terraplenes muy cortos, los trascavos pueden formar razonablemente el terraplén, desplazando el material por distancias cortas entre las secciones de corte y de terraplén.

2.2 Desmonte y Despalle del Terreno Natural

Dentro de las operaciones constructivas propiamente dichas, la construcción de terracerías exige una limpieza a fondo del terreno natural en lo que se refiere a la eliminación de una capa superficial del terreno, operación que se denomina desmonte.

Esta operación tiene los siguientes objetivos:

- 1 Permitir la operación de la maquinaria de construcción en zonas boscosas.
- 2 Permitir la liga adecuada entre los terraplenes y el terreno de cimentación.
- 3 Eliminar materiales no deseables, tales como hierbas, arbustos o árboles, en cortes y préstamos.
- 4 Evitar la caída posterior de árboles o ramas a la vía terrestre, al quedar aquéllos muy cerca de los taludes de los cortes. En la remoción del arbolado, deberán cortarse los árboles sin desenraizarlos, a fin de no aflojar la cobertura de terreno en el coronamiento de los cortes.
- 5 Aumentar la visibilidad en curvas horizontales, sobre todo en terreno plano con vegetación densa.



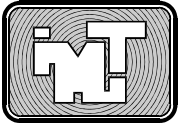
- 6 Evitar el efecto del desarrollo de raíces que afecten posteriormente la superficie de rodamiento, especialmente en terraplenes muy bajos o en secciones prácticamente a pelo de tierra.
- 7 Evitar problemas de comportamiento posterior en los terraplenes al pudrirse los troncos o raíces atrapados en o bajo ellos.

Al preparar el terreno natural antes de la construcción, frecuentemente es necesario llevar a cabo la actividad de despalme, la cual consiste en eliminar un cierto espesor de su superficie, para conseguir los siguientes objetivos:

- a) Evitar movimientos en los terraplenes, pues la cobertura vegetal superficial generalmente es un material esponjoso y compresible, que puede afectar a los terraplenes de baja altura.
- b) Eliminar suelos inadecuados para la construcción en préstamos de materiales o en cortes en casos de compensación longitudinal.
- c) Eliminar materia orgánica vegetal susceptible de causar problemas por crecimiento posterior, bajo terraplenes de escasa altura.

Los volúmenes que se muevan por desmonte o despalme deben ser tomados en cuenta de alguna manera en los cálculos del diagrama de masas del proyecto, pues el desperdicio que estas operaciones representan, alcanza a reflejarse en los volúmenes totales de movimientos de tierras por considerar.

2.3 Compactación



Se llama compactación de suelos al proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación de los mismos.

Por lo general el proceso implica una reducción más o menos rápida de los vacíos, como consecuencia de la cual en el suelo ocurren cambios de volumen de importancia, fundamentalmente ligados a la pérdida de volumen de aire, pues por lo común no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación.

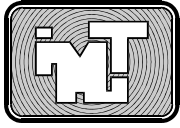
No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado.

El objetivo principal de la compactación es obtener un suelo de tal manera que estructurado posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

Algunos equipos y maquinarias para esta fase de la construcción de terracerías son los siguientes:

- Compactadores por amasado. Rodillos pata de cabra.
- Compactadores por presión. Rodillos lisos y neumáticos.
- Compactación por impacto.
- Compactación por vibración.

- Compactación por métodos mixtos.



En las Figuras 1 y 2 se presentan los diagramas de las etapas requeridas para la construcción de Cortes y Terraplenes, con el fin de proceder a la descripción de los Impactos Ambientales de esta actividad en la construcción de carreteras.

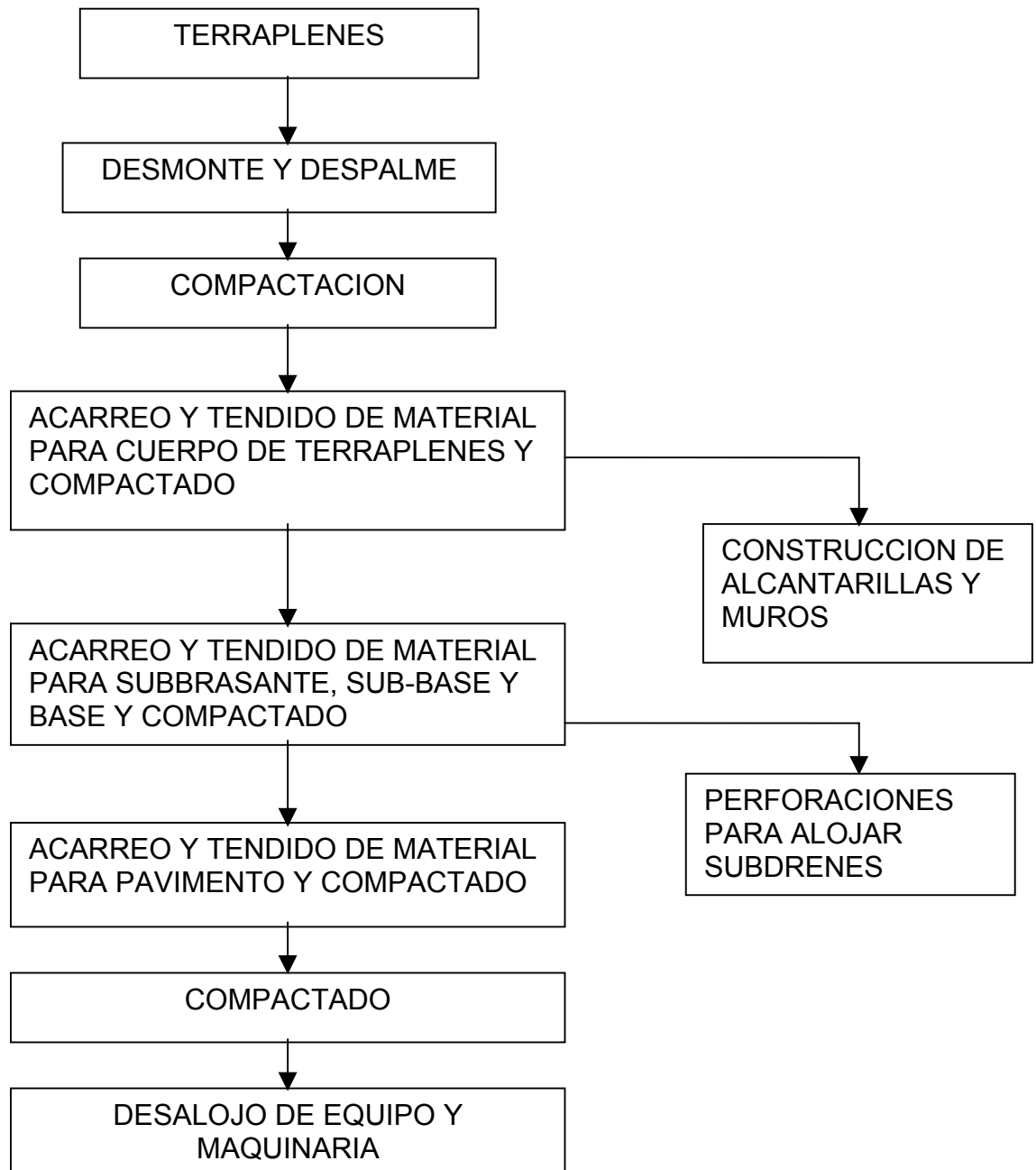
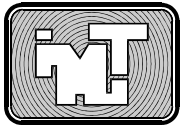
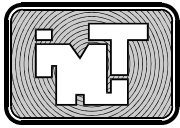


Figura 1 Diagrama de las Etapas para la Construcción de Terraplenes



ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

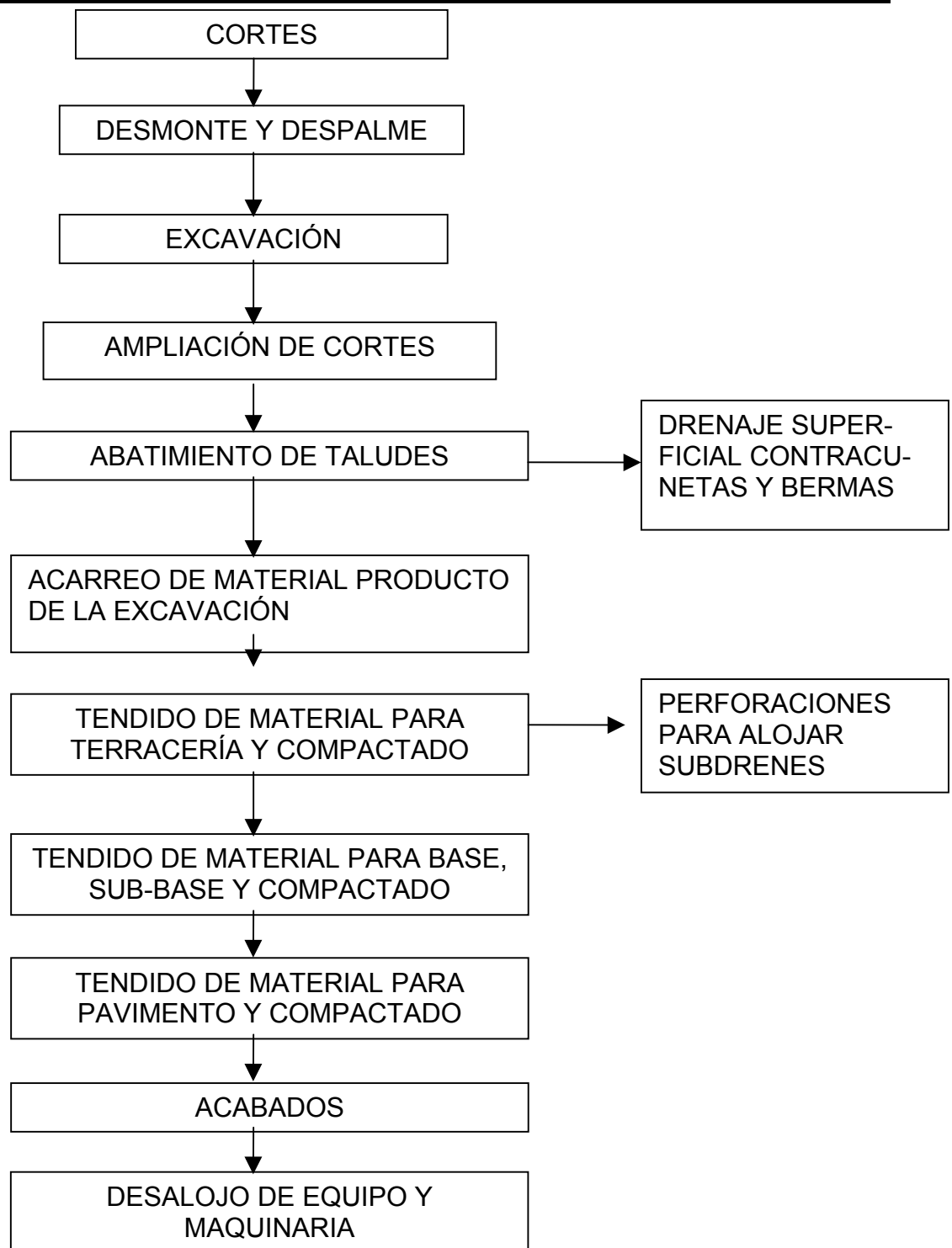
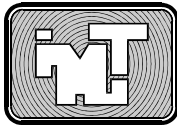


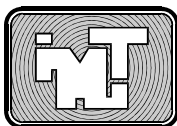
Figura 2 Diagrama de las Etapas para la Construcción de Cortes



3 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

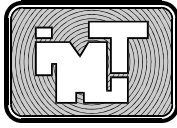
A fin de determinar los impactos ambientales se propone utilizar arreglos matriciales con la metodología de Leopold, a través de matrices modificadas para las obras específicas, estas matrices se presentan a continuación:

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ 1. CORTES												
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción						Operación y Mantto		Aban dono
	Despalme	Desmonte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Excavación y abatimiento de taludes	Acarreo de materiales producto excavación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalojo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación	Abandono
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.												
MEDIO FISICO												
TIERRA												
a. Recursos minerales				3/5								
b. Material de construcción												
c. Suelos				4/5	5/5	2/3	2/3			3/5		
d. Relieve				4/5	5/5							
e. Sismología												
AGUA												
a. Superficiales										2/3		
b. Subterráneas										2/3		
c. Calidad										2/3		
d. Recarga de acuíferos							5/5					
AIRE												
a. Calidad	3/2	3/2		4/1		2/2			2/2	3/2		
b. Microclima	3/2	3/2				4/5						
c. Ruido	3/2	2/2		2/2		2/2		2/2	3/2			



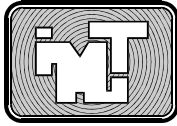
**ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ 1. CORTES												
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción						Operación y Manto		Abandono
	Despalme	Desmonte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Excavación y abatimiento de taludes	Acarreo de materiales producto excavación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalajo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación	Abandono
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto. 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.												
MEDIO NATURAL												
FLORA												
a. Árboles	4/5	4/5		3/5						2/3		
b. Arbustos	4/5	4/5		3/5						2/3		
c. Hierbas y pastos	4/5	4/5		3/5						2/3		
d. Cultivos	4/5	4/5		3/5								
f. Plantas acuáticas												
g. Especies en extinción	5/5	5/5		3/5								
FAUNA												
a. Aves	2/2	2/2		2/2			2/3			3/4		
b. Animales terrestres	2/2	2/2		2/2			2/3			3/4		
c. Insectos	2/2	2/2		4/5			2/3			3/4		
d. Especies en extinción	5/5	5/5		5/5			2/5			3/4		



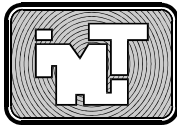
**ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ 1. CORTES												
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción					Operación y Mantto		Aban dono	
	1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO , describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.	Despalme	Desmorte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Excavación y abatimiento de taludes	Acarreo de materiales producto excavación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalojo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación
MEDIO SOCIOECONOMICO												
USOS DEL TERRITORIO												
a. Espacios abiertos y silvestres	4/5	4/5					3/5					
b. Silvicultura	5/5	5/5		3/5								
c. Pecuario	4/5	4/5					3/5					
d. Agrícola	4/5	4/5					3/5					
e. Zona residencial	3/1	3/1					3/5					
f. Zona comercial							3/5					
g. Zona industrial							3/5					
h. Banco de material												
RECREATIVOS												
a. Caza							2/3			2/3		
b. Balnearios												
c. Campamentos												
d. Zonas de excursión												
ESTETICO Y DE INTERES HUMANO												
a. Vistas panorámicas y paisajes							4/5					
b. Ecosistemas únicos							4/5					
c. Parques, reservas y monumentos												
d. Sitios históricos y arqueológicos												
CALIDAD DE VIDA												
a. Estilos de vida (patrones culturales)												
b. Salud y seguridad												
c. Empleo	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3			
d. Densidad de población												
SERVICIOS												
a. Infraestructura												
b. Red de transportes												
c. Red de servicios												
d. Eliminación de residuos sólidos												



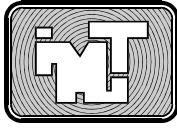
ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS										
MATRIZ 2. TERRAPLENES										
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción				Operación y Mantto		Aban dono
	Despalme	Desmonte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Terracería: acarreo, tendido y compactación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalojo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.										
MEDIO FISICO										
TIERRA										
a.Recursos minerales				3/5						
b.Material de construcción										
c.Suelos				4/5	4/5	2/3			3/5	
d.Relieve				4/5						
e.Sismología										
AGUA										
a.Superficiales									2/3	
b.Subterráneas									2/3	
c.Calidad									2/3	
d.Recarga de acuíferos						5/5				
AIRE										
a.Calidad	3/2	3/2		4/1	4/2			2/2	3/2	
b.Microclima	3/2	3/2				4/5				
c.Ruido	3/2	3/2		2/2	2/2	2/2		2/2	3/2	



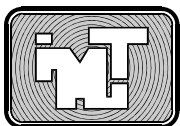
**ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ 2. TERRAPLENES										
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción				Operación y Mantto		Aban dono
	Despalme	Desmonte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Terracería: acarreo, tendido y compactación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalojo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.										
MEDIO NATURAL										
FLORA										
a. Arboles	4/5	4/5		3/5					2/3	
b. Arbustos	4/5	4/5		3/5					2/3	
c. Hierbas y pastos	4/5	4/5		3/5					2/3	
d. Cultivos	4/5	4/5		3/5						
f. Plantas acuáticas										
g. Especies en extinción	5/5	5/5		3/5						
FAUNA										
a. Aves	2/2	2/2		2/2	2/3	2/3			3/4	
b. Animales terrestres	2/2	2/2		2/2	2/3	2/3			3/4	
c. Insectos	2/2	2/2		4/5	2/3	2/3			3/4	
d. Especies en extinción	5/5	5/5		5/5	2/5	2/5			3/4	



**ÁREA DE MEDIO AMBIENTE
COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

EL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS MATRIZ 2. TERRAPLENES											
INSTRUCCIONES	Preparación del Sitio			Construcción					Operación y Mantto		Aban dono
	Despalme	Desmorte	Limpieza	Aprovisionamiento de material	Terracería: acarreo, tendido y compactación	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	Acabados	Desalajo de equipos y maquinaria	Operación	Reparación	Abandono
1. Indicar todas las acciones que tienen lugar en el proyecto . 2. Trazar una barra diagonal en cada intersección, en caso de que haya un posible impacto. 3. En la esquina superior izquierda de cada cuadro, calificar de 1 a 5 la MAGNITUD del posible impacto. 5 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (poner en negritas si el impacto es benéfico). En la esquina inferior derecha, calificar de 1 a 5 la IMPORTANCIA del posible impacto; 5 representa la máxima importancia y 1 la mínima. 4. Sumar ambos valores y si el resultado es mayor o igual a 5, considerar el impacto SIGNIFICATIVO, describirlo a detalle y proponer una medida de mitigación.											
MEDIO SOCIOECONOMICO											
USOS DEL TERRITORIO											
a. Espacios abiertos y silvestres	4/5	4/5			3/5	3/5					
b. Silvicultura	5/5	5/5		3/5							
c. Pecuario	4/5	4/5									
d. Agrícola	4/5	4/5									
e. Zona residencial	3/1	3/1									
f. Zona comercial											
g. Zona industrial											
h. Banco de material											
RECREATIVOS											
a. Caza											
b. Balnearios											
c. Campamentos											
d. Zonas de excursión											
ESTETICO Y DE INTERES HUMANO											
a. Vistas panorámicas y paisajes					4/5	4/5					
b. Ecosistemas únicos					4/5	4/5					
c. Parques, reservas y monumentos											
d. Sitios históricos y arqueológicos											
CALIDAD DE VIDA											
a. Estilos de vida (patrones culturales)											
b. Salud y seguridad											
c. Empleo	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3	5/3			
d. Densidad de población											
SERVICIOS											
a. Infraestructura											
b. Red de transportes											
c. Red de servicios											
d. Eliminación de residuos sólidos											



3.1 Impactos Significativos

A partir del conocimiento de las etapas de construcción y operación de los cortes y terraplenes, se considera que los impactos ambientales significativos se presentan sobre los factores ambientales que se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2 Impactos significativos

CARACTERIS- TICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
PREPARACION DEL SITIO		
Tierra		
1. Suelos	Despalme	Pérdida de los horizontes superficiales del suelo y promueve la erosión del mismo. Esta afectación es a gran escala y su magnitud, en parte, dependerá del grado de susceptibilidad a la erosión del suelo y de la longitud de la carretera.
2. Relieve	Despalme	Se modifica de manera irreversible el relieve.
Flora		
1. Arboles	Despalme y desmonte	Eliminación de especies arbóreas. Puede haber eliminación de especies con status de conservación comprometido. El impacto será mayor si la vegetación es primaria, es decir si no ha sido perturbada por el hombre o por agentes naturales.
2. Arbustos	Despalme y desmonte	Eliminación de especies arbustivas. Puede haber eliminación de especies con status de conservación comprometida. El impacto será mayor si la vegetación es primaria, es decir si no ha sido perturbada por el hombre o por agentes naturales.

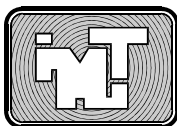


Tabla 2 Impactos significativos (continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
3. Hierbas y pastos	Despalme y desmonte	Eliminación de hierbas y pastos. Puede haber eliminación de especies con status de conservación comprometida. El impacto será mayor si la vegetación es primaria, es decir si no ha sido perturbada por el hombre o por agentes naturales.
4. Especies en extinción	Despalme y desmonte	Si existe en la zona este tipo de especies es seguro que se verán afectadas.
Fauna		
1. Especies en extinción	Despalme, desmonte	Al modificarse el hábitat la problemática de extinción de especies puede verse aumentada.
Usos del territorio		
1. Espacios abiertos y silvestres	Despalme y desmonte	Perdida de tales espacios, a mediano y largo plazo con la progresiva urbanización de la zona cambio total en el uso del suelo. Alteración de la composición visual existente.
2. Silvicultura, pecuario y agrícola	Despalme y desmonte	Se producirá un cambio en el uso del suelo. En el caso de la silvicultura, al abrir una vía de comunicación se puede propiciar la tala clandestina. Se pueden afectar zonas de alta productividad agrícola y/o ganadera.
3. Vistas panorámicas y paisajes	Despalme y desmonte	Efecto visual en el paisaje a lo largo del trazo.
4. Ecosistemas únicos	Despalme y desmonte	Se afectará este tipo de comunidad y se deberá tener cuidado de su status de conservación.

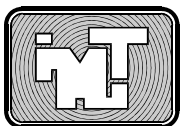


Tabla 2 Impactos significativos (continuación)

CARACTERIS- TICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
CONSTRUCCION		
Tierra		
1. Recursos minerales	Aprovisionamiento de materiales	Afectaciones a bancos de minerales.
2. Suelo	Aprovisionamiento de materiales, excavación y abatimiento de taludes; acarreo de materiales producto de excavaciones	Pérdida del recurso por eliminación del suelo. Erosión por exposición temporal o permanente de suelos o de material parental. Afectaciones en bancos de tiro por la disposición de desechos.
3. Relieve	Aprovisionamiento de material, excavación y abatimiento de taludes	Se modifica de manera irreversible el relieve del lugar, lo que trae como consecuencia la destrucción del hábitat y afectaciones a las comunidades.
Flora		
1. Especies en extinción	Aprovisionamiento de material y excavación	Tales especies se verán afectadas de manera radical con la eliminación de su hábitat, lo que acelerará su desaparición.
Fauna		
1. Especies en extinción	Aprovisionamiento de material y excavación	Tales especies se verán afectadas de manera radical con la eliminación de su hábitat, lo que acelerará su desaparición.
Usos del territorio		
1. Silvicultura	Aprovisionamiento de material y excavación	En caso de existir esta actividad, se verá afectada por la eliminación de las especies arbóreas de un área con productividad forestal.

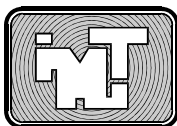
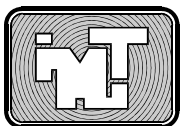


Tabla 2 Impactos significativos (continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
2. Espacios abiertos y silvestres	Terracerías y pavimento: acarreo, tendido y compactación de materiales. Acabados	Alteración de la composición visual existente. Redefinición del paisaje por reforestaciones simétricas y / o con especies exógenas, así como por la aparición de acahuales en el derecho de vía.
3. Uso pecuario, agrícola, zona residencial, comercial e industrial	Terracerías y pavimento: acarreo, tendido y compactación de materiales. Acabados	Se afectarán terrenos de propiedad privada y comunal con diferentes capacidades productivas.
Recreativos		
1. Caza	Excavación, terracerías y pavimentos	La eliminación o modificación de los diferentes hábitats disminuirá esta actividad.
2. Histórico y de interés humano 3. Vistas panorámicas y paisajes	Excavación, terracerías y pavimentos	Alteración de la composición visual existente. Redefinición del paisaje por reforestaciones simétricas y/o con especies exógenas, así como por la aparición de acahuales en el derecho de vía. Deterioro de la imagen urbana por la destrucción de áreas verdes, árboles y arbustos. Modificación sustancial del paisaje por la presencia de cortes y terraplenes.
4. Ecosistemas únicos	Excavación, terracerías y pavimentos	Dependiendo de la fragilidad de los ecosistemas presentes, será la magnitud de los impactos ocasionados.

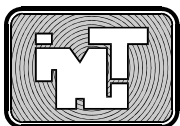


A partir del conocimiento de las etapas de construcción y operación de los cortes y terraplenes, se considera que los impactos ambientales significativos de forma general que se presentan sobre los factores ambientales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Impactos Significativos Generales

FACTOR	IMPACTO
a) Suelo	<ul style="list-style-type: none">• Modificación de uso del suelo por la ocupación del mismo.• Pérdida de la cubierta del suelo y de la vegetación asociada.• Erosión hídrica y eólica del suelo por degradación del mismo y por desaparición de la cubierta vegetal que contribuye a retener el suelo.• Compactación del suelo y modificación del drenaje natural, del contenido de oxígeno en el suelo, con la consiguiente desaparición de los microorganismos.
b) Relieve	<ul style="list-style-type: none">• Modificación del relieve con la consiguiente alteración de los patrones de drenaje natural.• Modificación por la explotación de bancos de material no autorizados.
c) Vegetación	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de la cubierta vegetal.• Pérdida de especies de valor ecológico, (protegidas, amenazadas, raras y en peligro de extinción).
d) Paisaje	<ul style="list-style-type: none">• Modificación irreversible del paisaje por la desaparición de aspectos asociados al suelo, al relieve y a la vegetación.
e) Recursos minerales	<ul style="list-style-type: none">• Extracción y agotamiento de recursos minerales por la explotación de bancos de material no autorizados.
f) Hidrología	<ul style="list-style-type: none">• Modificación de las corrientes y caudales por la modificación del drenaje natural.• Modificación de las tasas de infiltración de mantos de agua subterránea.• Contaminación de cuerpos de agua superficiales por la descarga de sólidos en todas sus formas sobre los mismos, modificando la turbidez y la transferencia de oxígeno.

De acuerdo a lo anterior, los impactos ambientales más significativos se presentan durante la etapa de construcción de un proyecto carretero.



3.2 Impactos No Significativos

Existen impactos no significativos durante la etapa de construcción de los cortes y terraplenes, estos impactos son temporales y en general pueden ser reversibles, ocurriendo sobre los factores ambientales que se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla 4 Impactos no significativos

CARACTERIS- TICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
PREPARACION DEL SITIO		
Aire		
1. Calidad	Despalme, desmote y aprovisionamiento de materiales	Se producirá contaminación del aire por la emisión de gases y partículas provenientes de la maquinaria usada y por el levantamiento de polvo del suelo.
2. Microclima	Despalme, desmote y aprovisionamiento de materiales	Al modificarse el relieve y eliminarse suelo y vegetación se modifican las condiciones de humedad y temperatura.
Fauna		
3. Animales terrestres	Despalme, desmote y aprovisionamiento de materiales	Modificación del hábitat natural de las especies, con migración hacia otras comunidades, pérdida de hábitat.
4. Insectos	Despalme, desmote y aprovisionamiento de materiales	Se modifica el hábitat natural de las especies, con la consecuente migración hacia otras comunidades. Pérdida de hábitat.

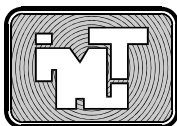


Tabla 4 Impactos no significativos (continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
CONSTRUCCION		
Aire		
5. Calidad y ruido	Aprovisionamiento de material, excavación y abatimiento de taludes, acarreo de materiales, construcción de terraplenes, desalojo de equipo y maquinaria	Se emitirán al aire gases y partículas y los niveles de ruido se verán incrementados, sin embargo será un efecto local y de corta duración.
Fauna		
6. Aves, animales terrestres e insectos	Excavación y construcción de terraplenes	Eliminación del hábitat natural con la consecuente migración de la fauna hacia otros sitios donde aumentarán las presiones entre poblaciones. Caza o captura clandestina. Disminución de las poblaciones silvestres y pérdida prematura de individuos por aislamiento, y reducción de su territorio.
Agua		
7. Recarga de acuíferos	Excavación y construcción de terraplén: terracerías y pavimento	Eliminación de la capacidad del suelo para captar el agua pluvial y de escurrimientos superficiales a todo lo largo de la carretera, afectándose la recarga de mantos.
Aire		
8. Microclima	Pavimento: acarreo, tendido y compactación	En el proceso de pavimentación en cortes y terraplenes se da el efecto térmico, creando con esto cambio en la condición del aire circundante, variando los efectos de temperatura en su entorno. Es importante ya que durante el día se calienta demasiado y en la noche pierde rápidamente su calor, provocando condiciones extremas de temperatura.

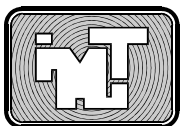


Tabla 4 Impactos no significativos (continuación)

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
Flora		
9. Arboles, arbustos y hierbas	Excavación	Eliminación del recurso vegetal y del hábitat natural de la flora.
10. Calidad	Operación	Deterioro de la calidad del aire por la emisión de gases, partículas e hidrocarburos provenientes del tránsito vehicular.
11. Ruido		Incremento en los niveles de ruido, dependiendo de la carga vehicular de la carretera será el nivel de decibeles emitido.
Fauna		
12. Aves, animales terrestres e insectos	Operación	Disminución de las poblaciones silvestres y pérdida prematura de individuos por, aislamiento, reducción de su territorio, alteración del hábitat en general y atropellamiento. Modificación del comportamiento de la fauna silvestre que se encuentra en el tramo.
13. Especies en extinción	Operación	Los cambios en suelo y microclima pueden acelerar la extinción de tales especies.
OPERACION		
Tierra		
14. Suelo	Operación de la carretera	Contaminación de suelos por la depositación de plomo, PSTs e hidrocarburos provenientes del tránsito vehicular, así como los residuos sólidos que arrojen los usuarios.
Flora		
15. Arboles, arbustos y hierbas	Operación	Pérdida de la calidad del hábitat terrestre. Pérdida paulatina o disminución del vigor de la vegetación debido a contaminación por partículas, gases y escurrimientos de combustibles, aceites y otras sustancias tóxicas.

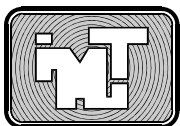


Tabla 4 Impactos no significativos (continuación)

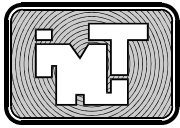
CARACTERIS- TICAS DEL AMBIENTE	ACTIVIDADES DE LA OBRA	IDENTIFICACION DE IMPACTOS
Recreativos		
16. Caza	Operación	Existirá caza y captura clandestina durante la operación de la carretera, lo que introducirá un elemento más de presión sobre las poblaciones.

Los impactos no significativos, en general son temporales, de corta duración y reversibles, restableciéndose el ambiente una vez que se termina la fase de construcción.

Se considera que los impactos ambientales no significativos de forma general que se presentan sobre los factores ambientales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5 Impactos No Significativos Generales

FACTOR	IMPACTO
a) Aire	<ul style="list-style-type: none">• Emisión de contaminantes por el uso de maquinaria y equipo.• Emisión de polvo por la remoción y acarreo de materiales.• Ruido.
b) Fauna	<ul style="list-style-type: none">• Desplazamiento de la fauna por pérdida de la cubierta vegetal.• Pérdida de microorganismos.
c) Suelo	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación por residuos sólidos y material de construcción.• Residuos peligrosos.



4 MEDIDAS DE MITIGACION

4.1 Impactos Significativos

Se considera que para los impactos significativos descritos en el inciso 3.1., al ser irreversibles a largo plazo, la medida de prevención que se debe aplicar en los proyectos a futuro será considerar la ubicación del trazo en armonía con el medio, tratando de minimizar los impactos mediante el diseño adecuado en concordancia con los Estudios de Ordenamiento Ambiental y los Planes de Desarrollo Estatales y Municipales, así como también lo que se refiere a vegetación, sobre todo si en el sitio del proyecto existieran especies en peligro de extinción o alguna referenciada en la NOM 059.

En general, se recomienda promover el rescate de la vegetación a través de un programa que incluya el retiro de especies, su preservación durante el traslado, la resiembra, la supervisión y el seguimiento de estas acciones para determinar el éxito de la acción.

Adicionalmente se recomienda no usar herbicidas o agroquímicos en las operaciones de desmonte y limpieza del sitio.

4.2 Impactos No Significativos

Para los impactos no significativos señalados en el inciso 3.2. se enumeran las medidas de mitigación en la Tabla 6.

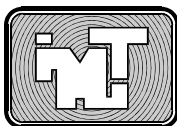


Tabla 6 Impactos no significativos

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACION.
a) Aire	<ol style="list-style-type: none">1. Modificación de la calidad del aire por emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria y equipo de construcción y por vehículos de transporte y carga2. Modificación de la calidad del aire por la emisión de polvos por remoción y acarreo de materiales3. Incremento de los niveles de ruido en el ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Control de las emisiones a través del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, el uso de combustibles limpios y de aditivos que promuevan una combustión eficiente.• Cumplimiento con los límites máximos permisibles (NOM).• Verificación de las emisiones vehiculares y del estado electromecánico de la maquinaria y equipo (CO, NOx, CO₂, O₂).• Remoción en húmedo.• Acarreo de materiales en transportes cubiertos.• Monitoreo de partículas suspendidas.• .Si se construye en sitios poblados, cumplir con las normas vigentes de emisión de ruido.• Monitoreo de los niveles de ruido (Ruido Perimetral).• Proporcionar al personal equipo de protección personal para atenuar el ruido.
b) Agua	<ol style="list-style-type: none">1. Modificación de la calidad del agua2. Incremento de la Turbidez3. Disminución de la cantidad de oxígeno disuelto	<ul style="list-style-type: none">• Colocar mallas para protección de los cuerpos de agua, desarenadores y rejillas con la apertura necesaria para la retención de sólidos.• No depositar a cielo abierto los residuos líquidos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria.• Monitoreo de la calidad del agua (sólidos suspendidos totales, Oxígeno disuelto, metales pesados, grasas y aceites).
c) Fauna	<ol style="list-style-type: none">1. Desplazamiento de la fauna	<ul style="list-style-type: none">• Realizar las actividades de construcción por etapas para permitir la movilización de la fauna.

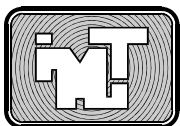
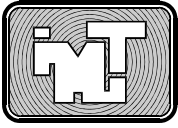


Tabla 6 Impactos no significativos (Continuación)

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACION.
d) Suelo	1. Modificación de la calidad del suelo por contaminación por residuos sólidos, material de construcción y residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none">• Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores, colocando tambos para depósito de basura.• Recolectar los materiales de construcción.• Recolectar los materiales con aceites en recipientes de acuerdo al Reglamento de Residuos Peligrosos.



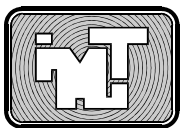
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los proyectos carreteros los impactos ambientales significativos se presentan durante las etapas de preparación y construcción de cortes y terraplenes.

Los impactos significativos en general son irreversibles y a largo plazo y sólo se pueden minimizar a través de una correcta ubicación de los proyectos, buscando reducir los impactos y afectar al mínimo los recursos con los que interactuará el proyecto; la óptima selección del trazo, una planeación y diseño adecuados, soportado en la realización de estudios geohidrológicos, de vegetación, de fauna y de uso de suelo para que el proyecto sea compatible con los recursos naturales y se realice un proyecto carretero armónico con el ambiente.

Se recomienda que se incluyan los estudios de Ordenamiento Ambiental elaborados por el INE, así como los Planes de Desarrollo Estatales y Municipales como elementos de análisis antes de la toma de decisiones y el diseño final de los proyectos carreteros.

Con respecto a los impactos no significativos, éstos en general son temporales, de corta duración y reversibles, restableciéndose el ambiente una vez que se termina la fase de construcción.



BIBLIOGRAFÍA

G. Keller, G.P. Bauer, M. Aldana; Caminos Rurales con Impactos Mínimos; Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, Misión Guatemala; El Servicio Forestal del Depto. de Agricultura, Oficina Internacional, Programa de Bosques Tropicales del Gobierno de los Estados Unidos de América y el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, Dirección General de Caminos, Programa de Caminos Rurales, Componente de Conservación del Medio Ambiente, Guatemala.

Rico Rodríguez - Del Castillo Mejía; La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Vol. 1; Decimocuarta reimpresión; Limusa, Grupo Noriega Editores. 1998.

Rico Rodríguez - Del Castillo Mejía; La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Vol. 2; Duodécima reimpresión; Limusa, Grupo Noriega Editores. 1998.



CIUDAD DE MEXICO

Av. Patriotismo 683
Col. Mixcoac
03730, México, D. F.
Tel (55) 56 15 35 75
55 98 52 18
Fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

Km. 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro.
Tel (442) 2 16 97 77
2 16 96 46
Fax (442) 2 16 96 71

Internet: <http://www.imt.mx>
publicaciones@imt.mx