

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO Y LOCALIZACION DE CANTERAS DE MATERIALES PARA UNA CARRETERA. RLT-101/57,

1. Objeto de estas recomendaciones.

1.1. Las presentes recomendaciones tienen por objeto describir una forma de obtener los datos del terreno precisos para proceder al proyecto de una carretera, así como de estudiar las canteras de los materiales que habrán de emplearse en la construcción de la misma. Igualmente tienen por objeto describir una manera de presentar estos datos, adecuada para su manejo y utilización.

1.2. Dos casos distintos se presentan en este trabajo: el proyecto de una nueva carretera y el de mejora o reparación de una antigua. El caso de una variante es intermedio, pero debe asimilarse, en general, al de nueva carretera.

2. Reconocimientos precisos y alcance de los mismos.

2.1. CASO DE UNA NUEVA CARRETERA.

Son precisos dos reconocimientos: el preliminar o de tanteo y el de proyecto.

2.1.1. El reconocimiento preliminar debe hacerse antes de fijar la traza de la carretera y debe recoger los datos generales sobre los terrenos, su constitución geológica, características geotécnicas y unidades geomorfológicas que lo constituyen. Debe incluir también datos sumarios sobre el clima, la hidrografía y la vegetación.

2.1.2. El reconocimiento de proyecto debe hacerse después de decidida en principio la traza y debe contener todos los datos sobre el terreno y canteras, precisos para decidir sobre los siguientes extremos:

2.1.2.1. Situación de la carretera en planta y alzado.

2.1.2.2. Proyecto de la sección de la carretera incluyendo los datos necesarios para dictaminar sobre la conveniencia de una subbase o una estabilización de la plataforma y manera de realizarla, y determinación de los espesores precisos de capa de rodadura, base y subbase.

2.1.2.3. Proyecto y localización de cunetas, drenes y demás obras de desagüe.

2.1.2.4. Selección de canteras de tierras o rocas para terraplenes, subbase, base, capa de rodadura, rebase, estabilizaciones, drenes y obras de fábrica.

2.2. CASO DE MEJORA O REPARACIÓN DE UNA CARRETERA ANTIGUA.

En este caso basta con un solo reconocimiento, el cual debe contener datos suficientes para decidir sobre los siguientes extremos:

2.2.1. Proyecto de la sección reformada de la carretera, incluyendo los datos precisos para decidir sobre la necesidad de una subbase o una estabilización de la plataforma y manera de realizarla, y determinación de los espesores precisos de capa de rodadura, base y subbase.

2.2.2. Proyecto y localización de cunetas, drenes y demás obras de desagüe.

2.2.3. Selección de canteras de tierras o rocas para recrecimiento de terraplén, subbase, base, capa de rodadura, rebase, estabilizaciones, drenes y obras de fábrica.

3. Forma de efectuar los reconocimientos y manera de presentar los resultados de los mismos.

3.1. CASO DE UNA NUEVA CARRETERA.

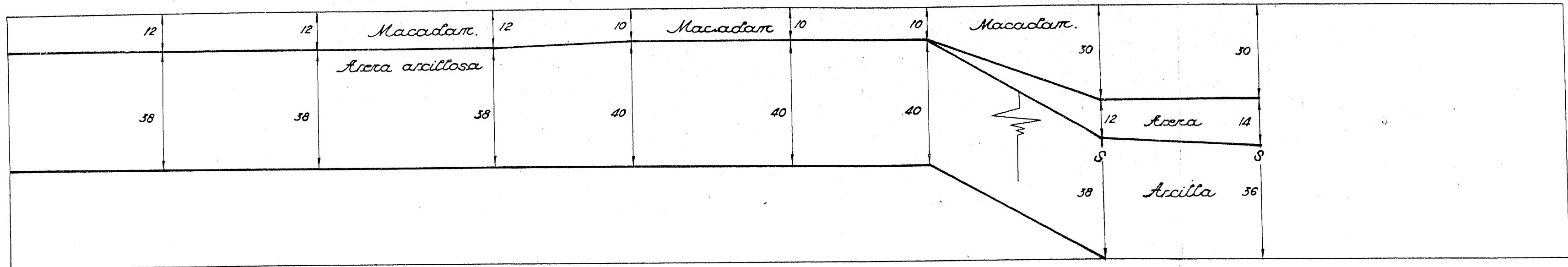
3.1.1. *El reconocimiento preliminar.* — El reconocimiento preliminar consiste en la elaboración de un mapa de suelos en el que figuren los distintos terrenos existentes en la zona a atravesar por la carretera y las unidades geomorfológicas presentes en la misma, con los demás datos indicados en 2.1.1.

3.1.1.1. Trabajos previos de gabinete: debe comenzarse por un estudio sobre el plano 1:50 000 del Instituto Geográfico de la topografía general de la región y de las características de su red hidrográfica. Deberán consultarse después los planos geológicos que existan, preferentemente el 1:50 000 del Instituto Geológico, si la hoja correspondiente hubiera sido publicada. Si no es así, se consultarán las monografías existentes y, en último extremo, las hojas a escala 1:400 000 ó incluso el mapa a escala 1:1 000 000, también del Instituto Geológico.

Se consultará también, si existiera, la hoja del Mapa de Suelos, bien del Instituto de Edafología o bien del Ministerio de Agricultura.

3.1.1.2. Trabajos de campo: con esto se pasará al trabajo de campo, que se limitará a un reconocimiento visual con apertura de algunas calicatas y

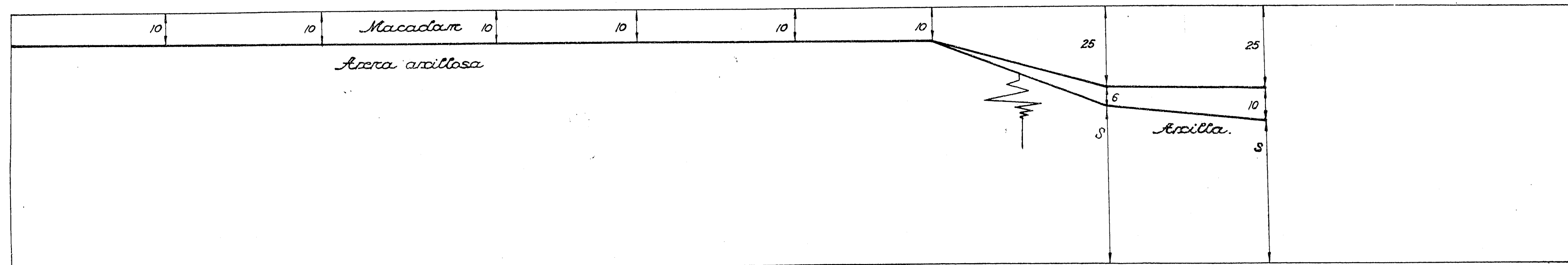
IZQUIERDA



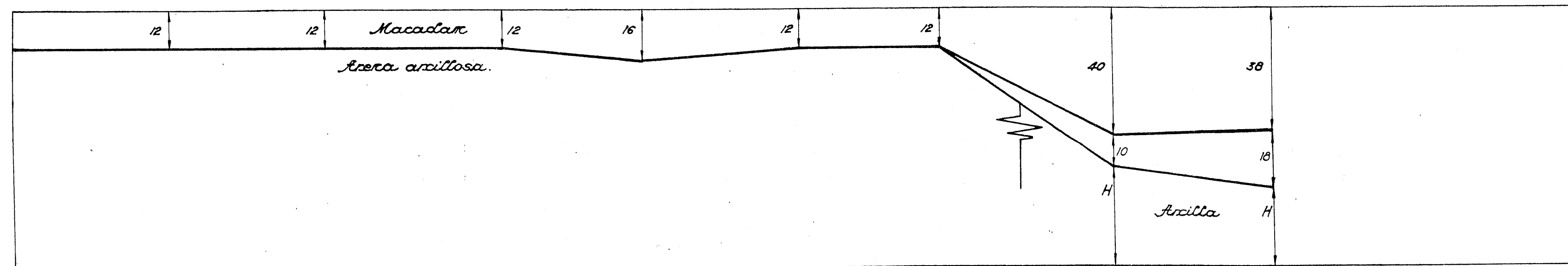
CARACTERISTICAS DE LA
CAPA DE RODADURA.

Tratamiento superficial reparado en el año 1955 con 2 Kg. de betún 180-200 y 20 l. de grava por m².

CENTRO



DERECHA

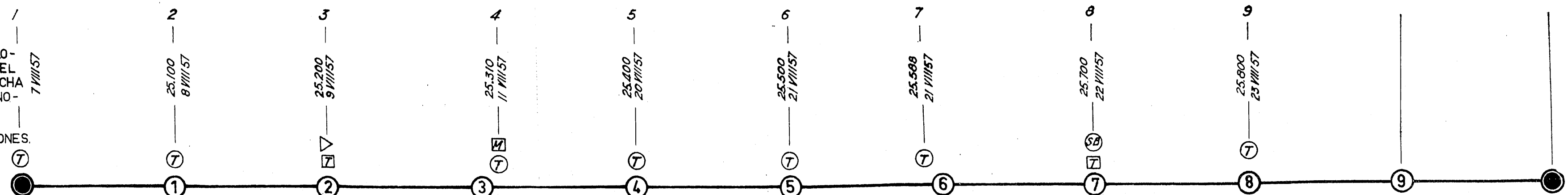


PERFIL DE
CATAS N°

PUNTO KILO-
METRICO DEL
PERFIL FECHA
DEL RECONO-
CIMIENTO.

OBSERVACIONES.

KILOMETRO. 25.000



- SIGNOS CONVENCIONALES
- Muestra identificadora
 - Muestra de gran volumen.
 - M Macadam.
 - T Suelo.
 - SB Subbase.
 - ▷ Densidad "in situ".
 - ▮ California "in situ".
- CONSISTENCIA DE LOS SUELOS PLASTICOS
- HH Muy húmeda.
 - H Húmeda.
 - S Seca.
 - SS Muy seca.

NOTA: Denominaciones de acuerdo con el parágrafo 3.213.3

JEFATURA DE OBRAS PUBLICAS DE

PROYECTO DE REPARACION DE LA C.L. ENTRE LOS KMS. ---

RECONOCIMIENTO DEL FIRME Y DEL TERRENO

PERFIL LONGITUDINAL DEL KM.

Hoja n°

1 de octubre de 1957.

EL INGENIERO DE C.C.P.

toma de muestras en las mismas. El número de estas muestras puede ser restringido, fijándose, en principio, un mínimo de dos por cada uno de los estratos geológicos presentes en la zona reconocida.

El reconocimiento se extenderá no tan sólo a la zona estricta donde previsiblemente ha de situarse la traza de la carretera, sino a ambos lados de la misma en la extensión suficiente para identificar perfectamente las unidades geomorfológicas, de las cuales se da una lista, no limitativa, en las observaciones que se incluyen al final de estas recomendaciones.

3.1.1.3. Trabajos de laboratorio: consistirán en la determinación, sobre las muestras tomadas en las calicatas, de los límites de Atterberg y de la composición granulométrica, por tamizado. Se hallará también el tanto por ciento de carbonatos, de sulfatos u otras sales, y de materia orgánica, si se sospechara que se encuentran en cantidades tales para afectar de modo importante al comportamiento de los suelos en estudio.

3.1.2. *El reconocimiento de proyecto.* — El reconocimiento de proyecto tiene por objeto la elaboración de los siguientes documentos.

3.1.2.1. Planta de la carretera con indicación detallada de todas las unidades geomorfológicas atravesadas.

3.1.2.2. Planos de detalle, que en ocasiones pueden consistir tan sólo en croquis ligeramente acotados, de los tramos afectados por circunstancias geomorfológicas desfavorables, de las que damos la siguiente lista, no limitativa:

- Vegas inundables o con capa freática muy alta.
- Ribera en erosión.
- Torrentes o ramblas y sus conos de deyección.
- Laderas en reptación.
- Hontanares.
- Pantanos y marismas.

Estos planos o croquis deberán comprender planta y secciones transversales y deberán completarse con datos de taladros, catas o sondeos que permitan juzgar de la estructura y composición del terreno y medidas que habrá que tomar para evitar los hundimientos, corrimientos, erosión, aterramientos, etc.

3.1.2.3. Perfil longitudinal con detalle de los taladros y calas efectuadas y características de las distintas capas halladas, figurando como tales aquellas indicaciones que, como color, consistencia, etc., se aprecian directamente y los resultados de los ensayos de laboratorio que se indican en 3.1.2.6. También es de utilidad hacer figurar la clasificación de los suelos por el método de Casagrande.

Estos taladros o calas se efectuarán a distancias variables, según la uniformidad de los terrenos, apreciada a simple vista, con ayuda de los cortes naturales o artificiales que se encuentren y también observando los cambios en la vegetación espontánea;

pero, como regla general, se harán taladros o calas a una distancia media de 100 m.

La profundidad de estos taladros o calas será tal que se llegue hasta 2 m. por debajo de la rasante de la explanación, si se trata de tramos a nivel o con desmontes inferiores a 5 m.

En el caso de terraplenes de altura menor de dos metros, la profundidad de los taladros o calas será tal que lleguen, como mínimo, hasta dos metros por debajo de la rasante de la explanación y hasta un metro por debajo de la superficie del terreno.

Si se trata de terraplenes de altura superior a dos metros, o de desmontes de altura superior a cinco metros, o en los emplazamientos de obras de fábrica importantes, o si el terreno encontrado fuera de arcillas blandas, turba o fango, se continuarán los sondeos hasta encontrar un terreno que razonablemente pueda calificarse de firme o hasta agotar las posibilidades del equipo de sondeo disponible, o hasta una profundidad tal que pueda formarse un criterio aproximado del problema para proceder después, si se juzgara preciso, a efectuar sondeos con equipo especial y hasta la profundidad que lo requiera el estudio del caso específico de que se trate.

Durante la ejecución de estos taladros se observarán y anotarán cuidadosamente todas las circunstancias de humedad y agua freática.

Se tomarán muestras de todas las capas halladas, y como mínimo, una por cada metro de profundidad.

En el caso de que se encuentren estratos o masas de roca, y siempre que su espesor sea suficiente, no se continuarán las catas o taladros.

3.1.2.4. Croquis de situación de canteras de materiales para terraplenes, subbases, drenes, estabilizaciones, recebo, así como de materiales pétreos para base, capa de rodadura y obras de fábrica.

3.1.2.5. Croquis a mano alzada de las diferentes canteras, en el que se indiquen los taladros o catas efectuadas.

Estos taladros o catas deberán alcanzar, siempre que sea posible, la profundidad que se piense explotar como préstamo. Se tomarán muestras de las distintas capas halladas, en cantidad suficiente para hacer los ensayos de laboratorio precisos para su estudio, para lo que habrá que consultar las recomendaciones correspondientes.

El número de taladros o catas se fijará de acuerdo con la heterogeneidad y disposición del depósito que se pretende explotar. Como punto de partida, puede pensarse en un taladro o cata cada mil metros cúbicos del material que se piensa beneficiar.

Los taladros o catas pueden suprimirse en los puntos en los que haya cortes naturales o artificiales que den la misma información que de ellos se pensaba obtener.

3.1.2.6. Trabajos de laboratorio: con las muestras extraídas de los taladros o catas en la traza de la carretera, se harán ensayos de laboratorio, que serán distintos según que las muestras sean o no plásticas, entendiéndose por plásticas aquellas muestras capaces de formar pasta al ser amasadas con agua.

3.1.2.6.1. De todas las muestras no plásticas se hará un análisis granulométrico, limitado a un tamizado por el tamiz núm. 4 de la serie ASTM (4,76 milímetros de abertura) u otro análogo.

Apoyándose en los datos de este tamizado, así como en los de procedencia geológica, color, etc., se harán grupos, de los que se elegirán muestras típicas, de las que se hará el análisis granulométrico completo por tamizado. Si el tanto por ciento que pasa por el tamiz núm. 200 ASTM (aberturas de 0,074 mm. de lado) fuera superior al 12 por 100, se harán con las muestras correspondientes los ensayos que a continuación se describen para suelos plásticos, formando con ellas grupos homogéneos, teniendo en cuenta principalmente la cantidad de partículas finas que pasan por el tamiz núm. 200 ASTM.

3.1.2.6.2. De todas las muestras plásticas se determinará el límite líquido. Se dividirán primeramente en grupos homogéneos según su procedencia geológica y después según su color. Estos grupos se dividirán, a su vez, en subgrupos, de modo que todas las muestras del mismo subgrupo tengan límites líquidos que no difieran entre sí más de cinco enteros. Se elegirá entonces como representativa del grupo una muestra que tenga un límite líquido medio entre las que componen el grupo, y con ella se hará la determinación del límite plástico y el análisis granulométrico por tamizado sobre los tamices números 4, 40 y 200, de la serie ASTM (4, 76, 0,42 y 0,074 mm. de abertura, respectivamente).

3.1.2.6.3. Con las muestras obtenidas de las calas y taladros en las canteras de préstamos para terraplenes, así como en los taladros y catas en la traza de la carretera, sobre el nivel de la rasante, cuando los productos hayan de emplearse en la formación de terraplenes, se harán ensayos de laboratorio, diferente según se trate de suelos plásticos o no plásticos.

Los ensayos a efectuar serán los mismos descritos para las muestras tomadas en la traza de la carretera, pero serán completados con algunos ensayos de Proctor sobre muestras típicas, especialmente entre las de límite líquido elevado, incluyendo también las de terrenos muy coherentes de color blanco, blanquecino, rosáceo, verdoso o negro, si se hubieran presentado.

3.1.2.6.4. Tanto en el caso de canteras como en el de terrenos en la traza de la carretera, se harán ensayos químicos de contenido de carbonatos, sulfatos, materia orgánica y sales diversas, cuando se pueda suponer que están contenidas en el suelo en cantidades tales que puedan llegar a ser perjudiciales para el fin a que se le destina.

3.1.2.6.5. En el caso de canteras para subbase, relleno, drenes o estabilizaciones, se harán con las muestras los ensayos pedidos por las recomendaciones correspondientes.

3.2. CASO DE MEJORA O REPARACIÓN DE UNA CARRETERA ANTIGUA.

3.2.1. En este caso, el reconocimiento será único, y deberá conducir a la elaboración de los siguientes documentos:

3.2.1.1. Planta de la carretera con indicación de la composición y el estado del firme en cada tramo, entendiéndose por tal, no el estado actual en el momento de efectuar el reconocimiento, sino su estado medio y los cuidados de conservación que precisa. En la misma planta se consignarán todas las circunstancias especiales que se presenten, tales como tramos inundables, terraplenes inestables, taludes atacados por las aguas, corrimientos, desprendimientos, etc.

3.2.1.2. Planos o croquis de detalle de los puntos en los que la corrección de las circunstancias desfavorables enumeradas en el párrafo anterior precise obras especiales, como muros, defensas, drenajes profundos, etc. Estos planos o croquis deberán comprender planta y secciones transversales y deberán completarse con datos de taladros, catas o sondeos que permitan juzgar de la estructura y composición del terreno y medidas que habrá que tomar para evitar las inundaciones, corrimientos, etc.

3.2.1.3. Perfil longitudinal con detalle de los taladros y calas efectuadas, en las mismas condiciones que las descritas en el párrafo 3.1.2.3 para las carreteras nuevas, con las diferencias siguientes:

3.2.1.3.1. En cada punto que se reconozca, se levantará el perfil transversal del firme, para lo cual, en lugar de un taladro o calicata, se harán tres calas, una de ellas en el eje de la carretera, y otras dos, en los puntos medios entre este eje y el borde del afirmado.

De estas tres calas, una de ellas alcanzará solamente, en general, una profundidad de 40 cm. por debajo de la base del firme. Esta cala será una de las laterales.

Las otras dos calas atravesarán tan sólo el firme, deteniéndose al llegar al terreno natural.

3.2.1.3.2. En el caso de terraplenes antiguos en los que se produzcan asentamientos o deformaciones, así como en los recientes, en los que haya motivos para sospechar que dichos fenómenos se van a producir, se hará en una de las calas de cada perfil transversal la determinación de la densidad *in situ* del terreno.

Además, se excavarán pozos en los cuales se harán determinaciones de densidad *in situ* en cantidad de una o dos por metro de profundidad.

El número y profundidad total de estos pozos se fijará de acuerdo con la altura y longitud del terraplén. En general, suele ser suficiente una profundidad máxima de tres metros. En cuanto al número, puede partirse de un pozo cada cincuenta a cien metros, según la longitud del terraplén, con un mínimo de dos pozos en toda la longitud del mismo.

En terraplenes francamente inestables, conviene hacer también algunos taladros a profundidad mayor, para cerciorarse de la composición de las tierras que forman el terraplén y localizar, si existieran, las bolsas de agua colgadas en su interior.

3.2.1.3.3. En cada uno de los taladros o catas en las que se halle terreno plástico, se hará una determinación sumaria de la humedad del suelo y se anotará su resultado. Esta determinación consistirá en intentar formar rollitos o hilos haciendo rodar una bola del mismo entre las manos.

Si el suelo está tan seco que no es posible formar estos rollitos, pues la bola se desmigaja, el suelo se calificará de "muy seco".

Si se pueden formar los rollitos, pero éstos se desmigajan al intentar adelgazarlos hasta un diámetro de tres milímetros, el suelo se calificará de "seco".

Si se pueden formar estos rollitos y seguirlos adelgazando, siempre rodando entre las manos, hasta diámetros menores de tres milímetros, el suelo se calificará de "húmedo".

Si no se pueden formar los rollitos, porque el suelo está tan húmedo que se pega a las manos, el suelo se calificará de "muy húmedo".

3.2.1.3.4. Durante la apertura de las calas se observarán y describirán con el mayor cuidado y detalle las distintas capas existentes en el firme, sus espesores, estado, constitución, etc., y se tomarán muestras típicas de los materiales constituyentes, en cantidad suficiente para poder hacer los ensayos que en cada caso, según el material, correspondan.

3.2.1.4. Croquis de situación de canteras, como el descrito en el párrafo 3.1.2.4.

3.2.1.5. Croquis de cada una de las canteras, como el descrito en el párrafo 3.1.2.5.

3.2.1.6. Trabajos de laboratorio: se efectuarán en las mismas condiciones descritas en el párrafo 3.1.2.6, añadiéndose en ensayo de Proctor sobre las muestras tomadas en las calicatas en las que se haya hecho el ensayo de densidad *in situ*.

4. Observaciones.

3.1.1.2. Damos a continuación una lista no limitativa de accidentes geomorfológicos:

Acantilado.	Ladera acareuada.
Arenal.	Ladera en reptación.
Arenal fijado.	Lapiaz.
Barco.	Madre vieja.
Cárcavo.	Marisma.
Cauce de avenidas.	Pantano.
Cauce divagante.	Páramo.
Cono de deyección.	Planicie aluvial de inundaciones.
Corrimiento.	Planicie costera de emergencia.
Corrimiento antiguo.	Playa.
Corrimiento vivo.	Rancho.
Delta.	Ribera.
Delta interior.	Ribera en erosión.
Desprendimiento.	Saladar.
Desprendimiento antiguo.	Soto.
Desprendimiento vivo.	Terraza diluvial.
Dolinas.	Torrente.
Dunas.	Vega.
Hontanar.	

3.1.2.3. Una forma de presentar este perfil longitudinal, junto con los resultados de los ensayos de laboratorio que se describen en 3.1.2.6, es la que se adjunta, como ejemplo, a estas observaciones.

3.1.2.5. Igualmente, se adjunta una forma de presentar el croquis de cada una de las canteras, con los ensayos de laboratorio correspondientes.

3.1.2.6.2. En este párrafo se describe un método, que pudiéramos calificar de "automático", para clasificar los terrenos. Cuando se tiene suficiente experiencia, será posible disminuir mucho el número de ensayos, clasificando previamente los suelos con los ensayos preliminares de campo descritos en la clasificación de Casagrande (*Boletín de Información del Laboratorio del Transporte*, núm. 8).

3.2.1.3. Una forma de presentar este perfil, y los ensayos de laboratorio correspondientes, se acompaña adjunto a estas observaciones.

3.2.1.3.1. La razón por la que se dice que la cata más profunda sea una de las laterales, es únicamente para producir menos entorpecimiento en el tráfico, ya que éste se encuentra especialmente dificultado por la cata central, la cual conviene hacer y cerrar con la mayor rapidez posible.

3.2.1.3.3. La determinación que se describe viene a tener la misma técnica que el ensayo del límite plástico de un suelo. Según las definiciones dadas en este párrafo, el límite plástico separa el estado "seco" del "húmedo".