

Caracterización geotécnica de suelos de Castilla y León para su empleo en carreteras: generación de una base de datos

Geotechnical characterization of soils for road uses in Castilla y León region: a data base establishment

S. Monterrubio (*), M. Yenes (*), B. Fernández Macarro (*), M. A. Caramazana (*), C. Fernández Calvo (**) y F. J. Payán de Tejada (**)

(*) Dpto. de Geología. Fac. de Ciencias. Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca.

(**) Servicio de Tecnología y Control de Calidad. Consejería de Fomento. Junta de Castilla y León. 47008 Valladolid.

ABSTRACT

1617 soil samples and mixed-samples data base is described. The samples and mixed-samples have been taken from 22 geotechnical previous works of roads in Castilla y León region. The data base has been designed in a way that allows selective access not only to the geotechnic characteristics of the samples/mixed samples (granulometry, density, C.B.R. index, etc.), but also to its geologic affinity. This will allow the geotechnic characterization of groups of soil samples/mixed samples with similar geologic nature.

Key words: Data base , Castilla y León region, Duero basin, Geotechnics, Roads.

Geogaceta, 20 (6) (1996), 1342-1345
ISSN:0213683X

Introducción

El servicio de Tecnología y Control de Calidad de la Junta de Castilla y León viene realizando estudios geológico-geotécnicos de tramos de carreteras incluidos en el Plan Regional, cuya estructuración está descrita en Payán de Tejada y Fernández Calvo (1992). Con los datos contenidos en dichos estudios, se ha generado una base de datos informatizada, en la que se incluyen las descripciones geológicas y los resultados de todos los ensayos geotécnicos de cada una de las muestras analizadas (Monterrubio *et al.*, 1994). El objetivo de este trabajo es, además de dar a conocer su existencia, exponer los criterios utilizados y problemas planteados en su generación, así como las posibilidades de tratamiento de datos que ofrece. En otra comunicación de este congreso (Monterrubio *et al.*, 1996) se exponen los resultados del tratamiento de los datos obtenidos al acceder selectivamente a esta base de datos.

Este estudio se basa en la metodología general descrita en las *Recomendaciones para la realización de estudios geológico-geotécnicos previos de itinerarios de la Red Regional de Carreteras* (Payán de Tejada y Fernández Calvo, 1996).

Base de datos

La base de datos se ha realizado a partir de 22 estudios geológico-geotécnicos, los cuales totalizan 1617 registros, de ellos 1149 pertenecen a muestras individuales y 468 a mezclas de una o más de

las muestras, agrupadas con determinados criterios de afinidad, que aparecían en el tramo estudiado. Señalar que los ensayos geotécnicos realizados son diferentes en el caso de que se trate de muestras o de mezclas, así los ensayos Proctor, C.B.R. y de hinchamiento Lambe,

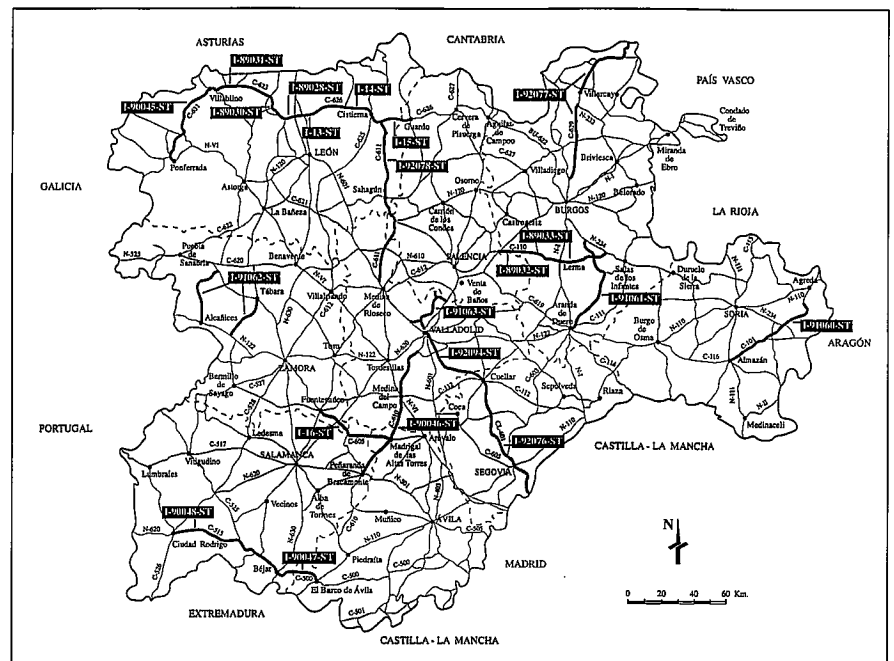


Fig. 1.- Esquema general de carreteras de Castilla y León. Los tramos resaltados son los estudiados en este trabajo.

Fig. 1.- Sketch map of Castilla y León roads. Strong lined sections have been used in this work.

INFORME	CARRETERA	MUESTRAS	MEZCLAS
I-13-ST	C-626	35	12
I-14-ST	LE-V-3146 C-626	48	16
I-15-ST	C-626	35	8
I-16-ST	C-605	47	14
I-89028-ST	C-626	21	10
I-89030-ST	C-623	30	15
I-89031-ST	C-623	19	9
I-89032-ST	C-110	36	13
I-89033-ST	C-110	26	12
I-89034-ST	C-610	42	14
I-90045-ST	C-631	53	26
I-90046-ST	C-610	54	21
I-90047-ST	C-515 C-500	27	12
I-90048-ST	C-515	73	30
I-91060-ST	C-101 SO-C-3558	58	32
I-91061-ST	BU-910 BU-911 BU-900 BU-902	91	38
I-91062-ST	ZA-912 ZA-913 ZA-901 ZA-902 ZA-S/C	52	22
I-91063-ST	VA-901 VA-902 VA-903 VA-900	46	21
I-92076-ST	CL-601 N-110	90	40
I-92077-ST	C-629 BU-542 C-6318	115	37
I-92078-ST	C-611	105	45
I-92094-ST	CL-601	46	21
		Total 1169	Total 468

Tabla I.- Relación de los estudios geológico-geotécnicos utilizados en la realización de la base de datos.

Table I.- Statement of geotechnical previous works of roads used in the data base establishment.

únicamente se han realizado en mezclas. En la Tabla I se recogen los 22 estudios, con las referencias, la carretera o carreteras a las que afectan y el número de muestras y mezclas de cada uno de ellos. En la Figura 1 se sitúan los tramos de carrete-

ras estudiados, dentro de un esquema general de carreteras de Castilla y León.

Cada muestra o mezcla representa un registro en la base de datos, y, a su vez, cada registro está constituido por 73 campos, en los cuales se identifica el estudio

al que pertenece la muestra, sus características geológicas y los resultados de los ensayos geotécnicos de laboratorio (realizados según las normas NLT correspondientes, CEDEX, 1986). Los contenidos de los campos se han transcrito directamente de los informes, con la excepción de los campos en los que se definen las características geológicas de la muestra/mezcla, cuya elaboración ha requerido un estudio específico. A continuación se describen los contenidos de los distintos grupos de campos, con énfasis especial en los criterios empleados al rellenar los campos de características geológicas, ya que son éstos, en definitiva, los que nos van a permitir realizar los tratamientos de resultados para los que ha sido diseñada esta base de datos.

Campos de Ubicación (1 a 8): Con estas entradas se identifica si se trata de una muestra o de una mezcla, la carretera a la que pertenece, referencia, localización geográfica y laboratorio que realizó los ensayos.

Campos de Características Geológicas (9 a 15): A continuación se describen detalladamente los criterios seguidos al rellenar estos campos ya que, a diferencia del resto, no son transcripción directa de los informes, sino que implican cierta elaboración e interpretación. La información para rellenar estos campos se obtiene de las descripciones de los informes y de sus mapas y cortes geológicos. Los contenidos de los cinco primeros campos (GEOLOGÍA1 a GEOLOGÍA5) son una serie de palabras, en las cuales se ha intentado definir, de forma concisa, las características geológicas de la muestra. Al objeto de minimizar los problemas de definición geológica, surgidos en las correlaciones entre la cartografía y los resultados de los ensayos, se ha dedicado especial atención a que los criterios seguidos, en la asignación de palabras clave, hayan sido siempre los mismos. A continuación se indica el tipo de información contenida en cada uno de estos campos y un listado de las palabras utilizadas.

Geología 1

En este campo se indica si la muestra corresponde a un suelo edáfico (eluvial), un coluvial (coluvial), aluviales, materiales lacustres, materiales eólicos, escombreras o directamente alguna litología detrítica, calcárea o margosa. Las palabras clave utilizadas han sido:

ALUVIAL 1, ALUVIAL 2, CALIZA, COLUVIAL, DETRITICO, ELUVIAL, EOLICO, ESCOMBRERA, LACUSTRE Y MARGA.

ALUVIALES2 (267)	Sobre Grava 2 Sobre Arcilla 15 Sobre Marga 38 Sobre Arena 72	Sobre Neis 1 Sobre Conglomerado 20 Sobre Limo 2 Sobre Caliza 23	Sobre Cuarcita 5 Sobre Arenisca 21 Sobre Detrítico 50 Sobre Pizarra 18
ALUVIALES1 (201)	Sobre Granito 11 Sobre Arcilla 25 Sobre Marga 19 Sobre Arena 54	Sobre Neis 9 Sobre Conglomerado 8 Sobre Migmatita 7 Sobre Caliza 18	Sobre Cuarcita 3 Sobre Arenisca 18 Sobre Detrítico 18 Sobre Pizarra 11
ELUVIALES (101)	Sobre Cuarcita 1 Sobre Marga 6 Sobre Arena 1 Sobre Neis 4	Sobre Granito 17 Sobre Migmatita 8 Sobre Caliza 12 Sobre Cuarcita 1	Sobre Arenisca 3 Sobre Detrítico 2 Sobre Pizarra 47
COLUVIALES (156)	Sobre Arena 34 Sobre Grava 2 Sobre Marga 15 Sobre Arcilla 6	Sobre Arenisca 11 Sobre Conglomerado 14 Sobre Granito 1	Sobre Caliza 16 Sobre Cuarcita 15 Sobre Pizarra 42
ESCOMBRERAS (4)	Sobre Arenisca 2	Sobre Caliza 1	Sobre Marga 1
MARGAS (67)	Cretácico 11 Mioceno 43	Eoceno 3 Oligoceno 2	Jurásico 2 Triásico 6
DETRÍTICO (321)	Carbonífero 2 Eoceno 7 Paleógeno 34 Triásico 1	Cretácico 29 Neógeno 6 Plioceno 2	Mioceno 191 Oligoceno 15 Terciario 34
CALIZA (3)	Cretácico 2	Mioceno 1	
EÓLICO (22)	Tierra de Pinares 15	Coca 7	
LACUSTRE (4)	Cantalapiedra 4		

Tabla II.- Muestras estudiadas agrupadas en función de los campos GEOLOGÍA1 a GEOLOGÍA5. Los números entre paréntesis de la primera columna indican el número total de muestras.

Table II.- Grouped samples in accordance with GEOLOGIA1 to GEOLOGIA5 fields. The numbers in brackets show the total samples.

Dentro de los aluviales se ha diferenciado ALUVIAL1 y ALUVIAL2. ALUVIAL1 indica que se trata de pequeños aluviales, que se suponen influenciados por la litología del substrato. Por el contrario, ALUVIAL2 hace referencia a grandes aluviales, probablemente poco influenciados por el substrato inmediato. Cuando existe duda se ha optado por considerar ALUVIAL2.

En casos de litologías sedimentarias (no se trata de aluvial, coluvial o eluvial), se indica mediante las palabras detrítico, marga o caliza, según el material de que se trate. Cuando se trata de muestras meteorizadas de rocas ígneas o metamórficas (rocas muy compactas en su estado no meteorizado) se han indicado como eluviales.

Geología 2

Hace referencia al material del subs-

trato. Esta palabra clave tiene especial relevancia cuando GEOLOGÍA1 = COLUVIAL, ELUVIAL o ALUVIAL1. En el resto de los casos su importancia es mucho menor o nula, de hecho muchas veces figura en blanco, debido a que no existe información de los materiales infrayacentes en las proximidades de la zona de muestreo. Las palabras clave utilizadas han sido:

ARCILLA, ARENA, ARENISCA, CALIZA, CONGLOMERADO, CUARCITA, DETRITICO, GRANITO, GRAVA, LIMO, MIGMATITA, MARGA, NEIS Y PIZARRA.

Cuando se especifican las palabras ARCILLA, LIMO, ARENA o GRAVA, se está haciendo referencia a la granulometría más abundante o frecuente de los materiales del substrato. Si no se tiene información concreta de la granulometría dominante se indica DETRÍTICO.

Geología 3

Hace referencia a la edad del material reflejado en GEOLOGÍA1. En el caso de aluviales, coluviales y eluviales, la edad va a ser cuaternario. Las palabras clave utilizadas han sido:

CARBONIFERO, MESOZOICO, TRIASICO, JURASICO, CRETACICO, TERCARIO, PALEOGENO, EOCENO, OLIGOCENO, NEOGENO, MIOCENO, PLIOCENO Y CUATERNARIO.

Geología 4

Hace referencia a la edad del material reflejado en GEOLOGÍA2 (caso de que exista). Las palabras clave utilizadas han sido:

PRECAMBRICO, CAMBRICO, ORDOVICICO, SILURICO, DEVONICO, CARBONIFERO, MESOZOICO, TRIASICO, JURASICO, CRETACICO, TERCARIO, PALEOGENO, EOCENO, NEOGENO, MIOCENO Y CUATERNARIO.

Geología 5

Se ha destinado esta clave para designar facies concretas, sólo en el caso de que la facies tenga un nombre asignado regionalmente. Se referirá a los materiales indicados en GEOLOGÍA1 y GEOLOGÍA2; si en GEOLOGÍA1 se hace referencia a materiales recientes (aluviales cuaternarios, eluviales o coluviales actuales), la facies se referirá al substrato (GEOLOGÍA2); si por el contrario, GEOLOGÍA1 son materiales antiguos (por ejemplo una marga terciaria), la facies se referirá directamente a estos materiales. Las palabras clave utilizadas han sido:

ALDEARRUBIA, ARMORICANA, BARRIOS, BUNT, CAMPOS, CANTALAPIEDRA, CASTILLEJOS, COMPLEJO, CUESTAS, DUEÑAS, FORMIGOSO, FUEYO, HERRERIA, HUERGAS, KEUPER, LANCARA, LAVID, LOSCABOS, LUARCA, MAGDALENA, MOLINOPICO, MONTAÑA, MORA, NOCEDO, OLLODESAPO, PARAMO, SANEMILIANO, SANPEDRO, TIERRAPINARES, TORDOMAR, UTRILLAS, VEGAQUEMADA Y WEALD.

La utilidad principal de estas cinco claves va estar en que nos van a permitir por sí solas acceder selectivamente a la base de datos en función de condicionantes geológicos. Si por ejemplo se accede a la base de datos con las claves GEOLO-

GÍA1 = DETRÍTICO y GEOLOGÍA5 = CAMPOS, se obtendrán todas las muestras y mezclas de materiales detríticos de edad terciaria pertenecientes a la facies *Tierra de Campos*. En la tabla II se ha agrupado el conjunto de muestras de la base de datos (1149) en función de las características geológicas descritas mediante claves de los campos GEOLOGÍA1 a GEOLOGÍA5.

Los campos dedicados a características geológicas se completan con dos campos más, en los cuales se transcribe la descripción de campo que se hace de la muestra en los informes (color, granulometría, nivel freático, humedad, consistencia, profundidad a la que se toma la muestra y otros lugares de toma de muestras, aparte de calicatas).

Campos de Identificación y Estado (16 a 37): Dentro de los campos de identificación, los nueve primeros sirven para caracterizar la granulometría de la muestra, mientras que los restantes indican los resultados de otros ensayos de identificación: límite líquido, límite plástico, clasificación de Casagrande (USCS), clasificación e índice de grupo de la AASHTO, equivalente de arena, peso específico e índice de azul de metileno. Por otro lado, los campos de estado indican la humedad natural, densidad seca y los porcentajes de materia orgánica, carbonatos y sulfatos de cada muestra.

Campos de Proctor, C.B.R. y Lambe (38 a 73): Los primeros cuatro indican los resultados de los ensayos Proctor normal y modificado (densidad máxima y humedad óptima). Mientras que del ensayo C.B.R. se indican: densidad, humedad, hinchamiento e índice C.B.R., realizados para determinados porcentajes del Proctor normal y modificado, en función de

las condiciones de cada molde de ensayo. Por último, se recogen los resultados del ensayo Lambe, en muestras remoldeadas a condiciones de densidad y humedad referidas al Proctor normal y modificado.

Conclusiones

La principal conclusión es la elaboración de una base de datos informatizada, a partir de los ensayos de muestras y mezclas de los estudios geológico-geotécnicos de 22 itinerarios de carreteras, realizados o coordinados por el Servicio de Tecnología y Control de Calidad de la Junta de Castilla y León. Esta base de datos está formada por 1617 registros correspondientes a muestras y mezclas. Cada registro, a su vez, está constituido por 73 campos en los cuales se identifica la muestra o mezcla y se describen sus características.

La base de datos se ha realizado de modo que permite un acceso selectivo a las muestras y mezclas que cumplen unas características que previamente hemos seleccionado. Estas características pueden ser no sólo referentes a datos de determinados valores (granulometrías, densidades, índices C.B.R., etc.) de la muestra/mezcla, sino también características que definen la naturaleza geológica de las mismas. De este modo las posibilidades de estudio y tratamiento de datos son grandes y, entre otras cosas, permite una caracterización geotécnica de las muestras y mezclas que poseen características geológicas comunes. Este diseño de la base de datos, permite la ampliación e incorporación de los resultados obtenidos en próximos estudios de itinerarios o trabajos de análogo contenido.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el convenio de colaboración entre la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León y la Universidad de Salamanca (Departamento de Geología, Sección Departamental de la Escuela Universitaria Politécnica de Zamora): *Caracterización geotécnica y base de datos de los suelos de Castilla y León*.

Referencias

- CEDEX (1986): Normas NLT. *Tomo I: Ensayos de Carreteras. Tomo II: Ensayos de Suelos*. Ed. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- Monterrubio, S.; Yenes, M.; Fernández Macarro, B.; Blanco, J. A.; Caramazana, M. A.; Payán de Tejada, F. J. y Fernández Calvo (1994). *Caracterización geotécnica y base de datos de los suelos de Castilla-León*. Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento. Secretaría General. Valladolid.
- Monterrubio, S.; Yenes, M.; Fernández Macarro, B.; Caramazana, M. A.; Fernández Calvo C. y Payán de Tejada, F. J. (1996). *IV Congreso Geológico de España*: Alcalá de Henares.
- Payán de Tejada, F.J. y Fernández Calvo, C. (1992). *III Congreso Geológico de España*. Salamanca. Actas tomo 2: 374-377.
- Payán de Tejada, F.J. y Fernández Calvo, C. (1996). *Recomendaciones para la realización de estudios geológicos-geotécnicos precios de itinerarios de la Red Regional de Carreteras*. Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento. Secretaría General. Valladolid.