

LIBRO: **PRY. PROYECTO**

TEMA: **CAR. Carreteras**

PARTE: **1. ESTUDIOS**

TÍTULO: **02. Estudios Geotécnicos**

CAPÍTULO: **001. Ejecución de Estudios Geotécnicos**

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para la ejecución de los estudios geotécnicos para carreteras que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios, con el fin de obtener las características geotécnicas del subsuelo a lo largo del trazo de la carretera por proyectar, que permitan la ejecución de los proyectos de terracerías, de drenaje y subdrenaje, y de pavimentos; determinar los préstamos y bancos de materiales para terracerías, pavimentos, concretos hidráulicos y mezclas asfálticas.

B. DEFINICIÓN

El estudio geotécnico es el conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete necesarios para:

- B.1.** Determinar la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo a lo largo de la línea de trazo, para deducir el empleo y tratamiento de los materiales que lo integran para la formación de las terracerías; determinar su atacabilidad y sus coeficientes de variación volumétrica para diferentes grados de compactación o acomodo por bandeo; y recomendar la inclinación de los taludes para que sean estables, tanto para cortes como para terraplenes; así como los procedimientos de construcción convenientes para lograr estructuras térreas estables.
- B.2.** Proporcionar las recomendaciones geotécnicas para las obras menores de drenaje transversal, que permitan el diseño de sus

cimentaciones y que establezcan los procedimientos constructivos de los terraplenes sobre ellas.

- B.3.** Definir los tipos, características y ubicación de las obras complementarias de drenaje y de subdrenaje, necesarias para proteger contra la acción nociva del agua a la carretera, a partir de su alineamiento vertical, de las condiciones morfológicas del terreno, de las características de su drenaje superficial y subterráneo, y de los atributos de los materiales que constituyen el subsuelo, en forma eficiente.
- B.4.** Identificar, precisar y proponer soluciones conceptuales a los problemas geotécnicos especiales que puedan influir en el comportamiento de la obra, tales como la existencia de laderas inestables, cavernas, formaciones cársticas o cualquier otra anomalía.
- B.5.** Determinar los préstamos y bancos de materiales para terracerías, pavimentos, concretos hidráulicos y mezclas asfálticas, con la calidad y el volumen necesarios para la construcción de la carretera.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías	N-LEG-2
Reconocimientos Geotécnicos y Zonificaciones Fisiográfica y Litológica	N-PRY-CAR-1-02-002
Exploración Directa del Subsuelo.....	N-PRY-CAR-1-02-003
Exploración Indirecta del Subsuelo.....	N-PRY-CAR-1-02-004
Determinación de las Características de los Suelos y Rocas, para el Cálculo del Diagrama de Masas	N-PRY-CAR-1-02-010
Determinación de los Taludes Estables	N-PRY-CAR-1-02-011
Definición de Obras Complementarias de Drenaje	N-PRY-CAR-1-02-012

Definición de Obras de Subdrenaje	N-PRY-CAR-1-02-013
Investigación de Préstamos y Bancos de Materiales	N-PRY-CAR-1-02-014
Presentación del Estudio Geotécnico	N-PRY-CAR-1-02-015

D. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Además de lo establecido en la Fracción C.1. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, se requiere contar con lo siguiente:

- D.1. El anteproyecto de la carretera aprobado por la Secretaría, que defina el tipo de carretera que se proyectará, las características generales de su geometría, incluyendo su trazo, así como sus alineamientos horizontal y vertical preliminares.
- D.2. El perfil topográfico y el trazo en campo del eje de proyecto de la carretera, con las referencias y croquis, que permitan su localización, en tramos de cinco (5) kilómetros de longitud, como mínimo.
- D.3. Las fotografías aéreas del trazo de la carretera, a escalas uno a cinco mil (1:5 000) o uno a diez mil (1:10 000), y de ser posible, las restituciones fotogramétricas, a escalas de uno a mil (1:1 000) o uno a dos mil (1:2 000); en su caso, imágenes de satélite que puedan ser procesadas mediante sistemas de cómputo; y el perfil topográfico del terreno natural por el eje de trazo de la carretera, en tramos de cinco (5) kilómetros de longitud, como mínimo, con el propósito de precisar las características fisiográficas y litológicas de la zona.
- D.4. El reconocimiento geológico de la carretera y, en su caso, los estudios geológicos de detalle realizados en las zonas potencialmente inestables, así como en los probables préstamos y bancos de materiales.
- D.5. El estudio de tránsito de la carretera, que establezca el tipo, la composición y el volumen del tránsito esperado en términos del tránsito diario promedio anual (*TDPA*), así como su proyección al

horizonte de proyecto, indicando la tasa de crecimiento por considerar.

- D.6.** Los estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos existentes en la Secretaría, que tengan relación con el área por estudiar.

E. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Además de lo establecido en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para la ejecución del estudio geotécnico, según su propósito, el Ingeniero o Contratista de Servicios realizará las siguientes actividades:

E.1. TRABAJOS PREVIOS

E.1.1. Recopilación de información

Recopilar toda la información complementaria que contribuya a ejecutar las zonificaciones fisiográfica y litológica de la zona por estudiar y la localización de probables préstamos y bancos de materiales, así como cartas topográficas, geológicas, hidrológicas, edafológicas y de uso del suelo, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), de la región donde se ubique la carretera, entre otras fuentes de información que pudieran existir en instituciones gubernamentales y privadas. Cuando se trate de tramos en zonas urbanas, las cartas topográficas serán preferentemente a escala uno a cinco mil (1:5 000).

E.1.2. Reconocimientos de campo

Previo estudio de la información disponible a que se refieren la Cláusula D. y el Inciso E.1.1. de esta Norma, y una vez que se cuente con el trazo del eje de la carretera en estudio, en segmentos con longitudes de cinco (5) kilómetros o mayores, efectuar un reconocimiento de campo con el propósito de corroborar dicha información, conforme a lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-1-02-002, *Reconocimientos Geotécnicos y Zonificaciones Fisiográfica y Litológica*, con el propósito de:

- E.1.2.1.** Observar físicamente las condiciones morfológicas del terreno natural, de su drenaje superficial y, en su caso, subterráneo.

- E.1.2.2.** Realizar las zonificaciones fisiográfica y litológica del terreno a lo largo del trazo y levantar los detalles superficiales que pudieran servir de referencia para el estudio.
- E.1.2.3.** Identificar y ubicar las áreas de posibles préstamos y bancos de materiales, tanto de terracerías y pavimentos, como de agregados para concretos hidráulicos y pétreos para mezclas asfálticas.
- E.1.2.4.** Identificar y ubicar los afloramientos de agua o manantiales que puedan influir en el comportamiento de la carretera.
- E.1.2.5.** Identificar, precisar y ubicar los problemas geotécnicos especiales, tales como la existencia de suelos blandos, expansibles o erosionables; formaciones con cavernas; laderas inestables; y grandes taludes de corte o terraplén, entre otros. En su caso, recomendar los alcances técnicos de los estudios especiales que se requieran para solucionar dichos problemas.
- E.1.2.6.** Programar los trabajos de exploración directa e indirecta del subsuelo.

E.2. DETERMINACIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO

Determinar la estratigrafía y las propiedades del subsuelo a lo largo del trazo de la carretera, en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje y en laderas inestables, para lo que se ejecutará la exploración directa del subsuelo, su muestreo y análisis en el laboratorio y, en su caso, su exploración indirecta, conforme a lo indicado en las Normas N-PRY-CAR-1-02-003, *Exploración Directa del Subsuelo* y N-PRY-CAR-1-02-004, *Exploración Indirecta del Subsuelo*, y considerando lo siguiente:

E.2.1. A lo largo del eje de trazo

Con base en la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo del eje de trazo, determinadas a partir de su exploración directa e indirecta, además se definirá el empleo de los

materiales producto de los cortes, su atacabilidad y los tratamientos a que se sujetarán, determinando sus características geotécnicas para el cálculo del diagrama de masas, según lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·02·010, *Determinación de las Características de los Suelos y Rocas, para el Cálculo del Diagrama de Masas*; se determinarán los taludes estables, tanto de cortes como de terraplenes, conforme a lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·02·011, *Determinación de los Taludes Estables*; y se formularán las recomendaciones para la construcción de las terracerías, que establezcan los procedimientos de construcción adecuados, según las características de los materiales encontrados.

E.2.2. En los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje

Con base en la estratigrafía y propiedades del subsuelo en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, determinadas a partir de su exploración directa e indirecta, y para cada obra, además se determinará el tipo de cimentación más adecuado, su profundidad de desplante y su capacidad de carga; se establecerán los procedimientos constructivos de los terraplenes sobre la estructura, con base en las características de los materiales que se utilizarán en la formación de las terracerías; y se definirán las características de los materiales de arrastre en el cauce por drenar.

E.2.3. En laderas inestables

Con base en la estratigrafía y propiedades del subsuelo en laderas inestables, determinadas a partir de su exploración directa e indirecta, además se determinará el mecanismo y la superficie de falla y, dependiendo de la importancia del problema, se propondrá su solución conceptual o se recomendará una modificación al trazo de la carretera.

E.3. DETERMINACIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE Y DE SUBDRENAJE

A partir del alineamiento vertical de la carretera y con base en los datos obtenidos durante los reconocimientos de campo, así como la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo del eje de trazo

a que se refieren el Inciso E.1.2. y la Fracción E.2. de esta Norma, determinar los tipos, ubicaciones y recomendaciones para las obras complementarias de drenaje y de subdrenaje que se requieran, según se indica en las Normas N-PRY-CAR-1-02-012, *Definición de Obras Complementarias de Drenaje* y N-PRY-CAR-1-02-013, *Definición de Obras de Subdrenaje*.

E.4. DETERMINACIÓN DE PRÉSTAMOS Y BANCOS DE MATERIALES

Determinar los préstamos y bancos de materiales, tanto de terracerías y pavimentos, como de agregados para concretos hidráulicos y pétreos para mezclas asfálticas, que se utilizarán en la construcción de la carretera, de acuerdo con lo señalado en la Norma N-PRY-CAR-1-02-014, *Investigación de Préstamos y Bancos de Materiales*, ejecutando las pesquisas necesarias e inspecciones de las áreas identificadas durante los reconocimientos de campo a que se refiere el Párrafo E.1.2.3. de esta Norma, así como los trabajos de exploración directa del subsuelo, su muestreo y análisis en el laboratorio y, en su caso, de exploración indirecta, conforme a lo indicado en las Normas N-PRY-CAR-1-02-003, *Exploración Directa del Subsuelo* y N-PRY-CAR-1-02-004, *Exploración Indirecta del Subsuelo*, que se requieran para caracterizar y definir la calidad de los materiales encontrados; la utilización, los tratamientos a que se sujetarán y los volúmenes de los materiales aprovechables de cada préstamo y banco, indicando su ubicación, ruta de acceso, distancia de acarreo, régimen de propiedad y nombre del propietario del terreno, así como su dirección.

E.5. INFORME TÉCNICO

Elaborar el Informe Técnico a que se refiere el Inciso D.1.6. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, como se indica en la Norma N-PRY-CAR-1-02-015, *Presentación del Estudio Geotécnico*.

F. MEDICIÓN

Cuando el estudio geotécnico se efectúe por contrato, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de su pago, se medirá como se indica a continuación:

F.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando el estudio se contrate sobre la base de precios unitarios, dependiendo de su tipo, se medirá como se indica en la Fracción F.1. de la Norma N·LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con las siguientes consideraciones:

- F.1.1.** La exploración directa del subsuelo a que se refieren las Fracciones E.2. y E.4. de esta Norma, ejecutada conforme a lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·02·003, *Exploración Directa del Subsuelo*, a satisfacción de la Secretaría, a lo largo del trazo de la carretera, en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, en las laderas inestables y en las áreas de posibles préstamos y bancos de materiales, se medirá tomando como unidad el metro perforado o excavado, con aproximación al décimo, según el tipo de perforación o excavación y muestreo utilizado.
- F.1.2.** La exploración indirecta del subsuelo a que se refieren las Fracciones E.2. y E.4. de esta Norma, ejecutada conforme a lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·02·004, *Exploración Indirecta del Subsuelo*, a satisfacción de la Secretaría, a lo largo del trazo de la carretera, en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, en las laderas inestables o en las áreas de posibles préstamos y bancos de materiales, se medirá como se indica en la Fracción G.1. de esa Norma.
- F.1.3.** Los ensayos de campo y laboratorio, así como los análisis petrográficos que se ejecuten en las muestras que se obtengan durante la exploración directa del subsuelo, conforme a lo indicado en las Norma N·PRY·CAR·1·02·003, *Exploración Directa del Subsuelo*, a satisfacción de la Secretaría, se medirán tomando como unidad el ensayo o análisis petrográfico, según su tipo.
- F.1.4.** La determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo a que se refiere la Fracción E.2., ejecutada a lo largo de la línea de trazo de cada tramo de cinco (5) kilómetros o más, incluyendo lo señalado en el Inciso E.2.1. y la determinación de las obras complementarias de drenaje y de subdrenaje a

que se refiere la Fracción E.3. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el kilómetro de tramo de carretera estudiado, con aproximación al décimo.

F.1.5. La determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo a que se refiere la Fracción E.2., ejecutada en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, incluyendo lo señalado en el Inciso E.2.2. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el sitio estudiado.

F.1.6. La determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo a que se refiere la Fracción E.2., ejecutada en laderas inestables, incluyendo lo señalado en el Inciso E.2.3. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad la ladera estudiada.

F.1.7. La determinación de préstamos y bancos de materiales, ejecutada a satisfacción de la Secretaría conforme a lo indicado en la Fracción E.4. de esta Norma, se medirá tomando como unidad el préstamo o banco estudiado.

F.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO

Quando el estudio se contrate a precio alzado y sea ejecutado a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en la Cláusula E. de esta Norma, según su tipo, se medirá como se indica en la Fracción F.2. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

G. BASE DE PAGO

Quando el estudio geotécnico se efectúe por contrato, en la integración de los precios se considerará lo siguiente:

G.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Quando el estudio se contrate sobre la base de precios unitarios, el pago se hará al precio fijado en el contrato para cada concepto de trabajo medido de acuerdo con lo indicado en la Fracción F.1. de esta Norma. Este precio unitario incluye lo que corresponda por

personal, gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para las actividades que integran su base de pago, que se indican a continuación:

- G.1.1.** El pago de la exploración directa del subsuelo a lo largo del trazo de la carretera, en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, en las laderas inestables y en las áreas de posibles préstamos y bancos de materiales, medido de acuerdo con lo indicado en el Inciso F.1.1. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro perforado o excavado, según el tipo de perforación o excavación y muestreo utilizado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:
- G.1.1.1.** La recopilación de información y el reconocimiento de campo, a que se refiere la Fracción E.1. de esta Norma.
 - G.1.1.2.** La apertura de todas las brechas que se requieran para la ejecución del estudio.
 - G.1.1.3.** Las maniobras de colocación del equipo de perforación en el sitio del sondeo y los cambios del equipo entre sondeos.
 - G.1.1.4.** La ejecución del sondeo o la excavación del pozo a cielo abierto, a mano o con máquina; cuando se requiera.
 - G.1.1.5.** La estabilización de la perforación con tubos de ademe o lodos bentoníticos; tratándose de pozos a cielo abierto, una vez inspeccionados y muestreados, su relleno con material producto de su excavación colocado a volteo.
 - G.1.1.6.** La obtención de muestras, su identificación, empaque y envío al laboratorio y, en su caso, su entrega a la Secretaría en el sitio y forma que ésta indique.
 - G.1.1.7.** La elaboración del Informe Técnico que se señala en la Fracción E.5. de esta Norma.
- G.1.2.** El pago de la exploración indirecta del subsuelo, ejecutada conforme a lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-1-02-004, *Exploración Indirecta del Subsuelo*, a satisfacción de la Secretaría, a lo largo del trazo de la carretera, en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, en las laderas inestables y en las áreas de posibles préstamos y

bancos de materiales, se pagará al precio fijado en el contrato, según el tipo de exploración indirecta ejecutada, como se indica en esa Norma.

- G.1.3.** El pago de los ensayos de campo y laboratorio, así como los análisis petrográficos que se ejecuten en las muestras que se obtengan durante la exploración directa del subsuelo, se pagará al precio fijado en el contrato para el ensayo o análisis petrográfico realizado, según su tipo. Este precio unitario incluye la preparación de la muestra, su análisis o ensayo; la interpretación de los resultados y la elaboración de los reportes correspondientes.
- G.1.4.** El pago de la determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo de la línea de trazo, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro de tramo de carretera estudiado. Este precio unitario incluye los trabajos de campo, laboratorio y gabinete necesarios para: la recopilación de información y reconocimientos de campo que se indican en los Incisos E.1.1. y E.1.2. de esta Norma, incluyendo la solución de los problemas geotécnicos especiales o, en su caso, la recomendación de los alcances técnicos de los estudios especiales que se requieran para solucionarlos, conforme a lo señalado en el Párrafo E.1.2.5.; la determinación de la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo que se establece en la Fracción E.2.; la determinación de las obras complementarias de drenaje y de subdrenaje que se señala en la Fracción E.3.; y la elaboración del Informe Técnico a que se refiere la Fracción E.5. de esta Norma.
- G.1.5.** El pago de la determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo en los sitios donde se construirán las obras menores de drenaje, se pagará al precio fijado en el contrato para el sitio estudiado. Este precio unitario incluye los trabajos de campo, laboratorio y gabinete necesarios para la determinación de la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo que se establece en la Fracción E.2. de esta Norma.
- G.1.6.** El pago de la determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo en laderas inestables, se pagará al precio fijado en el contrato para la ladera estudiada. Este precio unitario

incluye los trabajos de campo, laboratorio y gabinete necesarios para la determinación de la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo que se establece en la Fracción E.2. de esta Norma.

- G.1.7.** El pago de la determinación de préstamos y bancos de materiales, se pagará al precio fijado en el contrato para el préstamo o banco estudiado. Este precio unitario incluye la determinación de préstamos y bancos de materiales que se establece en la Fracción E.4. de esta Norma.

G.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO

En el caso de que el estudio geotécnico se contrate a precio alzado, en la integración de dicho precio se considerará lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para aquellas actividades que la Secretaría, a través de los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma antes mencionada, indique de entre las contenidas en la Cláusula E. de esta Norma, dependiendo del tipo y propósito del estudio.

H. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago del estudio geotécnico se efectuará conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías* y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada.

I. RECEPCIÓN DEL ESTUDIO

Cuando el estudio geotécnico se realice por contrato, será recibido por la Secretaría de acuerdo con lo establecido en la Cláusula I. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula J. de la misma Norma.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias

Ciudad de México, 03240

www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Blvd. Manuel Ávila Camacho 5

Toreo Parque Central, Torre A, piso 4,

Col. Lomas de Sotelo

Naucalpan

Estado de México, 53390

www.gob.mx/imt

normas@imt.mx