

**EVALUACION DEL CARBONO DE SUELOS
DE ZONAS SEMIARIDAS
EN LA PERSPECTIVA DE LOS
FENOMENOS DE CAMBIO CLIMATICO GLOBAL.
APLICACION A LA ZONA DE GUADIX-BAZA.**



Tesis doctoral que presenta el Licenciado José Luis Díaz Hernández para obtener el Título de Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada.

Vº Bº de los Directores

Fdo. Dr. D. Enrique Barahona Fernández

Fdo. Dr. D. José Linares González

Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental.
Estación Experimental del Zaidín
Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
GRANADA

El doctorando

José Luis Díaz Hernández

a la memoria de mi padre

*(en una tarde del mes
de mayo azul y serena...)*

*El grosor de los muros es menos importante
que la voluntad de conquistarlos.
(Tucídides)*

INDICE

INDICE

AGRADECIMIENTOS.

ABREVIATURAS.

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1.EVOLUCION DEL CO ₂ ATMOSFERICO..... | 2 |
| 1.2.EL EFECTO INVERNADERO: | |
| 1.2.1.Mecanismo radiativo..... | 4 |
| 1.2.2.Gases con efecto invernadero (GEI)..... | 4 |
| 1.2.3.Importancia radiativa de los diferentes gases..... | 5 |
| 1.2.4.Acoplamiento entre Dióxido de Carbono-Temperatura..... | 6 |
| 1.2.5.El ascenso térmico: posibles expectativas..... | 9 |
| 1.2.6.Consecuencias del Calentamiento Global..... | 9 |
| 1.3.CICLO GEOQUIMICO DEL CARBONO..... | 10 |
| 1.4.LOS SUELOS Y EL CICLO GEOQUIMICO DEL CARBONO..... | 12 |
| 1.5.FENOMENOS DE RETROALIMENTACION POSITIVOS..... | 15 |
| 1.6.FENOMENOS DE RETROALIMENTACION NEGATIVOS..... | 18 |
| 1.7.AREA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS DEL TRABAJO: | |
| 1.7.1.Introducción: Incertidumbres y dificultades en la evaluación del Carbono en suelos..... | 19 |
| 1.7.2.Elección de la zona de trabajo..... | 19 |
| 1.7.3.Objetivos concretos de esta Memoria..... | 20 |
| 2.CARACTERISTICAS DEL AREA ESTUDIADA..... | 22 |
| 2.1.SITUACION DEL AREA DE TRABAJO..... | 23 |
| 2.2.GEOLOGIA: | |
| 2.2.1.El Mioceno..... | 23 |
| 2.2.2.El Plioceno-Pleistoceno..... | 25 |
| 2.2.3.El Holoceno..... | 27 |
| 2.3.GEOMORFOLOGIA: | |
| 2.3.1.Antecedentes..... | 28 |
| 2.3.2.Relieve circundante..... | 29 |
| 2.3.3.Formas areales..... | 29 |
| 2.3.4.Formas lineales..... | 32 |
| 2.3.5.Badlands..... | 33 |
| 2.3.6.Otros hechos destacables..... | 34 |
| 2.3.7.Cronología..... | 34 |
| 2.4.CLIMATOLOGIA: | |
| 2.4.1.Precipitaciones..... | 41 |
| 2.4.2.Temperaturas..... | 41 |
| 2.4.3.Evapotranspiración potencial..... | 41 |
| 2.4.4.Días de lluvia..... | 42 |
| 2.5.VEGETACION..... | 42 |
| 2.6.EDAFOLOGIA..... | 45 |
| 3.MATERIAL Y MÉTODOS..... | 48 |
| 3.1.PLANTEAMIENTOS PREVIOS..... | 49 |
| 3.2.MATERIAL: | |
| 3.2.1.Muestreo aleatorio..... | 53 |
| 3.2.2.Muestreo intencional..... | 53 |
| 3.2.3.Muestreo específico..... | 53 |

| | |
|---|-----|
| 3.3.METODOS: | |
| 3.3.1.Porcentaje de Carbono: | |
| a) Carbono Orgánico..... | 54 |
| b) Carbono Inorgánico..... | 55 |
| 3.3.2.Densidad aparente: | |
| a) Muestras no cementadas..... | 56 |
| b) Muestras cementadas..... | 56 |
| 3.3.3.Fracción de tierra fina..... | 57 |
| 3.3.4.Análisis mecánico y potencial matricial..... | 57 |
| 3.3.5.Determinación de isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$)..... | 57 |
| 4.RESULTADOS Y DISCUSION..... | 59 |
| 4.1.ASPECTOS METODOLOGICOS: | |
| 4.1.1.Factor de recuperación del Carbono Orgánico..... | 60 |
| 4.1.2.Relación entre densidad aparente y composición de la muestra: | |
| a) Muestras no cementadas..... | 61 |
| b) Muestras cementadas..... | 63 |
| 4.1.3.Contenido promedio de gravas en costras conglomeráticas cementadas..... | 63 |
| 4.1.4.Relación entre potencial mátrico y composición de la muestra: | |
| a) Retención de agua a 33 kPa..... | 65 |
| b) Retención de agua a 1500 kPa..... | 65 |
| 4.2.RESULTADOS EXPERIMENTALES: | |
| 4.2.1.Propiedades físicas: | |
| a)Gravas..... | 70 |
| b)Arena..... | 70 |
| c)Limo..... | 70 |
| d)Arcilla..... | 71 |
| e)Densidad aparente..... | 71 |
| f)Retención de agua a 33 kPa..... | 71 |
| g)Retención de agua a 1500 kPa..... | 71 |
| h)Agua útil..... | 72 |
| i)Agua almacenada por capa..... | 72 |
| j)Agua almacenada acumulada..... | 72 |
| 4.2.2.Contenido en Carbono Orgánico y en Carbonatos: | |
| 4.2.2.1.Distribución del Carbono Orgánico y la | |
| Calcita en profundidad en perfiles individualizados..... | 84 |
| 4.2.2.2.Tendencias medias de distribución en profundidad según | |
| Unidades Principales: | |
| a)Carbono Orgánico (Materia Orgánica)..... | 86 |
| b)Carbonato Cálcico equivalente..... | 87 |
| c)Calcita..... | 87 |
| d)Dolomita..... | 88 |
| e)Carbono Inorgánico..... | 88 |
| f)Carbono Total..... | 88 |
| 4.2.3.Estudio isotópico de los carbonatos: | |
| 4.2.3.1.Planteamientos previos..... | 96 |
| 4.2.3.2.Metodología isotópica..... | 97 |
| 4.2.3.3.Resultados experimentales..... | 98 |
| 4.2.4.Modelización del movimiento del Carbono Inorgánico en el suelo: | |
| 4.2.4.1.Antecedentes..... | 107 |
| 4.2.4.2.Modelo INFILCA..... | 108 |
| 4.2.4.3.Traslocación de carbonatos..... | 109 |
| 4.2.4.4.Simulación..... | 111 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.4.5.Algunos ejemplos de salidas..... | 112 |
| 4.2.4.6.Simulación de 180,000 años..... | 118 |
| 4.2.4.7.Resultados y discusión..... | 120 |
| 4.2.5.Evaluación de las formas de Carbono en el área estudiada: | |
| 4.2.5.1.Comparación de los resultados obtenidos en esta Memoria con los muestreos aleatorio e intencional..... | 127 |
| 4.2.5.2.Evaluación del Carbono contenido en los suelos del área..... | 132 |
| 5.CONCLUSIONES..... | 139 |
| 6.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 142 |
| ANEXOS: | |
| ANEXO 1.IDENTIFICACION Y EXTENSION DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS..... | 153 |
| ANEXO 2.PERFILES DEL MUESTREO INTENCIONAL..... | 155 |
| ANEXO 3.PERFILES DEL MUESTREO ESPECIFICO..... | 159 |
| ANEXO 4.PROPIEDADES FISICAS..... | 162 |
| ANEXO 5.CONTENIDOS EN CARBONO ORGANICO Y EN CARBONATOS..... | 179 |
| ANEXO 6.CURVAS DE DISTRIBUCION EN PROFUNDIDAD DEL CARBONO ORGANICO Y DE LA CALCITA..... | 196 |
| ANEXO 7.CARBONO EN LOS PERFILES DEL MUESTREO ESPECIFICO..... | 206 |
| ANEXO 8.ANALISIS ISOTOPICOS..... | 209 |

AGRADECIMIENTOS.

En un trabajo de esta envergadura, lleno de venturas y aventuras, considero una necesidad pedir excusas a aquellos que inmerecidamente no son citados en una alusión de agradecimientos: Ciertamente es casi imposible referir aquí a todas las personas que han hecho realidad esta labor. Entre la dirección del trabajo y la última fase de elaboración de la Memoria existe un buen número de personas de las que no puedo olvidar su aportación: la paciencia casi infinita de la familia de la que uno está como ausente, la generosidad del campesino que se deshace en ofrecimientos, las palabras de ánimo de un amigo en un momento bajo, aquel consejo desinteresado, el cambio de impresiones sobre no importa qué cuestión,.... todos ellos encuentren aquí mi reconocimiento.

Aunque son tantos los nombres y momentos a recordar, no puedo dejar de mencionar:

Primeramente a los directores de esta Tesis: a los Profesores D. Enrique Barahona y D. José Linares. Ellos señalaron el interés y atractivo de un tema que parecía aletargado detrás de una problemática medio-ambiental muy viva. Su ciencia y experiencia se volcaron continuamente en comentarios, indicaciones, consejos, enseñanzas y discusiones en campo, laboratorio y gabinete, tasadas en horas contantes y sonantes: resulta difícil expresar con justeza el valor de su ayuda en todo momento en multitud de cuestiones en las que siempre fueron por delante. Pero si estos son ya de por sí suficientes motivos de reconocimiento, no son para mí los más importantes: su amistoso trato y estímulo, su paciencia, comprensión y dedicación en momentos llenos de ocupaciones y preocupaciones ajenas a este trabajo, que han sabido soslayar cuando trataban de hacerse cargo de mis propios problemas, tienen el máximo valor y manifiestan su hombría de bien y su genio de investigadores.

Al Dr. Rafael Delgado debo no sólo su impecable tutoría y gestión académicas: me ha brindado su ayuda en multitud de ocasiones, y siempre encontré en él amabilidad y destreza; él y los miembros de su equipo me animaron a realizar la Tesis doctoral en el campo de la Edafología.

El Dr. E. Reyes puso a mi disposición todo tipo de facilidades y sugerencias en la ejecución de los análisis isotópicos. Agradezco las opiniones de la Dra. E. Caballero sobre algunas cuestiones interpretativas.

A los Drs. A. Iriarte, por los datos facilitados y su apoyo incondicional, y J. L. González Rebollar, por sus puntos de vista en las materias consultadas.

A mis amigos J. Rodríguez Robledo, que realizó con eficacia los difractogramas de Rayos X, y R. Bellver, por sus consejos y asistencia magnánimos en materia de hardware.

En fin, sería muy largo detallar nominalmente mi agradecimiento a todos los compañeros del Departamento de Ciencias de la Tierra, de la Estación Experimental del Zaidín: todos son acreedores de mi sincero reconocimiento porque de un modo u otro mostraron su afecto.

Al Dr. R. Juliá, del Instituto Jaume Almera, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Barcelona, por la fructífera contribución prestada en la realización de las dataciones radiométricas en travertinos. Igualmente al director del Balneario de Alicún, por su colaboración en el muestreo de travertinos y en los reconocimientos aéreos de la zona.

En todo instante hallé asesoramiento desinteresado en cuestiones botánicas en el Dr. F. Valle y miembros de su equipo.

En momentos de imposibilidad física encontré inapreciable auxilio en el muestreo de perfiles y preparación de muestras en J. M. Miranda, R. Santaella, E. Delgado, J. M. González y F. Canca: sin su concurso esta penosa tarea se habría dilatado aún más.

A D. Estanislao de Simón Navarrete, por el ánimo e impulso manifestados continuamente tanto hacia mi persona como a la labor efectuada.

ABREVIATURAS USADAS EN ESTA MEMORIA:

- * = Valores estimados
- $^{13}\text{C}_c$ = Isótopo del Carbono en la Calcita
- $^{13}\text{C}_d$ = Isótopo del Carbono en la Dolomita
- $^{18}\text{O}_c$ = Isótopo del Oxígeno en la Calcita
- $^{18}\text{O}_d$ = Isótopo del Oxígeno en la Dolomita
- a = Textura arcillosa
- Ag. ut. = Agua útil
- agr.pv. = agregados pulverulentos
- agr.cem. = agregados cementados
- Aluv. = Aluvial
- Ar. = Areniscas
- Ar.-lut. = Areniscas lutíticas
- Ar.-y. = Areniscas con yesos
- Atms. = Atmosférico
- Ayo. = Arroyo
- B = Bosque
- Bétic. = Bético
- B.P. = Años antes de ahora
- C = Cultivos
- C.I. = Carbono Inorgánico
- C.O. = Carbono Orgánico
- C.Total = Carbono Total
- Cal. = Calcárico
- CAA = Agua almacenada por capa
- CAA acum. (perfil) = Id. acumulada por capa (perfil)
- CC = Capacidad de Campo
- CFC(s) = Clorofluorocarbono(s)
- Cfr. = Confrontar
- Cg.cem. = Conglomerados cementados
- CHG = Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
- Cjo. = Cortijo
- Cm = Fracción de tierra fina
- Cmk = Horizonte calcáreo masivo
- Cmno. = Camino
- CO_3 equiv. = Carbonato equivalente
- Com. oral = Comunicación oral
- Cons. = Conservador
- crm. = Crómico
- Cs = Costra
- Cs.C. = Costra conglomerática
- Cs.L. = Costra laminar
- Cs.M. = Costra masiva
- Cs.P. = Costra pulverulenta
- Cs/k = Costra o calizas
- Cs/R. = Costra o roca (generalmente conglomerados)
- CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- ctra. = Carretera
- Cuad. = Cuadrado
- d.a. = Densidad aparente
- D.a.s.org. = Densidad aparente de suelos orgánicos
- dcha. = Derecha
- Desv. típ. = Desviación típica
- Dey. = Deyección
- Div. = Divisoria
- Dll = Días de lluvia
- Dpr. = Depresión
- DRX = Difracción de Rayos X
- Eco.veg. = Ecosistemas vegetales
- Edaf. = Edáfico
- ET = Evapotranspiración
- *et al.* = y otros
- ETP = Evapotranspiración potencial
- Eút. = Eútrico
- f = Textura franca
- fa = Textura franco-arcillosa
- fal = Textura franco-arcillosa-limosa
- fan = Textura franco-arcillo-arenosa
- FAO = Food and Agriculture Organization
- Fc. = Ferrocarril
- fl = Textura franco-limosa
- fn = Textura franco-arenosa
- FR = Forzamiento radiativo
- Gl. = Glacis
- G.l. = Grados de libertad
- G.med. = Grava media
- GEI = Gases con efecto invernadero
- Gíp. = Gípsico
- GT = Gigatonelada
- H. A = Hipótesis A
- H. p. = Hipótesis de partida
- Háp. = Háplico
- IARA = Instituto Andaluz para la Reforma Agraria
- ICONA = Instituto para la Conservación de la Naturaleza
- INIA = Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
- INM = Instituto Nacional de

Meteorología

- Indet. = Indeterminado
- Indif. = Indiferenciada
- Inv.C.O.eco.veg. = Inventario del C.O. en ecosistemas vegetales
- IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change
- ITGE = Instituto Tecnológico Geominero de España
- izda. = Izquierda
- kB.P. = Miles de años antes de ahora
- kPa = Kilopascales
- l = Textura limosa
- Lat. = Latitud (Coordenadas U.T.M.)
- Long. = Longitud (Coordenadas U.T.M.)
- LUCDEME = Lucha Contra la Desertización en el Mediterráneo Español
- Lut. = Lutitas
- M = Matorral
- M. = Margas
- M.(cem) = Margas cementadas
- M.alt. = Margas alteradas
- M.-y. = Margas con yesos
- MAPA = Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación
- Mc.-y = Margocalizas con yesos
- MCG = Modelos de Circulación General
- MHa = Millones de Ha.
- m.s.n.m. = Metros sobre el nivel del mar
- Mtñas. = Montañas
- n = Textura arenosa
- nf = Textura arenoso-franca
- No in.t.cul.ni a.húm. = No incluye tierras de cultivo ni áreas húmedas
- Nvo. = Nuevo
- Observ. = Observaciones
- *Op. cit.* = Obra citada
- p = Probabilidad (en ensayos de significación)
- PA = Perfiles de la Unidad aluviales
- Pag. = Página
- PB = Perfiles de la Unidad badlands
- PC = Perfiles de la Unidad glacia (con costra)
- P.p.m.v. = Partes por millón en volumen
- PCO₂ = Presión parcial de CO₂
- Perf. = Perfil
- Pét. = Pétrico
- Pg = Picograma
- PMP = Punto de Marchitamiento Permanente
- Pp. = Precipitación
- Proc. = Procedencia
- Prof. = Profundidad
- Pte. = Puente
- r = Coeficiente de Pearson
- R = Coeficiente de regresión múltiple
- R. = Río
- R.-dol. = Roca (dolomías)
- R.-k.l. = Roca (calizas lacustres)
- R.-sbv. = Roca (subvolcánicas)
- R.-xtos. = Roca (esquistos)
- Rbla. = Rambla
- Ret. agua = Retención de agua
- S.bru. = Superficie bruta
- SCS = Soil Conservation Service
- *S. str.* = Sensu stricto
- Signif. = Significativo
- Stor. = Sector
- Subb. = Subbético
- Subs. = Subsuelo
- *S. l.* = Sentido lato
- t = T de Student
- T.H. = Tetra hidrato
- Test signif. = Test de significación
- Tetraf. de C = Tetrafluoruro de Carbono
- Text. = Tipo textural
- Tipo mat. = Tipo de material
- UNEP = United Nations Environmental Programm
- USDA = United States Department of Agriculture
- U.T.M. = Coordenadas según la red Universal Transversal de Mercator
- Veg. = Vegetación
- Y. = Yesos

1. INTRODUCCION.

1. INTRODUCCION.

El denominador común de muchas actividades productivas del hombre es la introducción de grandes cantidades de CO_2 en la atmósfera, bien de modo directo (quema de combustibles fósiles) bien de modo indirecto (manejo de ecosistemas: deforestación, agricultura).

Se ha comprobado que muchas moléculas triatómicas, y en particular el CO_2 , influyen en los procesos radiativos atmosféricos: la variación de sus concentraciones puede provocar un cambio climático global de graves consecuencias para la persistencia de la vida en la Tierra.

Las vías por las que probablemente discorra este proceso son inciertas, debido a las complejas relaciones entre variables, y al desconocimiento de muchas de ellas.

Las valoraciones actuales sitúan a los suelos como un eslabón esencial en el ciclo del Carbono en la biosfera, tanto al actuar como fuente y sumidero de CO_2 , como por su implicación en una serie de fenómenos de retroalimentación.

1.1. EVOLUCION DEL CO_2 ATMOSFERICO.

Keeling (1983) comenzó a medir los niveles de CO_2 en la atmósfera desde 1958, en el observatorio meteorológico de Mauna Loa, a 3300 m de altitud. Dicho seguimiento pone de relieve fluctuaciones de las concentraciones de CO_2 de naturaleza estacional (Figura 1.1), que reflejan la actividad biótica de las plantas, dentro de una tendencia general ascendente a una razón inicial de,

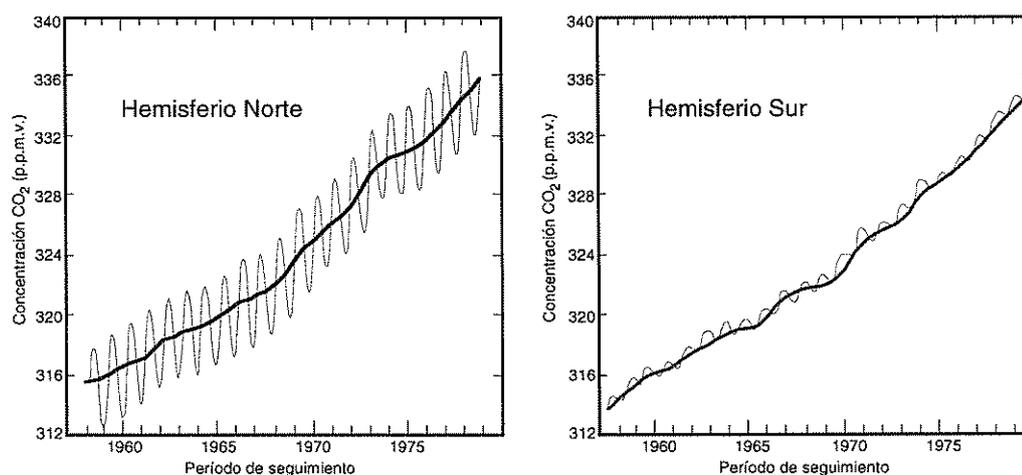


Figura 1.1: Evolución comparativa del CO_2 atmosférico en puntos representativos de ambos Hemisferios (tomado de Revelle, 1982).

aproximadamente, 0.7 partes por millón en volumen (p.p.m.v.)¹ cada año. Las observaciones realizadas también en el Polo Sur indican tendencias similares, aunque presentan cierto desfase respecto a las del Hemisferio Norte. Sin embargo, al final del decenio de 1970, esta tendencia alcanzaba 1.4 p.p.m.v.cada año.

¹ Las unidades que se usarán en adelante son partes por millón en volumen (p.p.m.v.) y Gigatoneladas (GT). Una p.p.m.v. de CO_2 atmosférico corresponden a 2 GT de CO_2 en el total de la atmósfera. Una GT equivale a 1 Picogramo (Pg), es decir, a 10^9 Tm (10^{15} grs).

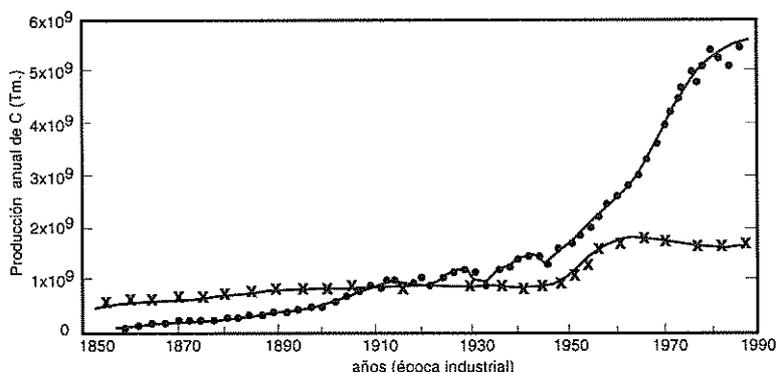


Figura 1.2: Emisiones anuales de Carbono procedentes de:
 a) combustión de carburantes fósiles (puntos).
 b) cambios de uso de las tierras (cruces).
 (tomado de Houghton y Woodwell, 1989).

Houghton y Woodwell (1989) cuantificaron la emisión anual de Carbono a la atmósfera procedente tanto de la combustión de carburantes fósiles como la debida al cambio de uso de tierras, según datos basados en fuentes históricas (Figura 1.2). Se aprecia que la tendencia creciente de las emisiones por combustión siguen un patrón exponencial, mientras que la liberación de CO₂ por cambios de uso de tierras se duplica bruscamente en torno al año 1950, y se mantiene aproximadamente constante hasta la actualidad. Esta fecha señala el punto de inflexión de las emisiones en uno y otro caso.

En ausencia de registros directos, los niveles de CO₂ atmosférico del pasado lejano se han obtenido del análisis de las burbujas de aire atrapadas en los hielos polares. Diversos sondeos se realizaron con esta finalidad. Uno de los más completos es el de la estación antártica de Vostok (Barnola *et al.*, 1987, Jouzel *et al.*, 1987), cuyos 2000 m de testigo registran importantes datos paleoclimáticos de los últimos 160,000 años (Pleistoceno superior y Holoceno).

Los datos de Keeling se completaron hasta mediados del siglo XIX con datos de los sondeos

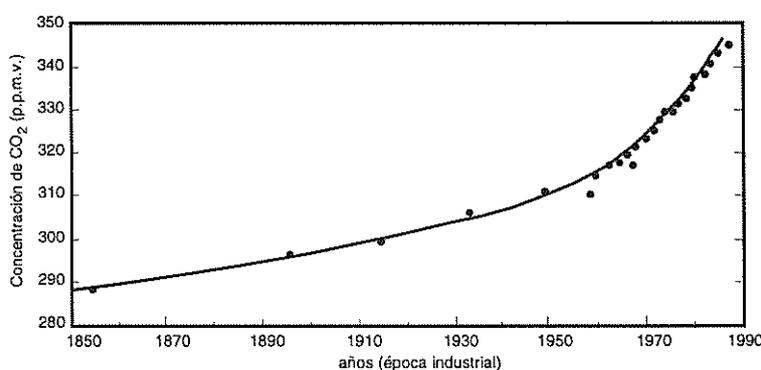


Figura 1.3: Evolución de los contenidos de Dióxido de Carbono atmosférico (tomado de Houghton y Woodwell, 1989).

polares (Figura 1.3). Así se evidencia un registro con crecimiento progresivo, exponencial, que presenta pendiente relativamente pequeña y constante hasta aproximadamente 1950, y que a partir de este año sufre un súbito incremento. Ambos gráficos permiten comprobar que las emisiones de Carbono y la concentración de CO₂ atmosférico presentan evoluciones parecidas. Si el final de la época preindustrial se sitúa en el año 1850, y se acepta como representante de esa época, a tal período le correspondería una concentración media del orden de 285 p.p.m.v., frente a los 355 p.p.m.v. en 1992 (IPCC, 1994).

1.2. EL EFECTO INVERNADERO.

1.2.1. Mecanismo radiativo:

La principal energía que impulsa el sistema climático terrestre es la radiación solar. Solamente una parte de la radiación solar anual recibida extra-atmósfericamente llega a la superficie de la Tierra. La dispersión, reflexión y absorción producida por los componentes atmosféricos (vapor de agua, gases y aerosoles en suspensión) amortiguan parte sustancial de la radiación solar entrante.

Desde el punto de vista del balance global anual, Schneider (1987) establece, entre otros, que del orden de un tercio de la radiación solar incidente se refleja hacia el espacio. El 70 % restante se absorbe principalmente por la tierra, los océanos, las masas de hielos y la biota, y una pequeña proporción por la atmósfera. Para equilibrar esta entrada de radiación solar (onda corta), la superficie de la Tierra emite de nuevo al espacio radiación infrarroja (onda larga). La mayor parte de esta radiación se intercepta y absorbe por los componentes atmosféricos: este es el efecto invernadero natural, por el que la Tierra es más cálida de lo que sería sin retención de la radiación de onda larga.

Diversos factores naturales pueden modificar el equilibrio entre la energía absorbida por la Tierra y la emitida por ella en forma de radiación de onda larga en el infrarrojo, originando el denominado "forzamiento radiativo".

Por tanto, se entiende por forzamiento radiativo (FR) al efecto por el que se altera positiva o negativamente el balance de energía en el sistema Tierra-Atmósfera. Según las causas, puede ser natural o inducido; al primero de ellos pertenecen, por ejemplo, las variaciones cíclicas de la energía del Sol (ciclos de Milankovitch), o el incremento de aerosoles procedentes de erupciones volcánicas; en el segundo se consideran las acciones antrópicas, generalmente por emisión de gases.

Corrientemente se acepta que, a partir de determinados niveles de concentración de CO₂ atmosférico, se saturan las bandas de absorción de CO₂ y el progresivo enriquecimiento en CO₂ no incrementará el efecto invernadero. Esto no es completamente cierto ya que si bien el CO₂ produce la mayor absorción del infrarrojo a la longitud de onda de 15 μm, las bandas de absorción causantes del efecto invernadero para el CO₂ están entre las longitudes de onda 14-18 μm: cuando se satura la absorción a 15 μm, incrementos del CO₂ causan pequeños cambios en el FR porque, en efecto, la absorción está ahí casi saturada, pero todavía hay considerable capacidad para aumentar la absorción a longitudes de onda algo mayores o menores de 15 μm, y por tanto para incrementar el efecto invernadero.

1.2.2. Gases con efecto invernadero (GEI):

Son los que producen un FR positivo. Dicho de otra forma, son aquellos que muestran relativa transparencia a las radiaciones de onda corta (luz solar), pero aprisionan de modo eficaz el calor al absorber la radiación infrarroja de mayor longitud de onda emitida por la Tierra.

Actualmente se conoce bien la capacidad de la atmósfera para retener calor. Como cuerpo celeste, la Tierra irradia energía a longitudes de onda e intensidades típicas de un cuerpo de -18° C.

Sin embargo, la temperatura promedio global es 33° C más elevada: se atrapa energía calorífica entre la superficie terrestre y el nivel medio, en la parte alta de la atmósfera.

TABLA 1.1: CARACTERES COMPOSICIONALES DE LA ATMOSFERA SECA

(Según datos aportados por diversos autores)

| Componentes | Concentración (% en volumen) | Contribución al forzamiento radiativo (W/m ²) | Rango de concentración observada: | | Vida en la atmósfera (años) | Solubilidad en agua ^c (g/100cc) |
|---------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|------|-----------------------------------|--|
| | | | Preindustrial | 1992 | | |
| Nitrógeno | 78.084 | 0 | | | | 2.3 ^g |
| Oxígeno | 20.946 | 0 | | | | 3.16 ²⁵ |
| Argón | 0.934 | | | | | 5.6 ⁰ |
| Dióxido de C | 0.034 | 1.56 | 280 | 356 | 50-200 | 0.145 ²⁵ |
| Neón | 0.00182 | | | | | 1.47 ²⁰ |
| Helio | 0.000524 | | | | | 0.94 ²⁵ |
| Metano | 0.00015 | 0.5 | 0.7 | 1.7 | 12-17 | |
| Kriptón | 0.000114 | | | | | 6.0 ²⁵ |
| Hidrógeno | 0.00005 | | | | | 1.91 ⁵ |
| Ozono | 0.0002 | 0.2-0.6 | | | | 49.0 ⁰ |
| Oxido Nitroso | 0.03 | 0.1 | 288 | 310 | 150 | 130.0 ⁰ |
| CFC-11 | | 0.3 | 0 | 280 | 65 | |
| CFC-12 | | 0.3 | 0 | 503 | 102 | |
| Tetrafl. de C | | 0.3 | 0 | 70 | 50000 | |

La atmósfera seca está compuesta en el 99 % por O₂ y N₂, gases que no absorben la radiación infrarroja (Tabla 1.1). Además del vapor de agua y los aerosoles, los gases implicados en la retención de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre son principalmente: el Dióxido de Carbono (CO₂), el Metano (CH₄), Oxido Nitroso (N₂O) y los Clorofluorocarbones (CFCs)², estos últimos producidos netamente por el hombre, y pueden alterar también el equilibrio natural del Ozono estratosférico. El Monóxido de Carbono no interviene directamente en el balance de radiación atmosférica, ya que es oxidado rápidamente a Dióxido de Carbono. Procede por vía antropogénica o por oxidación del Metano.

1.2.3. Importancia radiativa de los diferentes gases:

Unos gases presentan mayor eficacia que otros en producir forzamientos radiativos positivos. Esta efectividad puede estimarse tanto de sus propiedades radiativas como de sus tendencias históricas.

De todos los GEI, el que origina mayor FR es el CO₂ (Tabla 1.1). Además es el que se produce en cualquier proceso energético de índole natural o artificial.

El tiempo de vida de los gases en la atmósfera es función de sus fuentes y sumideros: el Anhídrido Carbónico, el Oxido Nitroso y los CFCs tienen una vida superior a 50 años, es decir, cualquier variación en las emisiones implica que el subsiguiente ajuste de concentraciones en la atmósfera es lento, presenta un retardo con respecto a sus causas del orden de decenios o siglos.

El vapor de agua es un importante GEI, pero es a la vez causa y efecto: su concentración se incrementa con el calentamiento de la atmósfera, y a la vez aumentará dicho efecto. Las concentraciones regionales y estacionales son muy variables. A escala mundial no se ve afectado

² Dentro de esta denominación genérica entran gran número de especies químicas: además de los Clorofluorocarbones *s. str.*, se deben considerar los Clorofluorocarbones hidrogenados, Bromocarbones, Tetracloruro de Carbono, Metil cloroformo, Cloruro de metileno, Cloroformo, y los Perfluoruros, entre otros (IPCC, 1994).

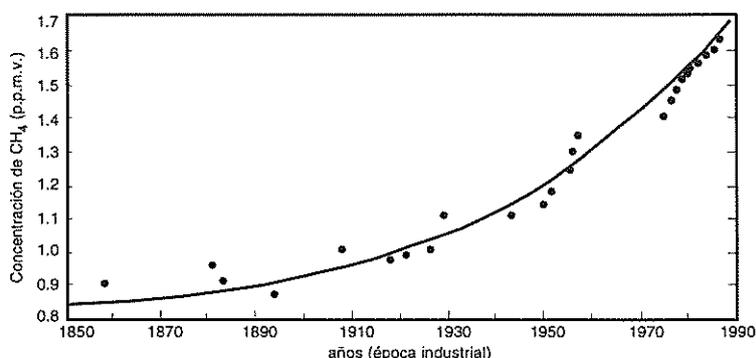


Figura 1.4: Evolución de los contenidos de Metano atmosférico (tomado de Houghton y Woodwell, 1989).

por fuentes y sumideros humanos.

La concentración de Metano atmosférico es del orden de dos órdenes de magnitud inferior a la del Dióxido de Carbono; sin embargo sus propiedades radiativas lo hacen varias veces más eficaz en la absorción del calor radiante. Su evolución en la época industrial es la de la Figura 1.4. Hansen y Lebedeff (1987) establecen, mediante un modelo radiativo-convectivo que considera realimentaciones de carácter químico, que en el calentamiento que se produjo hace 8000-10,000 años, el Metano ejerció la cuarta parte de la importancia desempeñada por el Dióxido de Carbono.

Para los actuales niveles de concentración de CO_2 , la relación entre cambio de concentración y FR es fuertemente no lineal. Otros GEI, cuyas concentraciones atmosféricas son mucho más pequeñas, presentan relación lineal. Esto puede explicar parcialmente porqué cambios de concentración en gases como los CFCs en la atmósfera actual, tienen mayor efecto en el FR, molécula a molécula, que el CO_2 . El cálculo de los efectos radiativos del CO_2 , incluye explícitamente el solapamiento con el vapor de agua y las nubes.

La contribución de los diversos gases al aumento total del FR para el decenio de 1980 (IPCC, 1990) se da en la Tabla 1.2, junto con otras características adicionales. La absorción radiativa potencial se indica comparativamente en relación al CO_2 .

| TABLA 1.2: GASES Y FORZAMIENTO RADIATIVO. | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Gas | Contribución al FR (%) | Absorción Radiativa pot. | Procedencia biótica (%) |
| Dióxido de C | 55 | 1 | 30 |
| CFCs | 17 | >10,000 | antropico |
| Metano | 15 | 32 | 70 |
| Oxido Nitroso | 6 | 150 | 90 |
| Otros CFCs | 7 | - | - |

Finalmente, las variaciones climáticas del Pleistoceno mantienen estrecha relación con el CO_2 y el CH_4 atmosféricos, aunque se desconocen sus pormenores. La Figura 1.4 muestra que la evolución del metano en la época industrial es parecida a la del Dióxido de Carbono.

Estas razones parecen evidenciar que el más importante GEI es el Dióxido de Carbono.

1.2.4. Acoplamiento entre Dióxido de Carbono-Temperatura:

El registro continuo de hielo de la estación antártica de Vostok, se ha interpretado en términos de

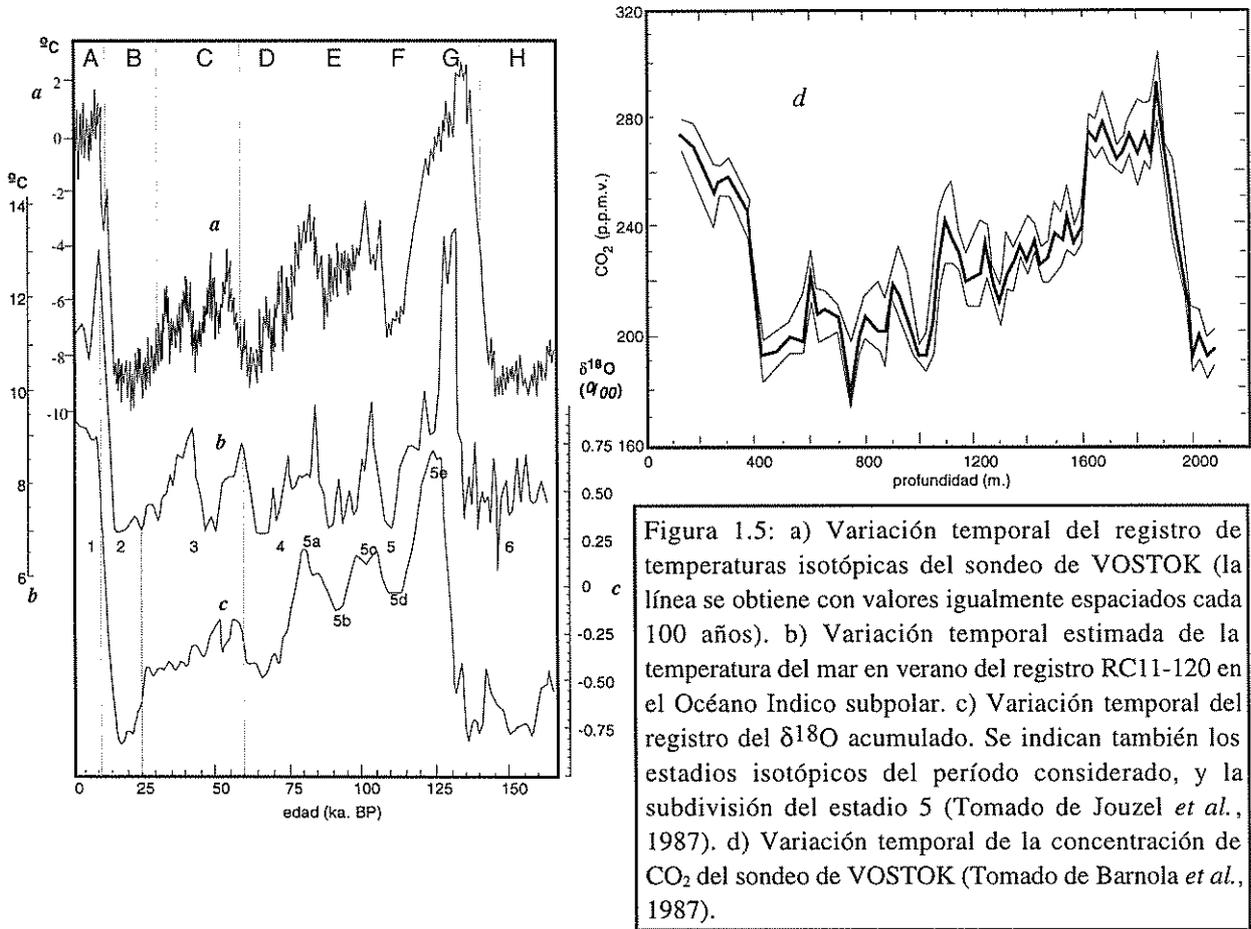


Figura 1.5: a) Variación temporal del registro de temperaturas isotópicas del sondeo de VOSTOK (la línea se obtiene con valores igualmente espaciados cada 100 años). b) Variación temporal estimada de la temperatura del mar en verano del registro RC11-120 en el Océano Indico subpolar. c) Variación temporal del registro del $\delta^{18}\text{O}$ acumulado. Se indican también los estadios isotópicos del período considerado, y la subdivisión del estadio 5 (Tomado de Jouzel *et al.*, 1987). d) Variación temporal de la concentración de CO_2 del sondeo de VOSTOK (Tomado de Barnola *et al.*, 1987).

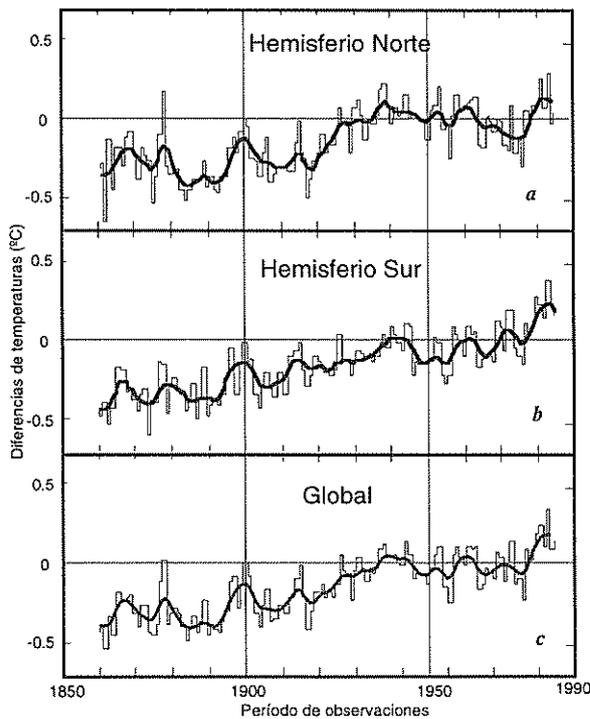


Figura 1.6: Variación de la temperatura anual media desde 1861, según datos que representan dominios marinos (tomado de Jones, Wigley y Wright, 1986).

cambios atmosféricos del último ciclo glacial-interglacial (Figura 1.5). Jouzel *et al.* (1987) indican que las variaciones de las razones isotópicas del Oxígeno ponen de manifiesto fluctuaciones térmicas en el pasado de hasta 10° C; estas fluctuaciones coinciden notablemente con las variaciones en la concentración de CO₂: a mayor temperatura mayor concentración de CO₂, y viceversa (cfr. Figura 1.5 d). Esta correlación no aclara si la causa de las oscilaciones térmicas eran debidas a cambios de la composición atmosférica o al revés. Idénticas conclusiones se extraen para el Metano, aunque con niveles de concentración inferiores.

Los datos instrumentales más antiguos y fiables (mediados del siglo XIX) sólo aportan registros de temperatura (Figura 1.6). Hansen y Lebedeff (1987) analizaron los datos de la temperatura del aire en superficie de las estaciones meteorológicas disponibles en el período 1880-1985; Jones y Wigley (1990) estudiaron también los cambios globales de temperatura combinando medidas de la temperatura del aire de estaciones meteorológicas con las del aire en la superficie del mar y las temperaturas del agua del mar en superficie. La comparación de los resultados de ambos métodos coincide en los valores medios hemisféricos y globales. Su evolución sugiere que la Tierra se está calentando: Jones y Wigley concluyen que el clima mundial, aunque resulta muy variable según períodos de diez años, e incluso menores, se ha hecho generalmente más cálido durante los últimos cien años. Hasta comienzos del siglo XX no se observa un claro ascenso de las temperaturas, que se detiene aproximadamente entre 1940 y 1970, con estabilización en las tendencias; desde entonces hasta la actualidad se reanudaron los incrementos. Hansen y Lebedeff determinan que el calentamiento global es de unos 0.5-0.7° C en el siglo pasado, similar al de ambos Hemisferios.

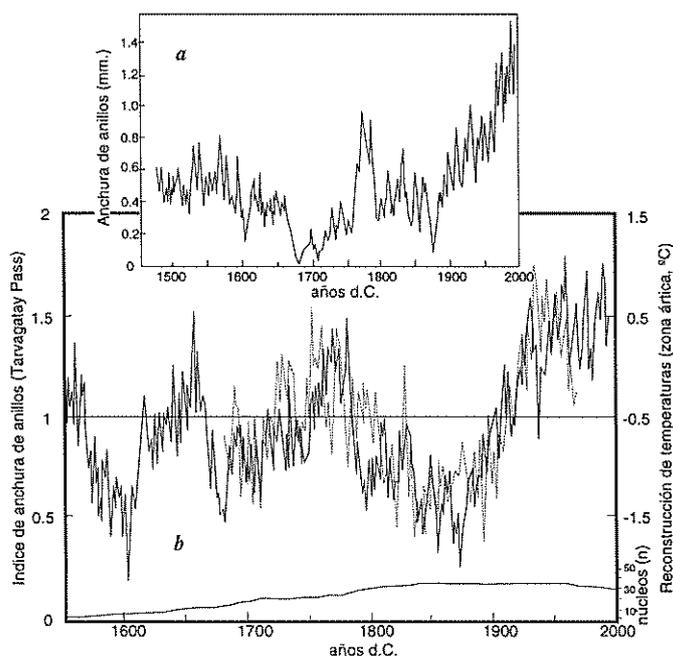


Figura 1.7: a) Medidas brutas de anchura de anillos de un *Pinus Sibirica* de Tarvagatay. b) Evolución temporal del índice de anchura de anillos de árboles: valores por encima/debajo de la línea media indican anillos más/menos anchos y temperaturas más/menos cálidas. Se recoge también el tamaño de la muestra utilizada (nº de núcleos), y la comparación con la temperatura anual Artica reconstruída (tomado de Jacoby *et al.*, 1996).

A pesar de la estrecha relación entre los registros históricos del Dióxido de Carbono y de la temperatura, se observa que las propiedades radiativas de aquél deberían inducir variaciones térmicas de 5 a 14 veces inferiores. Esto parece indicar que, además de cambios de concentración de los GEL, existen mecanismos de realimentación positiva que refuerzan estas señales; entre otros podrían citarse los originados por los hielos (polares y alpinos), las nubes y el vapor de agua. Cabe apuntar que, aunque hay notable paralelismo en la evolución de ambos parámetros, especialmente en los períodos de deshielo, el Dióxido de Carbono presenta cierto desfase con respecto a la Temperatura en los períodos de enfriamiento.

Jacoby *et al.* (1996) investigaron las variaciones de la temperatura para períodos de tiempo más largos (mediados del siglo XVI hasta la actualidad). Analizaron, para ello, la evolución de anillos de *Pinus Sibirica*

de la región central euroasiática, para un registro cronológico de 450 años (Figura 1.7); la comparación con los registros instrumentales de temperaturas indica que la anchura de los anillos de estos árboles son sensibles a las variaciones térmicas anuales, que las oscilaciones se producen en espacios de tiempo del orden de la década, y que el calentamiento detectado a partir de 1850 parece anómalo en la evolución de las temperaturas para el período considerado.

1.2.5. El ascenso térmico: posibles expectativas:

La investigación de tendencias mediante modelos de las variables climáticas, parecen sugerir que el actual ritmo de acumulación de GEI en la atmósfera podría originar en el futuro un cambio climático global, consistente en un calentamiento de la Tierra. Las incertidumbres de los modelos requieren algunos años más de trabajo en esta línea para separar las señales de cambio inducido exclusivamente por el hombre, de la variabilidad natural del clima en las diversas tendencias climáticas mundiales.

El Segundo Informe de Evaluación de 1995 (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC) establecido por la OMM y el PNUMA) ha adoptado por primera vez un consenso general sobre una influencia humana en el clima mundial, discernible de la variabilidad climática natural. Aunque aún se debate la magnitud efectiva del calentamiento potencial debido a los GEI, los modelos climáticos basados en una situación de doble concentración de CO₂ y aerosoles proyectan para finales del próximo siglo un aumento de entre 1 y 3.5° C. Las observaciones instrumentales indican un incremento general en la temperatura media mundial de 0.3 a 0.6° C desde fines del siglo XIX, si bien este calentamiento no ha sido geográficamente uniforme, e incluso algunas regiones se han enfriado. Esta conclusión se contrasta también, desde finales del siglo XIX, por el retroceso experimentado por la mayoría de los glaciares de montaña, y por el ascenso del nivel del mar, estimado para el mismo período entre 1 y 2 mm cada año.

1.2.6. Consecuencias del Calentamiento Global:

Los fenómenos que se enumeran a continuación constituyen preocupaciones derivadas de un ascenso térmico generalizado. Su intensidad depende de que los acontecimientos se decanten por alguna de las tendencias previstas por los Modelos de Circulación General (MCG); a esta inseguridad se añade que los MCG presentan limitaciones, y que las predicciones de carácter particular pueden ser poco coherentes.

1 Es previsible un aumento del nivel del mar, debido principalmente a la expansión térmica de los océanos y a la fusión de algunos hielos terrestres que conducirían a:

- Inundación de áreas costeras
- Salinización de tierras y acuíferos

2 Los ecosistemas se verán modificados; unas especies se beneficiarán en detrimento de otras:

- Retirada de bosques
- Reducción de biodiversidad
- Biodegradación de la Materia Orgánica
- Mayor actividad fotosintética
- Mayor período de crecimiento
- Reducción de la transpiración

3 Radicalización de fenómenos climáticos asociados (sequías, inundaciones, huracanes); en consecuencia darían lugar a:

- Incremento de incendios
- Disminución de recursos hídricos
- Mayor evaporación
- Degradación de la calidad del agua
- Descenso de cosechas

Independientemente de incertidumbres sobre plazos, localización, intensidades, etc., las secuelas del calentamiento global son tan graves que motiva sobradamente a profundizar en el estudio de los fenómenos implicados.

En resumen, a partir de la época de desarrollo industrial las concentraciones atmosféricas de muchos de los GEI sufren enorme incremento. Estos gases comprenden los CFCs, de neta procedencia antrópica, que también pueden destruir el equilibrio natural del Ozono estratosférico.

Pero sobre todos, el más importantes GEI es el CO₂, cuya concentración en la atmósfera ha aumentado de 285 p.p.m.v. a 355 p.p.m.v. en 1992, como ya se ha indicado.

Igualmente se han observado aumentos significativos en la concentración de otros GEI (Metano, Oxido nitroso y Ozono troposférico) desde la época preindustrial. Tales incrementos se relacionan con el crecimiento de la población mundial, y con hábitos de vida incorporados especialmente en las sociedades desarrolladas, que demandan consumos progresivos de energía, alimentos, agua, y otras necesidades básicas.

1.3. CICLO GEOQUIMICO DEL CARBONO.

En el ciclo geoquímico del Carbono se establece la transferencia del Carbono entre diversos sedimentos de la superficie terrestre y la atmósfera, biosfera y océanos. La conexión entre ellos se realiza a través del Dióxido de Carbono almacenado como tal en la atmósfera (0.034 % en volumen), o disuelto en el agua: es el elemento más importante de la biosfera, al servir de soporte de la existencia y desarrollo de la vida.

En dicho ciclo geoquímico, la tasa de meteorización química de las rocas es un valor básico para establecer los insumos de CO₂. Esta meteorización depende, entre otros factores, de la cantidad de roca expuesta a la edafogénesis.

La meteorización geoquímica (Tabla 1.3) descompone los diferentes constituyentes de las rocas.

| TABLA 1.3: REACCIONES ESQUEMATICAS DEL PROCESO DE METEORIZACION GEOQUIMICA DE LAS ROCAS. | |
|---|---|
| (Tomado de Berner y Lasaga, 1989) | |
| Meteorización de Rocas Carbonatadas: | $CO_2 + H_2O + CaCO_3 = Ca^{++} + 2HCO_3^-$ (a) |
| Meteorización de Rocas Silicatadas: | $2CO_2 + H_2O + CaSiO_3 = Ca^{++} + 2HCO_3^- + SiO_2$ (b) |
| Deposición de carbonatos en el Océano: | $2HCO_3^- + Ca^{++} = CaCO_3 + H_2O + CO_2$ (c) |
| Meteorización de silicatos + Deposición de carbonatos (b+c): | $CO_2 + CaSiO_3 = CaCO_3 + SiO_2$ (d) |
| Descomposición metamórfica/magmática de carbonatos: | $CaCO_3 + SiO_2 = CaSiO_3 + CO_2$ (e) |

Así, la Materia Orgánica sedimentaria (kerógeno) se oxida para producir CO_2 que se incorpora a la atmósfera de forma lenta y natural. La Calcita y la Dolomita se disuelven en presencia del ácido carbónico diluido en las aguas, y proporcionan iones de Ca y Mg y dos iones Bicarbonato, uno procedente de la roca y otro del ácido disuelto (Tabla 1.3, equilibrio a); este ácido carbónico se origina por la disolución del gas carbónico desprendido en la respiración de los suelos (descomposición de la Materia Orgánica y emisión producida por la actividad de organismos vivos). Aunque la concentración de Dióxido de Carbono en la atmósfera del suelo es varias veces superior al del aire, sin embargo, en el fondo, la fuente de ácido carbónico es el Dióxido de Carbono atmosférico, incorporado a la Materia Orgánica a través de la fotosíntesis.

Los silicatos también aportan iones bicarbonato bajo la acción meteorizante del ácido carbónico (equilibrio b); la ausencia de Carbono en estos minerales implica que todo el Carbono de los iones Bicarbonato proceden del ácido carbónico; la combinación de los iones Bicarbonato y Calcio en otros ámbitos origina Carbonato cálcico. En el conjunto de estas reacciones se ve que sólo la mitad del CO_2 tomado de la atmósfera en el proceso global de degradación de los silicatos, implica un sumidero del mismo. Si el proceso de meteorización de silicatos se realizase sin contrapartidas positivas, se habría agotado todo el Dióxido de Carbono en un período comprendido entre 10 y 300×10^3 años (Berner y Lasaga, 1989). Hay otros mecanismos de retorno del CO_2 a la atmósfera que evitan su paulatino secuestro en los sedimentos: son aquellos aportes originados en áreas tectónicamente activas (equilibrio e).

Fisher (1984) y Berner y Lasaga (1989) coinciden en señalar que el principal factor que incide en la concentración de CO_2 en el aire es la tasa de liberación según la actividad tectónica (subducción de la corteza oceánica), seguido por el enterramiento *s. str.* de la Materia Orgánica.

La Tabla 1.4 resume los valores de Carbono presente en la Tierra. Contrastan los grandes

| | Masa de Carbono ($\times 10^3$ GT) |
|--|-------------------------------------|
| En la Calcita de Rocas Sedimentarias | 35000 |
| En la Dolomita de Rocas Sedimentarias | 25000 |
| En la Materia Orgánica de Rocas Sedimentarias (Kerógeno) | 15000 |
| Carbonato y Bicarbonato disuelto en los Océanos | 42 |
| Combustibles fósiles recuperables | 4 |
| Carbono superficial (humus, caliches) | 3 |
| Dióxido de Carbono atmosférico | 0.72 |
| Biosfera (animales, plantas) | 0.56 |

contenidos de Carbono en los carbonatos de las Rocas Sedimentarias, frente a otros valores que podrían parecer despreciables. Realmente las grandes cifras representan el Carbono almacenado en el transcurso de los tiempos geológicos, y las pequeñas son las que gobiernan la dinámica del almacenamiento (parte activa del ciclo).

La Tabla 1.5 expresa, en términos de balance global, los órdenes de magnitud de los flujos a la atmósfera de los principales agentes. La comparación de estas cifras entre diversos autores indican que atienden a la realidad de los datos disponibles: las discrepancias se deben bien a la comparación de datos con actualización diferente, bien a la inseguridad en algunas áreas de información. Bowman (1990) ofrece un análisis crítico en este sentido, y señala que se completarán las lagunas existentes en un plazo de 15-20 años. De hecho, algunos autores que

TABLA 1.5: FLUJOS ANUALES DE CARBONO A LA ATMOSFERA.

(basado en Houghton y Woodwell, 1989)

| | GT |
|--|-------|
| Respiración de las plantas | 50 |
| Respiración del suelo | 50 |
| Combustibles fósiles | 5 |
| Deforestación | 2 |
| Emisión por procesos físico-químicos marinos | 100 |
| Absorción físico-química de los mares | - 104 |
| Fotosíntesis de las plantas | - 100 |
| Incremento atmosférico anual | 3 |

estudian el ciclo Global del Carbono (Siegenthaler *et al.*, 1993) señalan que los Océanos son un sumidero muy significativo del Dióxido de Carbono antrópico, pero que aún hay un sumidero perdido que podría estar localizado en la biosfera terrestre.

Interesa observar que, a pesar de ser la superficie del mar 3/4 de la superficie del globo, el flujo de la fotosíntesis de las plantas es del mismo orden de magnitud que la

difusión en ambiente oceánico. Del mismo modo se comprueba que valores tan pequeños como los debidos a las actividades antrópicas, pueden causar desequilibrios como los actualmente observados. Debido a que el desequilibrio apunta aún valores reducidos, discriminar en la actualidad tendencias puede estar sujeto a incertidumbres originadas por ruidos de la señal. Es decir, interesa tanto poner fin a las omisiones como afinar valores mediante filtros adecuados, especialmente en aquellos datos sujetos a discrepancia. Flujos tales como la absorción por meteorización no son tenidos en cuenta porque son de magnitud difícilmente valorable para un balance anual; pero podrían ser significativos en relación al incremento anual atmosférico.

1.4. LOS SUELOS Y EL CICLO GEOQUIMICO DEL CARBONO.

Como se comprueba en las Tablas 1.4 y 1.5, el Carbono de los suelos representa uno de los almacenes importantes del ciclo geoquímico del Carbono y produce considerables flujos anuales. Este Carbono se presenta principalmente como Carbono Orgánico y como Carbonatos.

El primero procede de la Materia Orgánica aportada por restos procedentes de plantas y animales, y por la biomasa de la flora, fauna, microflora y microfauna habitante del suelo. Incluye materiales frescos (ramillas, hojas caídas recientemente, etc.), materiales en menor o mayor grado de descomposición (cadáveres, deyecciones, metabolitos, etc.), y materiales transformados por el proceso de humificación (humus). Ya que las entradas de Materia Orgánica se realiza a partir de la superficie del suelo, el reparto de concentraciones tiende a disminuir con la profundidad (modelo exponencial). Woodwell *et al.* (1978) establecen que, de modo global, la cantidad de Carbono presente en la capa de restos vegetales (litter) y en la Materia Orgánica del suelo representa dos o tres veces la cantidad de Carbono existente en la vegetación viva. Goudriaan (1990) desglosa los contenidos en Materia Orgánica (Carbono Orgánico) de los diferentes componentes incluidos en los principales ecosistemas terrestres (Figura 1.8), y establece que, comparativamente, los contenidos en Materia Orgánica (Carbono Orgánico) en el suelo son muy superiores a los valores determinados en la biomasa. Corresponden a los ecosistemas templados las mayores tasas.

El Carbono Inorgánico se encuentra como carbonatos, originados por herencia, transformación y neoformación. La progresiva acumulación de carbonatos secundarios en el suelo origina horizontes cálcicos y petrocálcicos (caliches ó costras), según el grado de progresiva cementación. El Carbonato Cálcico aparece como partículas o revestimientos, sobre o entre otros elementos, o como pedúnculos de neto carácter secundario en la base de elementos groseros. También puede estar involucrado en el reemplazamiento por meteorización de minerales silicatados, como los feldspatos cálcicos. La progresiva precipitación de carbonatos en el suelo puede originar capas

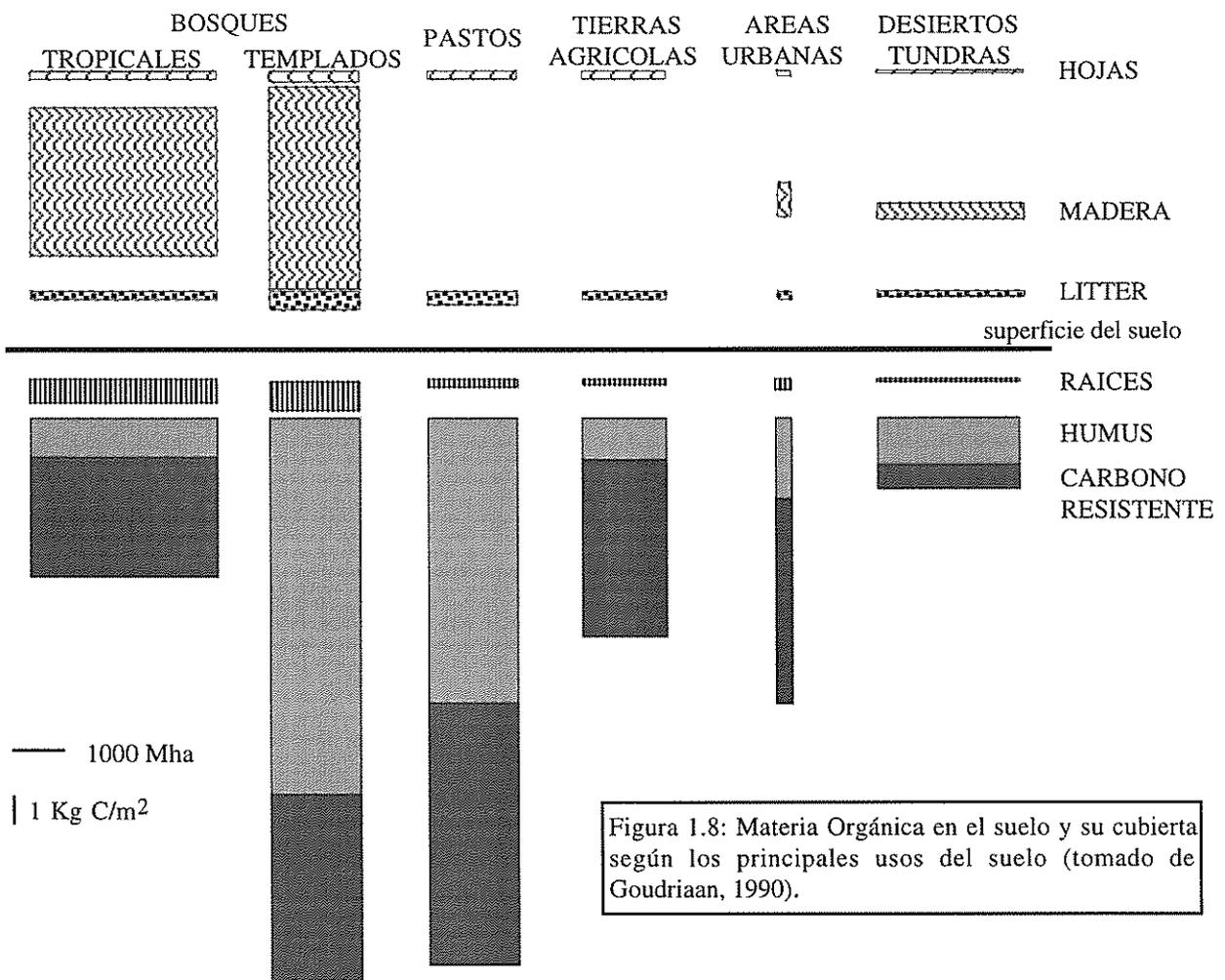


Figura 1.8: Materia Orgánica en el suelo y su cubierta según los principales usos del suelo (tomado de Goudriaan, 1990).

que impidan el movimiento vertical del agua: la precipitación de carbonatos cierra los poros y fuerza el desplazamiento lateral del agua.

El transporte de carbonatos en suelos es un proceso claro; Arkley (1963) relaciona la profundidad del Carbonato removido con la evapotranspiración, al comprobar que lluvias y temperaturas frías son más eficientes en el desplazamiento de carbonatos que las producidas en lugares cálidos. Esto ha servido para crear modelos de desarrollo paleoedáfico.

Se han realizado diversas evaluaciones globales de ambas formas de Carbono en el suelo. La Tabla 1.6 señala que los principales esfuerzos se han dirigido a evaluar el Carbono Orgánico, sin que otros valores contrasten el único valor disponible para el Carbono Inorgánico. Los valores del Carbono Orgánico denotan ausencia de acuerdo hasta la fecha (cfr. Sundquist, 1985); las dificultades que presenta la estimación del Carbono Inorgánico hace sospechar que, en el futuro, siga la misma suerte.

No se comentan aquí otros aspectos de interés relativos al Carbono Orgánico e Inorgánico del suelo, en beneficio de la brevedad.

| TABLA 1.6 : EVALUACIONES GLOBALES DEL CARBONO CONTENIDO EN EL SUELO, SEGUN AUTORES. | | | | | | | | | |
|---|-------|------------|------|----------------------------|------------|--------------------------------|--|--|--|
| Autor | Año | C.I. C.O. | | C (GT) Total Atms. (cm) | Prof. (cm) | Base física | Observaciones | | |
| | | Suelo (Gt) | | | | | | | |
| Bolin, B. | 1970 | | 700 | | | Tipos de vegetación | en Sundquist (1985), Bowman (1989) | | |
| Keeling, C.D. | 1973 | | 1050 | | | | en Sundquist (1985) | | |
| Bazilevich, N.I. | 1974 | | 1392 | 100 | | | en Post et al.(1982), Sundquist(1985) | | |
| Bohn, H.L. | 1976 | | 2946 | 100 | | Suelos/continentes | D.a.=1.2 a 0.25; cons. | | |
| Baes, C.F. et al. | 1976 | | 1080 | | | | en Sundquist (1985) | | |
| Schlesinger, W.H. | 1977 | | 1456 | | | Tipos de vegetación | en Schlesinger (1982) | | |
| Ajtay, G.L. et al. | 1979 | | 2070 | | | Regiones geográficas (suelos) | en Post et al.(1982), Bowman (1989) | | |
| Ajtay, G.L. et al. | 1979 | | 1636 | 100 | | Ecosistemas | en Post et al.(1982), Bowman (1989) | | |
| Bolin, B. et al. | 1979 | | 1672 | | | Tipos de vegetación | en Sundquist (1985), Bowman (1989) | | |
| Bohn, H.L. | 1982 | | 2200 | 100 | | Suelos/continentes | D.a.org. = 0.1; conservador | | |
| Schlesinger, W.H. | 1982 | 780 | 1456 | 2236 | 125 | Eco.veg. Whitaker y Likens | D.a.con Saran; Inv. C.O.eco.veg.=C.O.suelos; cons. | | |
| Post, W.M., et al. | 1982 | | 1395 | | 100 | Biozonas de Holdridge | Algunas d.a.por regresión; 2700 perf.; no in.t.cul.ni a.húm. | | |
| Post, W.M. | 1982 | | 1484 | | | | en Sundquist (1985) | | |
| Revelle, R. | 1982 | | 1121 | 700 | | | No genera datos nuevos | | |
| Schlesinger, W.H. | 1984 | | 1515 | | | Ecosistemas | en Sundquist (1985) | | |
| Buringh, P. | 1984 | | 1477 | | | Tipos de suelos-usos tierras | en Sundquist (1985), Bowman (1989) | | |
| Zinke, P.J., et al. | 1984 | | 1309 | | | Biozonas de Holdridge | en Sundquist (1985) | | |
| Zinke, P.J., et al. | 1984 | | 1728 | | | Bandas latitudinales (cada 1°) | en Sundquist (1985) | | |
| Sundquist, E.T. | 1985 | | 1131 | 615 | | | No genera datos nuevos | | |
| Berner, R.A., Lasaga, A.C. | 1989 | | 3000 | 720 | | | No genera datos nuevos | | |
| Houghton, R.A., Woodwell, G.M. | 1989 | | 1500 | 735 | | | No genera datos nuevos | | |
| Bowman, A.F. | 1989 | | 1700 | | 100 | Tipos de suelos | No considera histosoles | | |
| Prentice, K.C., Fung, I.Y. | 1990 | | 1313 | | | 14 tipos de veg.de la UNESCO | Reelaboración a partir datos de Ajtay et al. y Schlesinger | | |
| Prentice, K.C., Fung, I.Y. | 1990 | | 1143 | | | 14 tipos de veg.de la UNESCO | Reelaboración a partir datos de Post et al. | | |
| Post, W.M., et al., & Kern, J. | 90/91 | | 1500 | 750 | | | en Eswaran et al. (1993) | | |
| Eswaran, H., et al. | 1993 | | 1576 | 100 | | Tipos de suelos | 15,000 perf. en USA y 1000 países; define algunas dificultades | | |

Abreviaturas: Atms. = Atmosférico; Cons. = Conservador; D.a. = Densidad aparente; D.a.s.org. = Densidad aparente de suelos orgánicos; Eco.veg. = Ecosistemas vegetales
Inv. C.O.eco.veg. = Inventario de Carbono Orgánico de ecosistemas vegetales; No in.t.cul.ni a.húm. = No incluye tierras de cultivo ni áreas húmedas

1.5. FENOMENOS DE RETROALIMENTACION POSITIVOS.

Sabemos por los datos paleoclimáticos de los sondeos en hielo realizados hasta la fecha, que hay un retardo entre incremento de GEI y cambio climático, y también sabemos que el clima cambiará en las próximas décadas ó siglos.

El planeta ya está sometido a sequías regionales, tormentas, escasez de aportes hídricos, interrupción de recursos pesqueros y extinción de muchas especies de animales y plantas, así como a cambios de calentamiento global, procesos erosivos y rupturas de equilibrio de ecosistemas naturales. Pero las predicciones de calentamiento global no toman en cuenta las reacciones e interacciones entre las tierras del planeta, las masas oceánicas y los hielos en respuesta al posiblemente ya iniciado incremento de las temperaturas.

En la II Conferencia Mundial del Clima en Génova (en Sinclair, 1991), el IPCC llamó la atención de modo particular sobre los procesos de retroalimentación. Con ellos, el efecto invernadero estalla en un conjunto de reacciones que exacerban el propio fenómeno. Comúnmente incrementan las concentraciones de GEI en el aire, realzando, en muchos casos, el mayor calentamiento global que las predicciones habían indicado.

Surge el problema de incluir las reacciones de retroalimentación en los modelos de futuros climas, ya que estos procesos no se comportan según caminos suficientemente predecibles para dar resultados fiables. Es imposible cuantificar los efectos de la retroalimentación cuando todos se alimentan unos a otros. Igualmente, cuando las respuestas de las comunidades de plantas, masas terrestres, océanos y hielos comienzan a alimentarse unas a otras, la incertidumbre de cada efecto individual se magnifica por los demás. Por ello es imposible emitir predicciones fiables de su efecto en el sistema climático. Lo que se puede predecir es, no obstante, que su interacción es sinérgica, es decir, su efecto combinado será mucho mayor que la suma de los efectos individuales, tomados separadamente.

En suma, ninguno de los cálculos de las concentraciones de los GEI y el probable calentamiento en los próximos siglos tienen en cuenta las retroalimentaciones que provendrán de la biosfera, las plantas del planeta y en particular las comunidades microbianas, al subir la temperatura y cambiar el clima. Estas reacciones biosféricas sólo se han reconocido ahora, y pasarán varios años hasta que se comprendan bien y se introduzcan en los modelos.

Casi todos los procesos de retroalimentación identificados antes prometen incrementar de modo alarmante las concentraciones de GEI en la atmósfera, y la generalización del calentamiento global y del cambio climático en un futuro.

Muchas de las retroalimentaciones biosféricas dependen de supuestos cambios en el ciclo del Carbono: en los procesos de almacenamiento y absorción del Carbono en las masas terrestres y océanos, y en su liberación a la atmósfera. El consenso científico es que, en el futuro, cabe esperar la liberación a la atmósfera de cantidades significativas de CO₂, y que las plantas y los microorganismos cambien su comportamiento como reacción a las temperaturas más cálidas.

Según diversos autores (cfr. Tablas 1.4, 1.6 y Figura 1.8), las grandes cifras de los compartimentos del ciclo Geoquímico del Carbono indican que las plantas y los suelos almacenan casi tres veces más Carbono que el que se encuentra en la atmósfera. Se ha estimado que los ecosistemas terrestres almacenan en torno a 2000 GT de Carbono, duplicando el almacenamiento de los suelos al de la vegetación. En consecuencia, pequeños cambios en el almacenamiento de

Carbono en los ecosistemas puede tener grandes efectos en la cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera.

Es probable que una reducción de la capacidad de almacenamiento en suelos y plantas origine cambios en las tasas de respiración de las plantas (procesos que absorben oxígeno y emiten CO₂). En un mundo más cálido, las plantas respirarán más rápidamente, y liberarán más CO₂ a la atmósfera. Cálculos groseros de científicos del IPCC sugieren que estos incrementos en las tasas de respiración pueden añadir entre uno y varios miles de millones de Tm de Carbono a la atmósfera cada año: en 1987, las emisiones de Carbono total debidos al hombre totalizaron 5.7 GT (Sinclair, 1991).

Otra reacción biosférica, potencialmente significativa, es la que resultará de la posible desaparición de los bosques que no se adapten con suficiente rapidez al incremento de temperaturas. La descomposición de estos bosques emitirá grandes cantidades de CO₂ y de CH₄.

Las mencionadas investigaciones sugieren que las áreas cubiertas por bosques boreales en el Hemisferio Norte disminuirán dramáticamente, desde un área forestal mundial total del 23 %, a algo menos del 1 %. Los bosques boreales almacenan substancialmente más Carbono en sus suelos que en los bosques caducifolios que los reemplazarán. En consecuencia, habrá un aumento adicional en la concentración de CO₂ atmosférico cuando desaparezcan.

Si las temperaturas siguen en ascenso, se emitirán mayores cantidades de CO₂ y de CH₄ desde el permafrost de la tundra de latitudes altas. Estas regiones contienen en sus suelos grandes stocks de Carbono relativamente conservado: el calentamiento acelerará su velocidad de descomposición, permitiendo liberar el Carbono almacenado hacia la atmósfera. Parte de este Carbono está atrapado en las bandas de permafrost en forma de Metano, tanto como gas, Materia Orgánica congelada, o como hidratos de Metano: su introducción en la atmósfera fomentará el calentamiento global y sus consecuencias.

En otros procesos de retroalimentación, las temperaturas cálidas en altas latitudes acelerarán la actividad de bacterias productoras de Metano, ya que se espera que en latitudes altas el calentamiento sea dos o tres veces superior a la media global (se predicen incrementos de 3° C para el año 2100). El Metano, en su formulación molecular básica, atrapa 63 veces más calor que el CO₂ para un período de 20 años (Sinclair, 1991).

El Oxido nitroso, cuyo tiempo de residencia en la atmósfera es de siglos, es un GEI aún más eficiente que el Metano. Las investigaciones del IPCC indican que en regiones donde la lluvia se incrementa con la temperatura, podemos esperar una aceleración del ciclo del Nitrógeno, y que se liberen a la atmósfera cantidades crecientes de Oxido nitroso producido por las bacterias del suelo.

Además de estas grandes respuestas de las comunidades de plantas y microbios que realzarán el calentamiento global, hay otras importantes retroalimentaciones que también entrarán en acción con el incremento de la temperatura:

En un mundo más cálido habrá más evaporación, y por tanto más vapor de agua en la atmósfera. El vapor de agua es el GEI más importante, y su aumento incrementará significativamente el calentamiento global.

También las temperaturas más cálidas reducirán sustancialmente la cubierta terrestre de nieve y hielo, originando otra gran retroalimentación. Se ha comprobado que desde 1980 ha habido una

dramática reducción de la cubierta de nieve del planeta: como la nieve y el hielo continúan su fusión, serán muy pocas las áreas de albedo blanco en la tierra que reflejen el calor del sol directamente al espacio; en cambio, habrá más áreas del planeta que sean más oscuras, y por tanto existirá mayor capacidad de absorber más calor solar e incrementar así el calentamiento global.

Asimismo se deben considerar las reacciones en el seno de los océanos: todas las que se mencionan a continuación son virtualmente capaces de incrementar el CO₂ en la atmósfera.

Debe tenerse presente, en primer lugar, que los océanos no absorberán convenientemente el CO₂ extra de la atmósfera a la misma velocidad que se emite. Si el CO₂ se incrementa un 10 %, el Océano sólo absorberá un extra del 1 %. En suma, la superficie cálida de las aguas oceánicas no absorberán mucho más CO₂ que el actual. Científicos del IPCC dicen que esto puede añadir un pequeño porcentaje en la concentración de CO₂ en la atmósfera.

Por otro lado, el incremento térmico de los Océanos aumentará la velocidad de descomposición del Carbono Orgánico disuelto, y elevará de nuevo las cantidades de CO₂ en la atmósfera.

Es más: el calentamiento global puede afectar adversamente al plancton y a los diminutos organismos marinos que juegan importante papel en la absorción del CO₂ oceánico. Al incrementarse la temperatura del mar, el plancton experimentará una reducción en su capacidad de absorber CO₂; probablemente este proceso se acentúe con la disminución del Ozono. Recientemente biólogos marinos han establecido que el incremento de las cantidades de radiación ultravioleta, causada por la disminución de la capa de Ozono, reducirá significativamente la capacidad del plancton de absorber CO₂.

La combinación del conocimiento del inevitable calentamiento y cambio climático, y de las grandes incertidumbres sobre retroalimentación, ha provocado urgentes llamadas de acción en el mundo científico. Insisten en inmediatas reducciones del 60-80 % en las emisiones de CO₂, e igualmente es esencial el corte drástico en las emisiones de otros GEI. Bajo la fuerza de sus llamadas está el temor, expresado repetidamente en la II Conferencia Mundial del Clima que, sin acción, los sistemas terrestres pueden pasar eventualmente un cierto umbral crítico más allá del cual las formas de vida no son capaces de sobrevivir. Cuál puede ser este umbral aún es desconocido, pero el consenso científico es que concentraciones de GEI algo superiores al doble del actual proporcionan un riesgo inaceptable de escalada, potencialmente incontrolable, de reacciones de retroalimentación. Con el ritmo actual de emisiones, las concentraciones actuales de estos gases se duplicarán hacia el año 2025.

Numerosos científicos aseguran que posiblemente el mayor reto que la raza humana ha tenido nunca está en las acciones que se deben realizar para acabar con esta escalada de procesos. Tolba, director ejecutivo del UNEP en 1991, ha afirmado en la citada Conferencia que nada impedirá esta catástrofe global, a no ser que cada individuo de este planeta adopte nada menos que un cambio completo de actitudes y de estilos de vida.

Primeramente se debe consensuar que las naciones industrializadas tomen medidas. De ellas arranca el problema en primer lugar; ellas son responsables de los 3/4 de todas las emisiones artificiales de CO₂; ellas disponen ya de los conocimientos tecnológicos que permitirán reducciones inmediatas y sustanciales de GEI, y pueden igualmente capacitar su desarrollo en otras naciones. Unas 20 naciones ya han anunciado planes para estabilizar o reducir sus emisiones, pero solamente una acción global, sinérgica, se anticipará a la catástrofe global. Queda por ver si las naciones industrializadas actuarán a tiempo.

1.6. FENOMENOS DE RETROALIMENTACION NEGATIVOS.

Junto a las retroalimentaciones hay algunas reacciones que pueden aminorar el calentamiento, aunque sus efectos están mezclados. Es el caso, por ejemplo, de las nubes y de los nutrientes del suelo.

Cabe esperar que el impacto que ejerce la reacción de las nubes ante el calentamiento global, sea substancial. Se piensa que la Tierra será más nubosa a temperaturas altas, y, en efecto, se ha observado en este siglo un significativo incremento de la nubosidad en el NW de Europa, Norteamérica, el subcontinente indio y Australia (Sinclair, 1991).

Si estas nubes adicionales son bajas y brillantes, reflejarán más el calor solar al espacio, y pueden reducir a la mitad la tasa de calentamiento. Si, por el contrario, las nubes que se forman en un mundo en calentamiento son altas, de tipo cirro, reflejarán menos el calor del sol, y se magnificará el calentamiento cinco o seis veces.

Otro proceso que puede reducir el incremento de CO₂ a la atmósfera es el que tendría lugar en las húmedas tundras de las latitudes altas del Hemisferio Norte. Mientras se considera inevitable que, a corto plazo, la tundra emitiera cantidades significativas de Carbono a la atmósfera, también cabe la posibilidad de que esta tasa de liberación pueda disminuir, ya que el crecimiento de la tundra estará limitada por ausencia de nutrientes. A largo plazo, el incremento de la temperatura del suelo facilitará la liberación más rápida de nutrientes a partir de la Materia Orgánica en descomposición. Esto permitirá a las plantas de la tundra usar estos nutrientes para incrementar la velocidad de fijación del Carbono en el suelo mediante la fotosíntesis, y así reducir la cantidad de Carbono liberado a la atmósfera desde estas regiones.

Las variaciones en la concentración del CO₂ mediante modelos climáticos (Walker *et al.*, 1981) parecen establecer que estas oscilaciones no son producto del mero azar, sino que fluctuaron en respuesta a determinadas variaciones experimentadas por la temperatura de superficie: cuando la temperatura subía, los niveles de CO₂ atmosférico descendieron, enfriando la superficie; cuando esta se enfriaba, se incrementaba la concentración de CO₂ atmosférico y calentaba la superficie. La existencia de este bucle de realimentación negativa, llevada al pasado, probablemente implica que la Tierra nunca estuvo en peligro de sufrir un efecto invernadero natural descontrolado. En el sistema de realimentación propuesto, el papel intermedio corresponde al ciclo geoquímico del carbonato-silicato, que da cuenta de alrededor de un 80 % del CO₂ intercambiado entre la litosfera y la atmósfera a lo largo de un período de tiempo superior a 500,000 años.

1.7. AREA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS DEL TRABAJO:

1.7.1. Introducción: Incertidumbres y dificultades en la evaluación del Carbono en suelos:

Vista la importancia del suelo como sumidero de Carbono, y el papel que llegan a desempeñar en los fenómenos de retroalimentación, así como las graves consecuencias medio-ambientales que pueden tener, se concluye que una tarea primaria a realizar sería mejorar y completar las estimaciones disponibles del contenido de Carbono en suelos.

Como se indicó en la Tabla 1.6, las estimaciones del contenido en Carbono Orgánico, dadas por diversos autores, oscilan entre rangos muy amplios. Estas variaciones pueden deberse a:

1. Las Diferentes estrategias de valoración utilizadas (base física).
2. Faltas de acuerdo en las profundidades a tener en cuenta (en muchos casos este dato no se menciona).
3. Fiabilidad de los datos básicos de partida, posiblemente muy heterogéneos en cuanto a metodología de la determinación. Se debe hacer notar, por ejemplo, que pequeños detalles en el protocolo experimental de la determinación de Carbono por oxidación en húmedo, pueden introducir gran variabilidad en los resultados finales.
4. Con frecuencia estos datos fueron obtenidos con finalidades distintas: el método de muestreo (sistemático, aleatorio, intencional,...) puede introducir evidentes errores sistemáticos en las medias de las unidades utilizadas como base física.
5. Algunos parámetros necesarios para la estimación volumétrica, tales como densidad aparente del suelo, son en su mayor parte estimados, no medidos.

En resumen, todas las estimaciones están realizadas en base a datos preexistentes, en muchos casos reciclados de unos autores a otros, y de cuya fiabilidad es muy difícil hacer un juicio exacto.

Lo indicado es, naturalmente, válido también para las estimaciones de Carbono Inorgánico, del que además hay evidente escasez de datos (una sólo valoración global disponible).

Por todo ello, se considera que es una tarea importante obtener valoraciones objetivas y de primera mano en cada uno de los ecosistemas.

1.7.2. Elección de la zona de trabajo:

En el presente estudio se valora el Carbono de un ecosistema semiárido: la elección de dicho ecosistema se basó en constituir el medio propio de desenvolvimiento habitual en nuestra región. Además, no deja de ser importante dentro de una valoración global de Carbono ya que los ecosistemas semiáridos ocupan aproximadamente 1/3 de la superficie terrestre (Bellami, 1987). Ofrece además las siguientes ventajas:

- Rasgos geomorfológicos acusados, que facilitan la identificación de unidades de diferente edad relativa (Bull, 1991).
- Su carácter transicional entre sistema húmedo y francamente árido o desértico lo hacen especialmente sensible en su respuesta a pequeños cambios climáticos (Lázaro y González-Rebollar, 1988, González-Rebollar *et al.*, 1995).
- En este ámbito son frecuentes los suelos con acumulaciones de Carbonato Cálcico secundario en horizontes profundos. Esto los hace adecuados para evaluar la velocidad del proceso de secuestro de CO₂ en formas inorgánicas. Este secuestro también se produce en

los suelos húmedos, pero el bicarbonato va a parar a las aguas freáticas (y finalmente a los océanos), y en el suelo quedan pocas huellas del mismo.

- En estas regiones las reacciones suelo-gas están menos enmascaradas por las plantas (Bohn, 1990).

Una ventaja adicional para la selección del área (concretamente la zona de Guadix-Baza) consiste en la existencia en ella de muestreos previos realizados en base a estrategias diferentes:

- i) intencional (mapas básicos convencionales de suelos)
- ii) aleatorio (procedente de una prospección de microelementos).

La evaluación de Carbono Orgánico no parecía presentar, en principio, grandes problemas salvo los ocasionados por la modalidad intencional del muestreo, que podía introducir un error sistemático en la obtención de las medias. En efecto: el perfil muestreado con fines taxonómicos se supone que comprende todas las capas u horizontes en los que la tasa de acumulación de Carbono Orgánico es significativa. Sin embargo este no es el caso para el Carbono Inorgánico: la clasificación de suelos no requiere conocer el espesor de costras endurecidas; también el enjuiciamiento de la capacidad de uso del suelo se hace a través de la profundidad de suelo enraizable, y no por el espesor de caliches. En consecuencia los perfiles por regla general, y por razones obvias de comodidad, profundizan sólo unos centímetros, o escasos decímetros, en capas duras. Por tanto, los perfiles tomados con fines taxonómicos son de poca utilidad para establecer el perfil de variación del CaCO_3 . Dicho de otra forma, el estudio del perfil se interrumpe justamente cuando empieza a ponerse interesante (desde el punto de vista que nos ocupa). Determinar la profundidad real del perfil de carbonatos exige forzosamente muestreos mucho más profundos que los disponibles en publicaciones.

La evaluación de cantidades por unidad de superficie obliga pasar los contenidos, o concentraciones, gravimétricos a volumétricos. Por ello, es necesario conocer la densidad aparente de la tierra fina en unos casos, o de la matriz de carbonato secundario en otros. Concretamente los datos de densidad aparente de costras son muy escasos.

Una dificultad adicional en el caso del Carbono Inorgánico es la distinción entre el CaCO_3 secundario o neoformado por el proceso de secuestro del CO_2 atmosférico, del heredado del material originario. En resumen, la tarea propuesta no es fácil, sobre todo en el caso del Carbonato Inorgánico.

Las aportaciones que el trabajo pretende hacer a la solución de los problemas citados se pueden concretar en los objetivos que se detallan a continuación, que atienden tanto a las necesidades de inventario como a la mejora de aspectos metodológicos.

1.7.3. Objetivos concretos de esta Memoria:

- I. Evaluación del Carbono Orgánico e Inorgánico en un ecosistema semiárido mediterráneo (globalmente y en diferentes estratos del mismo).
- II. Valorar el sesgo introducido por el muestreo intencional cuando se explotan los datos publicados con fines de inventario.
- III. Determinar la profundidad del perfil de carbonatos con objeto de establecer la profundidad de muestreo correcta.

IV. Intentar la distinción entre CaCO_3 secundario y heredado.

V. Determinación del ritmo temporal de acumulación de CO_2 en formas inorgánicas.

2. CARACTERISTICAS DEL AREA.

2. CARACTERÍSTICAS DEL AREA ESTUDIADA.

2.1. SITUACION DEL AREA DE TRABAJO.

| TABLA 2.1: LIMITES S Y W DEL AREA. | |
|------------------------------------|---------------------|
| Coordenadas Geográficas: | Coordenadas U.T.M.: |
| 37° 08' latitud Norte | 41.10 m.N. |
| 3° 13' longitud Oeste | 4.80 m.E. |

El área seleccionada corresponde al límite geográfico de la Depresión de Guadix-Baza, dentro del término administrativo de la provincia de Granada, sensiblemente coincidente con la divisoria hidrográfica del Río Guadiana Menor en su recorrido alto-medio (Figura 2.1.a).

Los bordes Occidental y Meridional son artificiosos, al quedar la divisoria natural en zona montañosa, lejos del interés propuesto, entre los límites definidos en la Tabla 2.1.

De este modo se define una superficie total próxima a 5500 Km², comprendida dentro de las hojas topográficas números 908, 909, 929, 930, 949, 950, 951, 970, 971, 972, 973, 992, 993, 994, 995, 1010, 1011, 1012, 1027 y 1028 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

2.2. GEOLOGIA.

La Depresión de Guadix-Baza es una Cuenca Intramontañosa, delimitada entre los relieves subbéticos y prebéticos, por el Norte, y los béticos por el Sur (Figura 2.1.b).

El límite Norte de la Depresión lo constituyen las Sierras Mencil, Castril, Duda, Moncayo, La Sagra, Marmolance, Bermeja y Montilla, que establecen una alineación condicionada por el accidente Crevillente-Negratín-Cádiz, de dirección NE-SW.

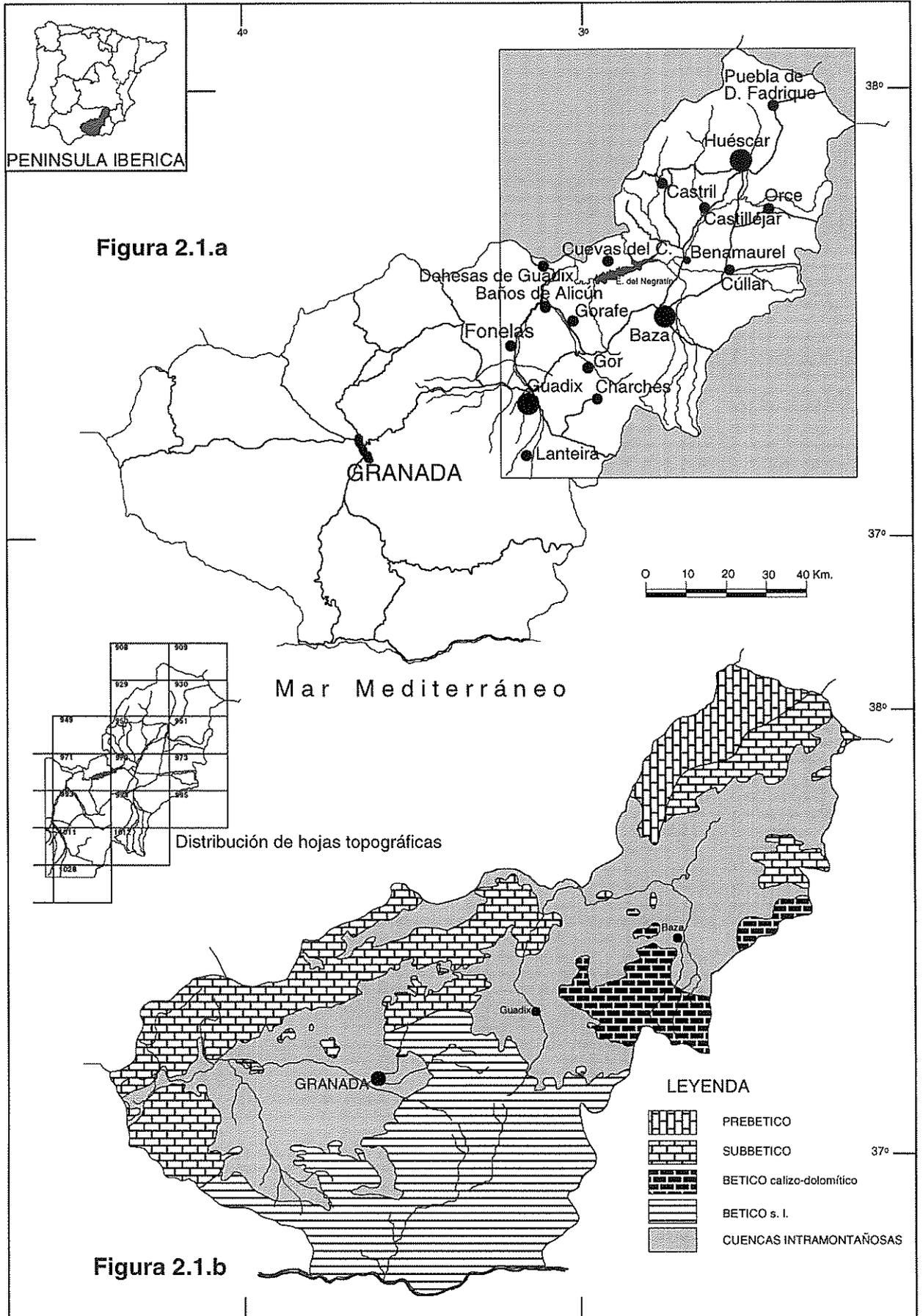
Al Sur limita con el Bético, en especial con materiales carbonatados y esquistosos nevado-filábrides, y comunica con otras depresiones menores: Valles de los Ríos Almanzora y Nacimiento, y área de Chirivel-Vélez Rubio. Este límite, formado por las Sierras Nevada, Baza-Filabres, Estancias, Orce y Zarza (estas dos últimas subbéticas), constituyen progresivamente el límite oriental. Los subbéticos de Sierra Harana, y los complejos maláguide y alpujárride comprendidos entre esta Sierra y Sierra Nevada cierran el límite occidental.

El relieve subbético del Jabalcón, al Norte de Baza ciudad, compartimenta esta Depresión en otras dos menores: al Oeste la de Guadix, y al Este la de Baza. En el límite nororiental, los Subbéticos de las Sierras de Jureña-Alcantán, y la más oriental de la Zarza, definen la subdepresión de los Llanos de Puebla.

Los materiales de la Depresión se instalan sobre el contacto de las unidades Internas y Externas, tras finalizar las principales etapas orogénicas compresivas. Sus sedimentos proceden de los relieves circundantes, según secuencias muy variables en el espacio y el tiempo, en estrecha relación con su evolución geomorfológica.

2.2.1. El Mioceno:

Vera (1968, 1970 b) estudió sistemáticamente las facies que constituyen el relleno inicial de esta cuenca, que fueron reconsideradas por Rodríguez (1982), cuya terminología se adopta.



Tres conjuntos litológicos superpuestos, de carácter predominantemente detrítico heterogéneo, forman los materiales neógenos anteriores al plegamiento post-serravalliense: Formación Alamillos, unidades Alóctonas y Formación La Peza; sobre ellos descansan en discordancia las Formaciones Morollón y Molicias. Estas unidades adquieren mejor representación en el borde SW de la Depresión de Guadix. A partir de este momento se instalan secuencias subhorizontales de carácter continental, discordantes sobre los miocenos anteriores, que comprenden desde el Mioceno terminal al Pleistoceno superior-Holoceno, representados en la mayor parte de la Depresión, de especial interés en esta Memoria.

2.2.2. El Plioceno-Pleistoceno:

Esencialmente, los trabajos de Vera (1970 a, b) y Peña (1985) consideran el conjunto de los materiales de la Depresión de Guadix-Baza. También el trabajo de Soria *et al.* (1987) reúne características válidas en el ámbito regional. Otros autores aportan precisiones, generalmente de orden cronológico.

Vera (1970 b) define, en la parte occidental de la Depresión, las Formaciones Guadix y Gorafe-Huélago, y la Formación Baza en el sector oriental, relacionadas entre sí por cambio lateral de facies. Dataciones posteriores indican la existencia de discontinuidades estratigráficas internas de alcance regional.

En el muro de la Formación Guadix se sitúa la Unidad Basal (Viseras y Fernández, 1988), o Formación brechas del Río Gor, provisionalmente del Turolense medio: es una Unidad Tectosedimentaria independiente, de distribución y potencia irregular, con características de cono de deyección.

La Formación Guadix (von Drasche, 1879) la integran materiales detríticos, frecuentemente rojizos: conglomerados, arenas y lutitas, con abundantes paleocanales; corresponde a un medio fluvial *s. l.*, ceñido a los relieves circundantes a partir del Mioceno superior (base datada del Turolense por Cuevas *et al.*, 1984) hasta el Pleistoceno superior (Casas *et al.*, 1976). Esta formación pasa lateralmente a la Formación Gorafe-Huélago (capas claras de Fallot *et al.*, 1967) compuesta por conglomerados, arcillas, margas, calizas micríticas, dolomías y yesos, de neto carácter lacustre, depositados en las proximidades de relieves subbéticos. Puede contener restos orgánicos como niveles de lignito, restos de plantas, etc.. Arribas *et al.* (1988) señalaron diversos ambientes de sedimentación carbonatada dentro de un sistema fluvio-lacustre, en función de las diferentes facies presentes. Bruijn (1974) (en Ruiz-Bustos *et al.*, 1984) ha datado los niveles lacustres más bajos como del Rusciniense.

En la Depresión de Baza predominan rocas de precipitación química: calcilutitas y yesos, en conjunto de tonalidades claras; más ocasionales son las calizas micríticas y las arcillas. La principal diferencia entre la Formación Baza y la Formación Guadix es litológica. Agustí *et al.* (1985) sitúa cronológicamente la Formación Baza entre el Rusciniense medio y el Bihariense superior, aunque este dato parece sujeto a revisión (Ruiz-Bustos, com. oral).

Vera (1970 a, b) distingue además la Formación Serón-Caniles, de naturaleza detrítica (ruditas y arenitas), similar a la Formación Guadix pero en el sector oriental. Guerra-Merchán (1990) reconsidera su existencia, y afirma el carácter marcadamente lacustre de la Formación Baza, con elevada salinidad y fuerte evaporación.

La serie finaliza con el “nivel de colmatación” (Vera, 1970 b) asociado a un glacis. El yacimiento

de la Solana del Zamborino, datado como Achelense terminal (Botella *et al.*, 1976), permitió establecer a Casas *et al.* (1976), y Martín Penela (1988) el techo de la Formación Guadix como final del Riss-Würm.

Peña (1985) clasificó también esta secuencia continental. Utiliza para ello los mismos nombres, pero bajo la denominación de Grupo (Grupo Guadix, Grupo Huélago, Grupo Baza), que, subdivididos a su vez, precisan informalmente la litoestratigrafía de la Depresión. La Tabla 2.2, extraída de este autor, da una visión global de los materiales existentes.

TABLA 2.2: GRUPOS LITOLÓGICOS DE GUADIX-BAZA (PEÑA, 1985).

(Estos materiales no están ordenados por orden cronológico; se relacionan espacialmente por cambio lateral de facies)

| Materiales del GRUPO GUADIX. | Materiales del GRUPO HUELAGO. | Materiales del GRUPO BAZA. |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Conglomerados de La Peza | Calizas de Belerda | Calizas de Cuevas del Campo |
| Conglomerados y arenas de Alcudia | Calizas de Fonelas | Evaporitas de Benamaurel |
| Arenas de Alamos Negros | Margas de Baccare | Arenas de Caniles |
| Arcillas del Negratín | | |
| Conglomerados de Pozo-Alcón | | |
| Conglomerados de Venta-Micena | | |
| Brechas del Jabalcón | | |

Trabajos anteriores de este autor hacen referencia a la “Formación Solana del Zamborino”, situada en el techo de las anteriores, en la Depresión de Guadix, pero se abandona posteriormente. La tendencia actual parece que se decanta hacia la terminología definida por Vera (cfr. Guerra-Merchán, 1990).

El sector de Orce presenta esencialmente materiales de la Formación Baza: los de la Formación Guadix sólo aparecen en los bordes, sobre el sustrato. Los afloramientos pliocenos son escasos, y los pleistocenos adquieren buen desarrollo cartográfico. Soria *et al.* (1987) establecen diferentes facies y secuencias, cuyos esquemas se adaptan al esquema general indicado para la Depresión; las facies más inferiores son similares a los materiales de las Formaciones Baza y Guadix. Definen tres miembros (inferior (1), medio (2) y superior (3)), correspondientes respectivamente al Mioceno superior, Plioceno (Rusciniense) y Pleistoceno (Bihariense) (Agustí *et al.*, 1985). El Plioceno presenta sendas discordancias a muro y techo, y el Pleistoceno está mejor representado en sus tramos inferior y medio. En él se distingue un tramo inferior arenoso amarillento, que pasa gradualmente al segundo tramo (limos y arenas finas) y, finalmente, al tercer tramo de carácter detrítico fino, que en el techo presenta facies de precipitación química, calcárea. Este nivel calcáreo del tercer tramo, de cierta representación espacial, contiene intercalaciones arcillosas con lignito y guarda restos de vertebrados en Venta Micena. Sobre él descansa el tramo conglomerático 3D (Pleistoceno superior), formado por conglomerados homométricos heterogéneos y arenas con estructuras sedimentarias, apoyado sobre diversos tramos de este miembro ó del precedente, y, en bordes de cuenca, reposa sobre materiales más detríticos (Formación Guadix), conservando la facies.

Al acabar la sedimentación de este tramo, aparece una nueva etapa erosivo-deposicional que corresponde al glacis, generalmente sobre el tramo 3D. Este glacis significaría el último evento de la cuenca antes del remodelado posterior: es el ya mencionado nivel de colmatación de Vera (1970 b)¹.

¹Soria *et al.* (1987) indican que este nivel pertenece al último episodio fluvial del relleno de la cuenca, perteneciente a la “secuencia deposicional nº 8”, con facies Gm, constituida por conglomerados; los citados autores describen que *este conglomerado está encostrado con niveles de caliches a distintas alturas y una costra de exudación que culmina la secuencia.*

Aunque esta Depresión dispone de varios yacimientos de vertebrados, el más elevado estratigráficamente (y próximo al nivel de colmatación) es el de la Solana del Zamborino, sobre el que existen numerosos estudios de detalle².

El yacimiento está en el techo de la Formación Guadix, en el labio hundido de una fractura normal. La columna estratigráfica de este área presenta, en sus 50 m superiores, un 70 % de facies finas, ordenadas a techo en una megasecuencia de energía decreciente hasta llegar al nivel de la Solana del Zamborino. Estas facies, en el lugar del yacimiento, pertenecen a las partes medio-distales de sistemas de abanicos aluviales procedentes de Sierra de Baza, con frecuente presencia de cauces trenzados y áreas de inundación.

En el esquema general del yacimiento, Casas *et al.* (1976) han descrito, de abajo hacia arriba, tres niveles fértiles (A, B, C), con restos óseos e industria lítica. El nivel D es un nivel de calizas lacustres, que soportaría los niveles E y F: este último correspondería al nivel de colmatación, sobre el que se sitúa un nivel de caliches, y los anteriores a la Formación Guadix.

Existe otro yacimiento con posible relación temporal con el de la Solana, pero en un entorno diferente: el de Cueva Horaá, situado francamente en el Pleistoceno superior y final del medio (Soria y Durán, 1988), y no llega a tener la representación temporal del yacimiento de la Carihuela. Este asentamiento antiguo se presenta bajo la forma de abrigo, sin que se puedan establecer relaciones estratigráficas con las secuencias indicadas.

2.2.3. El Holoceno:

Comprende los últimos 10,000 años. Junto con la geomorfología, la propia historia de los sucesivos asentamientos humanos constituyen el mejor modo de estudio; los métodos arqueológicos datan particularmente los eventos más antiguos.

En este espacio de tiempo, y para una cuenca con neto régimen continental, los fenómenos de tipo meteórico y erosivo deben traducirse fundamentalmente en evolución de suelos y en variaciones del trazado de la red de drenaje. Aunque existen algunas referencias en estas materias, sólo el trabajo de Wise *et al.* (1982) contempla la evolución del paisaje en este marco temporal, como se comentará más adelante.

Finalmente, Vera (1970 a, b), Peña (1985) y diversas hojas del MAGNA identifican aluviales, depósitos de pie de monte superpuestos al “nivel de colmatación”, travertinos y derrubios: son grupos litoestratigráficos poco estudiados hasta el presente, de los que se dispone de pocos datos con los que establecer mayores precisiones³.

2.3. GEOMORFOLOGIA.

La Depresión de Guadix-Baza se sitúa entre las cotas 650 m.s.n.m. (Río Guadiana Menor, en el límite con la Provincia de Jaén), y 1500 m.s.n.m. en las estribaciones de la Sierra de Baza (NW de

²Entre los autores que han trabajado la estratigrafía y la paleontología de la Solana del Zamborino, se pueden citar: Botella *et al.* (1976), Casas *et al.* (1976), Porta (1976), Martín Penela (1976), Martín Penela (1988), Ruiz-Bustos (1990), Ruiz-Bustos (1997). La arqueología fue tratada por Botella *et al.* (1976).

³Conviene resaltar aquí, por constituir “el sentir común”, lo señalado por Peña (1985) sobre *materiales aún más recientes formados por deslizamientos de ladera, terrazas fluviales y travertinos ligados a grandes fracturas: todos ellos son de edad Holoceno y, con frecuencia contienen restos de cultura argárica.*

Charches). La cota más elevada de la cuenca vertiente es de 3182 m (Horcajo de Trevélez, Sierra Nevada).

En ella se pueden distinguir procesos morfogenéticos areales y lineales. Los primeros son fenómenos relativamente antiguos, que moldean amplias superficies, y dan relieves de cierta homogeneidad en determinados lapsos de tiempo bien por vía erosiva bien por vía de colmatación, cuya intensidad puede estar ligada a ciclos. Los procesos lineales son predominantemente erosivos, vinculados a niveles de base locales/regionales y a variaciones climáticas; la actividad de estos representantes de la geodinámica externa está muy condicionada por muchos factores.

2.3.1. Antecedentes:

Los estudios geomorfológicos de esta Depresión carecen de hilo conductor y homogeneidad. Siegert (1905) es el primer precedente, seguido por Birot (1953) que realiza una breve nota en la que data el glacis en el Villafranquiense; sus conclusiones las extiende más tarde al contexto del levante español (Birot y Solé-Sabaris, 1959). Cano (1975) trata el aspecto del karst mecánico de un sector de la Depresión de Guadix, del que aporta su cartografía geomorfológica. Vera (1970 b) y Peña (1985) realizan sendas contribuciones descriptivas y marcan algunas pautas sobre la evolución geomorfológica; corresponde al segundo establecer una primera síntesis geomorfológica, dentro del entorno de la evolución geológica de la Depresión Guadix-Baza. Romero (1989) hace el estudio hidrogeomorfológico del Norte de la Depresión, con abundante cartografía. Por último, Goy *et al.* (1989) llevan a cabo la geomorfología del sector Baza-Caniles.

Thornes y Gilman (1983) intentan valorar la erosión en las proximidades de 34 yacimientos arqueológicos argáricos del SE de España, entre los que hay varios representantes de esta Depresión. Wise *et al.* (1982) trataron de establecer una cronología erosiva en los badlands de este área, basados también en datos arqueológicos, con abundante cartografía geomorfológica detallada.

Por último cabe indicar dentro de esta visión previa, que algunos estudios mencionan aspectos geomorfológicos o relacionados con ellos, sin que en realidad lleguen a profundizar ni formen cuerpo de doctrina.

Aunque no es un trabajo geomorfológico, se tomará como punto de partida general el esquema sintético de Peña (1985): delimita en primer lugar el sistema de relieves circundantes, y en la propia Depresión distingue: Glacis Alto, mayoritario, al pie de las principales elevaciones; Glacis Bajo, reducido y confinado entre las Sierras de Baza, Las Estancias y Oeste de Jabalcón; Aluviales y Terrazas, de escasa importancia, en especial estas últimas (cfr. nota 3); y finalmente un espacio sin cualificar, que debería corresponder, al menos, a los badlands, mencionados de modo indirecto como *crestas de los relieves de cárcavas*. Aunque señala la existencia de un tercer glacis, se describe muy sintéticamente, y se omite su representación⁴.

Con anterioridad, Cano (1975) diferencia las siguientes formas areales en el sector Guadix-Benalúa-Purullena: Glacis Würmiense de conglomerados y costras; Glacis Würmiense de conglomerados; Allanamientos postwürmienses, badlands y un glacis desnudo, pleistoceno, en cotas bajas. Sus dataciones las fundamenta en el yacimiento de La Solana del Zamborino y en los trabajos de Brunnacker y Lozer (1969) y Roselló (1970) (en *op. cit.*), y precisa que el glacis superior es del Würm II (40,000 B.P.). La cartografía geomorfológica que expone es de extensión

⁴En las laderas de las ramblas más importantes, se han formado en ocasiones hombreras de erosión, que pueden interpretarse como un intento abortado de construcción de otro nivel de glacis.

reducida. Aunque el autor señalaba la aparición próxima de la restante cartografía de la Depresión, se desconoce su existencia.

La tesis de Romero (1989) es un estudio geográfico enfocado a la erosión, que concluye con la cartografía geomorfológica de las diversas subcuencas de los Ríos Castril y Guardal. Es una cartografía acabada, que sintoniza en conjunto con los criterios esbozados por Peña, salvo discrepancias puntuales. Por su coherencia, puede servir de base y referencia para completar algunos aspectos del resto de la Depresión. Así, en las formas de acumulación cuaternaria distingue, además de otras morfologías: tres niveles de terrazas y un glacis-terrace, Conos de deyección y tres niveles de Glacis, junto con otros dos casos especiales de Glacis; finalmente define las pautas cartográficas de las vertientes. No da criterios cronológicos, y los comentarios dedicados a los piedemontes y valles parecen escuetos.

El trabajo de Goy *et al.* (1989) abarca una superficie similar a la de Cano, pero en el entorno de Baza. Es un trabajo completo, en el que se definen numerosos depósitos y unidades geomorfológicas, quizá algo artificiosos o complicados, posiblemente de difícil aplicación al resto de la Depresión. Realiza dataciones de los episodios inferiores de la sucesión, fundamentalmente en base a foraminíferos; a partir de ahí muestra una cronología relativa de formas.

Finalmente se deben mencionar las hojas del MAGNA. Si bien algunas están todavía en período de ejecución, las existentes apenas aportan novedades en esta materia por dos motivos esenciales: el primero, porque la geomorfología apenas ha entrado en los planes cartográficos, en donde prevalecía la definición de series, unidades, relaciones estructurales, etc.; el segundo motivo ha sido, en buena medida, por la ausencia de espíritu crítico ante estas realidades, que se conformaba con la repetición sistemática de lo referido en otros trabajos, salvo la descripción de fenómenos llamativos.

2.3.2. Relieve circundante:

Constituye el límite general de la Depresión. Se caracteriza por disponer de cotas elevadas y grandes desniveles: en consecuencia es un dominio de fuertes pendientes. Prevalecen litologías de características coherentes, inmersas en un clima más húmedo y frío que el de la propia Depresión. Por tanto en este ámbito destacan procesos de alta dinámica, y diferenciar sus diferentes unidades de modelado escapa de la finalidad de esta Memoria.

Lhenaff (1981) describió, en los alrededores de la Depresión de Granada, la existencia de niveles residuales de arrasamiento Tortonense, ligados a superficies estructurales. Aunque tal extremo no se ha definido aún en la Depresión de Guadix-Baza, su posible existencia debe presentar rasgos menos llamativos.

2.3.3. Formas areales:

Definen en buena parte la fisonomía característica de la Depresión: en la base de los relieves circundantes se perfilan grandes superficies, fundamentalmente dispuestas en tres escalones que, salvo matices, coinciden en presentar bajas pendientes hacia el interior de la Depresión. Cada superficie se encaja en la anterior, y por ello recorta la extensión de la precedente. La Figura 2.2 esquematiza en un corte transversal la posición relativa de cada una. Se describen seguidamente, sin profundizar por el momento en más consideraciones cronológicas que las indicadas por los propios autores.

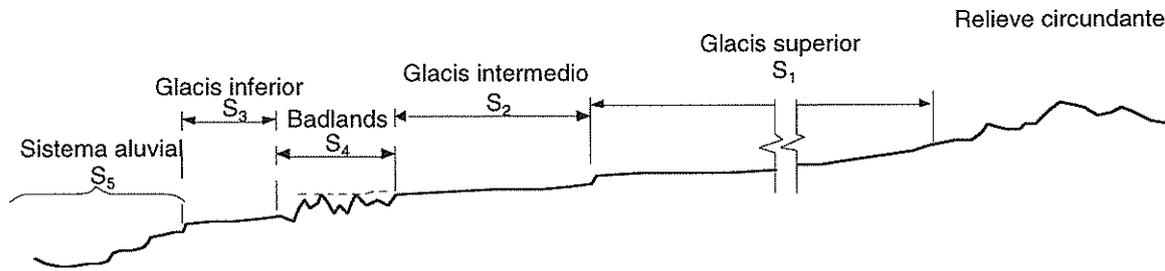


Fig. 2.2: Esquema Geomorfológico general de las diferentes Unidades estudiadas.

Superficie superior (S_1): es la más extensa, denominada generalmente como glacis *s. l.*. Se suele situar en torno a los 1000 m de cota (incluso supera los 1200 m en los bordes), con una pendiente longitudinal de 2° (3 %) en sectores centrales de la Cuenca, y 10° (15 %) en los bordes; puede alcanzar continuidad de varios kilómetros (fácilmente de 5 a 10 Km). De este modo, en la periferia de la Depresión está yuxtapuesta por abanicos aluviales, y en el centro es una superficie erosiva sobre los materiales de relleno. Los límites de esta superficie suelen estar bien delimitados, salvo biselamiento de aristas y deslizamientos. Vera (1970 b) y Viseras (1991) indican que el glacis es una etapa erosiva, póstuma en el conjunto de procesos que afectan esta superficie, impuesta sobre los materiales del nivel de colmatación.

Peña (1985) cita la existencia de *restos de glacis más antiguos en los relieves circundantes a la Depresión*, sin descender a más detalles ni individualizarlos cartográficamente del glacis más alto del interior de la Depresión (al que atribuye un Pleistoceno superior en base a los datos de la Solana del Zamborino).

Goy *et al.* (1989) coinciden con esta descripción en su estudio del área Baza-Caniles: en los Llanos del Chaparral mencionan una superficie marginal, elevada, a la que se accede lateralmente, desde la Depresión de Guadix sin solución de continuidad, que consideran genéticamente anterior (base del Pleistoceno inferior). En efecto existen marcadas diferencias con sus posibles homólogas: son abanicos aluviales⁵, cuyos materiales asociados (también reconocibles en algunos puntos de la Depresión de Guadix) son conglomerados poco redondeados, dolomíticos, masivos, muy cementados por una matriz rosácea carbonatada de baja porosidad, con ausencia de costra edáfica. Posteriores basculamientos tectónicos, posiblemente del Pleistoceno medio, originan abanicos y glacis que son los que se extienden mayoritariamente por la Depresión.

En el sector de Orce, Soria *et al.* (1987) indican el Pleistoceno medio terminal como final de la deposición del Miembro superior⁶, sobre el que se instala una etapa erosivo-deposicional, atribuida al Pleistoceno superior, que corresponde al glacis.

Los Llanos de Alquife se integran en esta superficie superior, pero los materiales en que se instala son de naturaleza granular, mucho más grosera en las proximidades de los grandes relieves; la matriz es heterométrica, poco madura, generalmente suelta. El contenido en finos es directamente

⁵Estos autores indican para estos abanicos aluviales (A_0) que *no sólo erosionan sino que se ponen discordantes sobre los materiales marinos. En el área de Baza (Fuente de San Juan) estos abanicos cambian lateralmente de facies a materiales lacustres de edad Plioceno superior- Pleistoceno inferior o más reciente.*

⁶Con una base (3C) integrada por carbonatos lacustres (Llanos de Alameda), seguida por conglomerados y arenas (3D), a veces ausentes, en sectores al Norte del Río de Orce (el primero sin costra edáfica, y bien desarrollada en el segundo).

proporcional a la distancia a los relieves circundantes, y con ello se torna más rojiza y compacta. Por tanto el medio de formación es subaéreo, de carácter torrencial, cuya carga sólida procede de las laderas de Sierra Nevada; esto determina, en el llano, erosión de los depósitos más próximos a los relieves, y redeposición de los finos con la distancia. Junto a condiciones poco transmisoras de agua y presencia de suelos arcillosos, cuando se dan, se añade que las aguas son de baja mineralización, con frecuencia torrenciales. Es decir, convergen condiciones difíciles para dar costra edáfica, aunque en algunos lugares puede percolar el agua y dar lugar a traslocación de carbonatos procedentes bien de minerales primarios, bien de aportes eólicos, o por ambos. Este tipo de acumulación tiene, en la mayoría de los casos, aspecto peculiar.

La arroyada en las Sierras Carbonatadas (Béticas o Subbéticas), presenta otras características: las laderas (muchas veces orientadas al Sur) tienen menor longitud, menor altitud, y mayor porosidad. Los materiales de arrastre son fundamentalmente carbonatados, menos duros, más solubles, que originan aguas mineralizadas y pocas arcillas; así se obtienen aluviones más homométricos que en el caso anterior, con menos matriz o sin ella, con mayor capacidad de percolar agua en profundidad: a medida que se rellenan los poros, el agua discurre por la superficie y produce el episodio laminar de las costras, especialmente en las partes más distales. Si dominan episodios de desarrollo edáfico sobre los de aluvionamiento, aparecen costras bien conformadas.

Por tanto, se puede decir que la progresión de la costra depende de la presencia/ausencia en superficie de material permeable, no necesariamente granular, capaz de suministrar Ca^{2+} (carbonatado o no). Los atributos de esta propiedad determinarán en gran medida el grado y velocidad de desarrollo de la costra.

Junto con Anadón *et al.* (1987) y Alonso (1989), no se ha podido identificar la existencia de costra edáfica en los sectores de Llanos de Mesillas-Llanos de los Pinos-Zarza, y en los Llanos de Almáida, posiblemente porque las calizas lacustres no reunían las características de permeabilidad indicadas.

Como indican Wise *et al.* (1982), los procesos de edafización de la superficie superior son complejos y diacrónicos: mientras progresa la erosión en las partes más distales, en la periferia evolucionan los fenómenos de acumulación de sedimentos-erosión parcial-costrificación, y en áreas intermedias predomina la acumulación de carbonatos. También existe diacronismo en la acumulación de carbonatos dentro del perfil: comienza desde el momento de instalación del sedimento y prosigue hasta la actualidad, con momentos más o menos favorables de formación.

Superficie intermedia (S_2): su menor extensión y peor conservación han motivado menos su estudio.

La organización del relieve de la Depresión según sendas superficies provenientes de los relieves del Norte y Sur, condicionó el trazado de los principales ríos: en su entorno se produjo una nueva etapa de erosión areal que generó una nueva superficie más pendiente y sin costra calcárea (cfr. Peña, 1985, y Romero, 1989).

Peña (1985) la esquematiza en el sector Sur del Embalse del Negratín, y más extensamente entre las Sierras de Baza y de las Estancias. Sin embargo su superficie debió ser importante: en muchos lugares ha sido erosionada, en cuyo caso se deducen sus límites teóricamente por las líneas de crestas, *que son tangentes a una paleosuperficie suavemente inclinada*.

En el sector Baza-Sierra de las Estancias, el “glacis bajo” de Peña equivale en líneas generales al

“glacis medio” de Romero. Sin embargo, en los alrededores de Baza, el “glacis bajo” realmente engloba al “glacis inferior” de Romero⁷.

En las proximidades de la Sierra de Orce, Peña representa escuetamente el “glacis bajo”, y favorece el desarrollo del “glacis superior”. Sin embargo Romero resuelve parte del “glacis superior” de Peña en un conjunto de conos aluviales, y amplía la significación del “glacis medio”: puede existir convergencia si se admiten matices interpretativos del límite conos aluviales-glacis superior, pero la amplia existencia del “glacis intermedio” en la Depresión de Baza es un hecho. La solución de Peña al separar dicho dominio de los badlands es comprensiblemente ecléctica, pero resulta algo simplificadora: parece más realista la solución de Romero, de quien se han aceptado los dominios definidos para el resto de la Depresión de Baza.

Como se ha indicado, ambos autores coinciden en descartar la presencia de costras en esta superficie, y no mencionan la existencia de recubrimientos conglomeráticos sobre ella: esto es cierto en numerosos lugares. Sin embargo, hay que señalar en la Depresión de Baza la presencia de tales recubrimientos en Benamaurel (Llanos de San Marcos) y al Sur (Ríos de Cúllar y de Baza), a 700 m de cota: son conglomerados heterométricos, rodados, de caliza en el caso de Benamaurel, y predominantemente metamórficos en las plataformas sobre ambos ríos; puede haber acumulación de carbonatos en profundidad, aunque cementan débilmente al conglomerado y presentan incipiente desarrollo de costra laminar.

En la Depresión de Guadix, también se advierte la presencia epidérmica de conglomerados de cantos dolomíticos y metamórficos, rodados, relativamente homométricos, en la superficie intermedia que se localiza al Sur del embalse del Negratín. Se puede decir que los fenómenos de acumulación de carbonatos sólo existen sobre ellos de modo irregular, que en ocasiones cementa débilmente y sobre los que a veces se forma una eventual costra laminar. Estas observaciones se extienden a otros lugares, que representan retazos mal conservados (inmediaciones de Fonelas, Benalúa de Guadix, Rambla del Palomar).

Superficie inferior (S₃): el mejor desarrollo corresponde a la Depresión de Baza (Romero, 1989), aunque se conserva de forma muy restringida, ligada exclusivamente a sectores contiguos a las confluencias de los ríos Guardal-Barbata y Castril-Guardal. En la Depresión de Guadix se identifica en la confluencia de los ríos Fardes-Guadiana Menor.

En estos lugares se reconoce acumulación de gravas rodadas, heterométricas, de cantos de diferente naturaleza según el lugar, débil cementación y ocasional desarrollo de costra laminar.

El progreso de esta superficie se encuentra muy constreñido por las precedentes y por los relieves circundantes; por eso se instala donde los valles adquieren amplitud, como los lugares indicados. Está muy próxima a los fenómenos de formación de terrazas, al estar directamente disectada por ellas. Se encuentra deprimida 40 m con respecto a la superficie precedente, y elevada 30 m respecto de la terraza superior. Romero la denomina “glacis inferior”, y su equivalente con otros autores se indicó en el punto anterior.

2.3.4. Formas lineales:

Esencialmente se consideran en el área de trabajo dos formas asociadas a la red de drenaje: las terrazas (se han reconocido dos niveles, generalmente colgados) y los cursos fluviales *s. str.*. El

⁷El “glacis medio” de Romero puede corresponder espacialmente al nivel A₆-G₆ de Goy *et al.* (1989); el “glacis inferior” equivale al conjunto de formas A₇-A₈ y G₇-G₈.

trazado de ambos viene impuesto por la precedente evolución geomorfológica de la Depresión: las mejores representaciones estarán en los valles más amplios. La fuerte presión antrópica que soportan dificultan su estudio, tanto al definir su número como al establecer su orden relativo.

La terraza más antigua está mal representada; sólo se detecta su presencia en los tramos bajos de los ríos Castril, Guardal y Fardes; la componen conglomerados sueltos muy heterométricos, de naturaleza caliza.

La terraza intermedia adquiere proyección casi general en todos los cursos principales de ambas Depresiones, especialmente en sus tramos inferior y medio. Se encuentra suspendida 10 m por encima del lecho de inundación. La actividad agrícola puede enmascararla.

El lecho de inundación es de carácter continuo en todos los cursos fluviales; suele presentar depósitos de gravas cuyo espesor, extensión y naturaleza son variables. No ofrece dificultad de reconocimiento.

En el trazado de los principales cursos fluviales hay que señalar, de forma aislada, fenómenos de epigénesis, encañonamiento, diseño meandriforme en algunos puntos, y cauces colgados. La tectónica contribuye, adicionalmente, no sólo en condicionar las líneas generales del drenaje, sino en establecer ciertos detalles del mismo.

Contrasta claramente en el trazado de la red secundaria, la diseñada en los badlands y la establecida en la superficie superior: en esta última sólo se observan suaves ondulaciones condicionadas por el desarrollo de la costra dura. Posiblemente, en el desarrollo de esta superficie hubo un período de estabilidad que facilitó la implantación de suelos con horizonte petrocálcico; posteriores eventos erosivos sólo pudieron festonear sus bordes y provocar su ondulación.

2.3.5. Badlands:

Constituyen un conjunto de formas que responden a procesos ocurridos entre la instalación de la red de drenaje actual, en su etapa final, y el desarrollo de las superficies indicadas (cfr. Peña, 1985, y parágrafo 2.3.3. Formas areales: Superficie intermedia (S₂)). El mayor o menor grado de implantación depende de los materiales sobre los que se instalan: predominan litologías poco resistentes, no consolidadas, del tipo de margas, margas con yesos, lutitas, arcillas, arenas.

Suelen estar ligados a condiciones climáticas áridas o subáridas, que presentan breves períodos de lluvia y larga estación cálida. Según Wise *et al.* (1982) estas condiciones parecen persistir durante buena parte de la época histórica.

Los valles en este ámbito son cortos, profundos, con formas en V, muestran densidades de drenaje que pueden sobrepasar los 5 km/km² (Romero, 1989), y un diseño de tipo dendrítico muy tupido. Cano (1975) los describe en las proximidades de Guadix, en relación con los fenómenos de tubificación (piping, karst mecánico), y Romero entre Benamaurel y Galera. El relieve ruiforme, con alternancia de embudos en las formas y en los vacíos, parece señalar que los fenómenos de tubificación son en gran medida los responsables de su origen a partir de una superficie de incisión anterior casi borrada. Estos mecanismos se observan en toda la Depresión cuando las litologías son adecuadas.

Los valles más amplios, con frecuencia asimétricos, dejan ver una sucesión de pequeños escalonamientos descendentes desde los relieves más abruptos.

No se han observado recubrimientos en estas morfologías, ni acumulación de carbonatos en los suelos asociados a los relieves residuales.

2.3.6. Otros hechos destacables:

Aunque no entra en el objetivo de esta Memoria, Díaz Hernández *et al.* (en prensa) estudiaron los travertinos de los Baños de Alicún, por reunir características idóneas para efectuar precisiones sobre la evolución del modelado de la Depresión Guadix-Baza.

Estos travertinos, actualmente en incipiente deterioro erosivo, se disponen en tres plataformas escalonadas, originadas como consecuencia de fenómenos de progradación hacia el valle del Río Fardes, a partir de las surgencias termales del lugar. Dichas plataformas fosilizan el relieve preexistente: concretamente se disponen con claridad sobre las dos terrazas superiores, sin llegar a reposar sobre la llanura aluvial actual. También se observa la presencia de fenómenos de karstificación en el interior de estos cuerpos: formación de cavidades y rellenos parietales. Por su interés, más adelante se tratará el tema con mayor detenimiento.

2.3.7. Cronología:

De lo indicado hasta el presente se observa, de modo general, que cierto número de trabajos discrepan respecto a la cronología de los procesos, y se aprecia ausencia de datos para realizar y contrastar algunas afirmaciones.

Buena parte de la cronología de la superficie superior, y de los fenómenos anejos, gravitan sobre el yacimiento paleontológico de La Solana del Zamborino (techo de la Formación Guadix).

Los estudios previos sobre la Solana del Zamborino indican: un Riss-Würm terminal según el trabajo de Porta (1976); para Martín Penela (1988) el yacimiento indica el final del Pleistoceno medio-comienzo del superior; Ruiz-Bustos (1997) lo sitúa hace 320,000 B.P.. Por otro lado, los restos arqueológicos indican Achelense terminal (Botella *et al.*, 1976).

Se aprecia entre los datos paleontológicos cierto desacuerdo: los estudios más recientes de Martín Penela y Ruiz-Bustos (basados en macro y microfauna respectivamente) coinciden a grandes rasgos en darle mayor antigüedad que el primero de Porta (macrofauna); por otro lado, el Achelense terminal, aunque se sitúa entre ambos, parece ajustarse mejor a lo indicado por Martín Penela y Ruiz-Bustos.

Casas *et al.* (1976) apuntan que el yacimiento está en el techo de la Formación Guadix: utilizando la terminología usada por estos autores, los niveles A, B, C, D y E (los tres primeros con industria lítica y fauna) pertenecen a la Formación Guadix, mientras que los F_i siguientes corresponden al nivel de colmatación de la cuenca⁸; sin embargo, aunque se menciona el nivel de colmatación, estos autores no manifiestan una datación sobre él. Peña (1985) participa de estas ideas, y explicita que el glacis *más alto data del Pleistoceno superior (posterior al yacimiento de la Solana del*

⁸Por su interés, se transcribe la descripción que realizan estos autores de este nivel: *Nivel F.- Mientras que todos los términos anteriores quedaban incluidos en la "Formación Guadix", este corresponde al nivel de colmatación de la cuenca que, hacia los bordes de la misma, es de tipo depósito de pie de monte, mientras que hacia el interior se enrasa con un glacis de erosión.*

En nuestro corte litológicamente dominan los conglomerados y gravas, con una intercalación arcillosa (F₂) y con un nivel de costras de exudación (F₇) en el techo. La potencia en este punto es superior a la de otras regiones próximas, por haber quedado en el bloque hundido de la falla y haber sido menos erosionado.

Zamborino). Para el área de Orce, Soria *et al.* (1987) indican que correspondería al Pleistoceno superior la formación de la superficie superior⁹, y Goy *et al.* (1989), en los alrededores de la ciudad de Baza, determinan basculamientos tectónicos originados en el Pleistoceno medio, momento que estos últimos autores asignan para la formación de la superficie principal¹⁰: esta última datación no se realiza, al menos expresamente, con los datos de la Solana. Finalmente Viseras (1991) sitúa la formación del glacis superior en un período posterior al último glacial würmiense y cita la posibilidad de que tuviera una edad aproximada de 10,000 B.P.. Otro glacis más reciente tendría una edad intraargárica¹¹.

Como puede comprobarse, existe gran diversidad de opiniones sobre la edad del glacis superior: la mayor parte de los autores lo atribuyen al Pleistoceno superior; los casos extremos oscilan entre el Pleistoceno medio-superior (Goy *et al.*, 1989) y el Holoceno (Viseras, 1991).

La hipótesis de Viseras se debería rechazar ya que, entre otras razones que más adelante se comentarán, sobre el glacis superior se asienta un suelo con una costra caliza potente, cuya formación requiere períodos de tiempo mucho más largos (Gile *et al.*, 1963, Soil Taxonomy, 1975, Barahona y Linares, 1979). Por otro lado el proceso de edafización y formación de costra debió ser, posiblemente, posterior a la formación del glacis, ya que durante su modelado, los procesos erosivos y deposicionales fueron tan intensos que resultarían incompatibles con la formación de suelo (salvo puntuales excepciones). Esto acortaría aún más el margen de tiempo disponible para la formación de la costra.

La hipótesis de que el glacis superior es del Pleistoceno superior descansa fundamentalmente, como se ha recogido, en la serie descrita en la Solana del Zamborino: la secuencia situada sobre las calizas lacustres termina en el nivel de colmatación, que ha sido reservada de la erosión debido a quedar protegido en el labio hundido de una falla (Casas *et al.*, 1976).

En efecto, en el labio superior esta serie está ausente, y la costra descansa sobre un pequeño depósito, o directamente sobre las calizas lacustres. Por tanto, a la edad de la Solana del Zamborino, aceptada en principio en torno de los 320,000 B.P., habría que restar el tiempo necesario para la formación de las calizas lacustres, la terminación del relleno (unos 5 m) hasta el nivel de colmatación y la posterior erosión de este último en el labio levantado, lo cual nos llevaría plausiblemente, pero no necesariamente, al Pleistoceno superior. Efectivamente: si se admite un ritmo de deposición moderado, equivalente al de denudación mundial (valorado en 50 mm/1000

⁹Concretan estos autores que *este glacis, que en los bordes presenta depósitos de abanicos aluviales, corresponde al depósito último de la cuenca, anterior al encajamiento de la red fluvial actual. Vera (1970) lo denominó "nivel de colmatación"; se dispone en el sector occidental de la cuenca sobre el yacimiento Achelense de la Solana del Zamborino (Botella et al., 1975) por lo que el depósito y formación del glacis se puede fechar en unos 70,000 B.P.*

¹⁰Esta precisión se realiza en los siguientes términos: *probablemente durante el Pleistoceno medio, se produce de nuevo un fuerte encajamiento en la zona, debido a causas tectónicas y comienzan a generarse los sistemas de abanicos A4 que, en conjunto, forman una extensa superficie que hacia el área de Baza está constituida por glacis de cobertura que continúan hasta el pie del Jabalcón. Dicha superficie parece marcar un momento de estabilidad (tectónica?) en el área. En ella se encajan diversos sistemas de glacis y abanicos aluviales que están claramente relacionados con el trazado de la red actual". Sin embargo, estiman que la cronología relativa de formas que definen no deben considerarse fijas o definitivas, aunque lo que sí establece es una secuencia de procesos en el tiempo : estas pautas no parecen desechables.*

¹¹Esta idea, reafirmada por su autor en diversos lugares de su tesis, se explicita en toda su extensión en la pag. 115: *en definitiva, se concluye que existen argumentos para pensar que el glacis antiguo debió ser un proceso erosivo que tuvo lugar en la cuenca en el momento inmediatamente posterior al último período frío (Würmiense), con el cual si estaría relacionado el nivel de colmatación (último depósito de la UTS 3). De este modo, y si el citado nivel de colmatación comprendiese a todo el Würm, debería pensarse en el glacis como un fenómeno desarrollado hace unos 10,000 años, y en cualquier caso, genéticamente independiente de la historia sedimentaria de la cuenca.*

años, para rocas con densidad aparente de 2.50 g/cc (tomado de Vera, 1994), que para el caso de suelos o material terrígeno sería aproximadamente 100 mm/1000 años (ya que estos materiales presentan una densidad aparente de 1.25 g/cc), el tiempo necesario para completar los 5 m de relleno sería unos 50,000 años; para su denudación necesitaría un tiempo similar. Si se acepta para las calizas lacustres otros 50,000 años, se puede considerar, con las debidas reservas, que en 150,000 años tendría lugar todo el proceso de modelado de la superficie superior, y le correspondería, por tanto, una edad de alrededor de 170,000 años (cfr. Figura 2.3).

Una hipótesis alternativa sería que el depósito situado sobre las calizas lacustres del corte de la Solana del Zamborino, se haya producido por la erosión del labio levantado tras producirse la fractura. Esto parece plausible ya que las capas E y F (Casas *et al.*, 1976) presentan señales netas de edafización: la capa E tiene abundancia de bioporos y no presentan horizonación clara, lo cual implicaría un ritmo moderado de sedimentación, compatible con la preservación de rasgos edáficos, pero demasiado rápido para formar horizontes. La serie termina con una secuencia de paleosuelos y un caliche moderadamente cementado, que engloban trozos de costra, calizas lacustres y cantos ferruginosos procedentes del labio levantado. Por tanto, la ausencia de estos materiales en el labio levantado se interpreta que podría no haber existido nunca, o en todo caso sólo un depósito no muy potente sobre las calizas lacustres: en definitiva el nivel de colmatación estaría mucho más cercano a la edad de la Solana del Zamborino. Siguiendo el mismo razonamiento anterior, a la edad de la Solana del Zamborino no habría que restar más que la edad de formación de las calizas lacustres, que nos llevaría a datar la superficie superior en unos 270,000 B.P (cfr. Figura 2.3).

Se pueden añadir algunos hechos para delimitar inferiormente la cronología de acontecimientos:

Casas (1949, 1950) descubrió en el entorno de los Baños de Alicún, una serie de abrigos con hallazgo de diverso utillaje arqueológico: su estudio y clasificación permitió datar un Solutrense-Gravetiense (entre 16,000 y 21,000 B.P., con preferencia a esta última). Por tanto, para estas fechas ya existían los abrigos excavados en la plataforma inferior, en las proximidades del Río Fardes.

En este ámbito cabe señalar que las plataformas travertínicas fosilizan las dos terrazas del Río

TABLA 2.3: GEOCRONOLOGIA DE LOS TRAVERTINOS DE ALICUN.

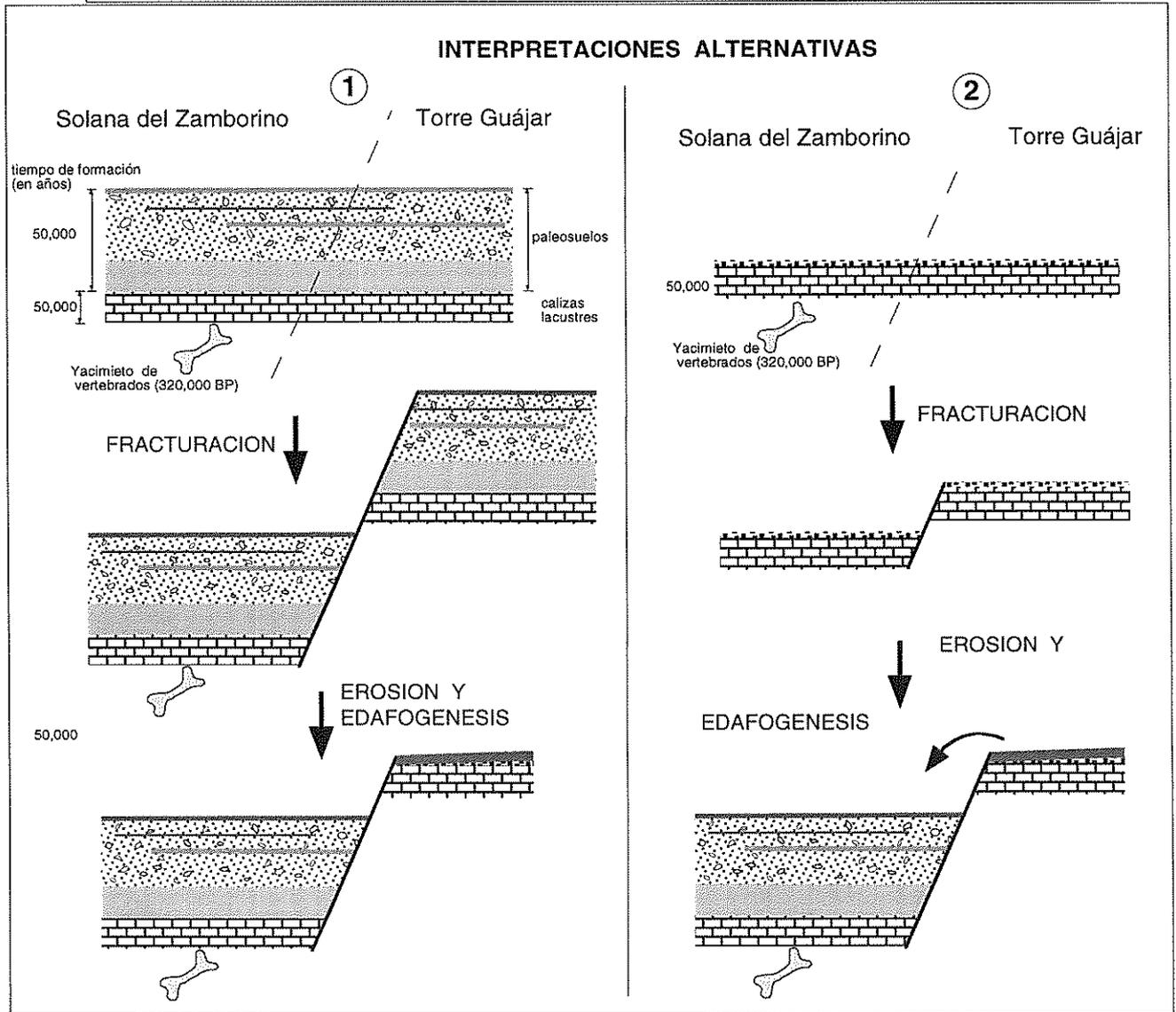
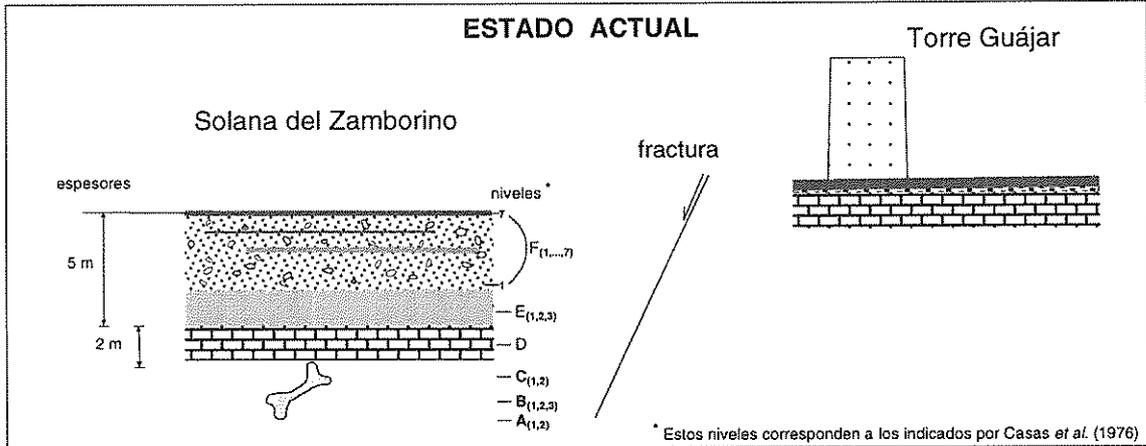
| Procedencia del material: | | Datación (B.P.): |
|---------------------------|-------------|------------------|
| Plataformas | superior | 115000 |
| | inferior | 50000 |
| | intermedia | 32000 |
| Canales | más antiguo | 9000 |
| | intermedio | 5000 |

Fardes situadas por encima del lecho actual: es indudable que la instalación de dichos cuerpos fue posterior al depósito de ambas, o al menos a la formación de la más moderna. Sin embargo la organización de estas masas travertínicas no fue un hecho puntual en el tiempo: la datación de estos materiales travertínicos, realizada por el método de U/Th (Díaz Hernández *et al.*, en prensa), en condiciones idóneas para el análisis geocronológico, arrojó los datos de la Tabla 2.3,

en sus valores más conservadores.

Es decir, en el entorno de estas fechas (en particular desde la más antigua a la actualidad), las condiciones topográficas no parece que fueran muy diferentes. La disposición de la plataforma superior sobre la terraza más alta, indica la preexistencia de esta última y de las formas que cronológicamente la anteceden (secuencias de superficies).

La singular topografía de los badlands de Guadix, llevó a Wise *et al.* (1982) a investigar su edad.



DATAACION TENTATIVA DEL GLACIS SUPERIOR (S₁)

$$320,000 - 50,000 - 50,000 - 50,000 = 170,000 \text{ BP}$$

$$320,000 - 50,000 = 270,000 \text{ BP}$$

Fig. 2.3: Esquema alternativo de la evolución de la Solana del Zamborino

En función del estado de conservación de una serie de yacimientos arqueológicos, situados entre 7000 y 4000 B.P., establecen que su evolución debe ser anterior a estas fechas, resultados que parecen corroborados por otros especialistas en otras áreas (Yair *et al.*, 1980). Aunque el resultado no es muy concluyente sobre la evolución de los badlands, es una referencia sobre la continuidad climática actual.

En este sentido, la datación efectuada con U/Th (Díaz Hernández *et al.*, en prensa) de los sistemas de acequias más antiguas conservados en los Baños de Alicún (edificados por las concreciones calcáreas), establecen un rango entre 5000 y 9000 B.P.: este dato podría indicar que el clima seco promovió en los asentamientos humanos neolíticos, el traslado del agua a lugares de necesidad. Por tanto cabrían hacer extensivas las conclusiones de Wise al Holoceno, cuyas condiciones climáticas y contexto topográfico serían sustancialmente similares a los actuales.

En resumen, la Solana del Zamborino señala un momento cronológico a partir del cual se producen una serie de fenómenos erosivo-deposicionales todavía poco conocidos. Se puede aportar que las costras no existían cuando se produjo la fractura, ya que no hay evidencias de costra inmediatamente sobre las calizas lacustres del labio hundido. Basados en la datación que Ruiz-Bustos (1997) efectúa para la Solana del Zamborino, se coincide con la opinión de Goy *et al.* (1989) en atribuir a la superficie superior (glacis alto) una edad del Pleistoceno medio-superior. Los travertinos de Alicún permiten deducir que la red de drenaje se formó al menos antes de 150,000 B.P.: la arqueología de los Baños de Alicún es coherente con esta datación (también el hallazgo de algunas piezas musterienses convergen en este sentido). Ya que los badlands se excavaron a partir de la segunda superficie, topográficamente más elevada que la segunda terraza (fosilizada por los travertinos), podría inferirse que los badlands se iniciaron también con anterioridad a esta fecha.

El conjunto de datos y consideraciones mencionados, permite elaborar la Cartografía Geomorfológica Sintética para la Depresión de Guadix-Baza de la Figura 2.4. La identificación de cada elemento geomorfológico se recoge en la Figura 2.5; la extensión superficial de cada uno de estos elementos geomorfológicos así definidos, dato necesario para realizar los cálculos del Carbono contenido en los suelos del área, se relacionan en el Anexo 1.

2.4. CLIMATOLOGIA.

Las características climáticas actuales de esta región han sido tratadas en diversos estudios, generalmente en base a los datos aportados por la red de observación del INM. Además se deben citar, entre otros, los trabajos de Guillamón (1933), INIA (1989), Diputación Provincial de Granada-ITGE (1990), ICONA (1987, 1988, 1990), y los datos de la CHG para el embalse de Negratín: estos trabajos, por tanto, se tomarán como concluyentes.

En general, la Depresión presenta el mínimo pluviométrico de la provincia de Granada, y es uno de los más bajos de la Península: en el sector central de la Depresión la precipitación media es de 300 mm anuales, y se aproxima sensiblemente a 400 mm en sectores marginales. Valores representativos de precipitaciones medias anuales son: 286 mm para Guadix, y 342 mm para Benamaurel, ambos durante el período 1960-61/1984-85. La lluvia máxima anual se produce en los meses Marzo-Abril, y la mínima durante los meses de Julio y Agosto, con una duración media del período seco de cinco meses. El número de estaciones con registros largos de temperatura es reducido. La estación de Esfiliana (993 m de cota) dispone de datos para el período 1942-63, con temperatura media anual de 15.1° C. La temperatura media anual de mínimas es 7.1° C, y la

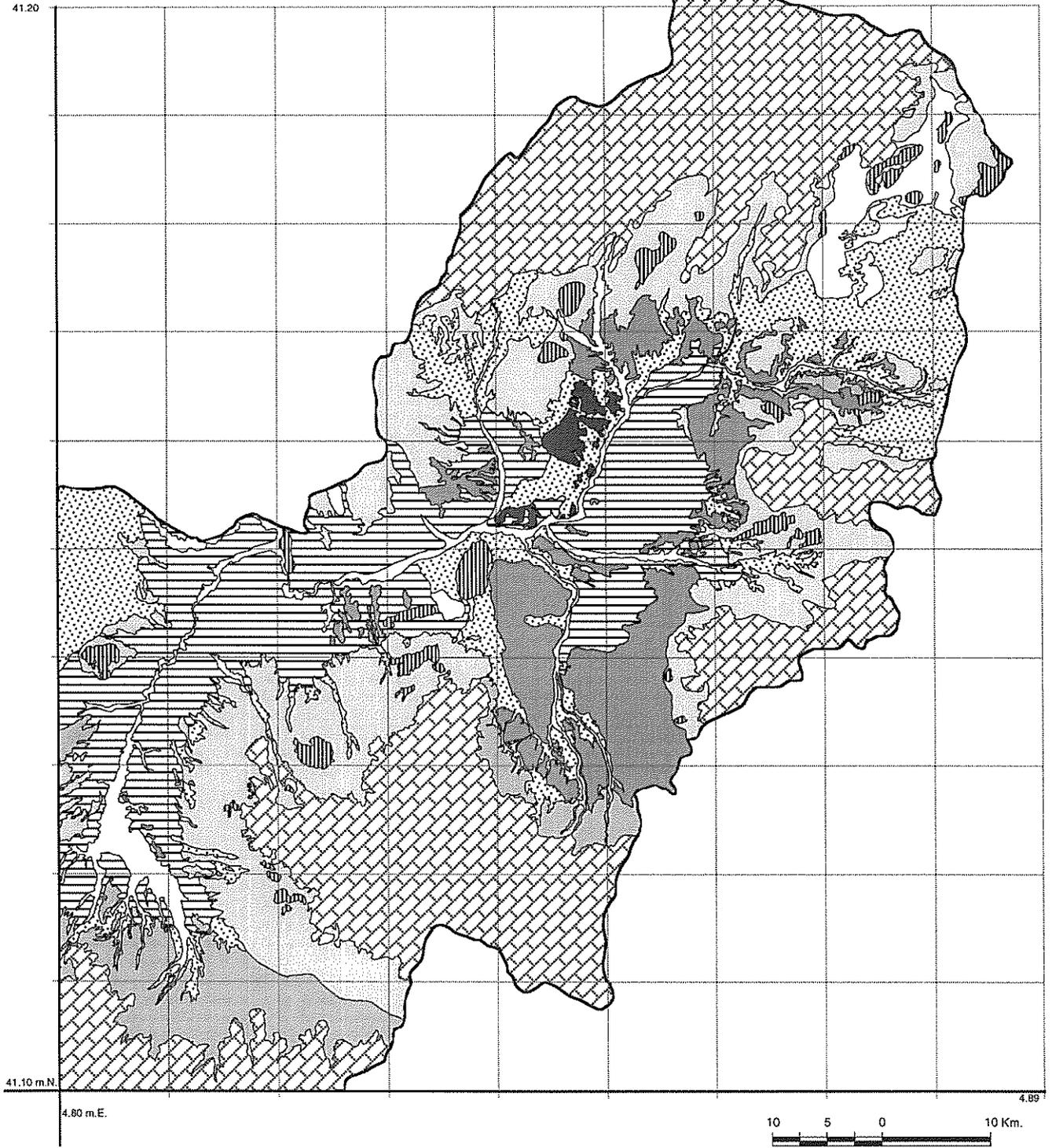
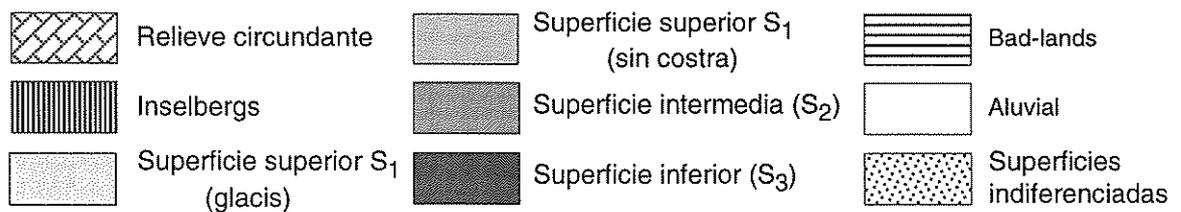


FIGURA 2.4: CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA.



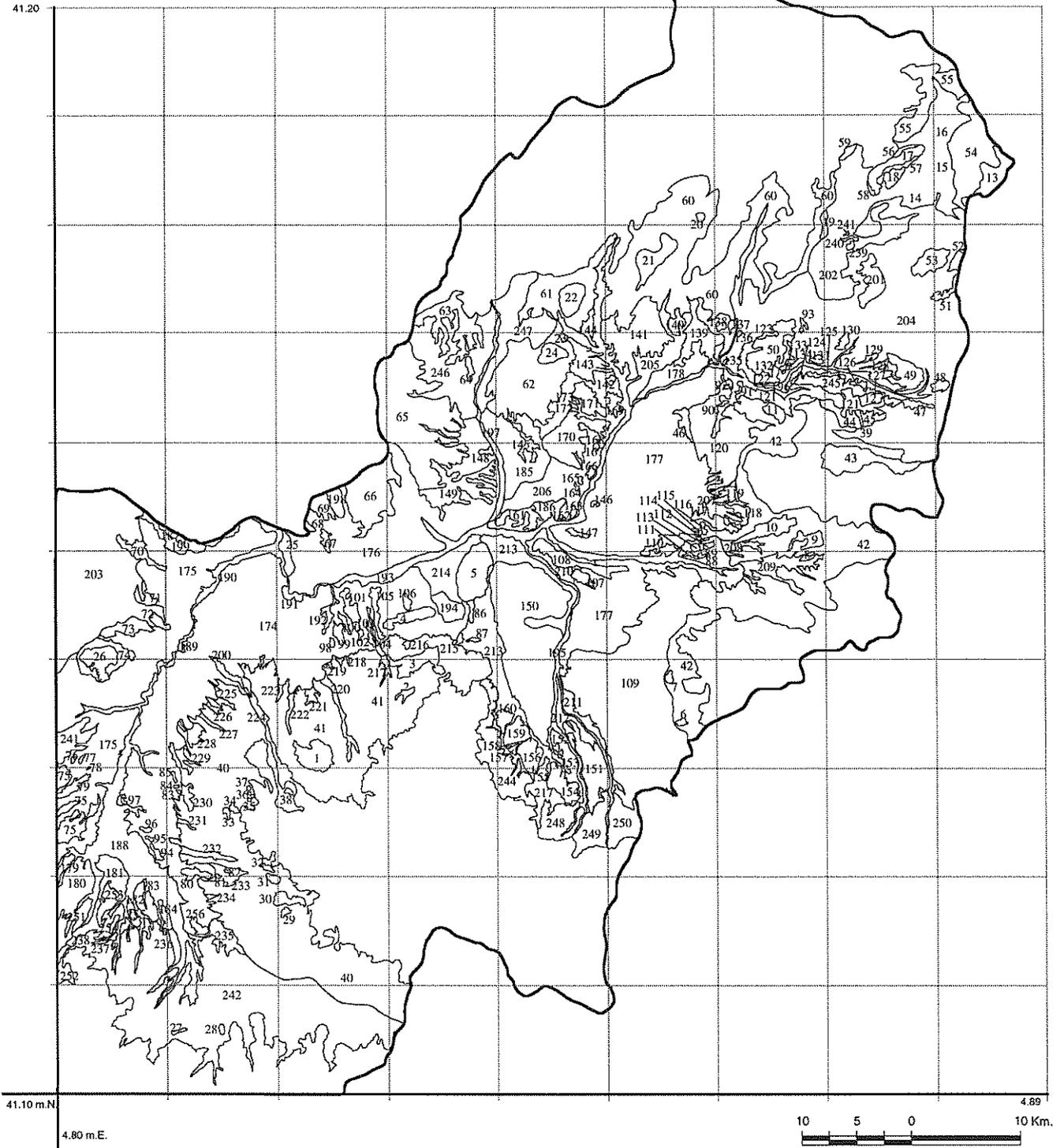


FIGURA 2.5 : MAPA DE IDENTIFICACION DE ELEMENTOS GEOMORFOLOGICOS.

temperatura media anual de máximas es 23.2° C. La evapotranspiración potencial anual, calculada a partir de la evapotranspiración potencial mensual según el método de Thornthwaite, presenta para la estación de Esfiliana un valor de 808.2 mm Este valor señala un marcado déficit hídrico, que incluso en los meses invernales apenas es cubierto por las precipitaciones.

Para la finalidad propuesta en este trabajo, se realizó el análisis de los datos pluviométricos y de temperatura de las estaciones de Castelléjar, Guadix, Negratín y Cartuja, esta última en la Depresión de Granada, elegida por presentar características climáticas transicionales, dentro de un contexto semiárido.

2.4.1. Precipitaciones:

La distribución mensual media de esta variable para las estaciones indicadas es la de la Tabla 2.4.

| TABLA 2.4 : PRECIPITACIONES MENSUALES MEDIAS (mm). | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Estación | Período | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | med. an. |
| Cartuja | 02-31 | 35.2 | 50.8 | 68.5 | 57.4 | 43.5 | 20.8 | 5.3 | 2.6 | 29.6 | 52.2 | 63.6 | 53.7 | 483.2 |
| desv.tip. | | 13.7 | 16.0 | 13.0 | 5.0 | 16.0 | 3.6 | 4.3 | 0.9 | 9.0 | 12.0 | 5.1 | 12.0 | |
| Castilléjar | 72-83 | 24.5 | 37.9 | 25.9 | 28.9 | 30.5 | 16.6 | 7.2 | 11.3 | 18.1 | 38.4 | 30.3 | 31.2 | 300.8 |
| desv.tip. | | 21.9 | 31.1 | 16.6 | 24.0 | 29.8 | 7.8 | 10.7 | 9.9 | 20.9 | 30.9 | 31.6 | 37.4 | |
| Guadix | 73-94 | 14.5 | 32.3 | 23.6 | 38.9 | 31.4 | 33.4 | 4.1 | 5.0 | 12.2 | 34.4 | 34.0 | 25.3 | 289.1 |
| desv.tip. | | 15.1 | 17.7 | 16.5 | 34.8 | 30.3 | 30.1 | 7.4 | 8.8 | 11.3 | 45.1 | 37.6 | 25.5 | |
| Negratín | 87-94 | 30.9 | 31.6 | 25.2 | 28.7 | 23.2 | 18.5 | 5.9 | 3.7 | 24.4 | 33.7 | 25.9 | 22.5 | 274.1 |
| desv.tip. | | 18.4 | 15.9 | 13.7 | 28.3 | 17.8 | 27.4 | 7.9 | 3.7 | 25.9 | 11.6 | 13.3 | 28.0 | |

Aunque los períodos muestrales son diferentes, las zonas centrales de la Depresión Guadix-Baza tienden a presentar precipitaciones próximas a 300 mm.

2.4.2. Temperaturas:

Como se ha señalado anteriormente para la precipitación, también las zonas centrales incrementan

| TABLA 2.5 : TEMPERATURAS MENSUALES MEDIAS (°C). | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----------|
| Estación | Período | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | med. an. |
| Cartuja | 02-31 | 6.2 | 8.0 | 11.0 | 13.0 | 17.0 | 22.0 | 26.0 | 26.0 | 21.5 | 15.4 | 10.0 | 6.8 | 15.2 |
| Castilléjar | 72-83 | 5.7 | 7.0 | 9.6 | 12.2 | 16.3 | 22.0 | 25.7 | 25.2 | 21.1 | 14.4 | 9.2 | 6.1 | 14.6 |
| desv.tip. | | 1.2 | 1.1 | 1.5 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.0 | 1.0 | 1.6 | 1.7 | 1.4 | 1.5 | 0.6 |
| Guadix | 73-94 | 6.5 | 8.0 | 10.2 | 11.5 | 16.1 | 21.6 | 24.1 | 25.6 | 21.1 | 15.5 | 9.6 | 6.4 | 14.7 |
| desv.tip. | | 2.2 | 1.6 | 2.8 | 1.7 | 2.8 | 2.0 | 3.2 | 1.3 | 3.3 | 3.2 | 2.4 | 1.1 | 1.6 |
| Negratín | 87-94 | 6.0 | 8.1 | 11.8 | 13.6 | 17.9 | 22.4 | 26.9 | 26.8 | 22.1 | 15.5 | 10.9 | 7.4 | 15.8 |
| desv.tip. | | 0.9 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 1.0 | 1.9 | 1.1 | 0.8 | 1.5 | 1.5 | 1.1 | 1.5 | 0.6 |

la xericidad según la temperatura.

2.4.3. Evapotranspiración potencial:

Se obtuvo la evapotranspiración potencial mensual de la Tabla 2.6 por el método clásico de

| Estación | Período | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | anual |
|-------------|---------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| Cartuja | 02-31 | 10.2 | 3.0 | 22.6 | 25.8 | 50.4 | 79.1 | 115.4 | 130.3 | 83.7 | 36.1 | 9.5 | 9.3 | 575.4 |
| desv.tip. | | 2.3 | 0.7 | 5.2 | 5.9 | 11.6 | 18.2 | 26.5 | 29.9 | 19.2 | 8.3 | 2.2 | 2.1 | |
| Castilléjar | 72-83 | 10.5 | 15.8 | 28.3 | 45 | 76.1 | 125.7 | 156.4 | 142.7 | 99 | 49.9 | 22.5 | 11.5 | 783.6 |
| desv.tip. | | 3.4 | 3.9 | 5.6 | 7.4 | 10.8 | 15.1 | 9.4 | 9.1 | 10.6 | 8 | 4.4 | 4.1 | |
| Guadix | 73-94 | 12.6 | 19.4 | 31.2 | 40.6 | 74.9 | 122 | 143 | 145.9 | 100.6 | 56.3 | 24 | 25.3 | 782.6 |
| desv.tip. | | 4.5 | 4.1 | 10.1 | 6.7 | 19.1 | 15 | 24.9 | 11.1 | 22.5 | 15.6 | 6.6 | 12.2 | |
| Negratín | 87-94 | 9.2 | 16.9 | 34.6 | 48.8 | 83.4 | 126.3 | 168.6 | 157.4 | 103.6 | 51.9 | 26 | 3.3 | 839.5 |
| desv.tip. | | 2.3 | 4 | 2.5 | 6.7 | 7 | 16.4 | 11 | 7.2 | 11.1 | 6.7 | 3.7 | 4.3 | |

Thornthwaite.

2.4.4. Días de lluvia:

Se utilizó esta observación meteorológica (Tabla 2.7) para simular aleatoriamente la lluvia en un

| Estación | Período | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
|-------------|---------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Cartuja | 02-31 | 7.0 | 8.0 | 11.5 | 9.9 | 9.0 | 4.3 | 0.9 | 0.9 | 4.2 | 7.9 | 9.8 | 8.6 | 82.0 |
| desv.tip. | | 5.0 | 6.7 | 6.2 | 1.0 | 2.0 | 1.8 | 1.3 | 0.8 | 3.5 | 3.2 | 4.2 | 3.8 | |
| Castilléjar | 72-83 | 4.8 | 6.1 | 5.0 | 4.7 | 5.2 | 3.4 | 1.3 | 2.0 | 2.7 | 4.3 | 3.8 | 5.2 | 48.5 |
| desv.tip. | | 4.2 | 3.2 | 3.5 | 3.0 | 2.9 | 1.8 | 1.3 | 1.3 | 2.0 | 3.4 | 2.7 | 4.1 | |
| Guadix | 73-94 | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| desv.tip. | | 1.9 | 3.0 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| Negratín | 87-94 | 5.8 | 5.6 | 4.4 | 6.8 | 4.3 | 2.6 | 1.3 | 0.8 | 3.5 | 6.8 | 5.9 | 5.3 | 53.1 |
| desv.tip. | | 3.7 | 2.9 | 1.9 | 3.8 | 3.3 | 1.8 | 1 | 0.7 | 2.9 | 2.8 | 3 | 4.5 | |

modelo de infiltración.

2.5. VEGETACION.

Es necesario considerar la influencia de la vegetación en la evolución de los suelos como factor formador particularmente activo en la dinámica del Carbono.

La antigüedad de los suelos de la Depresión Guadix-Baza es un hecho evidente, variable según las diferentes superficies definidas (cfr. parágrafo 2.3. Geomorfología). El marco global de las fluctuaciones climáticas pleistocenas que afectaron a los suelos más antiguos, definido por la curva isotópica de los últimos 300-350 kB.P. (Martinson *et al.*, 1987), muestra cambios de repercusión en los ecosistemas, que favorece el desplazamiento de sus límites en sentido Norte-Sur (o viceversa). Sin embargo Pielou (1982) señala que *los detalles son extraordinariamente complicados, y debido a la importancia y frecuencia de los efectos locales no existen probablemente reglas aplicables*¹². Estas observaciones son de fácil lectura en los mapas de

¹²Suárez *et al.* (1991) señalan respecto de lo indicado que: *parece aún más cierto aplicado a penínsulas mediterráneas como la ibérica, donde una gran diversidad ecológica (substratos, climas,...), unida a la persistencia comprobada de 'refugios' durante los períodos fríos cuaternarios, ha permitido una enorme riqueza florística y faunística y comunicado gran complejidad a la evolución cuaternaria de los ecosistemas.*

evolución de los habitats europeos, particularmente desde la última glaciación (Foster, 1971, Suárez *et al.*, 1991).

En la síntesis que realizan Suárez *et al.* (1991), se enuncian los siguientes rasgos en la evolución de las estepas¹³ ibéricas en el final del Cuaternario:

- i) La palinología de numerosos puntos de la Península Ibérica, establece que los tipos de vegetación esteparia alcanzaron importancia en diversas ocasiones del Cuaternario, coincidiendo con períodos xéricos y fríos. Pueden presentar ligeras diferencias tipológicas según su localización.
- ii) Los datos palinológicos también indican que, en el último período glacial, las estepas adquirían extensión en áreas continentalizadas del interior peninsular.
- iii) Posteriormente al último período glacial, la mejoría climática expandió los bosques (en especial de Quercíneas) y confinó las estepas a los enclaves más desfavorables (depresiones áridas, parameras con suelo escaso, solanas pedregosas, áreas salinas). En la etapa final, el hombre ha podido alterar este paisaje.

En función de lo señalado, cabe afirmar que las estepas constituyen uno de los elementos más primitivos del paisaje peninsular. Se podría añadir, por tanto, que la vegetación actual, salvo matizaciones, es representativa de buena parte de la etapa denudacional de la Depresión.

En el marco concreto en el que se desenvuelve la presente Memoria, Sanz (1995) observa las siguientes comunidades vegetales actuales:

BOSQUES Y MATORRALES:

1. Encinares: aunque constituyen la clímax sobre substratos básicos del piso mesomediterráneo con ombroclima seco, en la zona de estudio sólo existen restos.
2. Pinares: aparecen comunidades de *Pinus halepensis* utilizadas en reforestación del terreno. Son comunidades jóvenes, abiertas, de pobre composición florística.
3. Retamales: no está bien representada, a pesar de presentar la misma clímax que la encina, debido posiblemente al matiz semiárido de la zona.
4. Romerales-Tomillares: los matorrales seriales de la zona se desarrollan sobre substratos ricos en yesos. Los tomillares gipsícolas se presentan muy abiertos.
5. Tomillares nitrófilos frutescentes: dominada por caméfitos y nanofanerófitos muy variables, fuertemente colonizadores de cultivos abandonados

PASTIZALES VIVACES:

1. Pastizales secos: dominados por gramíneas de porte elevado y enraizamiento profundo en suelos permeables y espesos:
 - Espartales: caracterizada por la presencia de *Stipa tenacissima* (esparto), muy representada en el área.
 - Albardinales: se desarrollan sobre suelos algo halófilos y períodos hidromórficos.
 - Yesqueras: predominan *Brachypodium retusum* y *Phlomis lychnitis* sobre suelos esqueléticos sin hidromorfía. En suelos del tipo litosol calcáreo, taludes y paredones se diferencian otros pastizales no halófilos, dominando *Hyparrhenia hirta*, *Piptatherum miliaceum* y *Dittrichia viscosa*.

¹³En la literatura ecológica, las estepas ibéricas muestran connotaciones específicas, caracterizadas por presentar especies leñosas, suelos pobres, a veces salinos, en un clima mediterráneo con acusados rasgos semiáridos. El paralelismo con sus homólogas de otras partes del mundo coincide en compartir relieve llano o suavemente ondulado, cobertura vegetal de gramíneas y ausencia de árboles desarrollados.

2. Pastizales húmedos: está puntualmente representada debido al carácter semiárido del área.

VEGETACION RUDERAL:

1. Carduales: incluye formaciones herbáceas de gran talla, vivaces bianuales e incluso anuales. Es una vegetación fuertemente nitrófila, constituída por grandes terófitos espinosos y especies bianuales de gran talla.
2. Pastizales nitrificados: comunidades de terófitos y geófitos, nitrófilos y subnitrófilos, instalados en medios de fuerte presión antrópica (quema, deforestación, abonado, pastoreo).

PASTIZALES PISOTEADOS:

Majadales: son pastos de especies de pequeño porte, bien desarrollados sobre suelos secos por pastoreo con ganado ovino.

PASTIZALES TEROFITICOS PUROS:

Son terófitos efímeros de muy corta talla, que constituyen pastizales de óptimo Mediterráneo, colonizadores de suelos indiferentes no nitrificados, con poco contenido en Materia Orgánica.

VEGETACION HALOFILA:

Formaciones de vegetación sufruticosa-vivaz relacionadas con la concentración de sales del suelo.

1. Juncales y herbazales: formaciones de gramínoideas de hemisporófitos, en lugares salinos inundables en primavera.
2. Fanerófitos suculentos halófilos: vegetación vivaz de especies suculentas sufruticosas y hojas arrosetadas. Se presentan como formaciones de fanerófitos suculentos que se desarrollan sobre suelos muy húmedos y salinos, sometidos a inundaciones temporales de aguas salobres.

FORMACIONES RIPARIAS:

1. Choperas: estas formaciones están muy alteradas. Se localizan en márgenes con aguas de carácter eutrófico, constituídas por especies del género *Populus*.
2. Saucedas: situadas en bordes de ríos sobre substratos calizos. Dominan especies del género *Salix*.
3. Zarzales-espinales: sus suelos tienen nivel freático elevado. Representados por lianas y microfanerófitos espinosos o sarmentosos de hojas caducas, como primera etapa de sustitución de las choperas, en donde predomina *Rubus ulmifolius*.
4. Tarayales: formaciones de carácter halófilo, desarrolladas sobre terrenos limosos, con cierta capacidad de retener agua. Dominan especies del género *Tamarix*.

Desde el punto de vista del posible fraccionamiento isotópico generado por vía fotosintética, la mayoría de las plantas de las comunidades vegetales indicadas siguen patrones metabólicos C₃, y sólo los tomillares nitrófilos tienen algunos representantes dispersos del metabolismo de los tipos C₄ y CAM¹⁴.

¹⁴Se puede citar la presencia de los siguientes géneros y familias indicativos de patrones metabólicos C₄: Género *Cynodon* de la Familia *Monocotyledoneae*, y Géneros *Heliotropium*, *Atriplex*, *Suaeda* y *Zygophyllum* de la Familia *Dicotyledoneae*. Como representantes del metabolismo del ácido crasuláceo (CAM) existen algunos ejemplares de los Géneros *Euphorbiaceae* y *Patagraceae*, de la Familia *Dicotyledoneae* (Valle, F. com. oral).

2.6. EDAFOLOGIA.

Entre los trabajos de índole general se deben citar, fundamentalmente, el Mapa de Suelos y Vegetación de la Provincia de Granada (CSIC, 1980), y el Mapa de Suelos de Andalucía (CSIC-IARA, 1988): proporcionan básicamente la misma información.

Los trabajos monográficos llevados a cabo en este ámbito regional generalmente se asocian a cartografías de cierto detalle. La mayor parte de la información disponible para la Depresión de Guadix-Baza está vinculada al Proyecto LUCDEME (ICONA); hasta la fecha se han publicado las hojas 951, 973, 994 y 1011 pertenecientes a la Depresión Guadix-Baza. Esta cartografía se realizó a escala 1:100,000, con los criterios de clasificación de suelos de la FAO (1977). Las unidades definidas comprenden asociaciones e inclusiones. En resumen, se puede comentar lo siguiente de cada una de estas hojas:

Hoja 951 (Orce):

La mayor parte corresponde al área de trabajo. Las unidades cartográficas de esta hoja se distribuyen en las altiplanicies, pertenecientes propiamente a la Depresión de Guadix-Baza, de suaves pendientes, unos 1000 m de altitud media, y áreas circundantes de relieve abrupto (Sierras carbonatadas de Orce y María). El primer caso es la Unidad más representada, con suelos profundos (del orden de 1m), poco pedregosos, sobre materiales limosos; en el caso de los Llanos de Orce, Almáida y Pelado, presentan litología de conglomerados y calizas lacustres, y los suelos son más someros (unos 0.5 m); pueden presentar costra.

Se cartografiaron 21 unidades sobre la base de 26 perfiles. En áreas de Sierra los Litosoles son el suelo mayoritario, en algunos casos asociados a Regosoles calcáricos y escasas inclusiones de Cambisoles calcáricos.

El grupo de unidades con Regosoles como taxón dominante es el más extenso: predominan los calcáricos sobre los margálicos y los litosólicos. Los Regosoles, los Regosoles calcáricos con inclusiones de Regosoles litosólicos, y la asociación Regosoles calcáricos y Regosoles litosólicos ocupan una extensión importante, en un paisaje suavemente alomado.

En los Llanos de Orce, Almáida y Pelado, y en la zona occidental de Orce, se instalan Xerosoles calcáricos puros. Extensión similar ocupa la asociación de Xerosoles calcáricos con Xerosoles háplicos (e inclusiones de Phaeozems calcáricos). De menor importancia es la asociación Xerosoles calcáricos y Regosoles calcáricos (e inclusiones de Regosoles litosólicos).

Finalmente una Unidad homogénea, bien representada, es la formada por la asociación de Cambisoles calcáricos con Regosoles calcáricos (e inclusiones de Luvisoles calcáricos).

Hoja 973 (Chirivel):

El interés se centra en 2/3 de la Hoja. Se diferencian dos unidades morfológicas: la de relieve abrupto, de importante extensión y naturaleza carbonatada, formada al Norte por las Sierras de Periate, Orce y María, y al Sur por las Sierras del Madroñal y de las Estancias. En el centro se dispone un área predominantemente llana, disectada por ramblas de dirección E-W, que presenta hacia las laderas de las Sierras suelos pedregosos, y al W se instala sobre substratos limosos.

Se identificaron 31 unidades de suelos, fundamentadas en 11 perfiles. Los Litosoles, su

asociación con Regosoles litosólicos, y los que presentan inclusiones de Regosoles calcáricos y de Cambisoles cálcicos, o de Rendzinas órticas, pueden ocupar algo más de la mitad de la hoja, siempre ceñidos a los relieves más escarpados.

Las unidades integradas por Regosoles calcáricos en asociación con Regosoles litosólicos adquieren desarrollo secundario; se localiza en zonas llanas con litología detrítica heterogénea, de naturaleza caliza. Pueden ser pedregosos y tener costra.

Las unidades con Regosoles eútricos presentan aparición ocasional, igual que las Rendzinas órticas, los Xerosoles cálcicos y los Luvisoles cálcicos.

Adquieren buen desarrollo los Cambisoles cálcicos y sus asociaciones e inclusiones (formadas en ambos casos por Regosoles calcáricos, Luvisoles cálcicos y Rendzinas órticas).

Hoja 994 (Baza):

Esta hoja presenta interés en su totalidad. La Unidad de relieve montañoso se localiza al W (Sierra de Baza) y al E (Sierra de las Estancias), ambas de naturaleza predominantemente carbonatada; el área central así definida forma parte de la Depresión de Baza, con litología de limos, margas y yesos.

Sobre la base de 30 perfiles, se han diferenciado 41 unidades de suelos. Las que asocian Litosoles y Regosoles litosólicos y calcáricos (con inclusiones de Regosoles, Cambisoles y Rendzinas órticas) se circunscriben a los principales relieves.

Igual orden de desarrollo es el que adquieren los Cambisoles cálcicos, asociados a Regosoles calcáricos y Xerosoles cálcicos (con inclusiones de Luvisoles y Regosoles), así como los Xerosoles cálcicos (con inclusiones de Cambisoles cálcicos y Solonchaks órticos), y los Luvisoles cálcicos, asociados a crómicos (con inclusiones de Xerosoles y Regosoles).

Las diferentes unidades de Regosoles definidas por su asociación con diversos tipos de Regosoles (con inclusiones variadas), forman un conjunto muy atomizado de escasa representación.

Hoja 1011 (Guadix):

El interés de esta hoja se enfoca a todo su territorio. Los relieves montañosos del Norte y Sur de la hoja (Sierras de Baza y Nevada, respectivamente) delimitan las planicies centrales de la Depresión, cuyos materiales desarrollan badlands en el límite NW, cerca de Guadix. Predominan carbonatos en la Sierra de Baza, esquistos en las laderas de Sierra Nevada, y conglomerados, arenas y limos en la Depresión (estos últimos, soportan los badlands).

Se distinguieron 34 unidades edáficas a partir de 35 perfiles. Al Sur del eje de drenaje definido por los ríos de Guadix y Huéneja (diagonal de la hoja) predominan Luvisoles crómicos y Cambisoles eútricos, estos últimos asociados a Regosoles eútricos con diversas asociaciones. También existe una zona relativamente amplia de Luvisoles cálcicos. Estas unidades constituyen, en conjunto, la mitad de la hoja.

Al Norte del eje de drenaje definido, se asientan sobre el glacis que desciende de Sierra de Baza un conjunto de unidades muy heterogéneas y dispersas de Regosoles calcáricos con diversas asociaciones; algo más extensa es la formada con Xerosoles cálcicos.

Los Regosoles eútricos se instalan en las laderas de Sierra Nevada, en el límite Sur de la hoja, y en el límite oriental, donde adquieren mayor representación.

En resumen, se puede observar que el interés de estos trabajos monográficos ha estado centrado en los principales relieves y su contorno próximo. Por el contrario, hasta el presente, se nota ausencia de datos en la zona limítrofe con Jaén y en las áreas centrales de la Depresión, especialmente en la ocupada por los badlands.

Un trabajo de especial significación en el tema que nos ocupa, es el realizado por Iriarte (1986), sobre un límite territorial idéntico al de la presente Memoria. En esta superficie, el citado autor realizó 82 perfiles muestreados aleatoriamente, y determina los estadísticos de frecuencias de las propiedades de los suelos de la capa arable y del subsuelo. Los datos del muestreo aleatorio pueden tomarse como base de referencia fiable desde el punto de vista estadístico.

3. MATERIAL Y METODOS.

3.MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. PLANTEAMIENTOS PREVIOS.

El objetivo preferencial en la evaluación del Carbono de suelos en un ámbito semiárido se podría llevar a cabo, en principio, con los datos disponibles en la bibliografía (metodología usada por Schlesinger, 1982). Los datos disponibles en el área han sido comentados de forma general en el punto 2.6. EDAFOLOGIA, y desde el punto de vista de la estrategia del muestreo se podían clasificar en dos grupos diferentes: datos obtenidos en un Muestreo Aleatorio (rigurosamente estadístico) y datos procedentes de diversos Muestreos Intencionales (efectuados para definir tipologías en los trabajos cartográficos). Se usarán ambos para contrastarlos, y para comprobar el sesgo que puede introducir la intencionalidad. Sin embargo, ambas líneas como método de evaluación presentan importantes inconvenientes:

1. El muestreo aleatorio se llevó a cabo sólo hasta 50 cm de profundidad.
2. El muestreo intencional, tal y como se realiza convencionalmente, sólo diferencia horizontes superiores al Cmk, en parte debido al fuerte impedimento que ofrecen los horizontes petrocálcicos, y en parte, como ya se expuso en el primer capítulo, porque *se entiende que el límite inferior del suelo es, normalmente, el límite inferior de la actividad biológica, que en general coincide con la común profundidad de enraizamiento de las plantas nativas perennes* (Soil Taxonomy, 1975)¹.
3. Se podría advertir también que el empleo de diferentes métodos analíticos de laboratorio constituye fuente adicional de disparidad de resultados.

Estos hechos deben tener incidencias diversas. No parece, a priori, que en el caso del Carbono Orgánico se presenten graves discrepancias (ya que los horizontes superiores muestreados contienen habitualmente la mayor parte de la Materia Orgánica), pero la evaluación del Carbonato equivalente puede estar muy condicionada, ya que es en los horizontes superiores donde se presenta traslocación de carbonatos hacia los inferiores, y la acumulación más importante se produce precisamente en los horizontes cálcico y petrocálcico, y también, aunque en magnitud desconocida, en puntos situados por debajo de ellos.

Por estas razones, se efectuó un muestreo específico, profundo, como parte experimental de esta Memoria, para determinar el efecto que ejerce la profundidad de muestreo en la evaluación del Carbono de suelos.

La distribución geográfica de los tres muestreos se indica en las Figuras 3.4, 3.5 y 3.6. La base cartográfica es el Mapa Geomorfológico de la Figura 2.2, en donde se incluye también la malla utilizada de 10 * 10 km de lado.

¹La revisión de 1994 insiste nuevamente en estos aspectos: *el límite inferior que separa el suelo del no suelo infrayacente es más difícil de definir. El suelo consiste en horizontes próximos a la superficie de la tierra que, en contraste con el material rocoso inferior, ha sido alterado a través del tiempo, por interacciones entre el clima, relieve, roca original y organismos vivos. En los pocos lugares donde contiene delgados horizontes cementados impermeables a las raíces, el suelo se considera que es tan profundo como el más profundo horizonte cementado. Más comúnmente, el suelo se gradúa hasta su límite inferior con la roca dura o con materiales terrosos desprovistos de animales, raíces u otras signos de actividad biológica. Así, el límite inferior del suelo es normalmente el límite inferior de la actividad biológica, que generalmente coincide con la profundidad común de enraizamiento de las plantas nativas perennes. Si, no obstante, la actividad biológica o los procesos edáficos corrientes se extienden a profundidades superiores a 200 cm, el límite inferior del suelo que se clasifica es arbitrariamente 200 cm. Para algunos propósitos de usos de suelos, se pueden describir capas más profundas que el límite inferior del suelo que se clasifica si afectan al contenido y movimiento del agua y aire de la zona radicular del suelo.*

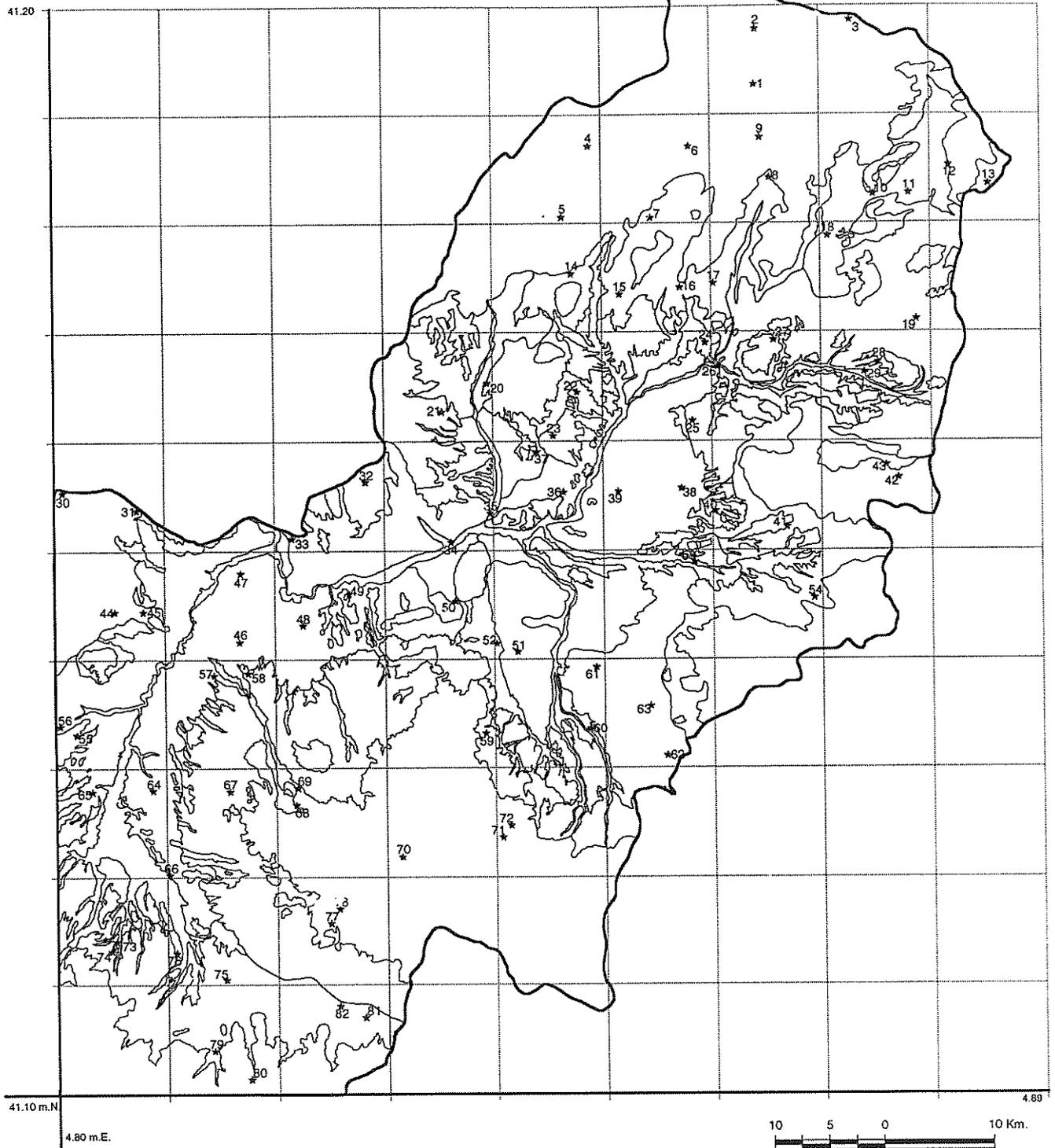


FIGURA 3.4: SITUACION DE LOS PERFILES DEL MUESTREO ALEATORIO.

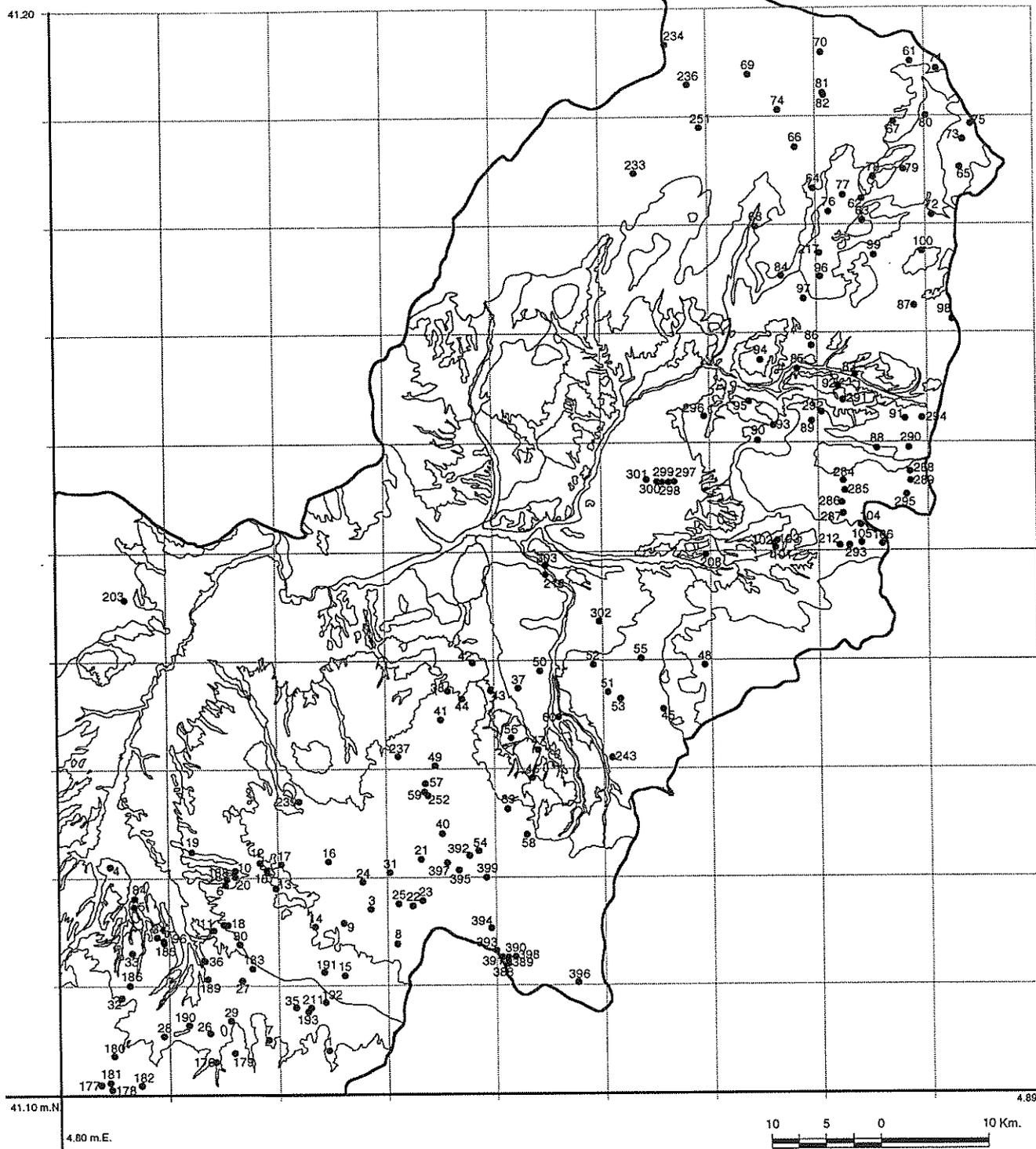


FIGURA 3.5: SITUACION DE LOS PERFILES DEL MUESTREO INTENCIONAL.

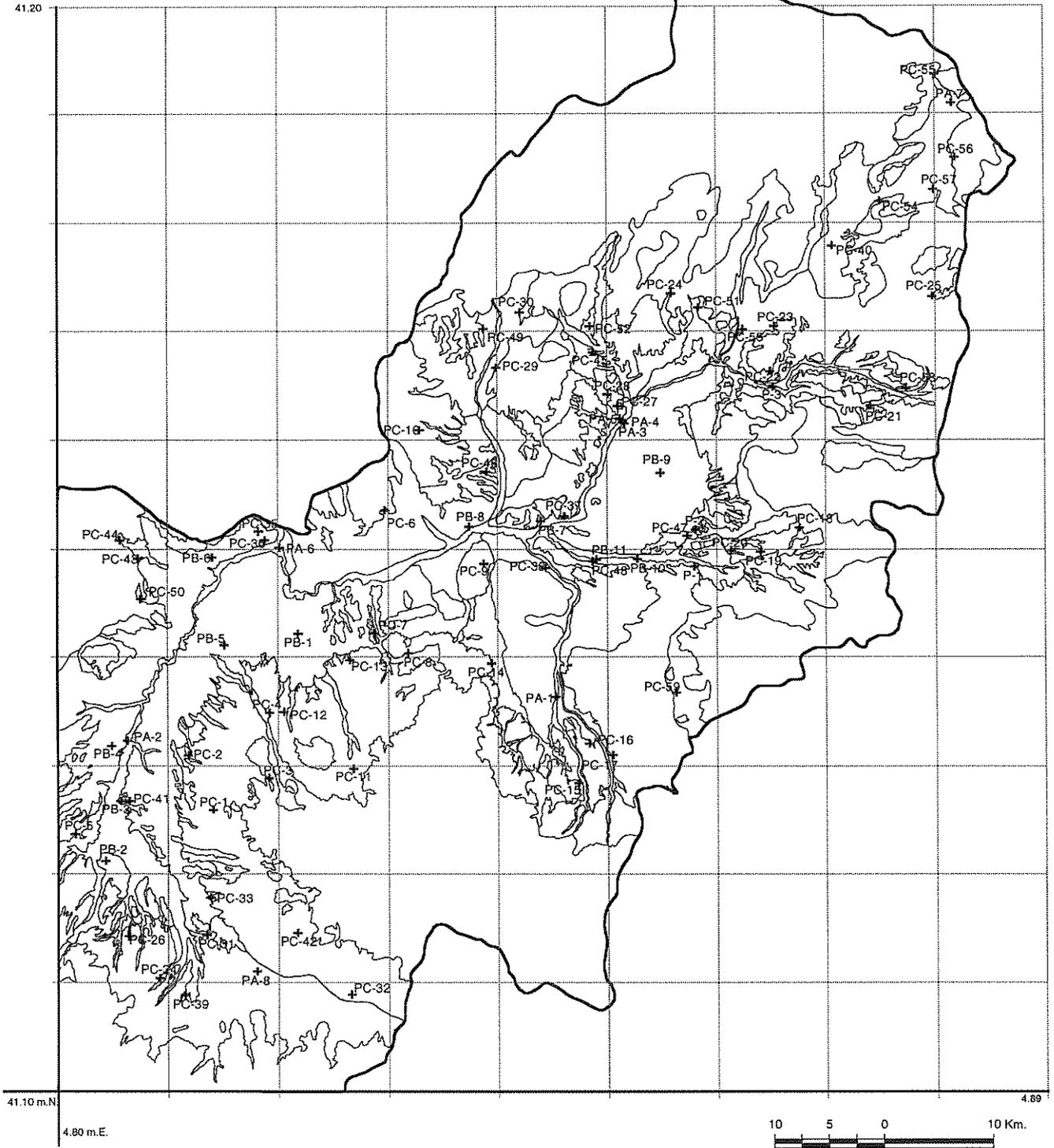


FIGURA 3.6: SITUACION DE LOS PERFILES DEL MUESTREO ESPECIFICO.

3.2. MATERIAL.

3.2.1. Muestreo aleatorio:

Se han utilizado los datos correspondientes a los suelos del muestreo realizado por Iriarte (1986). Para evitar sesgos en el muestreo, este autor dividió el territorio en cuadrículas de 10 * 10 km en las que se seleccionaron aleatoriamente dos puntos de muestreo. Los 82 perfiles realizados de este modo se distribuyen según indica la Figura 3.4. En cada punto se obtuvieron, con barrena Domhof, una muestra de suelo superficial (0-25 cm) y otra de suelo profundo (25-50 cm). En todas las muestras se determinó, entre otros parámetros, el Carbonato equivalente (calcímetro manométrico) y la Materia Orgánica oxidable (método de Walkley y Black, 1934).

3.2.2. Muestreo intencional:

Los datos utilizados en esta Memoria, a los que nos referimos como datos procedentes de un muestreo intencional, están tomados de perfiles localizados en el área, descritos en publicaciones, tesis doctorales y diversos levantamientos cartográficos detallados en el punto 2.6. EDAFOLOGIA. En la mayoría de los casos, la definición de Unidades implica el establecimiento de perfiles tipo, seleccionados por los autores en áreas representativas. En tales perfiles se estudiaron y muestrearon sus horizontes genéticos (generalmente del orden de tres horizontes por perfil). El método usualmente empleado para el análisis del Carbonato equivalente fue el volumétrico, y la Materia Orgánica se determinó por oxidación en húmedo. Los 146 perfiles obtenidos de la bibliografía disponible (cfr. Anexo 2) se distribuyen como señala la Figura 3.5. La profundidad media así estudiada resultó ser de 61 cm.

3.2.3. Muestreo específico:

Se diseñó una malla idéntica a la del muestreo aleatorio, con igual contorno geográfico. Sin embargo, no fue viable situar los puntos muestrales aleatoriamente por la imposibilidad de realizar catas profundas en una zona con abundantes horizontes petrocálcicos.

Para efectuar perfiles profundos (con profundidad igual o superior a 120 cm), se estratificó el área en las Unidades Geomorfológicas definidas en puntos anteriores (aluvial (perfiles PA), badlands (perfiles PB) y superficies de glaciares (perfiles PC)), y se estimó, según su extensión en cada cuadrícula, el número de perfiles que debería tener una Unidad determinada. En cada cuadrícula se buscaron cortes preexistentes, tanto naturales (escalones de erosión), como artificiales (taludes o trincheras): en el primer caso, debido a la vejez de los escarpes, había que proceder con la precaución de evitar que biselamientos erosivos de sus aristas truncasen los horizontes más altos (cuestión relativamente difícil de evitar, a pesar de las nivelaciones realizadas), y que en su base existiese acumulación de derrubios; en el segundo caso, además de las precauciones anteriores había que prevenir posibles enterramientos.

Tras seleccionar el corte, se limpió, de arriba abajo, la pátina pulverulenta que origina la lluvia, hasta obtener una visión nítida de los materiales. A continuación se muestreó cada 20 cm, con referencia a la superficie, de abajo arriba, mediante martillo, y en su caso cincel, procediendo a una pequeña excavación perpendicular a la superficie del corte, hasta obtener unos 2 kg de material, que se envasaron en bolsas debidamente etiquetadas. Se anotaron las características generales del perfil y de cada nivel muestreado.

A diferencia del muestreo aleatorio, se omitió el muestreo de los relieves montañosos, ya que

implican una heterogeneidad adicional al presentar un contexto climático diferente, con suelos peor conservados, y una evolución geomorfológica compleja, con frecuencia de difícil encuadre cronológico.

De este modo se obtuvieron 81 perfiles, número sensiblemente similar al de perfiles del muestreo aleatorio. Del mismo modo el número de perfiles por cuadrícula fue ligeramente superior a 2, debido a que el área del muestreo realizado se ciñe estrictamente a la Depresión. La distribución de los puntos muestrales se aprecia en la Figura 3.6, y sus características generales en el Anexo 3: se obtuvieron 8 perfiles en aluviales, 11 en badlands y 59 en los glacis; también se obtuvieron 3 perfiles en unidades geomorfológicas de dudosa clasificación. El número de muestras obtenido de este modo fue de 895, con un peso total de 1788 kg, y una profundidad media de muestreo de 201 cm (en los aluviales la profundidad media fue de 188 cm, en los badlands de 160 cm, y en las superficies restantes 212 cm)

3.3. METODOS.

Para la evaluación propuesta no ha sido posible determinar directamente todos los parámetros necesarios, unas veces por el volumen de trabajo implicado (densidades aparentes), otras por no ser viable (evaluación de la matriz de horizontes cementados).

Una vez desecada la muestra al aire, se determinó el contenido en Carbono, tanto en su componente Orgánico como Inorgánico. Como es norma habitual, estas determinaciones se realizaron en la parte activa de cada muestra (tierra fina, < 2 mm). Para convertir los valores gravimétricos en volumétricos, y para computar finalmente la cantidad de Carbono contenido en el suelo, se utilizó la siguiente expresión:

$$C_i = \% X * 10 * d.a. * C_m * E$$

siendo:

C_i = contenido de Carbono (Orgánico/Inorgánico) en el nivel i (kg/m²).

$\% X$ = porcentaje de Carbono.

d.a.= densidad aparente (Tm/m³).

C_m = fracción de tierra fina (adimensional).

E = espesor del horizonte (m).

A partir de los datos de cada nivel², se obtuvo el contenido correspondiente a todo el perfil.

3.3.1. Porcentaje de Carbono:

Las determinaciones que seguidamente se indican se realizaron sobre la tierra fina previamente molida en mortero de ágata. En el caso de los horizontes petrocálcicos, el material para analizarlos se obtuvo mediante perforación de la matriz con broca.

-a) Carbono Orgánico:

Se ha determinado mediante el método de Walkley y Black (1934) por ser de uso general y el más adecuado para el análisis de grandes series. Los datos así obtenidos se reconvirtieron al

²En el muestreo específico la separación entre muestras fue sistemáticamente de 20 cm, sin que ello necesariamente otorgue a cada muestra representatividad de horizonte genético: la naturaleza de dicho muestreo es más bien geoquímica.

método de Tyurin (1931)³, ya que este se ha utilizado con frecuencia en las determinaciones seguidas por el proyecto LUCDEME y en gran parte de los datos disponibles en el muestreo intencional. Tal reconversión se efectuó tras obtener y analizar por ambos métodos la muestra media de la zona.

-b) Carbono Inorgánico:

Ordinariamente se acepta que el Carbonato edáfico está constituido por Calcita, que en ocasiones puede contener proporciones variables de Magnesio: la Dolomita presente en el suelo sería de naturaleza heredada⁴. Ya que el contexto del área implica, en principio, la existencia de ambos minerales en proporciones no definidas, se separaron ambos carbonatos: tras el ataque ácido masivo durante 24 horas, se determinó el Carbonato equivalente por el método manométrico (Grupo de Trabajo de Normalización de Métodos Analíticos, 1982); posteriormente se diferenciaron ambas especies mineralógicas por Difracción de Rayos X (DRX)⁵. Dado que la Calcita y la Dolomita presentan igual poder reflectante, la altura de sus picos diagnósticos sirvió para establecer su proporción: mediante la determinación del Carbonato equivalente, se puede conocer su presencia semicuantitativa según la expresión:

$$\begin{aligned} \% D &= (\% \text{CO}_3^= \text{equi.} * 0.44)/(0.477 + 0.44 * h_k/h_d) \\ \% C &= (h_k/h_d) * \% D \end{aligned}$$

siendo:

% CO₃⁼ equi. el Carbonato equivalente determinado manométricamente.

h_k la altura del pico de la Calcita del diagrama de DRX.

h_d la altura del pico de la Dolomita del diagrama de DRX.

% C y % D los porcentajes de Calcita y Dolomita respectivamente.

Finalmente, para distinguir la procedencia primaria o secundaria del Carbonato, se llevó a cabo el análisis isotópico⁶ del material edáfico de algunas muestras de perfiles seleccionados, tras eliminar su Materia Orgánica por calcinación a 450° C. Si el material original era de tipo conglomerático, se determinó la composición isotópica de la grava carbonatada después de calcinar a 450° C el polvo extraído con broca. El siguiente coeficiente de reparto (Salomons y Mook, 1976) permite conocer el porcentaje de Carbonato secundario de cada muestra:

$$\% C \text{ edaf.} = (\delta^{13}\text{C}(\text{suelo}) - \delta^{13}\text{C}(\text{roca madre})) / (\delta^{13}\text{C}(\text{secundario}) - \delta^{13}\text{C}(\text{roca madre})) * 100$$

siendo los diferentes $\delta^{13}\text{C}$ la composición isotópica del Carbono de los carbonatos de los grupos

³Ambos métodos siguen esencialmente el mismo procedimiento, sin embargo el método de Tyurin realiza una digestión más eficaz calentando a ebullición durante cinco minutos.

⁴A pesar de su elemental composición, no se ha podido sintetizar Dolomita en las condiciones habituales de la superficie terrestre. Usualmente se asocia a sedimentos más antiguos que el Pleistoceno. Se pueden considerar como casos puntuales los relacionados, por ejemplo, en Sherman *et al.* (1962), y Abdeljaouad (1984), este último referente a Dolomita en paleosuelos eocenos. Vasconcelos *et al.* (1995) invocan procesos microbiológicos como posibles responsables de su formación natural a bajas temperaturas.

⁵Se utilizó para ello el método de polvo, realizando un barrido entre 22° y 32° de 2θ con un difractor Phillips Pw1010, empleando radiación Cu Kα con monocromador de grafito. El barrido completo se realizó en las muestras que plantearon problemas en la identificación de ambos minerales.

⁶Las muestras se atacaron con ácido fosfórico al 100 %, a 25° C; en el CO₂ obtenido se determinó la composición isotópica del Carbono y Oxígeno con un espectrómetro de masas Finnigan-Mat 251, provisto de sistema de admisión de muestra y patrón. Los resultados se expresan en relación a los patrones de Carbono y Oxígeno PDB y SMOW respectivamente (Craig, 1957)

litológicos correspondientes.

3.3.2. Densidad aparente:

Es práctica habitual estimar la densidad aparente de un suelo por correlación entre sus principales características tales como profundidad, componentes texturales y Materia Orgánica; se usan para ello relaciones extraídas de la bibliografía. Sin embargo, y como comentan diversos autores⁷, esto puede originar considerables incertidumbres ya que sólo se deben aplicar en el ámbito de materiales para el que fueron preparadas, y no se pueden extrapolar con confianza a otros entornos. En el presente caso, por ejemplo, hay que tener en cuenta otro componente adicional, importante, que generalmente no contemplan dichas expresiones: el contenido en carbonatos.

Por otro lado, cuando se utilizan los componentes texturales como predictores, es imposible aplicar estas herramientas de predicción a materiales tales como las costras (materiales cementados) ya que no se pueden dispersar. En este caso se puede utilizar como herramienta de predicción los datos del análisis de la varianza obtenidos para cada tipo morfológico de costra: si las diferencias entre estos tipos son significativas se podrá hacer una precisión mayor entre la densidad aparente con sólo conocer el tipo de costra. En consecuencia con lo expuesto, se efectuó un tipo de regresión para los materiales dispersables (Muestras no cementadas) y un análisis de varianza para los datos de costra (Muestras cementadas), en base a los datos analíticos obtenidos en laboratorio. Para la determinación de la densidad aparente se empleó el método del agregado, ya que el método del cilindro no es viable.

a) Muestras no cementadas: suelen ser muestras disgregables, de muy variable contenido en carbonatos, aunque no elevado. Para cada una de estas muestras se seleccionaron, al menos, tres elementos de tamaño diverso, el mayor de los cuales de peso superior o igual a un gramo; se tuvo el máximo cuidado posible de que no contuvieran fragmentos mayor o iguales a 2 mm: si la naturaleza de la muestra dificultaba esta aseveración, se seleccionaron varios elementos de muestra de un tamaño tal que permitiera asegurarlo. Algunas pueden presentar dificultades de estabilidad de los agregados ante su manipulación, o, simplemente, no se dispuso de ellas; por eso se determinó la densidad aparente de un número importante de muestras (pero no de todas), y se obtuvo su composición textural: de este modo se establecieron las regresiones correspondientes para determinarla de modo indirecto.

b) Muestras cementadas: corresponden a aquellos horizontes del suelo que presentan contenidos altos de Carbonato Cálcico. La selección de los fragmentos se realizó como en el caso anterior. Dentro de este grupo entran los substratos rocosos. Se determinaron las densidades aparentes de todas las muestras que presentaran estas características, que además se clasificaron en grupos sencillos.

El procedimiento seguido en ambos casos, fue similar al indicado por la USDA (1967). Al no disponer de resina de Saran (F220 o F120) se usó una mezcla de Ciclo exanona, Butanona y T.H.Furano, diluidos en Metil etil cetona en tal proporción que otorgue a la mezcla una viscosidad que permita su fácil manipulación. Tras secado a la temperatura ambiente durante 24 horas, se determinó su volumen por inmersión en agua; se efectuaron las correcciones oportunas de peso y volumen para rectificar el efecto del impermeabilizante adherido.

⁷Eswaran *et al.* (1993) comentan que los problemas que surgen para hacer una estimación global del Carbono segura proceden, entre otros, de *ausencia de datos fidedignos, particularmente densidad aparente, para computar la composición volumétrica.*

3.3.3. Fracción de tierra fina:

Como en el apartado anterior, se tuvieron en cuenta dos casos: Muestras cementadas y Muestras no cementadas.

Las muestras cementadas son los horizontes petrocálcicos. En ellas es fácil diferenciar *de visu* la matriz de la grava; sin embargo su evaluación no es tan evidente. Esto se llevó a cabo efectuando cortes con sierra mecánica en 13 costras⁸, con el fin de obtener un plano neto; posteriormente se calcaron los contornos de la sección y de los elementos gruesos (> 2 mm) con acetatos transparentes, y se analizó esta imagen para obtener los porcentajes de matriz y gravas. Aunque esto no es posible realizarlo en todas las muestras, es posible obtener para estas muestras correlaciones entre este porcentaje real, si se acepta el método anterior como verdad, y tres métodos asequibles y rápidos: estimación visual, superposición de plantillas, y realización de transectos. Para el resto de las muestras se realizaron fotografías de las costras, y sobre ellas se aplicó directamente el mejor método, tomando la media de varias determinaciones. La ecuación de correlación obtenida para las secciones permitía obtener los porcentajes de grava y matriz.

De las muestras no cementadas disponemos de los porcentajes de los pesos de grava y finos. El coeficiente C_m se obtuvo de la expresión:

$$C_m = (\% \text{ Finos/d.a.}) / ((\% \text{ Finos})/\text{d.a.}) + (\% \text{ Gravas}/2.65))$$

siendo d.a. la densidad aparente antes definida.

3.3.4. Análisis mecánico y potencial matricial:

El análisis mecánico se realizó por ser un predictor importante de diversas propiedades de las muestras dispersables. Se empleó para ello el método de la pipeta de Robinson, utilizando Calgón como dispersante y eliminando la Materia Orgánica con agua oxigenada, conforme a las especificaciones indicadas por los Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Aguas del MAPA (1986).

No se efectuó el análisis mecánico en todas las muestras, ya que su determinación no era esencial para la consecución de los objetivos, pero se determinó en un subconjunto de muestras suficientemente numeroso (549 muestras) como para poder establecer las relaciones entre granulometría y densidad aparente con suficiente confianza.

Por motivos análogos, la determinación de las retenciones de humedad a 33 y 1500 kPa se hizo solamente en un subconjunto de muestras (88 muestras) para obtener alguna información sobre las profundidades de humectación de los materiales después de una precipitación sobre suelo seco. Las determinaciones se efectuaron sobre tierra fina siguiendo el método de la placa de Richards (1954) (en USDA-SCS, 1967).

3.3.5. Determinación de isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$).

La distinción cuantitativa, y el establecimiento de los procesos de disolución, transporte y precipitación de carbonatos, se puede realizar mediante técnicas isotópicas (Salomons y Mook,

⁸No fue posible realizar más secciones en las muestras recogidas, dado que en muchos casos los ejemplares se mostraban incoherentes, y en otros presentaban ausencia de gravas. Fue necesario recoger otras costras de un entorno próximo para llegar a completar el número indicado.

1976), Cerling, 1984, Rabenhorst *et al.*, 1984, West *et al.*, 1988, entre otros), basadas en las razones de los isótopos estables del Carbono y del Oxígeno. Cualquier fase de transición (hidrólisis, disolución de gas o sólido en agua, precipitación) implica cambios de estas relaciones, cuyo control cinético depende de la temperatura ambiente; de este modo, los isótopos pesados se concentran en la fase sólida, y los ligeros pasan a la fase líquida o gaseosa.

Todas las muestras (finamente molidas) se calcinaron a 450° C para eliminar la Materia Orgánica; posteriormente, para la extracción del CO₂ se utilizó una modificación de los métodos usados por McCrea (1950) y Epstein *et al.* (1964), consistente en esencia en atacar las muestras con ácido fosfórico al 100 % a 25° C durante 12 horas; las muestras cuyos contenidos en Dolomita eran superiores al 4 % se sometieron al mismo tratamiento durante 2 horas, tras las cuales se eliminó el CO₂ producido (procedente de la Calcita), y se continuó el ataque durante 24 horas a 50° C. En el CO₂ obtenido en cada caso, se determinó la composición isotópica del Carbono y Oxígeno con un espectrómetro de masas Finnigan-Mat 251, provisto de sistema de admisión de muestra y patrón. El error experimental encontrado fue inferior a 0.1 y 0.05 para $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ respectivamente. Los resultados se expresan en relación al patrón internacional PDB (Craig, 1957). Los factores de fraccionamiento carbonato-ácido utilizados, a 50° C, fueron de 1.0090 y 1.01065 para Calcita y Dolomita respectivamente (Rosenbaum, J. y Sheppard, S.M., 1986).

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. ASPECTOS METODOLOGICOS.

4.1.1. Factor de recuperación del Carbono Orgánico:

Dentro del estudio objeto de esta Memoria, la determinación cuantitativa del contenido de Carbono Orgánico de los suelos es una parte esencial. Para esta determinación, se seleccionó el método de oxidación en húmedo de Walkley y Black (1934) por su amplia aceptación a nivel mundial y por su adecuación al estudio de grandes series de muestras. Sin embargo, como es sabido en los métodos de oxidación en húmedo, el tiempo y la temperatura de calentamiento de la mezcla Suelo- $H_2SO_4-K_2Cr_2O_7$ es un factor crítico. Con el método de Walkley y Black no se realiza un aporte externo de calor, por lo que la recuperación del Carbono Orgánico no es completa; Walkley y Black encontraron que un promedio del 76 % del Carbono Orgánico de 20 suelos era recuperado por el procedimiento indicado, y propusieron un factor de 1.32 para tener en cuenta el Carbono Orgánico no recuperable. No obstante, se ha constatado posteriormente (Agronomy n° 9) que las recuperaciones de Carbono Orgánico en diferentes situaciones oscila entre el 60 y el 80 %, con factores de corrección que variarían entre 1.16 y 1.59 según el tipo de suelo.

Gran parte de los datos utilizados en este estudio fueron obtenidos por el método de Tyurin, variante de los métodos de oxidación en húmedo en los que se hace un calentamiento adicional (5 minutos a ebullición). Con este calentamiento se supone que la recuperación del Carbono Orgánico es completa. Con objeto de poder efectuar comparaciones correctas entre los datos obtenidos por ambos métodos, en el contexto de los suelos del área, se consideró necesario establecer el factor de recuperación del método de Walkley y Black tomando como referencia el método de Tyurin.

Para ello se preparó una muestra media pesando 300 mg. de muestras alternas de la serie de muestras obtenidas (447 submuestras de un total de 895). Esta muestra media fue analizada por ambos métodos (5 repeticiones por el método de Tyurin y 13 repeticiones por el método de Walkley y Black) y se obtuvo un factor de recuperación para Walkley y Black de 1.60. Los datos tabulados en los anexos se obtuvieron utilizando este factor, y son, por lo tanto, comparables con los del método de Tyurin.

Aunque el factor no es aplicable a las muestras individuales, ya que depende del estado de oxidación del Carbono Orgánico en los suelos, que es variable, sin embargo, como nuestro interés se centra en el valor medio del Carbono Orgánico en el área estudiada, este detalle no tiene importancia y los datos obtenidos se pueden usar con confianza. La representatividad de la muestra media queda patente por el siguiente hecho:

- % de Carbono Orgánico obtenido para la muestra media (13 repeticiones) = 0.385
- Media general del % de Carbono Orgánico obtenido para la totalidad de las muestras (895 datos) = 0.398

Como se puede apreciar ambas medias son muy parecidas.

Las 13 repeticiones de la muestra media se efectuaron introduciéndola en tandas de análisis hechas en fechas distintas, y son por tanto muy adecuadas para determinar el error del método: la desviación típica obtenida fue de 0.024. La conversión de estos valores al método de Tyurin determina una media de 0.476 y una desviación típica de 0.029.

4.1.2. Relación entre densidad aparente y composición de la muestra:

La densidad aparente es un valor esencial para la conversión de valores gravimétricos en volumétricos. Se ha determinado directamente en un buen número de muestras, pero no ha sido factible en otras debido a sus características: falta de agregados, etc. En estos casos es deseable disponer de herramientas para poder predecirla a partir de otras características. Si estas son medibles, la estrategia más adecuada es efectuar un análisis de regresión, y caso contrario, si es posible agrupar los materiales por algún criterio, se pueden utilizar los datos de un análisis de la varianza para efectuar la predicción.

a) Muestras no cementadas:

Se efectuó un análisis de regresión utilizando como predictores las siguientes variables: arena, arcilla, Materia Orgánica y CaCO_3 equivalente.

Con objeto de conseguir mayor precisión, el análisis de regresión se hizo por separado para los distintos grupos de materiales o de perfiles, correspondientes a las Unidades Geomorfológicas ya definidas: PA, PB y PC (aluviales, badlands y glacis respectivamente). La tipología de las muestras es relativamente homogénea en los grupos PA y PC (predominio de agregados), mientras que en los perfiles de los badlands es bastante heterogénea (agregados y fragmentos de roca original: lutitas, margas, etc).

Ecuaciones de regresión:

Perfiles PA:

$$\begin{aligned} \text{D.a.} &= 0.79477 + 0.01234 * n + 0.01683 * a \\ R &= 0.905 \quad R^2 = 0.818 \\ p &= 0.033 \end{aligned}$$

Perfiles PB:

$$\begin{aligned} \text{D.a.} &= 1.70948 - 0.21586 * \text{M.O.} - 0.00435 * \text{CaCO}_3 \\ R &= 0.672 \quad R^2 = 0.452 \\ p &= 0.0014 \end{aligned}$$

Perfiles PC:

$$\begin{aligned} \text{D.a.} &= 0.9063 - 0.05834 * \text{M.O.} - 0.00324 * \text{CaCO}_3 + 0.0106 * n + 0.02136 * a \\ R &= 0.843 \quad R^2 = 0.711 \\ p &= 0.0001 \end{aligned}$$

Regresión global de todos los Perfiles (sin distinguir pertenencia a Unidad Geomorfológica):

$$\begin{aligned} \text{D.a.} &= 0.95684 - 0.07116 * \text{M.O.} + 0.0087 * n + 0.01753 * a \\ R &= 0.668 \quad R^2 = 0.446 \\ p &= 0.0001 \end{aligned}$$

Se conservaron únicamente aquellos predictores cuyos coeficientes de regresión eran significativos al nivel del 5 %. Como puede verse el conjunto de predictores útiles varía de unos grupos a otros.

Los predictores de mayor peso son los granulométricos (arena y arcilla) y la Materia Orgánica. En segundo término aparece el contenido de CaCO_3 , que tiende a hacer disminuir la densidad

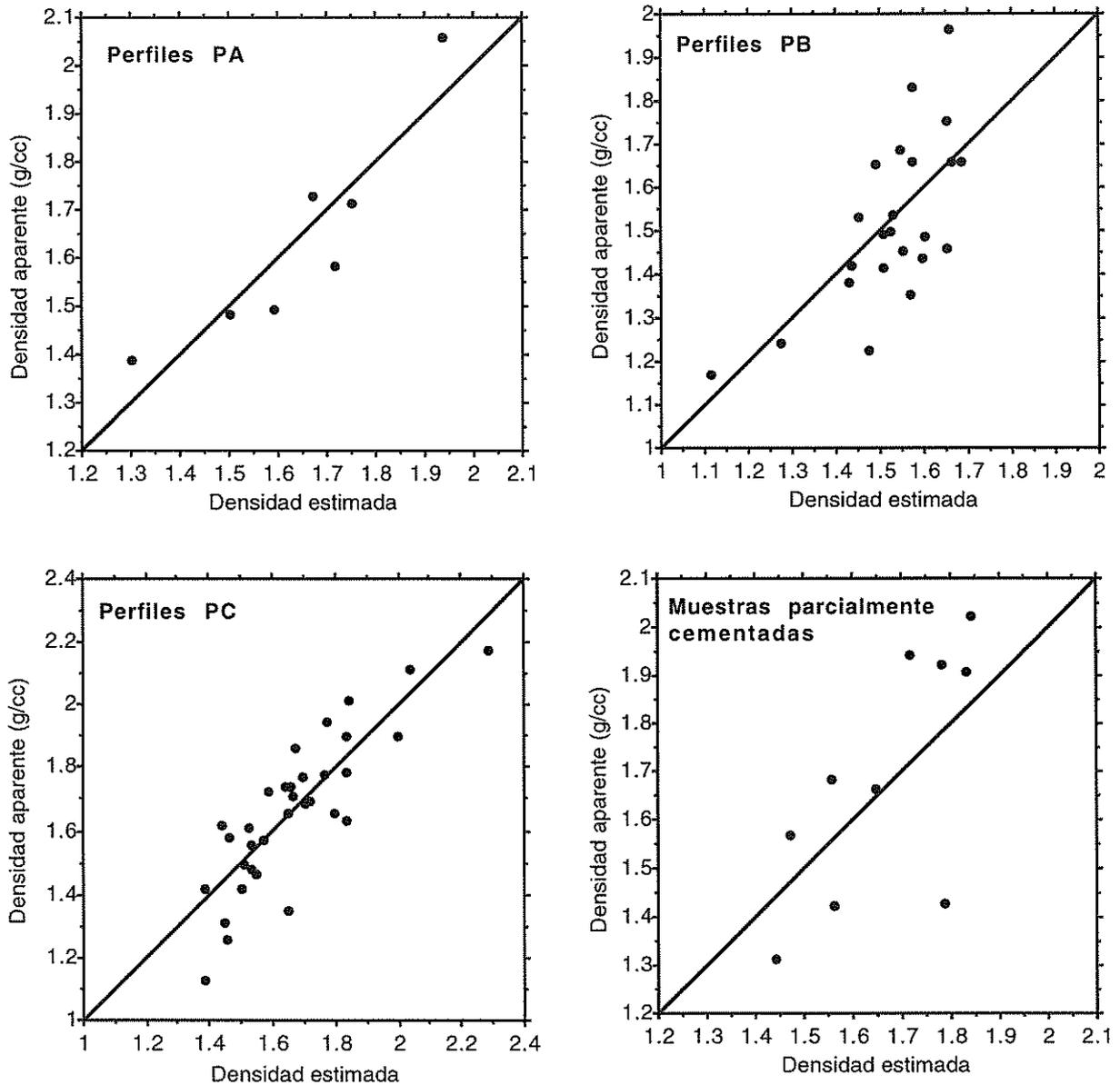


Figura 4.1: Relaciones entre densidades aparentes determinadas y estimadas para muestras no cementadas.

aparente. En el caso de los grupos PA y PC las ecuaciones de regresión específicas son considerablemente mejores (atendiendo al coeficiente de determinación R^2) que la general obtenida sin tener en cuenta los grupos. En el caso de los badlands es indiferente el uso de una u otra ecuación de regresión. Se observa una mejora notable en este grupo de suelos si se utiliza la profundidad como predictor adicional. Sin embargo este predictor no se ha utilizado por ser el único grupo en el que esto ocurre, y por no ser de naturaleza composicional.

La representación de la densidad determinada frente a la densidad estimada (Figura 4.1) confirma que el modelo lineal elegido es adecuado. La ecuación de los perfiles PC se utilizó para predecir la densidad aparente de algunas muestras parcialmente cementadas, en las que se pudo hacer un análisis mecánico a partir del material obtenido de las zonas más disgregables. La comparación de

los valores estimados con dicha ecuación con los valores medidos directamente es suficientemente satisfactoria, como puede deducirse de la misma Figura.

b) Muestras cementadas:

Se determinó la densidad de todas ellas, y se clasificaron según sus tipos morfológicos. Para ello se establecieron cuatro tipos de costras, sencillos y fácilmente reconocibles¹:

- Costra laminar: presenta laminación neta. Suele corresponder al episodio terminal del desarrollo del horizonte petrocálcico.
- Costra conglomerática: la matriz carbonatada existente cementa en diverso grado cantos conglomeráticos.
- Costra masiva: masa de carbonato edáfico que carece de laminación y de elementos conglomeráticos.
- Costra pulverulenta: masa de carbonato edáfico disgregable con relativa facilidad.

El análisis de la varianza de una sola vía efectuado con dicha clasificación, puso de manifiesto que existen diferencias significativas entre las medias (Tabla 4.1).

| Fuente | G. l. | Suma cuad. | Cuad. medio | F-test: |
|------------------|-------|------------|-------------|-----------|
| Entre grupos | 3 | 1.41158 | 0.47053 | 6.8318 |
| Dentro de grupos | 204 | 14.05006 | 0.06887 | p = .0002 |
| Total | 207 | 15.46164 | | |

En la Tabla 4.2 se recogen los valores medios de densidad para los diversos grupos. Según los

| Tipología | Nº muestras | Densidad media (g/cc) | Test signif. | Desv. tip. |
|----------------|-------------|-----------------------|--------------|------------|
| Laminar | 20 | 1.741 | a | 0.263 |
| Conglomerática | 119 | 1.806 | a | 0.282 |
| Masiva | 56 | 1.813 | a | 0.229 |
| Pulverulenta | 13 | 1.471 | b | 0.193 |

tests de Fisher y Scheffé, no hay diferencia significativa al nivel del 5 % entre costras laminares, conglomeráticas y masivas (a), pero sí entre estas y la costra pulverulenta (b), cuya densidad es considerablemente más baja. En consecuencia, como valores estimativos para las densidades de las costras se podrían dar los siguientes:

- Costras pulverulentas: 1.5 g/cc
- Otros tipos de costra: 1.8 g/cc

4.1.3. Contenido promedio de gravas en costras conglomeráticas cementadas:

En la cuantificación del Carbonato Cálcico de origen edáfico que está presente en un suelo, es necesario descontar el volumen de grava, ya que, aunque estas pueden ser de naturaleza calcárea,

¹Los trabajos de Gile (1961), Gile *et al.* (1965, 1966), Gómez-Miguel (1987), y Wright y Tucker (1991), entre otros, dan amplia información sobre aspectos clasificatorios en diferentes contextos. Los dos últimos tienen carácter de revisión.

son heredadas. En el caso de las costras, la determinación de gravas no puede hacerse gravimétricamente. Se determina la fracción en volumen bien haciendo una estimación visual mediante tablas de comparación (Soil Survey Manual), bien efectuando mediciones de área en secciones mediante métodos de análisis de imagen. Como método de rutina también se pueden hacer estimaciones del área mediante métodos de conteo de puntos en rejilla o en transectos. En el primero se aplica sobre la sección una plantilla transparente, con la rejilla previamente dibujada, y se cuenta el número de cuadrículas que caen sobre grava o matriz. En el segundo caso (transecto), se aplica una regla graduada sobre la sección, y se miden y acumulan las longitudes que caen sobre uno u otro material; en ambos casos, el resultado se expresa en porcentaje. Si las secciones no son perfectamente planas, estas operaciones se facilitan mucho si se realizan sobre imágenes fotográficas.

Con objeto de seleccionar el método a seguir, se efectuó un estudio previo sobre algunas muestras en las que se prepararon secciones planas mediante sierra, y sobre ellas se hicieron todos estos tipos de estimación, para compararlo con la medida de área por análisis de imagen, que es el

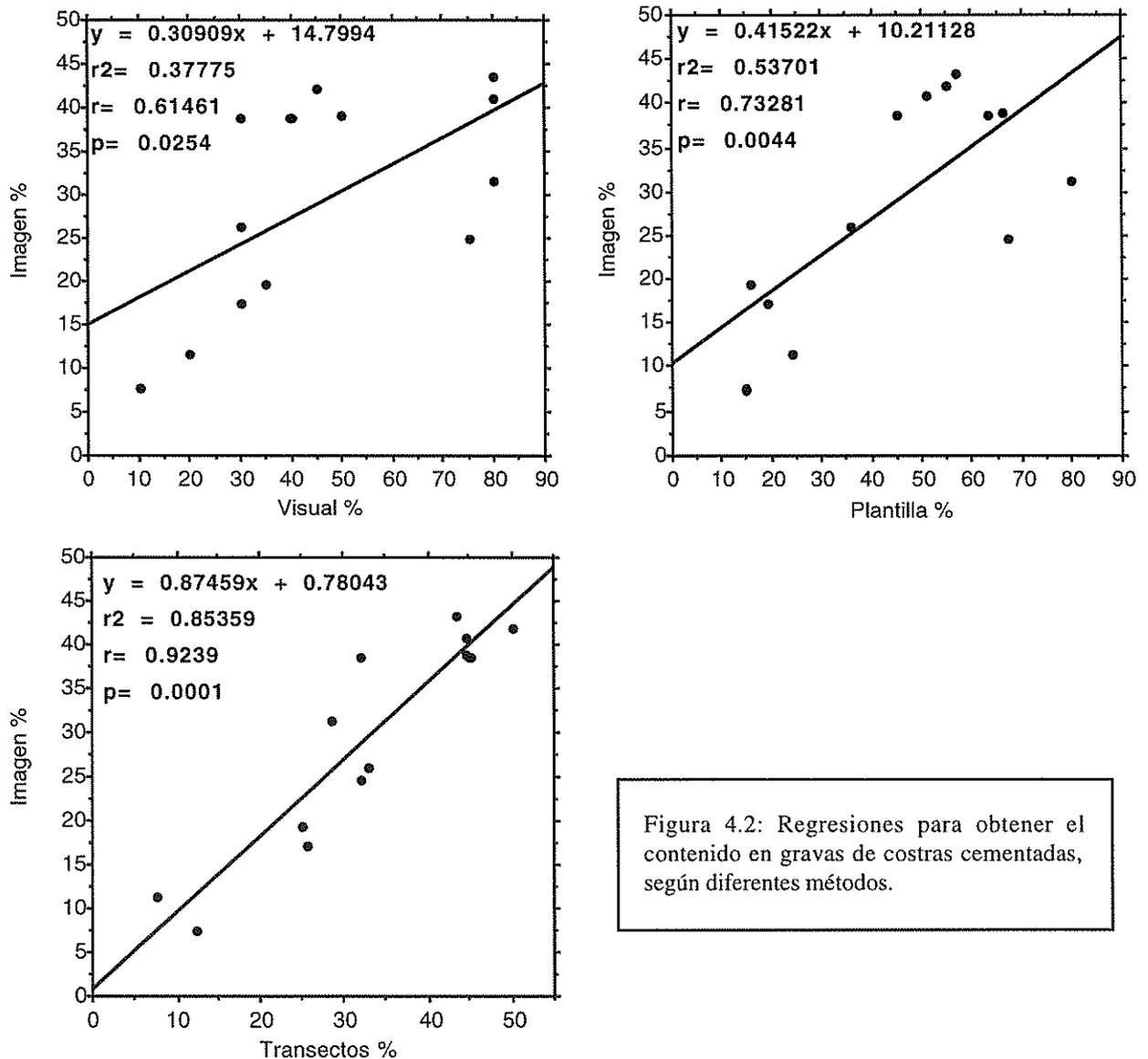


Figura 4.2: Regresiones para obtener el contenido en gravas de costras cementadas, según diferentes métodos.

método más preciso.

Los coeficientes de regresión obtenidos frente al área medida con imagen, y los ajustes correspondientes, se recogen en la Figura 4.2. Se comprueba que el método más idóneo es el de los transectos que, a pesar de presentar cierta laboriosidad, no resulta especialmente gravoso en tiempo. Este es el método que se ha seguido en el presente trabajo. Hay que hacer notar la baja fiabilidad del método de estimación visual ($r^2 = 0.38$).

Las imágenes obtenidas, una vez seccionadas las costras, se recogen en las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 de las páginas siguientes; las cifras situadas junto a cada elemento conglomerático indica su superficie en cm^2 .

4.1.4. Relación entre potencial mátrico y composición de la muestra:

Ya que la traslocación de carbonatos en el suelo está ligada al movimiento del agua en el perfil, interesa conocer la cantidad de agua que es capaz de retener cada nivel del suelo para estimar cual es la profundidad de humectación después de una precipitación media.

Para conocer la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento permanente (PMP), se determinó la retención de humedad a 33 y 1500 kPa en un subconjunto de 88 muestras, y se efectuó un análisis de regresión múltiple usando como predictores las fracciones granulométricas y el contenido en Materia Orgánica. El análisis de regresión basado en el empleo de estos predictores composicionales, facilita el conocimiento de los potenciales mátricos para el resto de las muestras que poseen tales predictores.

a) Retención de agua a 33 kPa:

Se llevó a cabo la regresión múltiple entre este parámetro y la arcilla, el limo y la Materia Orgánica. Las características generales de la regresión se indican seguidamente, tras desechar este último componente por el escaso peso significativo:

Ecuación de regresión:

$$\begin{aligned} \text{Ret. agua 33 kPa} &= - 0.48239 + 0.32655 * a + 0.46249 * l \\ R &= 0.926 \quad R^2 = 0.858 \\ p &= 0.0001 \end{aligned}$$

Los coeficientes de la regresión estandarizados, establecen que la fracción limo tiene un peso tres veces superior que la fracción arcilla.

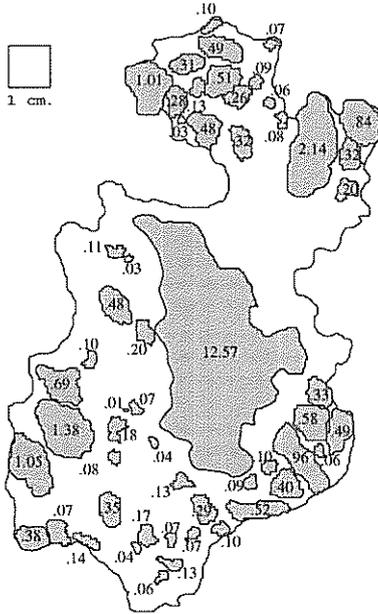
La representación gráfica de los valores medidos y estimados (Figura 4.6), confirman la validez del ajuste.

b) Retención de agua a 1500 kPa:

Se realizó esta regresión del mismo modo que en el caso anterior. Sin embargo se comprobó que la comparación entre valores medidos y estimados con una primera ecuación, daba buenos resultados salvo para unas pocas muestras en las que los valores de retención de humedad estimados eran demasiado bajos. La razón posiblemente se explique por una dispersión defectuosa, atribuible a la presencia de yesos o cementación por Carbonato Cálcico, de tal forma que parte de la fracción limo

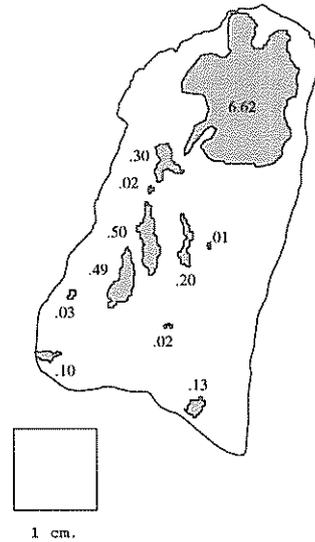
Muestra N° 050103

Superficie sección total: 74.13 cm²
 Superficie gravas: 30.24 cm²
GRAVAS: 40.79 %



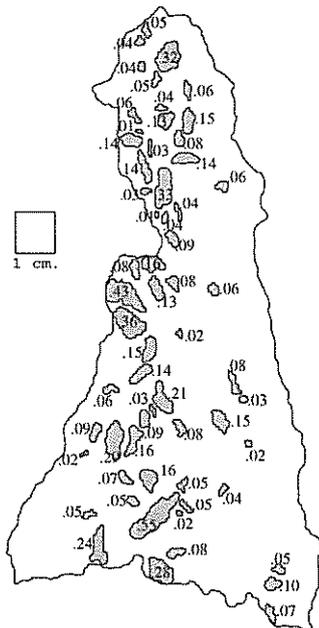
Muestra N° 050215

Superficie sección total: 43.07 cm²
 Superficie gravas: 8.32 cm²
GRAVAS: 19.31 %



Muestra N° 062914

Superficie sección total: 60.27 cm²
 Superficie gravas: 6.86 cm²
GRAVAS: 11.38 %



Muestra N° 062915

Superficie sección total: 117.87 cm²
 Superficie gravas: 20.15 cm²
GRAVAS: 17.26 %

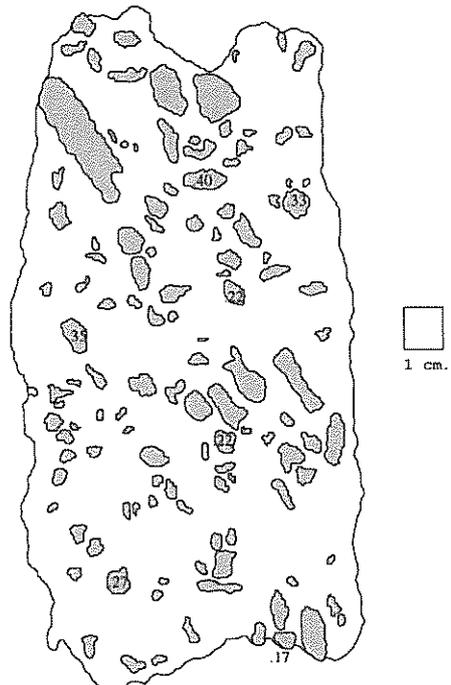
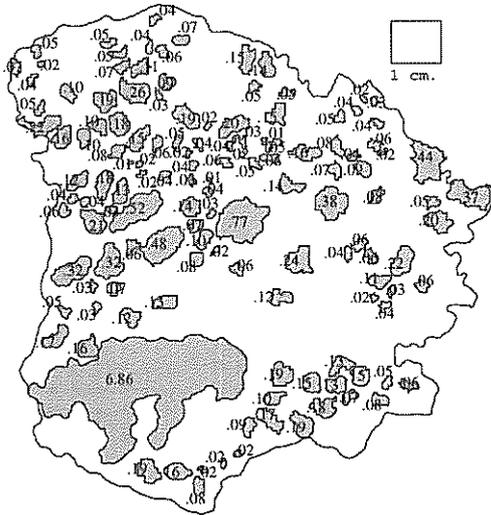


Figura 4.3: Imagen de las gravas (gris) y de la matriz (blanco) de fragmentos de costras.

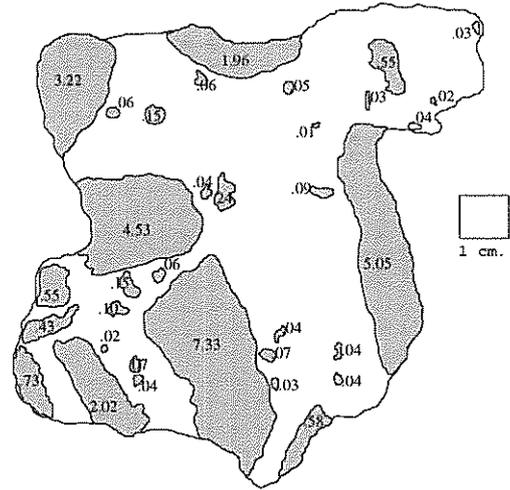
Muestra N° 090905

Superficie sección total: 80.44 cm²
 Superficie gravas: 19.80 cm²
GRAVAS: 24.61 %



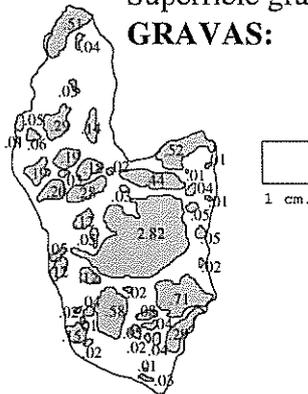
Muestra N° 090913

Superficie sección total: 73.74 cm²
 Superficie gravas: 28.43 cm²
GRAVAS: 38.55 %



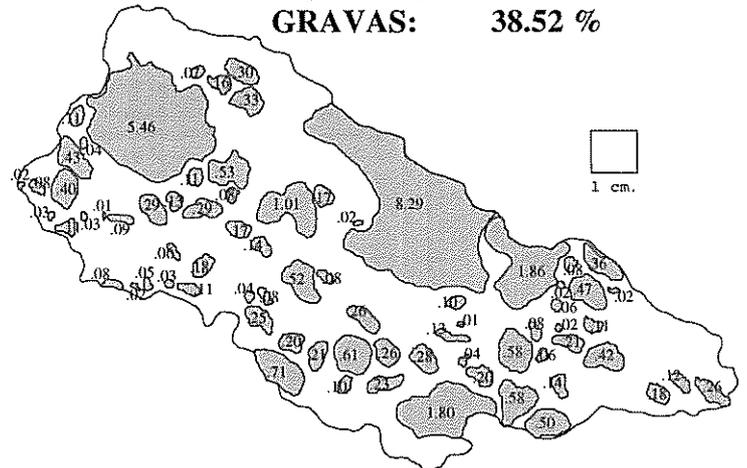
Muestra N° 090907

Superficie sección total: 22.08 cm²
 Superficie gravas: 8.57 cm²
GRAVAS: 38.81 %



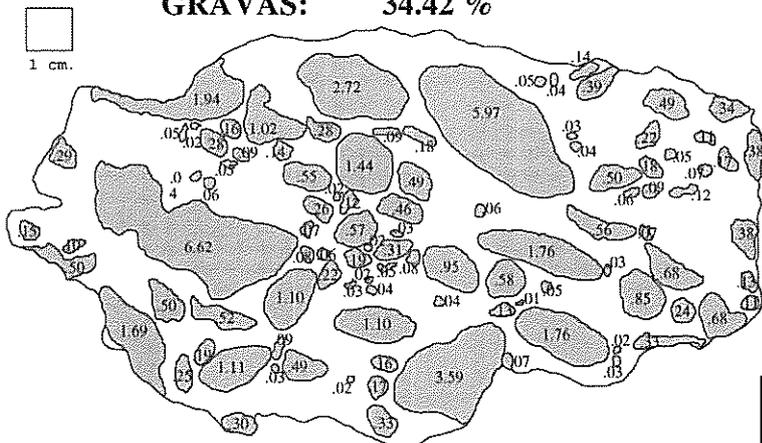
Muestra N° 090906 (1)

Superficie sección total: 81.70 cm²
 Superficie gravas: 31.47 cm²
GRAVAS: 38.52 %



Muestra N° 090911

Superficie sección total: 116.38 cm²
 Superficie gravas: 50.54 cm²
GRAVAS: 34.42 %



Muestra N° 090909

Superficie sección total: 18.49 cm²
 Superficie gravas: 5.80 cm²
GRAVAS: 31.37 %

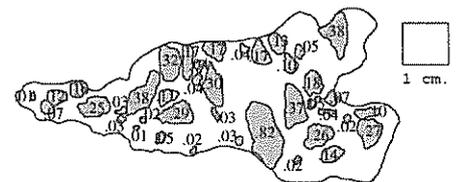
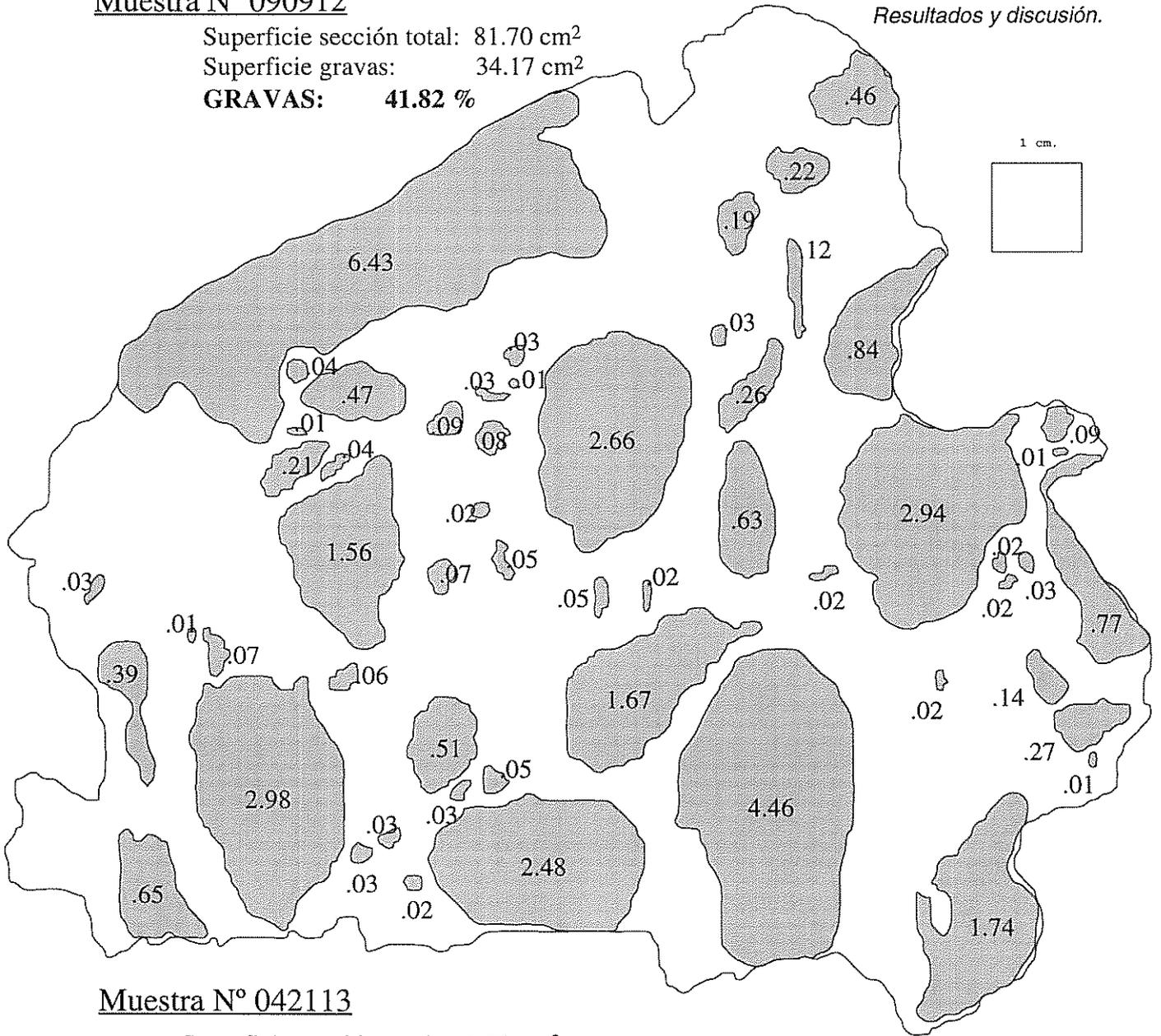


Figura 4.4: Imagen de las gravas (gris) y de la matriz (blanco) de fragmentos de costras.

Muestra N° 090912

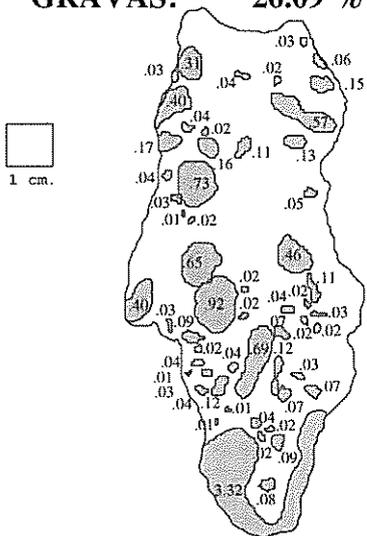
Superficie sección total: 81.70 cm²
 Superficie gravas: 34.17 cm²
GRAVAS: 41.82 %

Resultados y discusión.



Muestra N° 042113

Superficie sección total: 41.70 cm²
 Superficie gravas: 10.88 cm²
GRAVAS: 26.09 %



Muestra N° 082304

Superficie sección total: 36.03 cm²
 Superficie gravas: 2.70 cm²
GRAVAS: 7.5 %

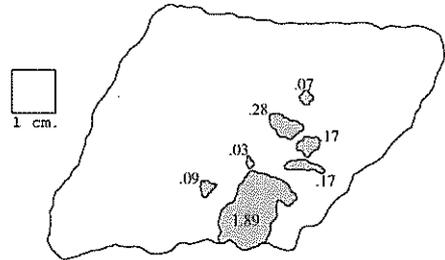


Figura 4.5: Imagen de las gravas (gris) y de la matriz (blanco) de fragmentos de costras.

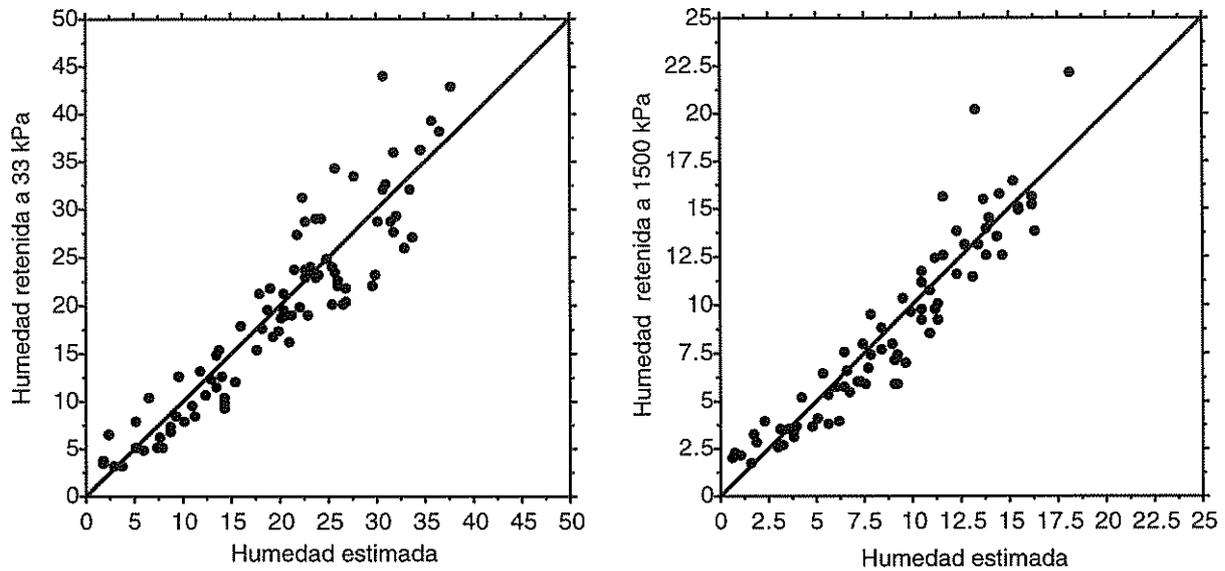


Figura 4.6: Relaciones entre las retenciones de humedad determinadas y estimadas.

determinada en el análisis mecánico está formada en realidad por microagregados de minerales de arcilla. Efectivamente, la mayor parte de las 12 muestras anómalas pertenecían a perfiles con abundante yeso; por ello se optó por eliminarlas de la regresión.

Los resultados de la regresión obtenida, una vez eliminados los valores anómalos, son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Ret. agua 1500 kPa} &= -1.20492 + 0.36755 * a + 0.10103 * l + 0.37479 * \text{M.O.} \\ R &= 0.937 \quad R^2 = 0.878 \\ p &= 0.0001 \end{aligned}$$

En este caso la Materia Orgánica es significativa a nivel inferior del 5 %, y la comparación entre valores medidos y estimados es satisfactoria.

De este modo, mediante el empleo de estas dos herramientas, puede obtenerse el agua útil de 549 muestras con buen grado de fiabilidad. Sin embargo queda sin determinar el agua útil de 333 muestras. Los predictores disponibles para este conjunto de muestras son el C_m , la Materia Orgánica, el Carbonato Cálcico equivalente, la profundidad y la densidad aparente, esta última estimada a su vez, en algunos casos, por regresión. Se efectuó una regresión múltiple por etapas introduciendo todos estos predictores, pero no se obtuvo una regresión suficientemente satisfactoria, ya que aplicada a las costras masivas se obtenía un agua útil demasiado elevada.

4.2. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Las determinaciones realizadas y estimadas para cada muestra se han estructurado en dos tipos de Tablas en los Anexos 4 y 5: Tablas de propiedades físicas y Tablas de contenidos en Carbono Orgánico y Carbonatos respectivamente. La identificación de cada muestra viene determinada por su profundidad dentro de cada perfil.

4.2.1. Propiedades físicas:

Los datos del Anexo 4 quedan resumidos en forma gráfica en las Figuras 4.7 a 4.16. En ellas se recogen: los perfiles de profundidad con las líneas medias para cada Unidad, una Tabla para los datos generales, con medidas de centralización y dispersión, e histogramas de frecuencia para cada una de las Unidades (no se ha efectuado histograma para la Unidad “Otras” por ser una entidad poco definida). Hay que hacer notar que las tendencias a profundidades grandes no son fiables porque provienen de pocos datos.

a) Gravas (Figura 4.7):

Las líneas de medias no parecen coincidir con las zonas de máxima densidad de puntos. Esto es porque hay muchas muestras que no contienen grava y están acumuladas sobre el eje. En efecto, en los histogramas de frecuencia se observa que las curvas de distribución son bimodales (con un máximo cerca de cero y otro entre 50 y 100 %). Hay que hacer notar también que las muestras de la Unidad PB (badlands) contienen mucha menos gravas que las otras unidades, ya que la litología son lutitas y otros detríticos finos.

En el perfil general (línea gruesa) se observa tendencia al aumento en gravas con la profundidad, lo que puede ser un reflejo del proceso de meteorización y formación de suelos, en el que hay desaparición de gravas por disolución cuando son de naturaleza calcárea, fragmentación, etc.

En resumen, se observa que la mayor parte de los perfiles del área presentan altos contenidos en grava, con valores que oscilan entre 35 y 87 %.

b) Arena (Figura 4.8):

La arena se incrementa claramente hasta 1 m de profundidad, para mantenerse después constante. No se deben tener en cuenta las fuertes oscilaciones observadas a partir de 200-240 cm porque hay pocos datos a esas profundidades (en algunas de ellas incluso hay un sólo dato aislado).

A diferencia de lo que ocurre con las gravas, los histogramas de frecuencia no son bimodales. Tampoco existen grandes diferencias de contenido en arena en las distintas unidades, aunque se puede apreciar que en la Unidad PB la moda es algo inferior a las demás (menor del 50 %). En general, más de la mitad de las muestras tienen un contenido en arena superior al 50 %.

Como en el caso de la grava, la disminución de arena desde 1m de profundidad hasta la superficie puede deberse al fenómeno de meteorización y formación de suelo.

c) Limo (Figura 4.9):

Tiene tendencia a disminuir en forma casi lineal hasta 200 cm de profundidad; a partir de ahí, la tendencia es incierta.

La línea media de la Unidad PB (badlands) se separa claramente de las demás. En efecto, en los histogramas de frecuencia se observa que la moda de esta Unidad está alrededor del 50 %, valor lógico dado el carácter lutítico de la Unidad.

d) Arcilla (Figura 4.10):

La arcilla muestra un abultamiento hasta los 50-60 cm de profundidad, en la que se alcanza un valor medio del 20 %, y después se mantiene prácticamente constante.

Las líneas medias para cada Unidad están bastante próximas. El máximo que se observa entre 240 y 340 cm para la Unidad PA no debe tenerse en cuenta porque la curva proviene de puntos aislados. La Unidad PB se distingue de las demás por una manifiesta bimodalidad.

| Clases texturales (USDA) | Frecuencias | Agua u.t.fina media (mm/cm) |
|--------------------------|-------------|-----------------------------|
| arcillosa | 6 | 4.43 |
| arcillo-arenosa | 8 | 3.65 |
| arcillo-limosa | 0 | --- |
| franco-arcillosa | 22 | 2.77 |
| franco-arcillo-arenosa | 31 | 2.62 |
| franco-arcillo-limosa | 4 | 2.18 |
| franca | 111 | 2.9 |
| franco-arenosa | 247 | 2.19 |
| franco-limosa | 16 | 3.29 |
| arenosa | 38 | 0.66 |
| arenoso-franca | 64 | 1.2 |
| limosa | 2 | 4.25 |

El máximo observado hasta los 60 cm de profundidad debe reflejar, sin duda, la formación de arcilla en los horizontes superiores por el proceso de edafogénesis.

Considerando en conjunto los perfiles de datos granulométricos, se podría concluir que, en el área, la meteorización se refleja en un incremento de arcilla y limo a expensas de las arenas y de las gravas. En la Tabla 4.3 se da el número de muestras que corresponde a cada clase textural. Como puede apreciarse, las clases

texturales dominantes son las franco-arenosas y las francas. El valor medio del agua útil de todas las muestras es de 2.25 mm/cm.

e) Densidad aparente (Figura 4.11):

Existe incremento neto de la densidad aparente media desde la superficie hasta los 40 cm: a partir de ahí se mantiene constante en torno a 1.7 g/cc.

En el histograma correspondiente al aluvial (PA) se ve claramente que, en esta Unidad, la moda corresponde a un valor más alto que las demás, lo que se puede atribuir al carácter predominantemente arenoso de estos suelos (Porta *et al.*, 1994, Hillel, 1980).

En general las densidades pueden parecer algo altas, pero hay que tener en cuenta que gran parte de los materiales estudiados son costras cementadas, horizontes cálcicos densos, etc.. También hay que tener en cuenta que el método del terrón tiende a sobreestimar los valores de densidad aparente, ya que no se tienen en cuenta los poros intrapedales.

f) Retención de agua a 33 kPa (Figura 4.12):

La curva de retención de agua a 33 kPa sigue una tendencia muy parecida a la del limo: presenta disminución paulatina hasta los 240 cm de profundidad. La curva media correspondiente a la Unidad PB se separa de las demás desplazándose hacia valores altos.

g) Retención de agua a 1500 kPa (Figura 4.13):

La curva de retención de agua a 1500 kPa tiene a su vez un hábito parecido al de la arcilla, con neto abultamiento de los valores entre la superficie y los 80 cm de profundidad, que debe corresponder con el contenido en arcilla (y de M.O.). Se puede hacer notar que la retención de humedad a 1500

kPa es un reflejo muy fiable de la presencia de materiales con alta superficie específica, como la arcilla, y a diferencia del análisis mecánico no está sujeto a errores por dispersión deficiente.

La imagen que se obtiene de esta curva y de la anterior es que la edafización, con la consiguiente aparición de materiales coloidales, alcanza por promedio hasta un metro.

h) Agua útil (Figura 4.14):

No tiene tendencia clara, pero parece apreciarse una disminución desde la superficie del suelo hasta los 40 cm de profundidad; a partir de aquí se mantiene prácticamente constante, con las naturales oscilaciones.

En el histograma de frecuencias de la Unidad PC y en el general puede observarse una moda a valores bajos (cercanos a cero) que puede deberse a materiales cementados por carbonatos. El agua útil es superior en la Unidad PB que en el resto de las Unidades, debido probablemente a las características lutíticas de esta Unidad.

i) Agua almacenada por capa (Figura 4.15):

El agua almacenada por capa de muestreo se obtiene de multiplicar el agua útil (que es una

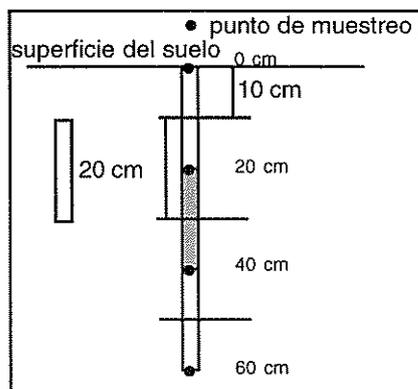


Figura 4.17: Distribución de profundidades en el muestreo seguido.

magnitud intensiva ($\text{mm H}_2\text{O}/\text{cm}$) por el espesor de la capa muestreada y por el C_m . En consecuencia, el hábito de los “perfiles de profundidad” debería ser muy semejante para ambos valores, ya que el muestreo se ha efectuado a intervalos regulares. Sin embargo se observa que a profundidad “0” el agua retenida es menor que a la profundidad “20”, a diferencia de lo que ocurre en el perfil de agua útil. Esto se debe a que el espesor nominal de la primera capa es de 10 cm, mientras que en las restantes es de 20 cm (ver esquema de la Figura 4.17). El valor intensivo de agua útil, sin embargo, es mayor en la primera capa que en la segunda, lo que es lógico dado que el contenido en Materia Orgánica se incrementa hacia la superficie (como se verá más adelante). Las pequeñas diferencias de hábito que se observan en ambas curvas en

los horizontes del subsuelo se deben a las variaciones del factor C_m , que refleja el contenido en fragmentos gruesos, y que es variable.

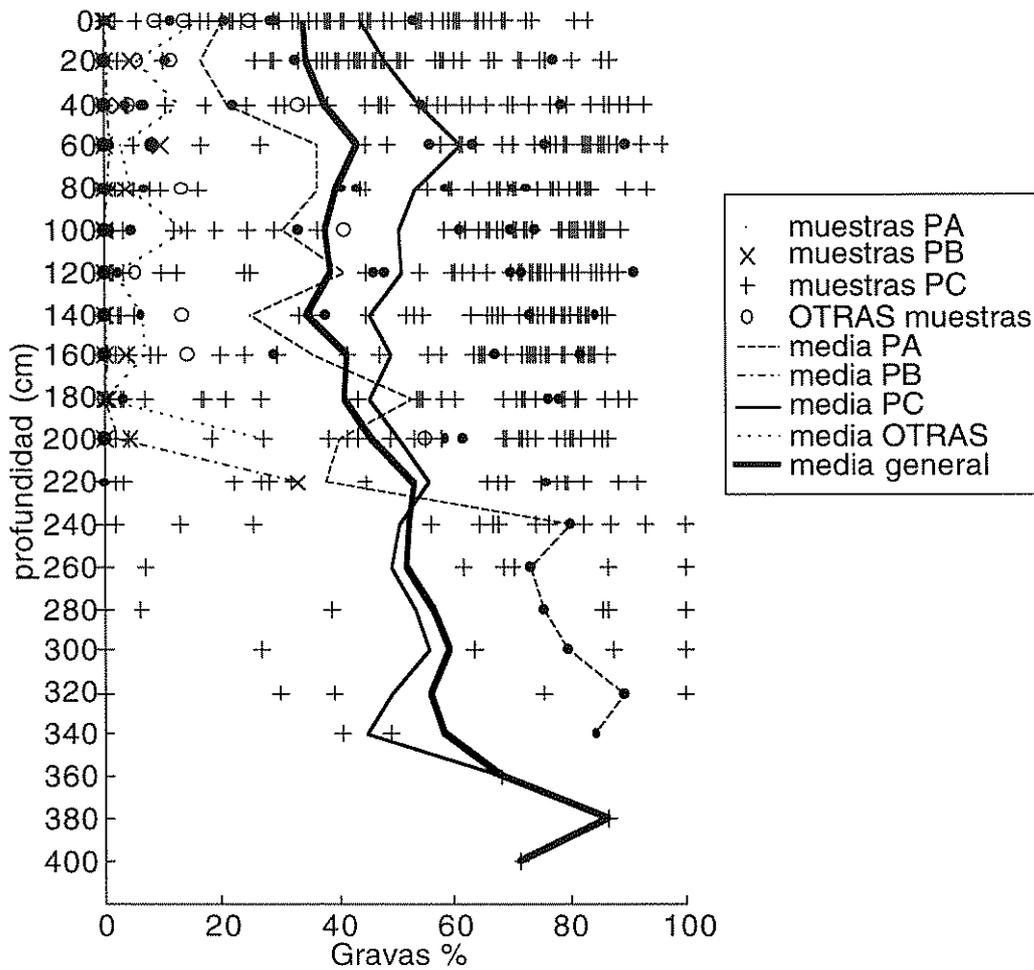
La curva media de la Unidad PB está netamente por encima de la media general, lo que se debe a que, por promedio, el agua útil es más alta y el contenido en gravas es mucho más bajo que en las otras Unidades, con aumento consiguiente del C_m .

j) Agua almacenada acumulada (Figura 4.16):

La curva de agua acumulada se obtiene por sumatoria de la almacenada en los materiales que se encuentran por encima de una determinada profundidad. En consecuencia, es de esperar que crezca más o menos linealmente con la profundidad, como ocurre con claridad hasta una profundidad de 140 cm en la curva media general, y hasta los 220 cm en la Unidad PC. Las aparentes disminuciones en las zonas más profundas no significan que el agua acumulada sea menor, ya que se generan por el hecho de la escasez de datos disponibles a dichas profundidades. El incremento

rápido de agua acumulada en la Unidad PB es consecuencia de las características de mayor retención propias de esta Unidad (como se vio antes). De todas formas, dado que el número de cortes estudiados en ella es relativamente pequeño, su peso en la media general es también pequeño.

En la Tabla de valores medios que se adjunta a la Figura 4.16, se puede constatar que con las características promedias de la zona, se necesitan unos 66 mm de lluvia para humectar el primer metro de suelo (partiendo de suelo totalmente seco, a punto de marchitamiento permanente), aspecto que está estrechamente relacionado con el transporte del Carbono Inorgánico (Carbonato) dentro del perfil.



| Todas las Unidades | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|----------|--------|
| prof. | | | |
| 0 | 34.45 | 24.52 | 81 |
| 20 | 34.83 | 28.32 | 68 |
| 40 | 37.85 | 33.34 | 60 |
| 60 | 43.14 | 37.30 | 57 |
| 80 | 39.89 | 35.36 | 65 |
| 100 | 37.73 | 35.85 | 65 |
| 120 | 39.04 | 36.36 | 67 |
| 140 | 35.02 | 35.78 | 66 |
| 160 | 41.63 | 35.09 | 59 |
| 180 | 41.14 | 34.90 | 48 |
| 200 | 45.98 | 32.53 | 40 |
| 220 | 53.05 | 31.56 | 24 |
| 240 | 52.15 | 36.61 | 17 |
| 260 | 51.90 | 38.84 | 9 |
| 280 | 56.14 | 40.93 | 7 |
| 300 | 59.47 | 38.62 | 6 |
| 320 | 55.72 | 38.82 | 6 |
| 340 | 58.10 | 23.25 | 3 |
| 360 | 67.80 | NaN | 1 |
| 380 | 86.80 | NaN | 1 |
| 400 | 71.40 | NaN | 1 |

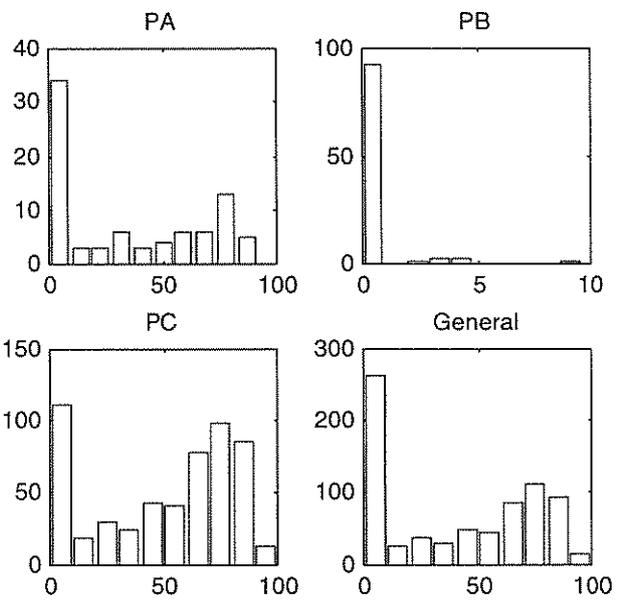
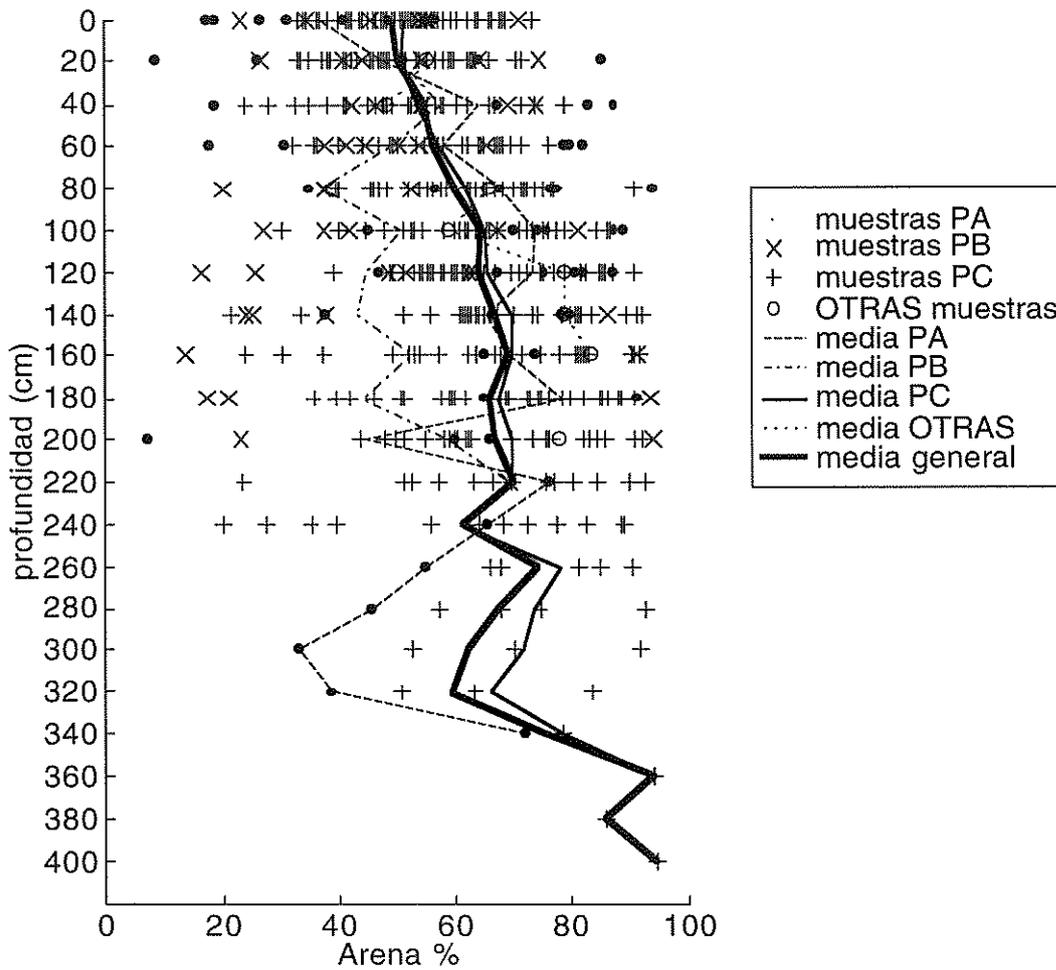


Figura 4.7: Distribución de la fracción Grava.



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 49.26 | 12.31 | 69 |
| | 20 | 50.60 | 13.26 | 55 |
| | 40 | 55.04 | 15.31 | 43 |
| | 60 | 56.22 | 14.36 | 43 |
| | 80 | 59.93 | 15.05 | 46 |
| | 100 | 64.53 | 16.01 | 43 |
| | 120 | 64.16 | 15.69 | 50 |
| | 140 | 67.05 | 18.40 | 42 |
| | 160 | 69.26 | 19.17 | 37 |
| | 180 | 66.23 | 20.16 | 35 |
| | 200 | 66.82 | 20.10 | 31 |
| | 220 | 69.89 | 16.87 | 17 |
| | 240 | 61.08 | 22.37 | 14 |
| | 260 | 74.19 | 13.52 | 6 |
| | 280 | 67.51 | 18.03 | 5 |
| | 300 | 61.94 | 25.09 | 4 |
| | 320 | 59.18 | 19.00 | 4 |
| | 340 | 75.14 | 4.57 | 2 |
| | 360 | 94.09 | NaN | 1 |
| | 380 | 85.67 | NaN | 1 |
| | 400 | 94.79 | NaN | 1 |

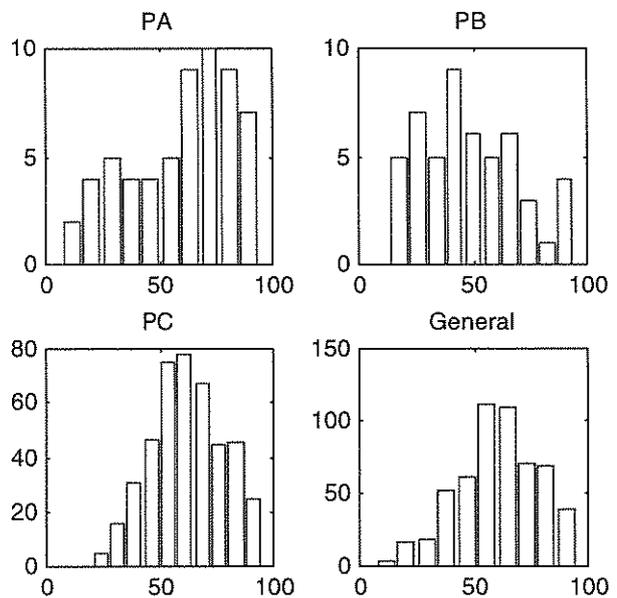
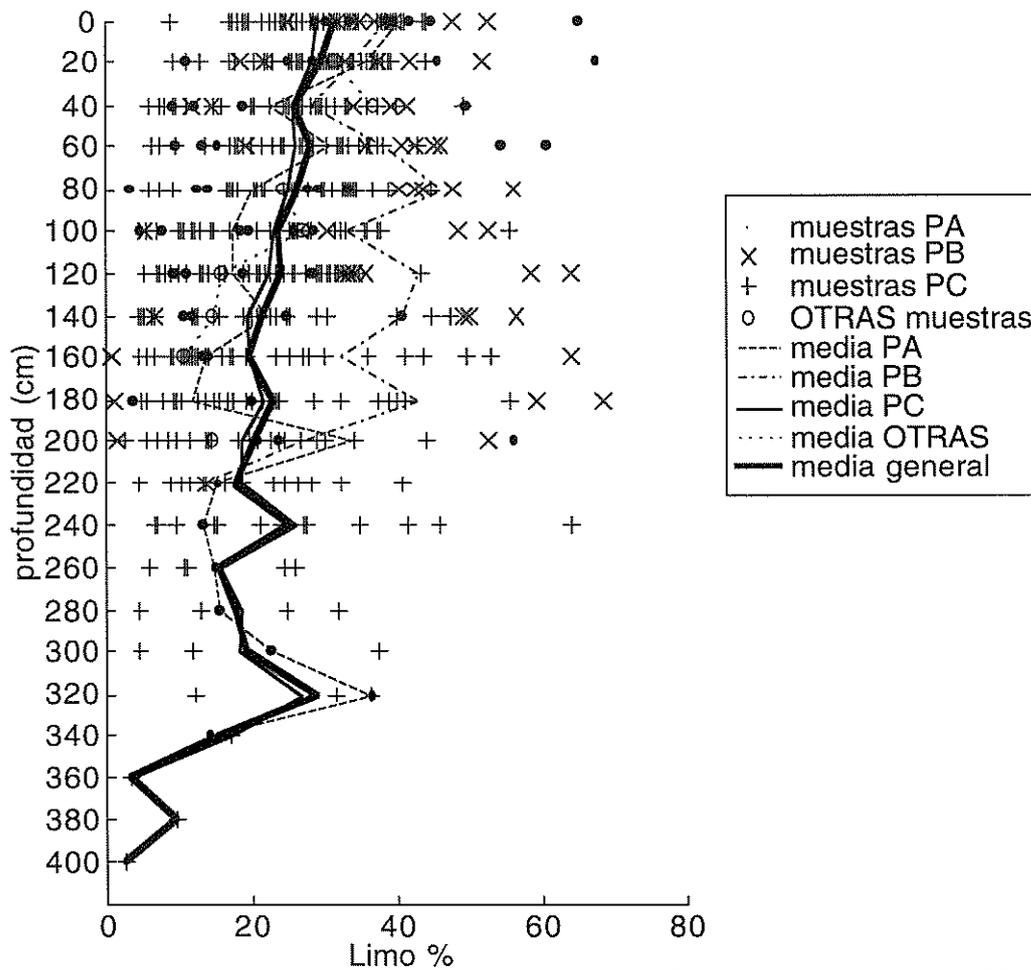


Figura 4.8: Distribución de la fracción Arena.



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 31.26 | 9.56 | 69 |
| | 20 | 29.59 | 10.55 | 55 |
| | 40 | 25.58 | 11.64 | 43 |
| | 60 | 28.27 | 12.32 | 43 |
| | 80 | 26.45 | 11.55 | 46 |
| | 100 | 23.43 | 12.40 | 43 |
| | 120 | 23.96 | 12.11 | 50 |
| | 140 | 21.49 | 13.38 | 42 |
| | 160 | 19.66 | 14.54 | 37 |
| | 180 | 22.82 | 16.16 | 35 |
| | 200 | 20.46 | 13.23 | 31 |
| | 220 | 17.99 | 9.90 | 17 |
| | 240 | 25.17 | 16.53 | 14 |
| | 260 | 15.63 | 7.97 | 6 |
| | 280 | 17.92 | 10.59 | 5 |
| | 300 | 19.18 | 14.18 | 4 |
| | 320 | 29.10 | 11.44 | 4 |
| | 340 | 15.66 | 2.08 | 2 |
| | 360 | 3.31 | NaN | 1 |
| | 380 | 9.53 | NaN | 1 |
| | 400 | 2.66 | NaN | 1 |

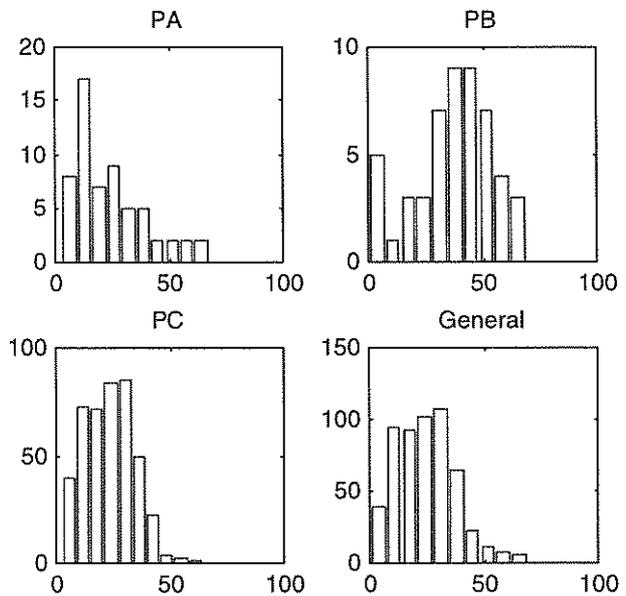
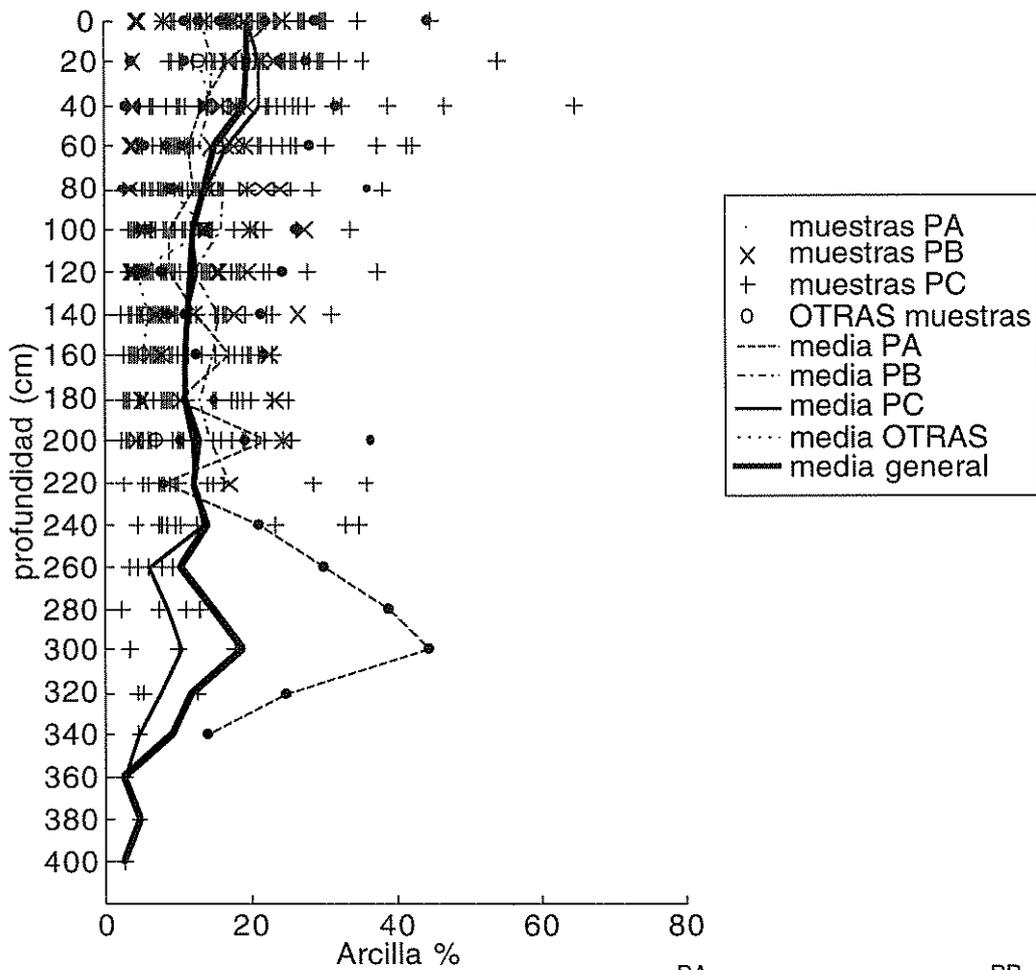


Figura 4.9: Distribución de la fracción Limo.



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 19.48 | 7.56 | 69 |
| | 20 | 19.82 | 8.56 | 55 |
| | 40 | 19.38 | 11.76 | 43 |
| | 60 | 15.51 | 9.68 | 43 |
| | 80 | 13.62 | 7.93 | 46 |
| | 100 | 12.04 | 7.30 | 43 |
| | 120 | 11.88 | 7.12 | 50 |
| | 140 | 11.46 | 6.54 | 42 |
| | 160 | 11.08 | 6.26 | 37 |
| | 180 | 10.94 | 6.24 | 35 |
| | 200 | 12.72 | 8.31 | 31 |
| | 220 | 12.12 | 8.65 | 17 |
| | 240 | 13.76 | 10.09 | 14 |
| | 260 | 10.18 | 10.05 | 6 |
| | 280 | 14.57 | 14.22 | 5 |
| | 300 | 18.89 | 18.07 | 4 |
| | 320 | 11.72 | 9.47 | 4 |
| | 340 | 9.20 | 6.65 | 2 |
| | 360 | 2.60 | NaN | 1 |
| | 380 | 4.80 | NaN | 1 |
| | 400 | 2.55 | NaN | 1 |

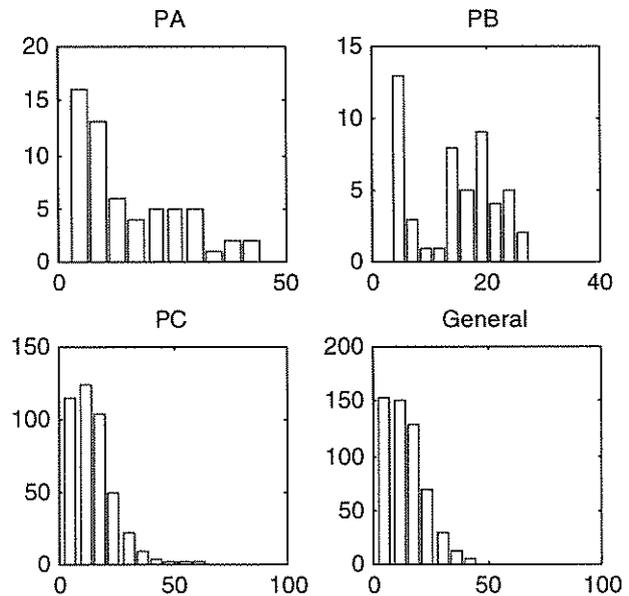
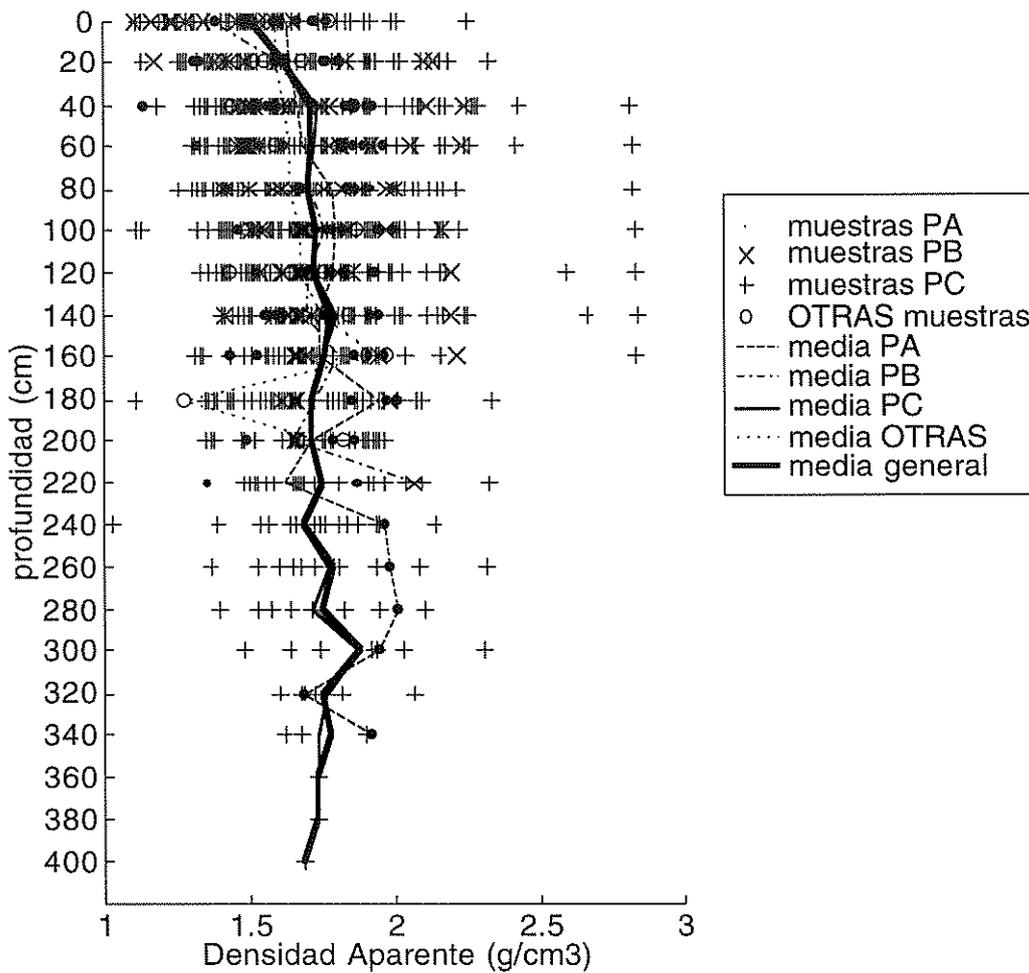


Figura 4.10: Distribución de la fracción Arcilla.



Todas las Unidades

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 1.51 | 0.22 | 81 |
| 20 | 1.61 | 0.25 | 81 |
| 40 | 1.71 | 0.31 | 81 |
| 60 | 1.71 | 0.29 | 81 |
| 80 | 1.71 | 0.26 | 81 |
| 100 | 1.73 | 0.26 | 81 |
| 120 | 1.72 | 0.25 | 81 |
| 140 | 1.78 | 0.26 | 76 |
| 160 | 1.76 | 0.23 | 64 |
| 180 | 1.71 | 0.23 | 55 |
| 200 | 1.71 | 0.18 | 44 |
| 220 | 1.75 | 0.22 | 27 |
| 240 | 1.69 | 0.25 | 19 |
| 260 | 1.79 | 0.26 | 12 |
| 280 | 1.75 | 0.24 | 9 |
| 300 | 1.87 | 0.25 | 8 |
| 320 | 1.75 | 0.14 | 8 |
| 340 | 1.78 | 0.15 | 4 |
| 360 | 1.73 | NaN | 1 |
| 380 | 1.73 | NaN | 1 |
| 400 | 1.69 | NaN | 1 |

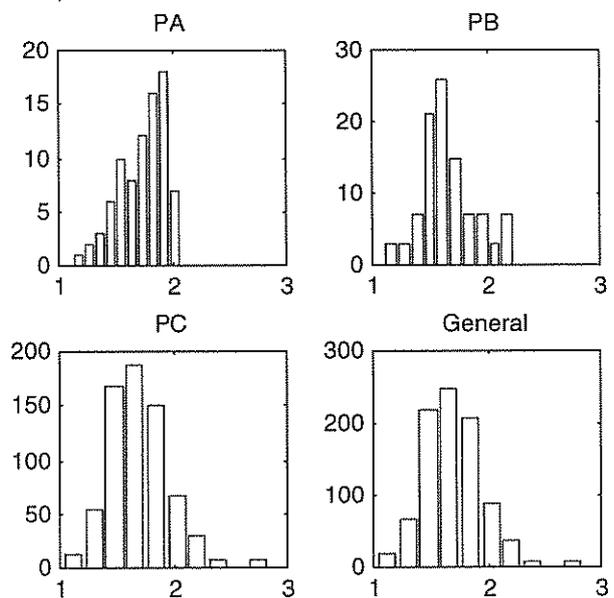
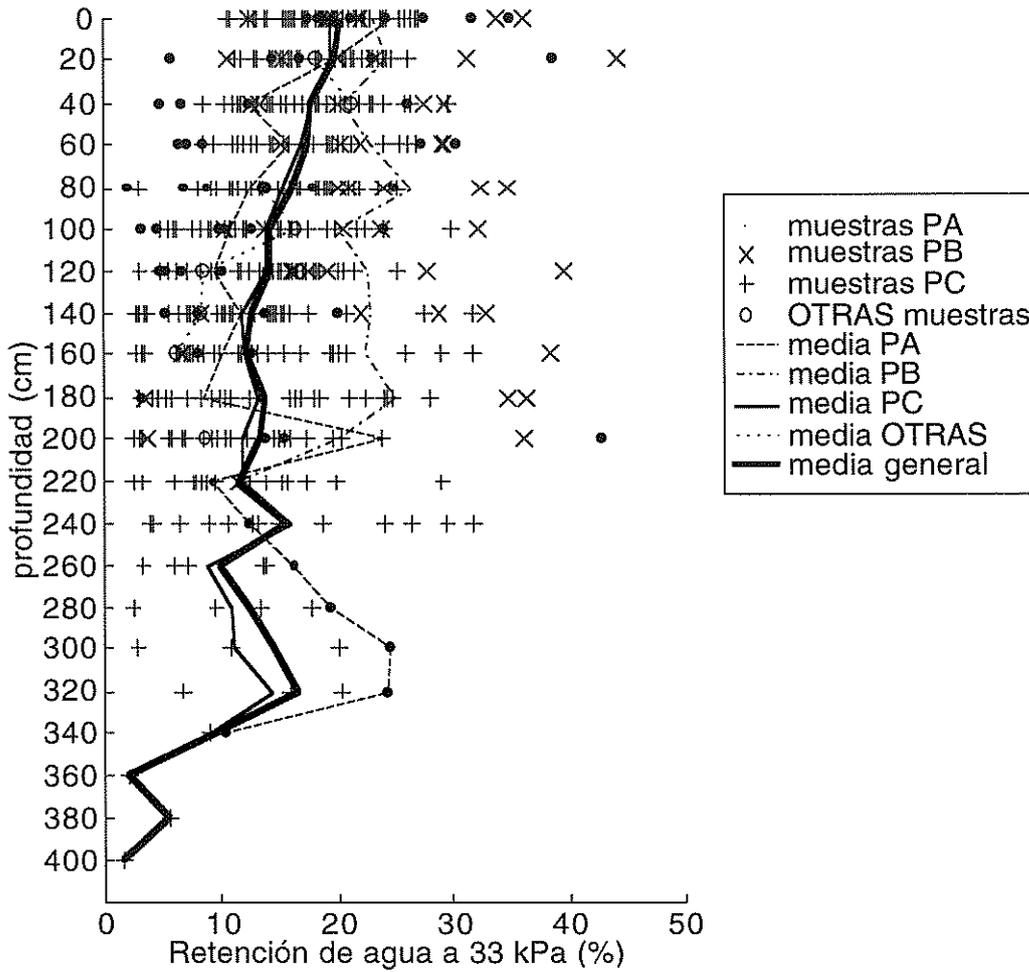


Figura 4.11: Distribución de densidades aparentes.



Todas las Unidades
prof. media des.tip. n.dat.

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 20.38 | 5.41 | 69 |
| 20 | 19.93 | 6.27 | 55 |
| 40 | 17.79 | 5.97 | 43 |
| 60 | 17.65 | 6.12 | 43 |
| 80 | 16.07 | 6.53 | 46 |
| 100 | 14.27 | 6.76 | 43 |
| 120 | 14.23 | 6.79 | 50 |
| 140 | 12.83 | 7.42 | 42 |
| 160 | 12.34 | 8.30 | 37 |
| 180 | 13.85 | 8.78 | 35 |
| 200 | 13.39 | 9.15 | 31 |
| 220 | 11.64 | 6.51 | 17 |
| 240 | 15.56 | 9.16 | 14 |
| 260 | 10.08 | 5.22 | 6 |
| 280 | 12.57 | 6.87 | 5 |
| 300 | 14.57 | 9.68 | 4 |
| 320 | 16.80 | 7.66 | 4 |
| 340 | 9.75 | 1.20 | 2 |
| 360 | 1.90 | NaN | 1 |
| 380 | 5.49 | NaN | 1 |
| 400 | 1.58 | NaN | 1 |

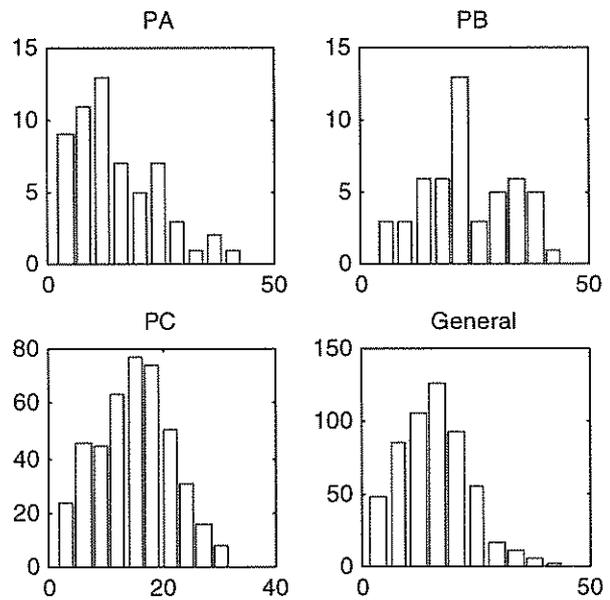
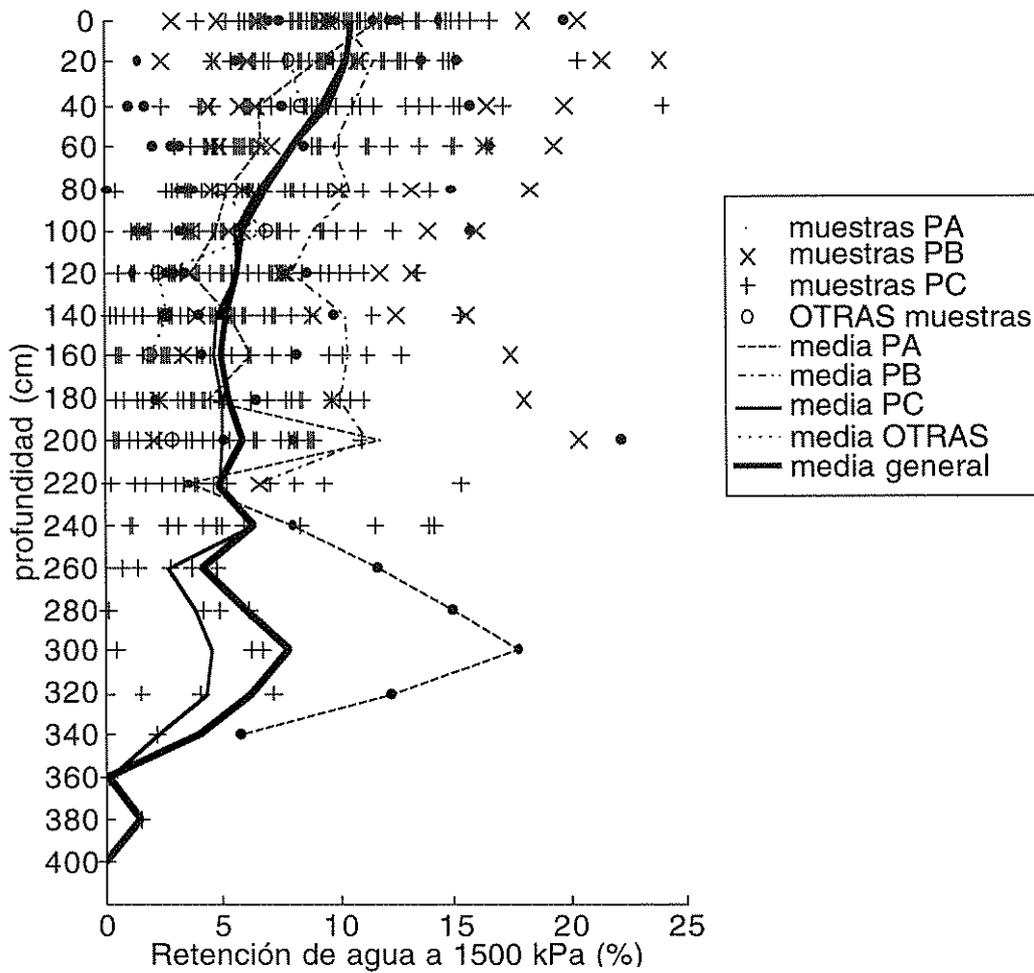


Figura 4.12: Distribución de la retención de agua a 33 kPa (%).



Todas las Unidades
prof. media des.tip. n.dat.

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 10.59 | 3.52 | 69 |
| 20 | 10.35 | 4.19 | 55 |
| 40 | 9.42 | 4.82 | 43 |
| 60 | 8.02 | 4.39 | 43 |
| 80 | 6.76 | 3.71 | 46 |
| 100 | 5.87 | 3.77 | 43 |
| 120 | 5.66 | 3.21 | 50 |
| 140 | 5.29 | 3.59 | 42 |
| 160 | 4.97 | 3.67 | 37 |
| 180 | 5.40 | 3.75 | 35 |
| 200 | 5.97 | 5.07 | 31 |
| 220 | 4.96 | 3.61 | 17 |
| 240 | 6.33 | 4.33 | 14 |
| 260 | 4.18 | 3.96 | 6 |
| 280 | 6.04 | 5.45 | 5 |
| 300 | 7.79 | 7.22 | 4 |
| 320 | 6.25 | 4.61 | 4 |
| 340 | 3.97 | 2.52 | 2 |
| 360 | 0.09 | NaN | 1 |
| 380 | 1.52 | NaN | 1 |
| 400 | 0.00 | NaN | 1 |

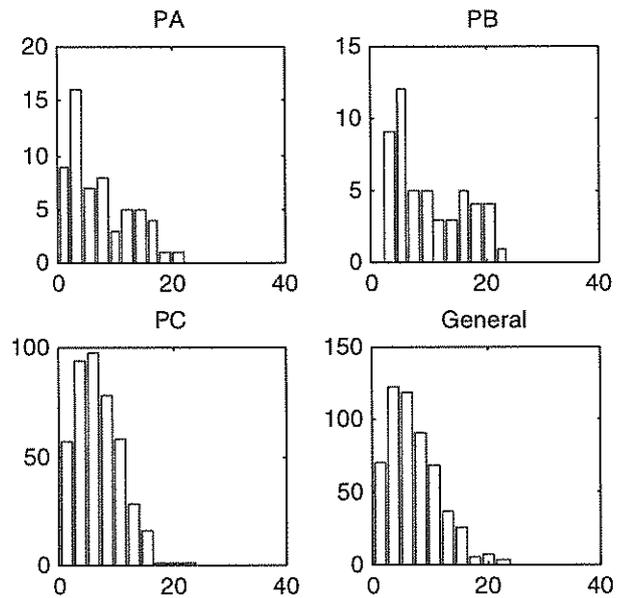
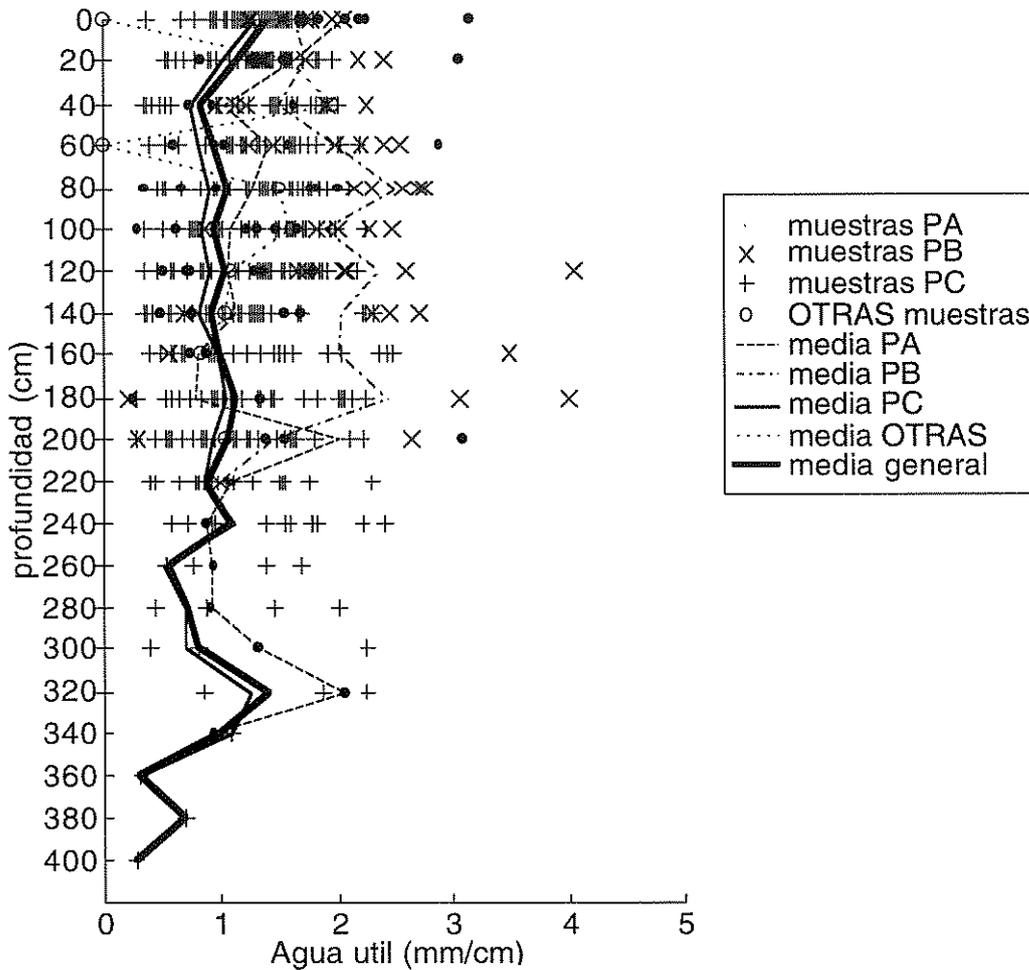


Figura 4.13: Distribución de la retención de agua a 1500 kPa (%).



Todas las Unidades

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 1.40 | 0.44 | 70 |
| 20 | 1.15 | 0.69 | 68 |
| 40 | 0.83 | 0.74 | 66 |
| 60 | 0.93 | 0.83 | 67 |
| 80 | 1.07 | 0.81 | 63 |
| 100 | 0.95 | 0.77 | 61 |
| 120 | 1.05 | 0.82 | 66 |
| 140 | 0.91 | 0.74 | 57 |
| 160 | 1.01 | 0.77 | 44 |
| 180 | 1.13 | 0.89 | 42 |
| 200 | 1.07 | 0.75 | 36 |
| 220 | 0.86 | 0.64 | 22 |
| 240 | 1.10 | 0.83 | 18 |
| 260 | 0.55 | 0.61 | 11 |
| 280 | 0.71 | 0.75 | 8 |
| 300 | 0.80 | 0.87 | 6 |
| 320 | 1.41 | 0.96 | 5 |
| 340 | 1.01 | 0.11 | 2 |
| 360 | 0.31 | NaN | 1 |
| 380 | 0.69 | NaN | 1 |
| 400 | 0.27 | NaN | 1 |

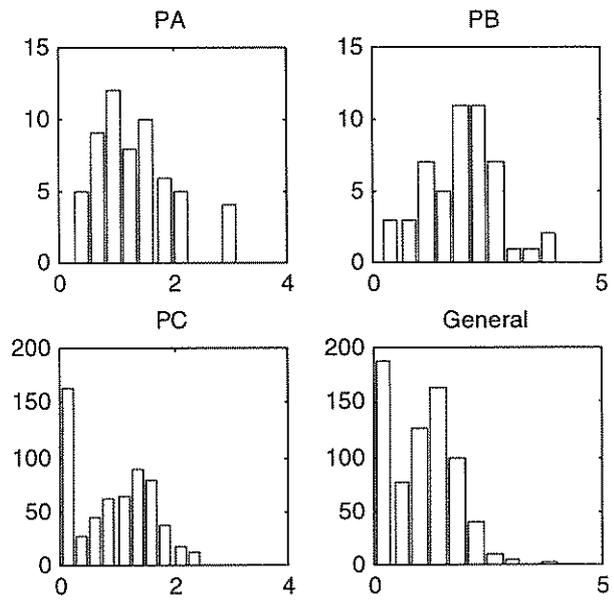
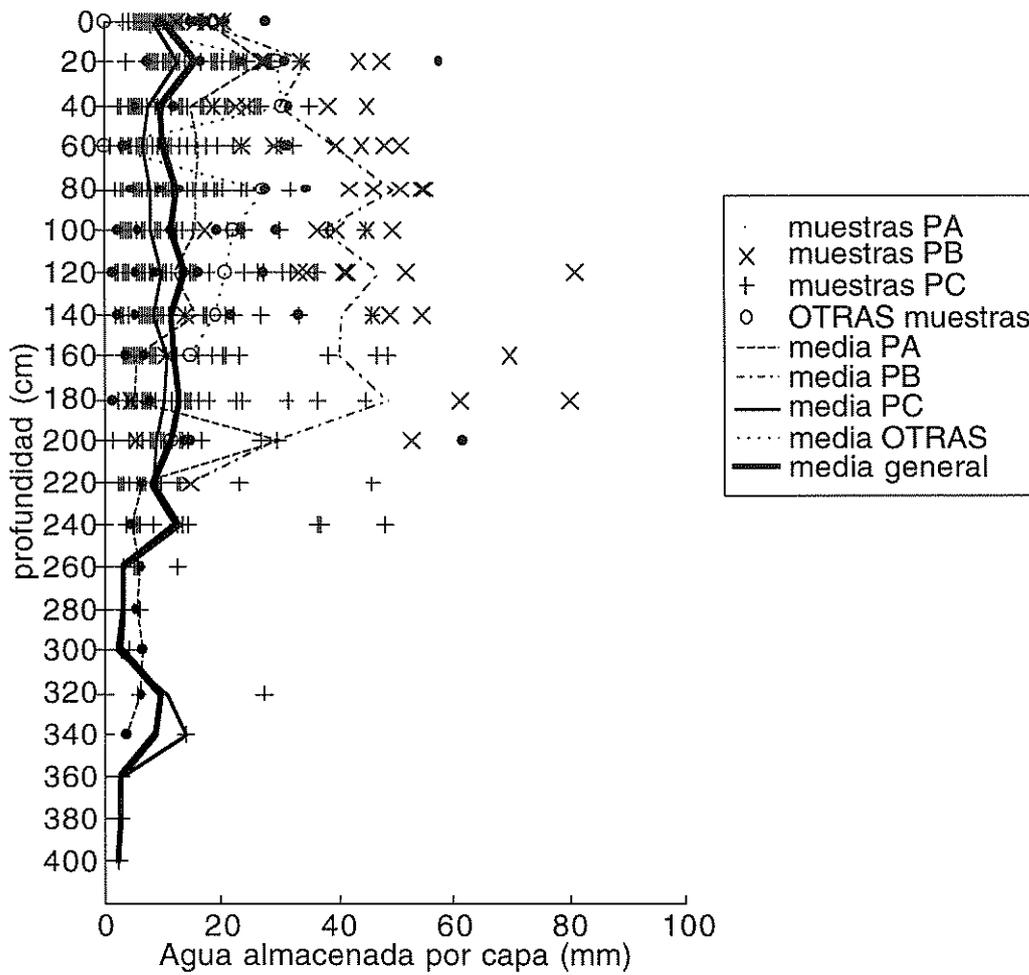


Figura 4.14: Distribución del agua útil (mm/cm).



Todas las Unidades

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 10.16 | 4.81 | 70 |
| 20 | 15.71 | 12.12 | 68 |
| 40 | 9.96 | 11.26 | 65 |
| 60 | 10.35 | 13.14 | 66 |
| 80 | 12.40 | 14.18 | 62 |
| 100 | 11.44 | 13.19 | 60 |
| 120 | 13.64 | 15.47 | 64 |
| 140 | 11.62 | 13.51 | 55 |
| 160 | 11.90 | 14.55 | 43 |
| 180 | 12.86 | 16.55 | 42 |
| 200 | 11.71 | 13.04 | 36 |
| 220 | 8.53 | 10.35 | 21 |
| 240 | 12.44 | 14.88 | 16 |
| 260 | 3.25 | 4.17 | 10 |
| 280 | 3.01 | 3.00 | 7 |
| 300 | 2.65 | 2.84 | 5 |
| 320 | 9.78 | 11.89 | 4 |
| 340 | 8.73 | 7.02 | 2 |
| 360 | 2.64 | NaN | 1 |
| 380 | 2.60 | NaN | 1 |
| 400 | 2.06 | NaN | 1 |

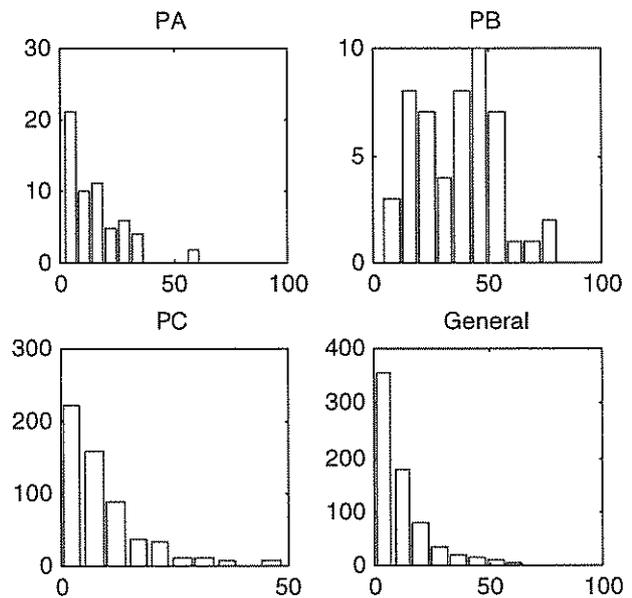
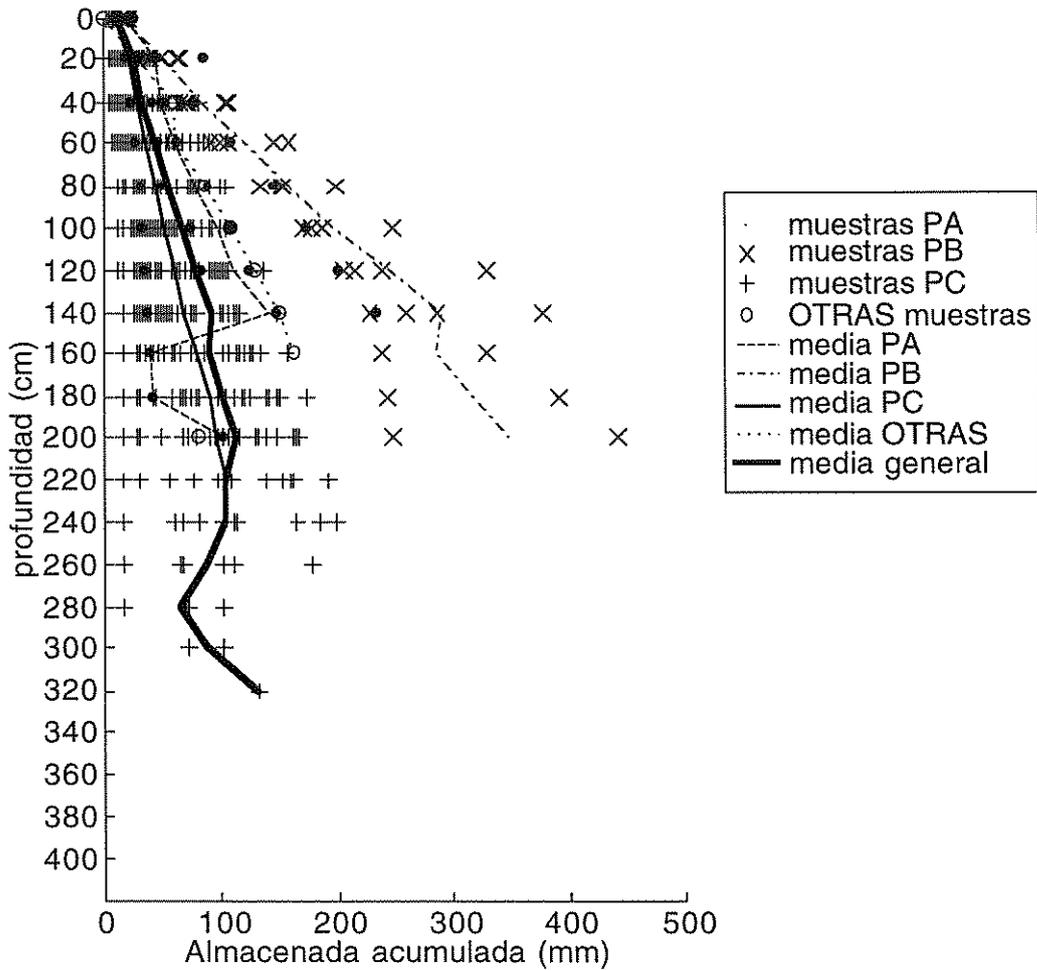


Figura 4.15: Distribución del agua almacenada por capa (mm).



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|--------|----------|--------|
| | 0 | 10.05 | 4.76 | 69 |
| | 20 | 25.06 | 15.40 | 68 |
| | 40 | 33.98 | 23.10 | 64 |
| | 60 | 44.79 | 31.66 | 62 |
| | 80 | 55.93 | 38.70 | 58 |
| | 100 | 66.18 | 47.93 | 56 |
| | 120 | 78.61 | 60.92 | 54 |
| | 140 | 91.97 | 73.64 | 49 |
| | 160 | 89.38 | 60.20 | 39 |
| | 180 | 101.86 | 69.08 | 35 |
| | 200 | 113.43 | 80.92 | 29 |
| | 220 | 104.21 | 51.11 | 15 |
| | 240 | 105.56 | 57.35 | 11 |
| | 260 | 86.67 | 50.75 | 7 |
| | 280 | 64.83 | 36.05 | 4 |
| | 300 | 87.75 | 21.57 | 2 |
| | 320 | 131.00 | NaN | 1 |
| | 340 | NaN | NaN | 0 |
| | 360 | NaN | NaN | 0 |
| | 380 | NaN | NaN | 0 |
| | 400 | NaN | NaN | 0 |

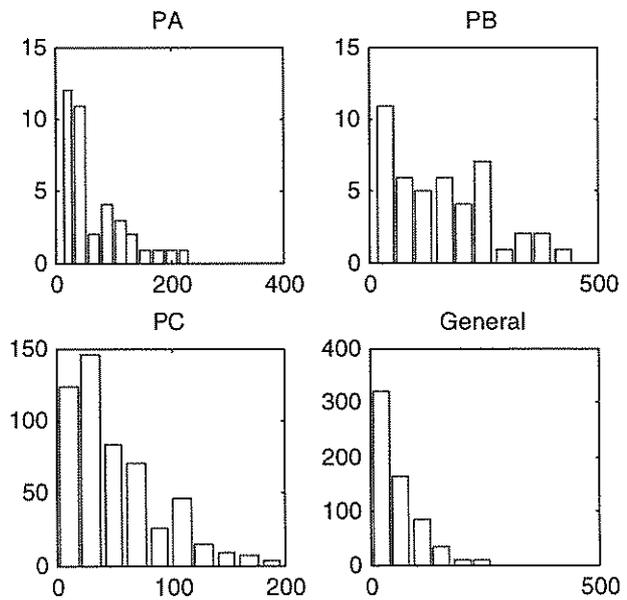


Figura 4.16: Distribución del agua acumulada (mm).

4.2.2. Contenido en Carbono Orgánico y en Carbonatos:

En el Anexo 5 se recogen todos los datos que se comentan a continuación. En este caso, a diferencia de lo que ocurría con las propiedades físicas, se realizaron las determinaciones de todas las muestras por constituir el objeto directo de la presente Memoria. Por ello, en el sistema de exposición de resultados seguido, los diferentes componentes presentan en un nivel dado el mismo número de datos, y pueden obtenerse, además, medias más fiables en profundidad. Sin embargo, como se indicó para las propiedades físicas, no es posible eludir la incertidumbre producida por la escasez de datos con la profundidad. Dada la complejidad de la casuística que se presenta, sólo se comentarán de forma individualizada por perfil los datos correspondientes al Carbono Orgánico y a la Calcita. Más adelante, se comentarán los datos agrupándolos por Unidades Geomorfológicas principales (PA, PB, PC) para ver las tendencias medias de dichas Unidades y la tendencia general.

4.2.2.1. Distribución del Carbono Orgánico y la Calcita en profundidad en perfiles individualizados.

Los gráficos de la distribución en profundidad del Carbono Orgánico y de la Calcita de los distintos perfiles se recogen en el Anexo 6, y se comentarán a continuación.

En la Unidad Aluviales (perfiles PA) el Carbono Orgánico se distribuye, lógicamente, de forma irregular, con valores que frecuentemente superan el 0.5 % a profundidades superiores a 60 cm. Ocasionalmente también hay cantidades de Carbono Orgánico cercanas al 1 % a 3 m de profundidad (PA-7).

La Calcita muestra perfiles muy variados, irregulares, cuyos contenidos más elevados generalmente están en horizontes superiores. Hay perfiles que invitan a pensar en la presencia de fenómenos de traslocación de carbonatos (caso de los PA-3 y PA-5); aunque la morfología de dichos horizontes no es muy neta, es posible que esta traslocación se haya producido en cierta medida, ya que ambos perfiles corresponden a terrazas colgadas.

En los cortes realizados en la Unidad de badlands (perfiles PB) llama la atención las bajas tasas de Carbono Orgánico presente en los horizontes superiores (máximos de hasta 1.5 %) y el rápido decrecimiento en profundidad.

La Calcita se distribuye según morfologías muy variadas, con uno o varios máximos. En algunos cortes como los PB-8, 10 y 11, la Calcita decrece en profundidad, pero no hay señales de iluviación en los horizontes superiores. En otros cortes (PB-4) el Carbonato alcanza valores más altos en zonas profundas (se produce un aumento de 0 a 16 %), sin que existan evidencias de campo de que se trate de Carbonato secundario traslocado. En resumen, las irregularidades del perfil de Calcita hay que achacarlas a cambios litológicos en profundidad.

La Unidad de glaciares (cortes PC) también presenta perfiles de Carbono Orgánico muy variados, en algunos casos muy semejantes a los de los materiales aluviales con altos contenidos de Carbono Orgánico en horizontes profundos: tal es el caso, por ejemplo, del perfil PC-9, cuyo contenido en Carbono Orgánico supera siempre el 1 % en el primer metro de espesor, e incluso llega al 2.5 % a 80 cm. Este perfil en concreto está ubicado en un pie de monte, y el Carbono Orgánico confirma lo que era de sospechar: el perfil creció hacia arriba, sobreengrosándose por enterramiento. Otros cortes en los que se aprecian fenómenos semejantes, aunque en menor grado, son el PC-10, 13, 14, 25, 38, 40, 42 y 45.

El decrecimiento rápido de Carbono Orgánico en profundidad se podría tipificar en unos pocos perfiles (PC-6, 7 y 8). Pero un rasgo típico de muchos cortes de esta zona es la forma de copa del perfil de Carbono Orgánico: este se mantiene relativamente alto hasta profundidades de 40-50 cm, y decrece con rapidez en profundidad (perfiles PC-14, 22, 29, 30, 38, 49, 56, entre otros). Esto puede deberse a la alta impedancia mecánica de la costra, que promueve que la escasa tierra fina que hay por encima de ella, sea explorada a fondo por el sistema radicular de las plantas (efecto similar al de una maceta). En la práctica, con frecuencia, el comienzo de la costra se detecta mejor en las gráficas a través del perfil de Carbono Orgánico que el de Calcita.

Los perfiles de carbonatos se pueden resumir en los siguientes tipos:

Perfiles con un sólo máximo, que corresponde a una costra delgada en superficies jóvenes (PC-36), o moderadamente gruesa (perfil PC-22) o muy gruesa (PC-43) en superficies antiguas.

Otros perfiles de carbonatos presentan claramente varios máximos, que podrían achacarse a policiclismo o bien a formaciones de costra sucesivas por enterramiento. Un caso típico es el de los cortes PC-2 y PC-42. El enterramiento se manifiesta por la presencia de varias costras endurecidas y separadas entre sí; pero hay casos en que un perfil en línea quebrada podría originarse simplemente por variaciones de composición en los materiales parentales (PC-30, PC-33), aunque no puede excluirse el efecto simultáneo de un enterramiento a ritmo lento. En el caso del perfil PC-11 se aprecia la existencia de un encostramiento espeso (del orden de 3 m) que difícilmente podría explicarse de otra forma: en efecto, este perfil se encuentra ubicado en la zona apical de la superficie S₁, fácilmente sujeta a aportes de las áreas circundantes.

En algunos perfiles de carbonatos llama la atención la escasa proporción de Calcita que existe en el sustrato por debajo de la costra (cortes PC-3, 5, 6, 12, 15, 19 y 20, entre otros). En unos casos se debe a que los materiales parentales provienen de esquistos (PC-15), pero con más frecuencia se trata de materiales ricos en dolomía.

Otros cortes no muestran un perfil claro de traslocación de carbonatos, o bien esta aparece sólo a profundidades grandes (a más del metro de profundidad). Es el caso de los perfiles PC-26, 34, y 39 que corresponden a Luvisoles desarrollados sobre gravas de esquistos.

Un rasgo bastante común es la existencia de horizontes superficiales más pobres en Calcita que los internos, lo que evidencia el fenómeno de eluviación de Calcita, aunque puede haber casos en los que la erosión elimine al material decarbonatado haciendo aflorar en mayor o menor grado horizontes profundos, fenómeno que enmascararía en parte la iluviación (perfil PC-3).

La Tabla 4.4 resume la frecuencia a la que aparece el límite superior de las costras en los diferentes

| Superficie Geomorfológica | S1 | S2 | S3 | Otras |
|---------------------------|---------------------------|----|----|-------|
| Profundidad (cm) | N ú m e r o d e c a s o s | | | |
| 20 | 8 | 6 | 1 | 1 |
| 40 | 13 | 3 | 2 | 1 |
| 60 | 7 | 1 | | 1 |
| 80 | 4 | 1 | | |
| 100 | | 2 | | 1 |
| 120 | | | | 1 |

cortes estudiados. En la Superficie S_1 la costra se sitúa, en el mayor número de casos, a 40 cm de profundidad. Como puede comprobarse, en general la costra se presenta frecuentemente a profundidades de 20 o 40 cm. La costra más profunda (a 140 cm) corresponde a un Luvisol cálcico (Llanos de Alquife).

De igual modo, en la Tabla 4.5 se representan datos de espesores de costra en cada uno de los

| TABLA 4.5: ESPESORES DE LA COSTRA. | | | | |
|---|---------------------------|-------|-------|-------|
| Superficie Geomorfológica | S_1 | S_2 | S_3 | Otras |
| Profundidad (cm) | N ú m e r o d e c a s o s | | | |
| 20 | 1 | 2 | | 1 |
| 40 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| 60 | 5 | 4 | 1 | 2 |
| 80 | 4 | 2 | | |
| 100 | 5 | | | 1 |
| 120 | 6 | | | |
| 140 | 1 | | | |
| 160 | | | | |
| 180 | 2 | | | |
| 200 | 1 | | | |
| 220 | | | | |
| 240 | 2 | | | |
| 260 | 1 | | | |

cortes estudiados. Cuando hay varias costras separadas en un mismo corte, se ha seguido el criterio de sumar sus espesores. Se constata que en la superficie más antigua (S_1) los espesores más frecuentes son del orden del metro, en la S_2 es de 60 cm, y de 40 cm en la S_3 , lo que parece guardar relación con la edad de la Superficie.

4.2.2.2. Tendencias medias de distribución en profundidad según Unidades principales.

Dado que la casuística de curvas de distribución de las propiedades composicionales del suelo es muy compleja, como se ha visto al comentar el Carbono Orgánico y la Calcita, se ha creído conveniente efectuar el estudio de las tendencias de distribución en profundidad de los datos tabulados, agrupados según las Unidades Geomorfológicas principales (PA: aluviales, PB: badlands, PC: glacia). Las Figuras 4.18 a 4.24 dan el resumen gráfico estas tendencias.

a) Carbono Orgánico (Materia Orgánica) (Figuras 4.18 y 4.19):

El Carbono Orgánico decrece rápidamente en profundidad, hasta los 60 cm; después disminuye paulatinamente hasta los 100-120 cm, y a partir de ahí se mantiene prácticamente constante en valores bajos (0.1-0.2 %), aunque hasta los 160 cm se presentan valores aislados relativamente altos (por ejemplo, a 160 cm hay un dato con algo más de 1 % de Carbono Orgánico). Estos casos pueden deberse a la presencia de capas duras, costras o materiales más o menos cementados, que representan una barrera para la penetración de las raíces. En consecuencia, estas se concentran justo encima y al descomponerse incorporan al suelo cantidades de Carbono Orgánico anormalmente altas.

En los aluviales tampoco hay que descartar la presencia de horizontes húmicos enterrados. A partir de 220 cm se aprecia en la Tabla adjunta a la Figura 4.18 un aumento sistemático, aunque pequeño, del Carbono Orgánico. A pesar de que el número de muestras del que provienen las medias es bajo, la regularidad de la tendencia hace sospechar la presencia de algún fenómeno mal comprendido, quizá el efecto de barrera antes citado originado por la presencia en profundidad de materiales geológicos poco alterados, compactos y densos.

Tanto en las curvas medias como en los histogramas, se comprueba que las muestras de la Unidad PB son especialmente bajas en Carbono Orgánico, como es propio de los Regosoles. La moda acentuada en los valores cercanos a cero está causada porque la mayoría de las muestras son de zonas profundas, pobres en Carbono Orgánico

La M.O. no se comenta, ya que la que se ha tabulado se obtuvo multiplicando el Carbono Orgánico por un factor fijo (1.72) y por consiguiente, las tendencias y forma de las curvas son idénticas a las del Carbono Orgánico.

b) Carbonato Cálcico equivalente (Figura 4.20):

El Carbonato Cálcico equivalente es la suma de Calcita y Dolomita expresada como si todo el CO_2 desprendido en el calcímetro correspondiera a Carbonato Cálcico. En consecuencia la curva de distribución de CaCO_3 equivalente en profundidad refleja sólo de forma parcial la del Carbonato edáfico que es sólo una fracción de aquél, cuya tendencia queda diluída por los otros componentes no edáficos (Dolomita y Calcita heredada de los materiales geológicos).

De todas formas se aprecia un neto abultamiento en la media general entre 20 y 120 cm, de profundidad, que sugiere la acumulación de CaCO_3 edáfico en esa zona, con un máximo entre 40-80 cm. Ese abultamiento no se observa en las curvas medias de las Unidades PA y PB, y es evidente que el de la curva media proviene de la Unidad PC (suelos sobre superficies antiguas). A partir de 120-140 cm la tendencia es incierta e irregular, y sugiere un fondo geológico cuyo contenido en Carbonatos es del orden del 40-45 %. La posibilidad de presencia de horizontes cálcicos de paleosuelos profundos o acumulaciones de CaCO_3 freático puede ser una de las causas de irregularidad en las zonas profundas de los cortes.

Los histogramas muestran una tendencia bimodal o incluso polimodal en la Unidad PB que podría deberse a heterogeneidad de origen de los materiales originarios de los suelos (aluviones del núcleo de Sierra Nevada o del Subbético).

c) Calcita (Figura 4.21):

Las curvas de distribución de la Calcita en profundidad tienen en general el mismo hábito que el del Carbonato Cálcico equivalente, pero el abultamiento supuestamente debido a la acumulación de Carbonato edáfico. Un máximo a una profundidad de 40-60 cm se hace más evidente tanto para la curva media como para la que corresponde a la Unidad PC. En profundidad se insinúa una tendencia a la disminución. Las curvas de las otras unidades mantienen la misma tónica que las del Carbonato Cálcico equivalente.

El histograma de los aluviales recientes (PA) y de la Unidad PC muestran cierta similitud, lo que podría justificarse si se tiene en cuenta que esta última Unidad está constituida precisamente por aluviones antiguos. Sin embargo, las muestras con contenidos superiores al 50 % de CaCO_3 son abundantes en la Unidad PC, y escasos o prácticamente ausentes en PA y PB, lo que sugiere que

estos materiales pueden ser precisamente los enriquecidos por carbonato edáfico.

d) Dolomita (Figura 4.22):

Las curvas de distribución de Dolomita es bastante monótona (constante en profundidad), con oscilaciones fuertes en el último tramo que no se pueden interpretar como tendencias ya que son datos aislados. En superficie (entre 0 y 40 cm) parece haber un empobrecimiento relativo que reflejaría el proceso de disolución en un medio lixivante como es el suelo. Hasta los 140 cm se podría hablar de un suave abultamiento, pero es tan poco acusado que sería arriesgado atribuirlo a reprecipitación sin otros estudios adicionales. La cuestión de la precipitación de dolomita en medio edáfico es, por otro lado, un asunto que surge de vez en cuando, pero que aún está en debate².

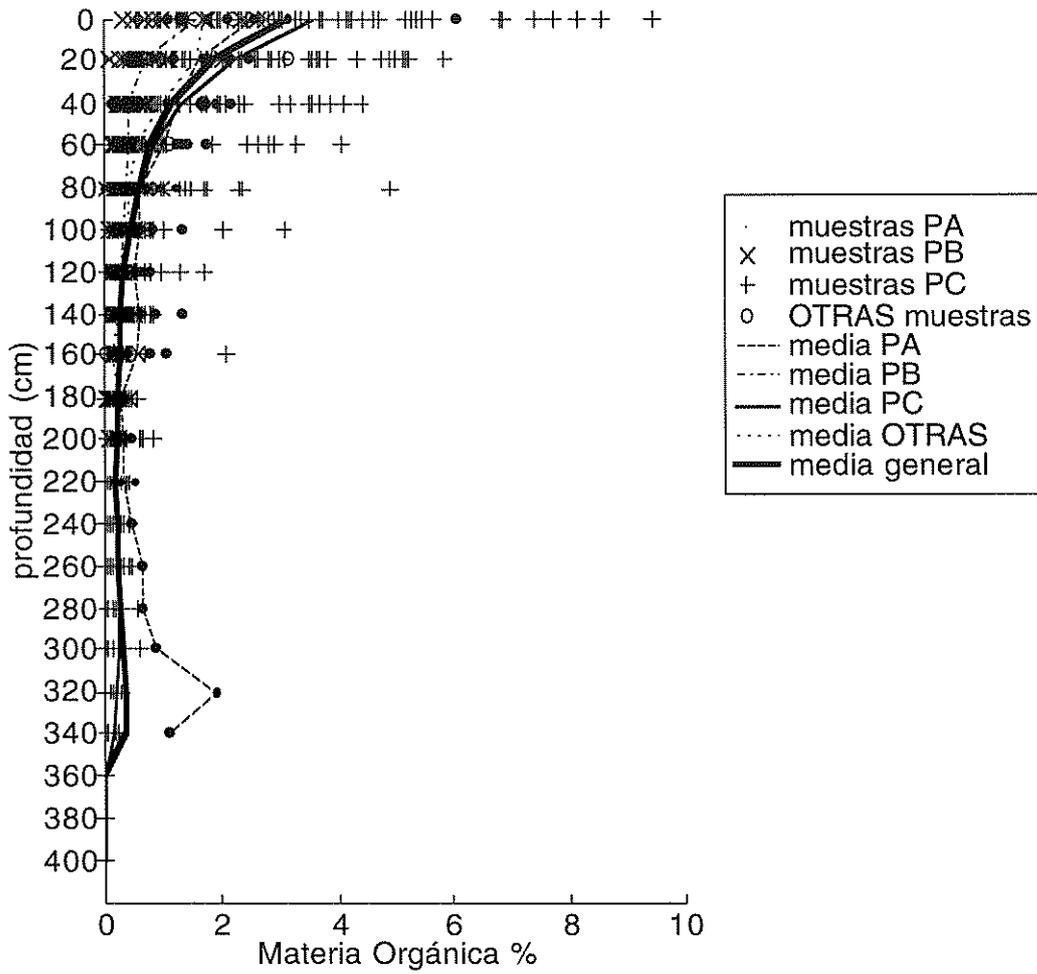
e) Carbono Inorgánico (Figura 4.23):

El Carbono Inorgánico es el 12 % de la Calcita contenida en los suelos. En consecuencia, las tendencias son idénticas en ambos gráficos, por lo que no se comentarán aquí. Hacemos notar sin embargo, que el Carbono Inorgánico no incluye al de la Dolomita porque, en principio, suponemos que este último no es edáfico. También dentro de la Calcita hay Calcita no edáfica, pero por ahora no es factible hacer una distinción clara entre ambas por un método sencillo, y este es uno de los problemas objeto de este estudio. Se entiende aquí por Carbono Inorgánico aquel que en la perspectiva del Cambio Climático Global (el suelo como sumidero o fuente de CO₂) es, al menos, un candidato a ser tratado como Carbono edáfico, lo que justifica eliminar desde el principio al que claramente no lo es.

f) Carbono Total (Figura 4.24):

El Carbono Total es la suma del Carbono Inorgánico y el Orgánico. Por ser el primero cuantitativamente más importante, el hábito de la curva de Carbono Total se asemeja muchísimo a la del Carbono Inorgánico. Se puede observar, sin embargo, que las diferencias estriban en las pendientes de la curva entre 0-40 cm, que se hacen más verticales como consecuencia del abundante Carbono Orgánico en esa zona. En el Anexo 7 se computa el Carbono de cada perfil.

² Se puede encontrar más información sobre esta cuestión en los siguientes trabajos: Sherman *et al.*, 1962, St Arnaud, 1979, Abdeljaouad, 1984, Sobecki *et al.*, 1987, Bui *et al.*, 1990, Vasconcelos *et al.*, 1995.



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 3.13 | 2.01 | 81 |
| | 20 | 1.94 | 1.49 | 81 |
| | 40 | 1.15 | 1.06 | 81 |
| | 60 | 0.78 | 0.77 | 81 |
| | 80 | 0.58 | 0.68 | 81 |
| | 100 | 0.43 | 0.43 | 81 |
| | 120 | 0.33 | 0.28 | 81 |
| | 140 | 0.28 | 0.23 | 75 |
| | 160 | 0.26 | 0.29 | 64 |
| | 180 | 0.20 | 0.12 | 55 |
| | 200 | 0.22 | 0.17 | 44 |
| | 220 | 0.19 | 0.12 | 27 |
| | 240 | 0.21 | 0.12 | 19 |
| | 260 | 0.24 | 0.20 | 12 |
| | 280 | 0.26 | 0.21 | 9 |
| | 300 | 0.30 | 0.32 | 8 |
| | 320 | 0.38 | 0.62 | 8 |
| | 340 | 0.38 | 0.49 | 4 |
| | 360 | 0.01 | NaN | 1 |
| | 380 | 0.00 | NaN | 1 |
| | 400 | 0.00 | NaN | 1 |

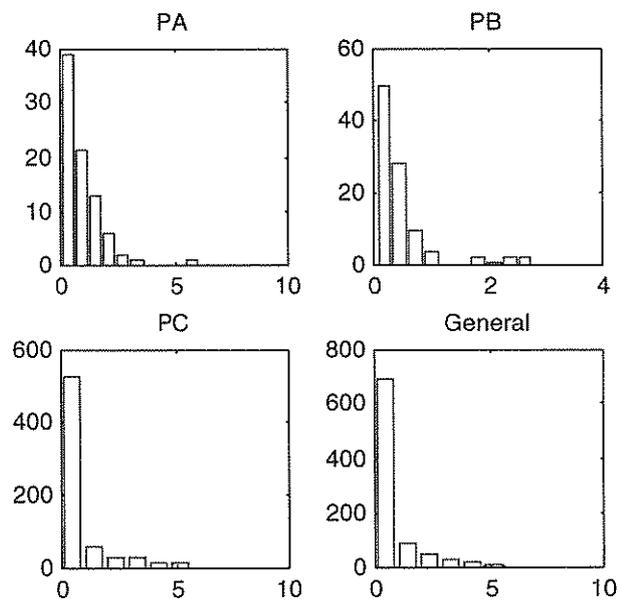
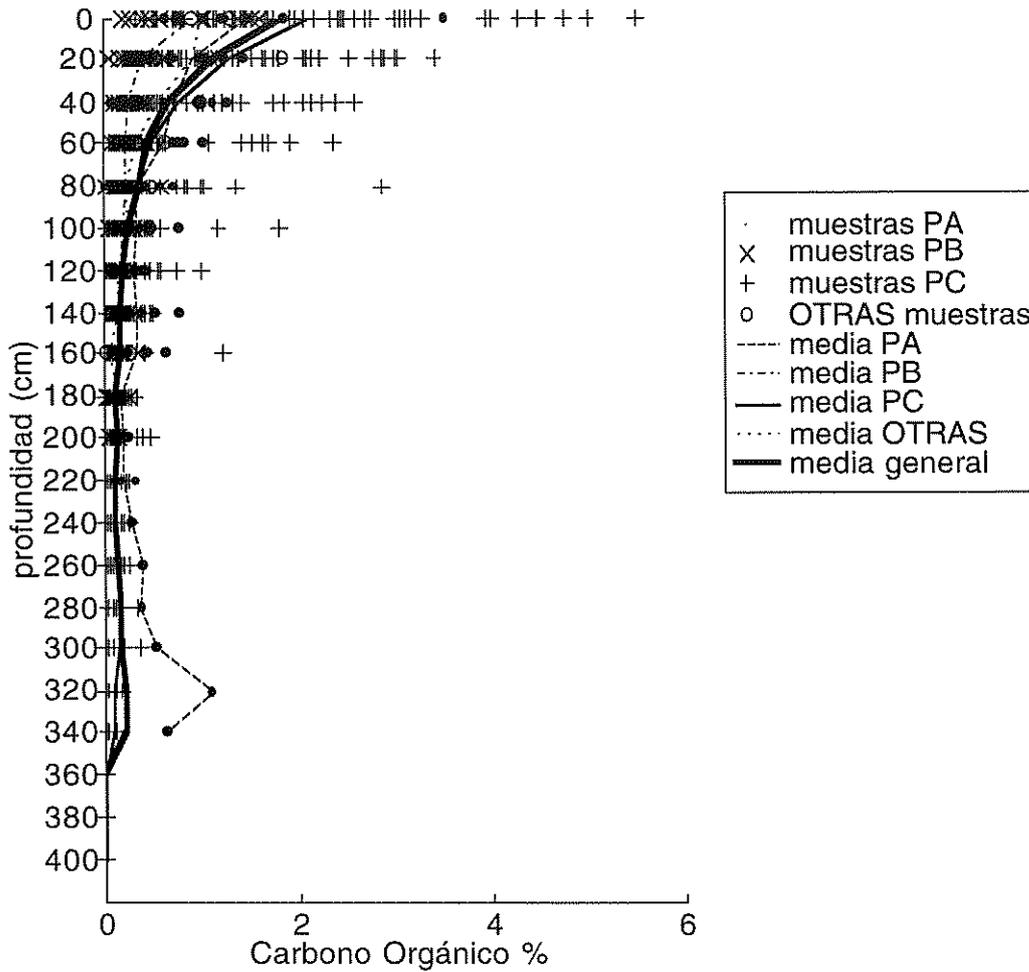


Figura 4.18: Distribución de la Materia Orgánica (%).



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 1.82 | 1.17 | 81 |
| | 20 | 1.13 | 0.86 | 81 |
| | 40 | 0.67 | 0.61 | 81 |
| | 60 | 0.46 | 0.45 | 81 |
| | 80 | 0.34 | 0.40 | 81 |
| | 100 | 0.25 | 0.25 | 81 |
| | 120 | 0.19 | 0.16 | 81 |
| | 140 | 0.16 | 0.13 | 75 |
| | 160 | 0.15 | 0.17 | 64 |
| | 180 | 0.12 | 0.07 | 55 |
| | 200 | 0.13 | 0.10 | 44 |
| | 220 | 0.11 | 0.07 | 27 |
| | 240 | 0.12 | 0.07 | 19 |
| | 260 | 0.14 | 0.12 | 12 |
| | 280 | 0.15 | 0.12 | 9 |
| | 300 | 0.17 | 0.19 | 8 |
| | 320 | 0.22 | 0.36 | 8 |
| | 340 | 0.22 | 0.28 | 4 |
| | 360 | 0.00 | NaN | 1 |
| | 380 | 0.00 | NaN | 1 |
| | 400 | 0.00 | NaN | 1 |

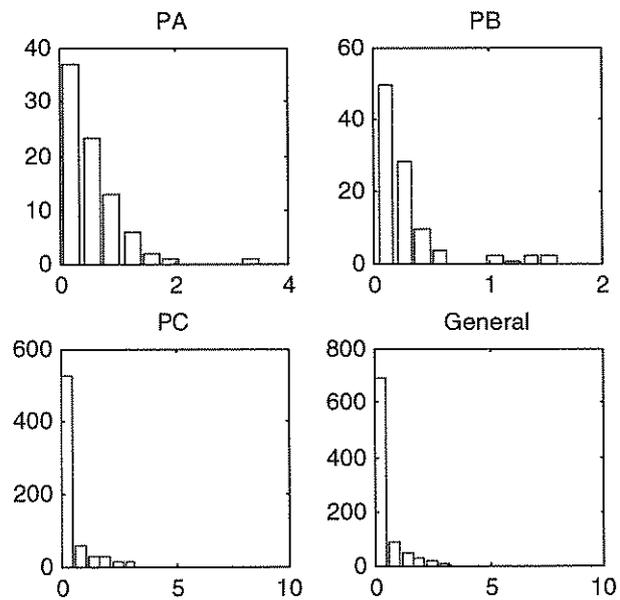
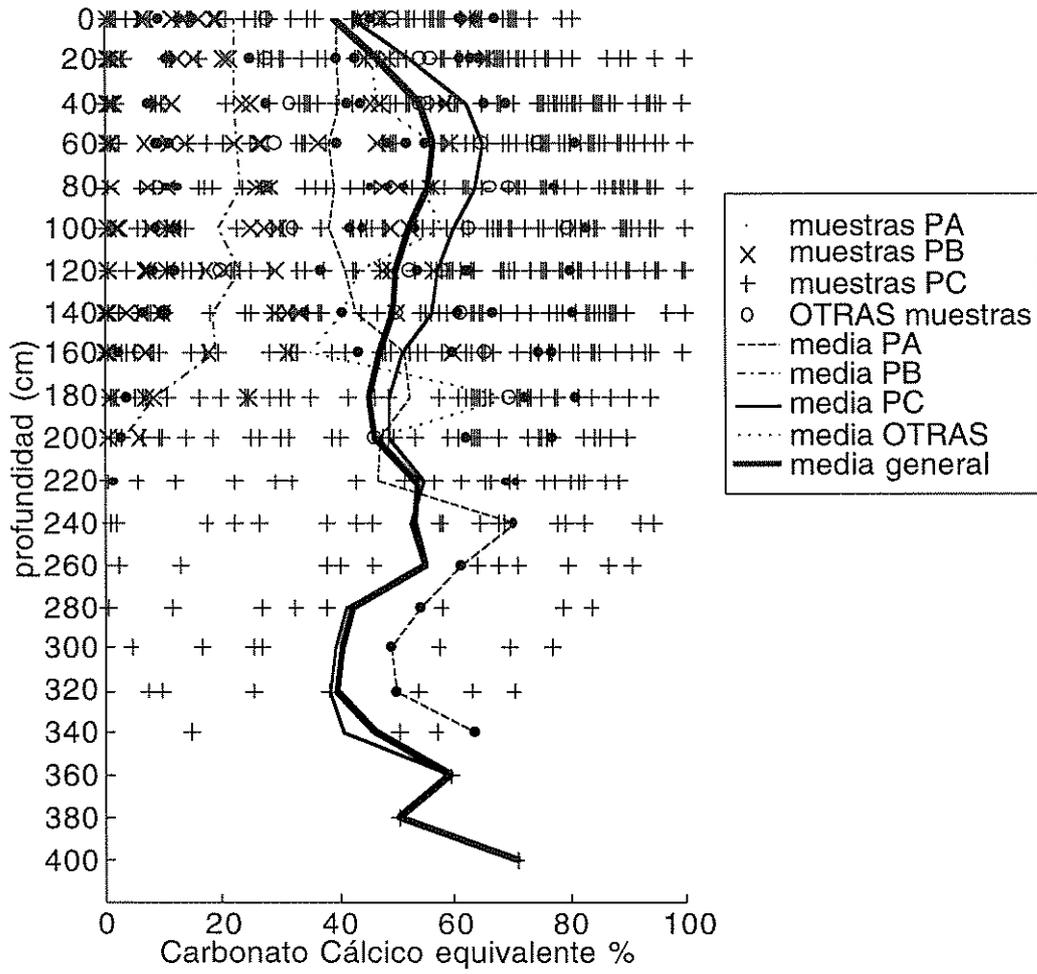


Figura 4.19: Distribución del Carbono Orgánico (%).



| Todas las Unidades | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|----------|--------|
| 0 | 39.29 | 22.65 | 81 |
| 20 | 46.76 | 27.08 | 81 |
| 40 | 53.80 | 29.54 | 81 |
| 60 | 56.19 | 29.27 | 81 |
| 80 | 55.22 | 29.51 | 81 |
| 100 | 52.31 | 29.95 | 81 |
| 120 | 50.15 | 29.47 | 81 |
| 140 | 49.60 | 30.28 | 75 |
| 160 | 47.41 | 30.14 | 64 |
| 180 | 45.71 | 29.70 | 55 |
| 200 | 46.32 | 29.57 | 44 |
| 220 | 53.51 | 26.99 | 27 |
| 240 | 52.97 | 28.80 | 19 |
| 260 | 54.94 | 27.92 | 12 |
| 280 | 42.61 | 28.26 | 9 |
| 300 | 40.62 | 26.14 | 8 |
| 320 | 39.68 | 23.64 | 8 |
| 340 | 46.32 | 21.87 | 4 |
| 360 | 59.42 | NaN | 1 |
| 380 | 50.38 | NaN | 1 |
| 400 | 70.70 | NaN | 1 |

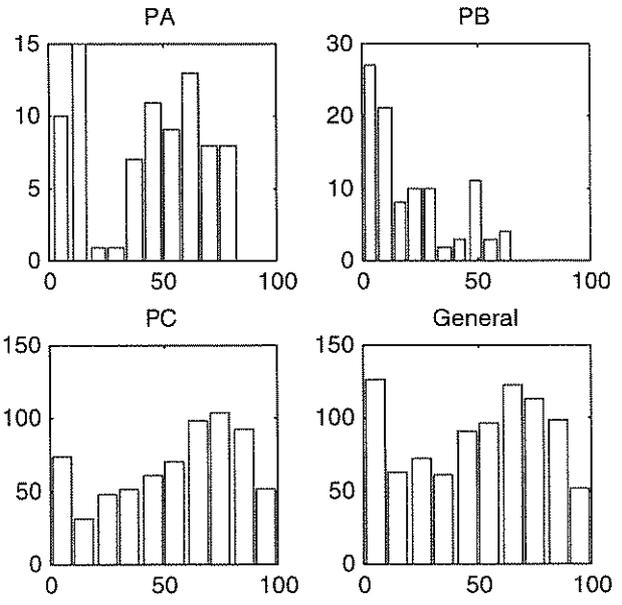
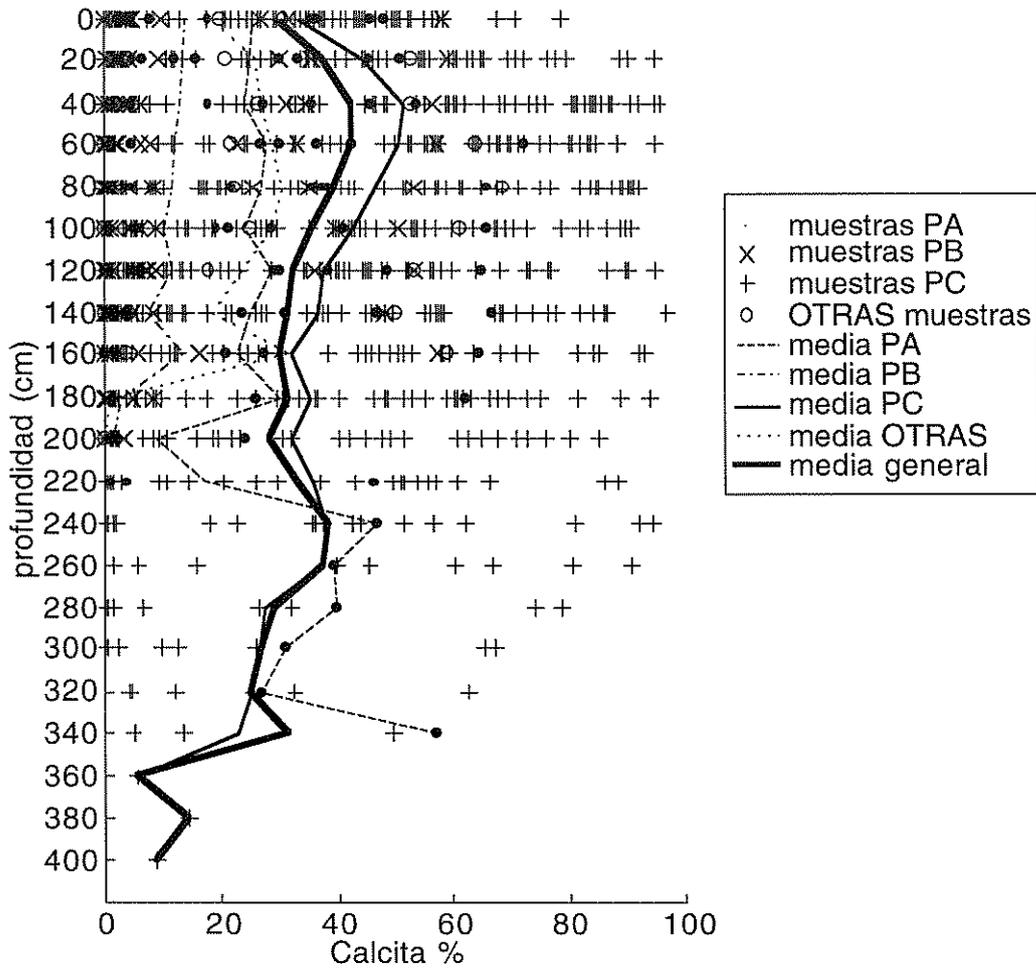


Figura 4.20: Distribución del Carbonato Cálcico equivalente (%).



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 29.35 | 20.12 | 81 |
| | 20 | 37.60 | 26.38 | 81 |
| | 40 | 42.60 | 29.89 | 81 |
| | 60 | 42.23 | 29.95 | 81 |
| | 80 | 39.35 | 29.46 | 81 |
| | 100 | 35.90 | 28.40 | 81 |
| | 120 | 32.64 | 27.06 | 81 |
| | 140 | 31.41 | 29.13 | 75 |
| | 160 | 29.78 | 27.96 | 64 |
| | 180 | 31.25 | 28.22 | 55 |
| | 200 | 28.09 | 27.38 | 44 |
| | 220 | 33.63 | 27.19 | 27 |
| | 240 | 38.25 | 30.31 | 19 |
| | 260 | 37.31 | 32.35 | 12 |
| | 280 | 28.81 | 30.62 | 9 |
| | 300 | 26.78 | 26.49 | 8 |
| | 320 | 25.03 | 19.07 | 8 |
| | 340 | 31.14 | 25.78 | 4 |
| | 360 | 5.18 | NaN | 1 |
| | 380 | 14.35 | NaN | 1 |
| | 400 | 9.15 | NaN | 1 |

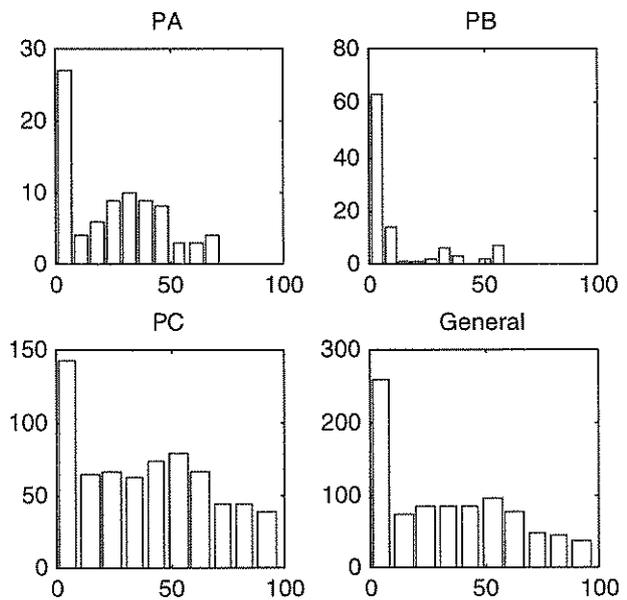
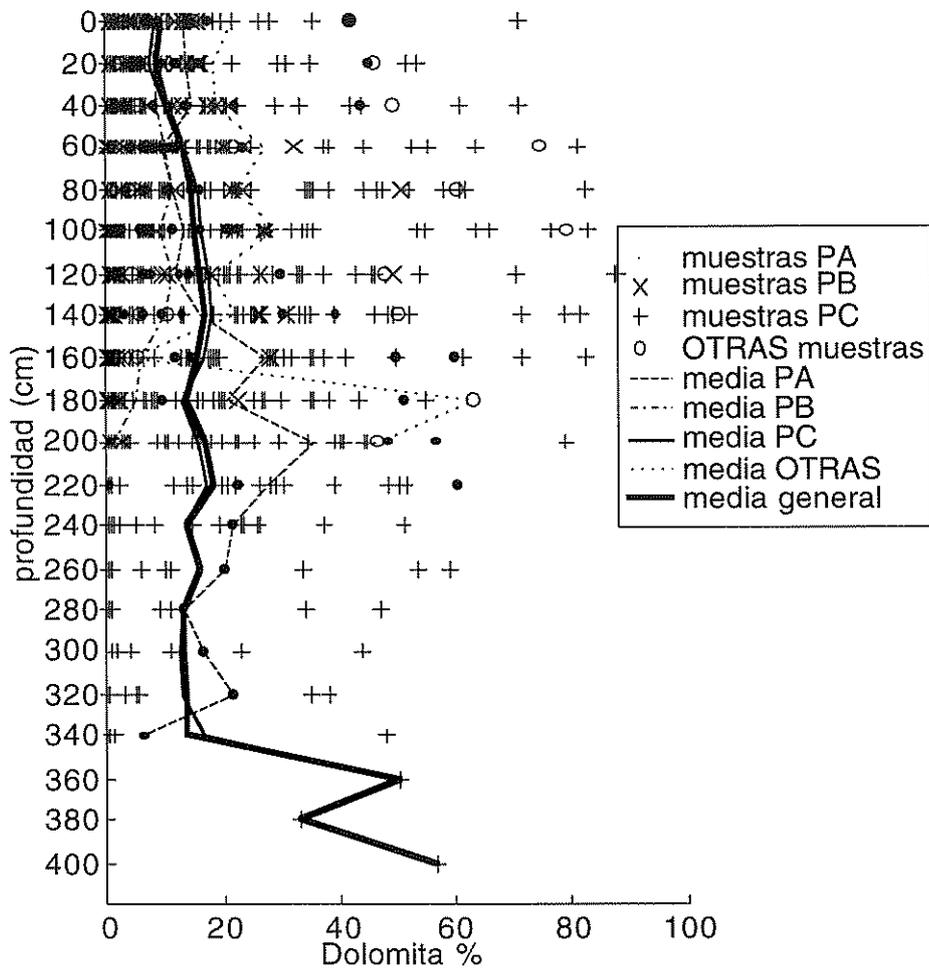


Figura 4.21: Distribución de la Calcita (%).



| Todas las Unidades | | | |
|--------------------|-------|----------|--------|
| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
| 0 | 9.19 | 11.31 | 81 |
| 20 | 8.42 | 11.80 | 81 |
| 40 | 10.34 | 14.28 | 81 |
| 60 | 12.95 | 16.81 | 81 |
| 80 | 14.68 | 18.91 | 81 |
| 100 | 15.24 | 19.49 | 81 |
| 120 | 16.16 | 19.29 | 81 |
| 140 | 16.83 | 19.78 | 75 |
| 160 | 15.81 | 19.73 | 64 |
| 180 | 13.28 | 15.67 | 55 |
| 200 | 16.97 | 19.35 | 44 |
| 220 | 18.33 | 18.70 | 27 |
| 240 | 13.57 | 14.79 | 19 |
| 260 | 16.26 | 21.23 | 12 |
| 280 | 12.73 | 16.73 | 9 |
| 300 | 12.77 | 14.83 | 8 |
| 320 | 13.51 | 15.70 | 8 |
| 340 | 14.00 | 22.66 | 4 |
| 360 | 50.04 | NaN | 1 |
| 380 | 33.23 | NaN | 1 |
| 400 | 56.77 | NaN | 1 |

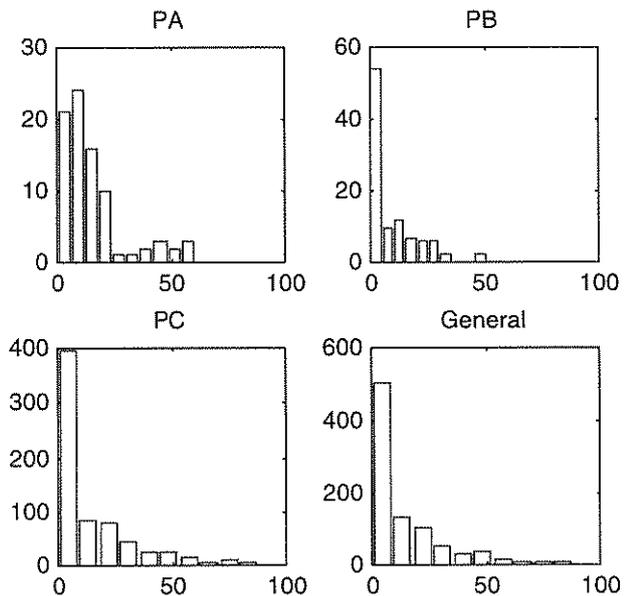
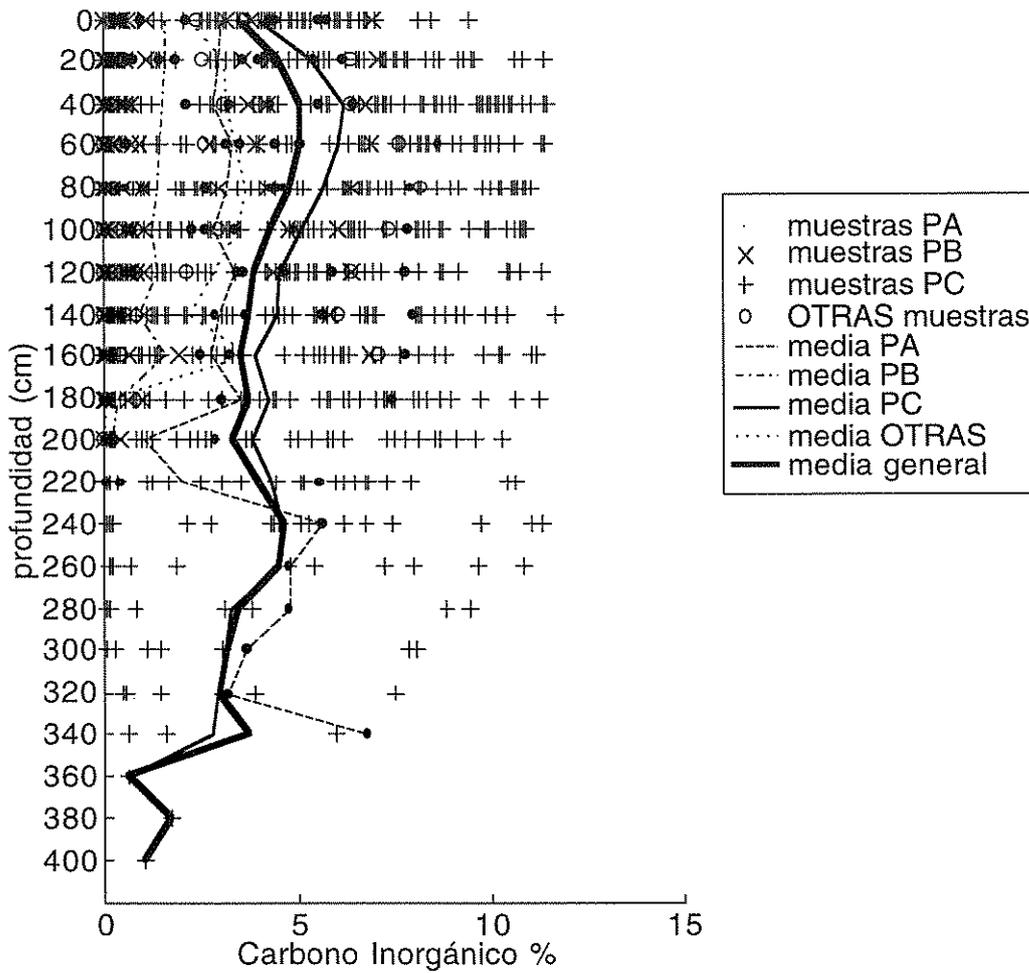


Figura 4.22: Distribución de la Dolomita (%).



Todas las Unidades

| prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|-------|-------|----------|--------|
| 0 | 3.52 | 2.41 | 81 |
| 20 | 4.51 | 3.17 | 81 |
| 40 | 5.11 | 3.59 | 81 |
| 60 | 5.07 | 3.59 | 81 |
| 80 | 4.72 | 3.54 | 81 |
| 100 | 4.31 | 3.41 | 81 |
| 120 | 3.92 | 3.25 | 81 |
| 140 | 3.77 | 3.50 | 75 |
| 160 | 3.57 | 3.36 | 64 |
| 180 | 3.75 | 3.39 | 55 |
| 200 | 3.37 | 3.29 | 44 |
| 220 | 4.04 | 3.26 | 27 |
| 240 | 4.59 | 3.64 | 19 |
| 260 | 4.48 | 3.88 | 12 |
| 280 | 3.46 | 3.67 | 9 |
| 300 | 3.21 | 3.18 | 8 |
| 320 | 3.00 | 2.29 | 8 |
| 340 | 3.73 | 3.09 | 4 |
| 360 | 0.62 | NaN | 1 |
| 380 | 1.72 | NaN | 1 |
| 400 | 1.10 | NaN | 1 |

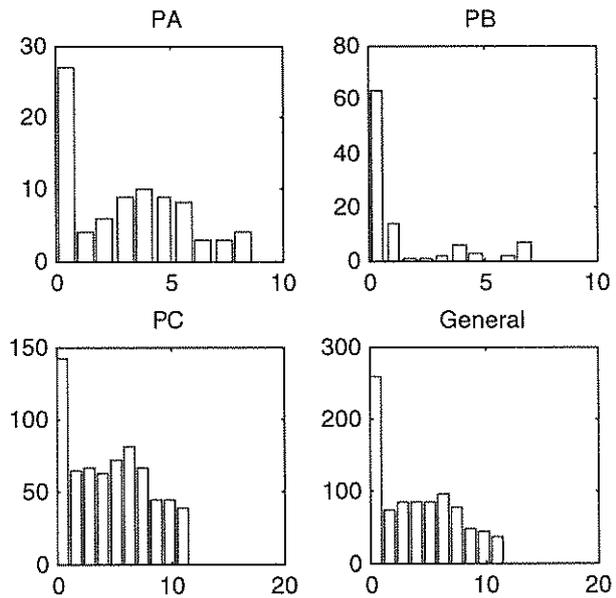
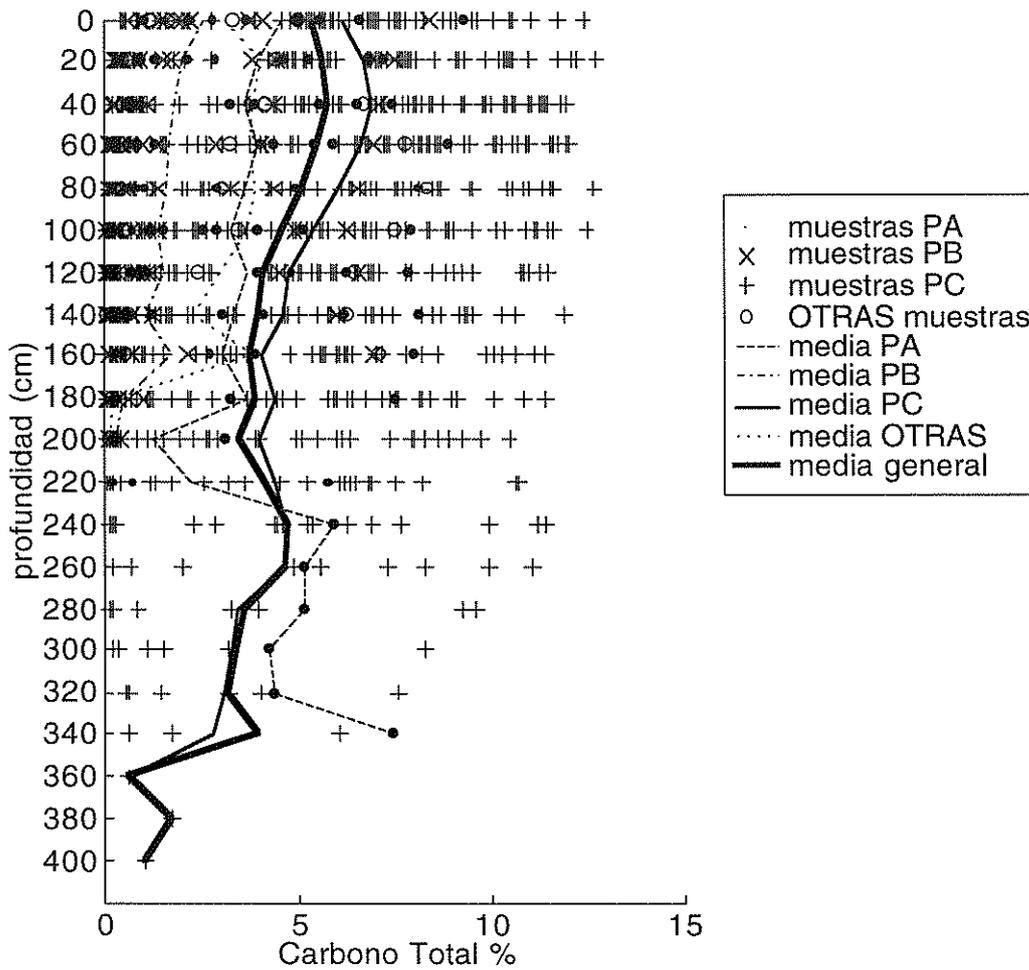


Figura 4.23: Distribución del Carbono Inorgánico (%).



| Todas las Unidades | prof. | media | des.tip. | n.dat. |
|--------------------|-------|-------|----------|--------|
| | 0 | 5.34 | 3.08 | 81 |
| | 20 | 5.64 | 3.47 | 81 |
| | 40 | 5.78 | 3.71 | 81 |
| | 60 | 5.52 | 3.73 | 81 |
| | 80 | 5.06 | 3.69 | 81 |
| | 100 | 4.56 | 3.50 | 81 |
| | 120 | 4.11 | 3.29 | 81 |
| | 140 | 3.93 | 3.54 | 75 |
| | 160 | 3.72 | 3.39 | 64 |
| | 180 | 3.87 | 3.41 | 55 |
| | 200 | 3.50 | 3.31 | 44 |
| | 220 | 4.15 | 3.29 | 27 |
| | 240 | 4.71 | 3.67 | 19 |
| | 260 | 4.62 | 3.95 | 12 |
| | 280 | 3.61 | 3.75 | 9 |
| | 300 | 3.39 | 3.28 | 8 |
| | 320 | 3.22 | 2.35 | 8 |
| | 340 | 3.95 | 3.30 | 4 |
| | 360 | 0.63 | NaN | 1 |
| | 380 | 1.72 | NaN | 1 |
| | 400 | 1.10 | NaN | 1 |

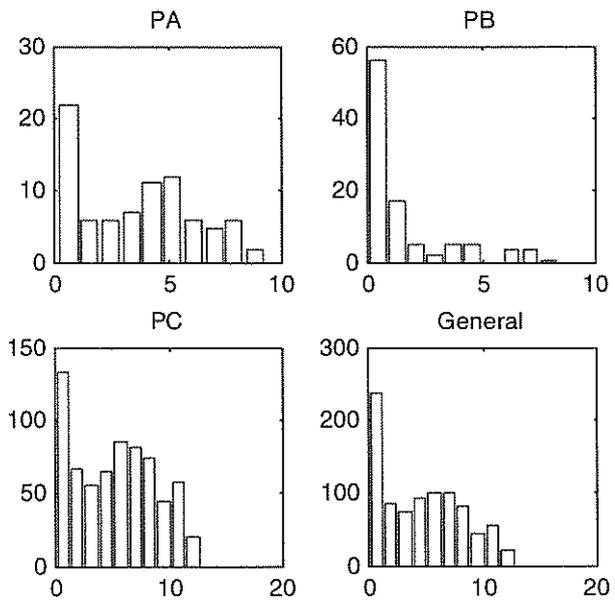


Figura 4.24: Distribución del Carbono Total (%).

4.2.3. Estudio isotópico de los carbonatos:

4.2.3.1. Planteamientos previos.

El estudio de los carbonatos minerales en suelos presenta la dificultad de diferenciar los originados en los procesos edáficos (carbonatos secundarios), de los heredados del material original (carbonatos primarios).

Se puede hacer una primera distinción grosera, cualitativa, basada en el tamaño de las partículas: generalmente los carbonatos edáficos *s.str.* se presentan como cristales de tamaño limo, cuyas formas microcristalinas se identifican muchas veces con microscopio óptico. Por el contrario los cristales de Calcita o Dolomita (y ocasionalmente Aragonito) heredados del material original son predominantemente de tamaño arena. En efecto, en la fracción arena prevalecen fragmentos de roca heredados; sin embargo esto no es totalmente válido en fracciones más finas, e incluso fragmentos arenosos pueden tener depositados en superficie carbonatos secundarios (Magaritz *et al.*, 1980).

La distribución de los isótopos ^{13}C y ^{18}O en la disolución de la Calcita está controlada por la reacción general:



en donde los carbonatos en muchos suelos proceden de un material original compuesto por carbonatos más antiguos (metamórficos o sedimentarios *s.l.*), el agua es aportada por la lluvia y el CO_2 se origina en el suelo por procesos biogénicos. Esta hidrólisis proporciona un ión Ca^{2+} , y dos iones 2HCO_3^- , uno de cuyos átomos de Carbono es cedido por la fase sólida y otro por la fase gaseosa. Si los carbonatos originales tienen una composición isotópica media de $+1.5\text{‰}$, y el Carbono biogénico de -24.5‰ , el bicarbonato resultante presentará una composición isotópica media de -11.5‰ (para intervalos de temperaturas templadas ($10\text{-}30^\circ\text{C}$), según datos de Keith y Weber, 1964, en Salomons y Mook, 1976).

La reprecipitación del carbonato en el suelo se debe bien al movimiento de la solución hacia horizontes con menor presión parcial de CO_2 , bien por evaporación de la solución. Este Carbonato precipitado presentará una composición isotópica diferente del carbonato de la roca original (en función de la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ del CO_2). La composición isotópica del Oxígeno depende de la relación $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ del agua, aunque esto es de difícil distinción debido a que las diferencias en la composición isotópica del Oxígeno de la roca original y del carbonato edáfico son generalmente pequeñas.

Los procesos de disolución y reprecipitación parcial de carbonatos no son procesos ocasionales, sino repetidos muchas veces en el curso de la evolución del suelo, como permite comprobar el modelo presentado más adelante en esta Memoria. En cada etapa, la composición isotópica depende de la cantidad de carbonatos precipitados, que es función de la eficiencia de los procesos de reprecipitación, es decir, del porcentaje de carbonatos disueltos que llegan a reprecipitar: eficiencia cero significaría no reprecipitación, es decir composición isotópica igual que la original; eficiencias altas causarían grandes cambios relativos.

Salomons y Mook (1976) comprueban que la composición isotópica de los carbonatos de los suelos que estudian, es diferente de la del material original: los carbonatos edáficos toman valores más negativos, debido a los repetidos procesos de disolución-reprecipitación. La cantidad de carbonatos neoformados se calcula a partir de la composición isotópica del Carbono mediante la

siguiente expresión, asumiendo que estos carbonatos precipitan, en equilibrio con el agua, con una composición isotópica de -10 ‰ :

$$\% \text{ Ca CO}_3 \text{ neoformado} = (\delta^{13}\text{(Suelo)} - \delta^{13}\text{(R. original)}) / (\delta^{13}\text{(nvo., edaf.)} - \delta^{13}\text{(R. original)}) * 100$$

diversos autores toman diversos valores para el $\delta^{13}\text{C}$ nuevo, edáfico: por ejemplo, Magaritz y Amiel (1980) asumen un valor entre -10 y -12 ‰ debido a que cambios en la temperatura y la presión parcial de CO_2 darían este intervalo.

Por otro lado, las razones isotópicas del CO_2 del suelo dependen estrechamente del tipo de plantas del ecosistema, de su velocidad de descomposición y de la profundidad en el perfil (Cerling, 1984). Como resultado de la fotosíntesis, las plantas del tipo C_3 (ciclo de Calvin) presentan valores medios de $\delta^{13}\text{C}$ de -27 ‰, y las plantas del tipo C_4 (ciclo de Hatch-Slack) aproximadamente de -12 ‰ (Hoefs, 1980).

Así es posible saber la cantidad de carbonatos disueltos y reprecipitados en el perfil (Salomons y Mook (1976)) y, empleados conjuntamente con el ^{14}C , permiten establecer diferentes fases en la formación de carbonatos de un mismo perfil (Magaritz *et al.*, 1980). Rabenhorst *et al.* (1984) interpretan, mediante un modelo de reacción abierto, la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en términos de formación de CaCO_3 edáfico a partir del carbonato del material original.

4.2.3.2. Metodología isotópica.

Para aplicar el coeficiente de reparto isotópico indicado (Salomons y Mook, 1976) era necesario obtener la composición isotópica de: la fracción fina, del material original y del carbonato netamente edáfico.

Dado el elevado número de muestras, se seleccionó la fracción fina de los perfiles más representativos de cada Unidad Geomorfológica: catorce perfiles de las superficies más antiguas (PC), uno de los badlands (PB), y tres perfiles de aluviales (PA); en cada perfil sólo se analizó la fracción fina de niveles alternos.

Se determinó la composición isotópica del material original para casos generales: ya que el material original de las superficies antiguas es conglomerático, se escogieron ejemplares de gravas carbonatadas dentro de los perfiles seleccionados, de cuyo núcleo se extrajo la cantidad necesaria para el análisis, y se sometió al mismo proceso que la fracción fina (también se realizó DRX). Según los perfiles, se distinguió si la procedencia de la grava era subbética o bética, caliza o dolomía. La composición isotópica del material original asignado a cada perfil era el correspondiente al de la grava analizada; si no existía este análisis, se tomaba el valor medio considerando su naturaleza bética o subbética (-0.98 o -0.34 para el $\delta^{13}\text{C}$ respectivamente). En varios perfiles se dispone de varias determinaciones de gravas: por ejemplo, en el perfil PC-14 se adopta para la parte inferior del perfil la composición isotópica de la caliza lacustre infrayacente.

En los badlands se admitió que el material analizado en los niveles inferiores era roca original: se tomó como tal el valor más próximo a cero. En los aluviales se adoptó como valor de la roca original la media de las determinaciones de las gravas (en este caso de procedencia subbética); sin embargo, en el PA-4 se tomó para este valor el más alto de la fracción fina, dado que no existían gravas.

También se analizaron recubrimientos carbonatados de gravas, de aspecto "céreo" y morfología

peculiar, que por pertenecer a un paleocanal sugería más un contexto hidrogeológico que edáfico.

La composición isotópica del carbonato netamente edáfico se estableció en varios horizontes petrocálcicos, generalmente profundos, no muy potentes, pertenecientes a Luvisoles crómicos, cuyas gravas presentaban litología de esquistos y cuarcitas.

4.2.3.3. Resultados experimentales.

Los resultados analíticos se recogen en el Anexo 8.

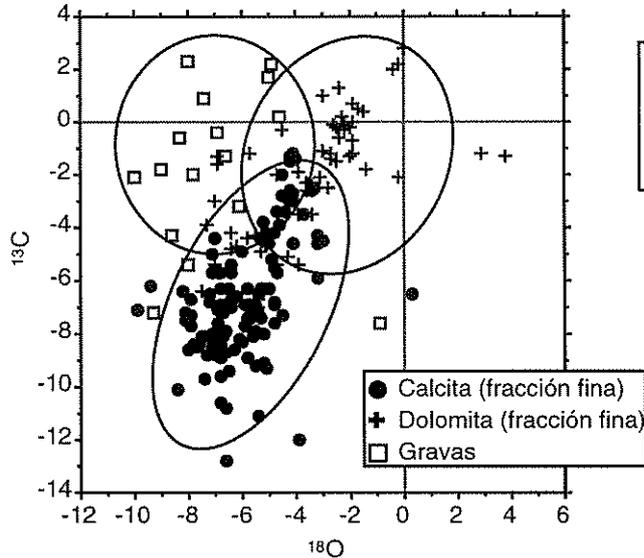


Figura 4.25: Distribución de los valores isotópicos del ^{13}C y del ^{18}O de los carbonatos de la tierra fina y de las gravas.

La Figura 4.25 representa globalmente los datos isotópicos obtenidos de tierra fina y gravas. En ella se advierten tres nubes de puntos parcialmente solapadas: la más densa corresponde a la Calcita de la tierra fina, cuyo centro de gravedad se sitúa en (-6.2, -7.3). La dolomita de la tierra fina se dispone entre la nube anterior y el origen de coordenadas, con puntos menos concentrados: aproximadamente el 50 % de los puntos se solapa con la anterior distribución. La distribución de las gravas presenta patrones más regulares.

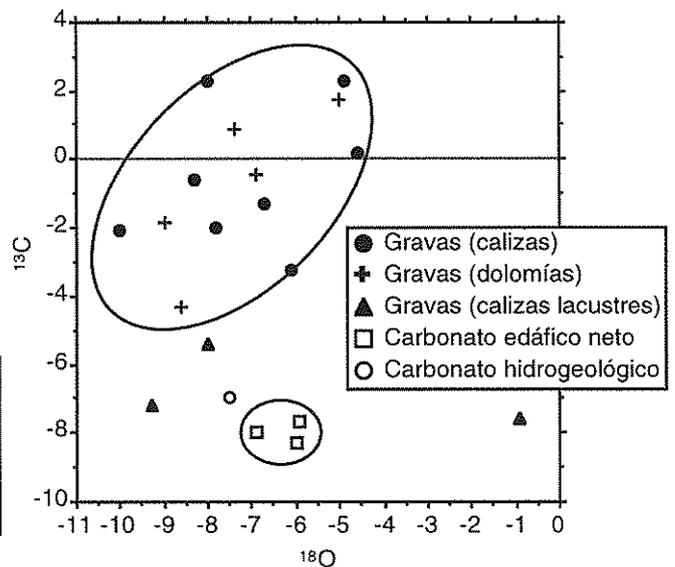


Figura 4.26: Distribución de los valores isotópicos del ^{13}C y del ^{18}O de los carbonatos procedentes de:
 gravas
 costras netamente edáficas
 concreciones fuera del ámbito edáfico

En la Figura 4.26 se compara la composición isotópica de las gravas con el carbonato edáfico e hidrogeológico: la composición isotópica de los carbonatos de las gravas (próxima al origen de abscisas) no parece condicionada por su naturaleza caliza o dolomítica (ni por su procedencia bética o subbética); contrasta en parte con la composición de las calizas lacustres, que muestran cierto comportamiento errático. Sin embargo el carbonato netamente edáfico se concentra claramente en torno a (-6.5, -8.0), y muy próximo a él se dispone el carbonato hidrogeológico, con el que se considera relacionado.

Es decir, los procesos edáficos inducen fraccionamientos de diverso grado en los carbonatos de la fracción fina de los suelos disponibles. Las calcitas de gran número de muestras presentan fraccionamiento relativamente elevado (gran densidad de puntos en torno al centro de gravedad), y las dolomitas también presentan cierto fraccionamiento, aunque mucho más moderado.

Las Figuras 4.27 a 4.32 muestran la distribución de los isótopos ^{13}C y ^{18}O en el perfil: las calcitas de los perfiles en aluviales presentan valores poco negativos, que en general se aproximan a cero en profundidad; las dolomitas sugieren tendencias similares, sólo que con valores más positivos. Los perfiles de las superficies más viejas tienen más fraccionamiento: después de alcanzar un máximo a profundidad variable, se inician tendencias hacia valores positivos; algunos casos muestran una distribución persistente a lo largo del perfil en torno a -8 ‰ .

A estos datos se aplicó el coeficiente de reparto indicado y se obtuvieron los resultados de la columna H.p. en la Tabla del Anexo 8 (para una Hipótesis de partida que refleja todas las premisas expuestas). Llama la atención la presencia de niveles en los que el porcentaje de Carbonato edáfico supera el 100 %. Esto puede deberse a varias causas: en el cálculo del carbonato neoformado, el valor del carbonato edáfico, en el denominador, tiene importancia decisiva, y ha motivado diversas especulaciones en las que pocos autores coinciden³. Ciertamente no parece correcto emplear una composición isotópica característica, ya que las condiciones climáticas y de vegetación imponen gran variedad de fraccionamientos; el problema estriba en asignar un valor ante tal diversidad de condiciones tan fluctuantes. En nuestro caso, la determinación de este valor para horizontes petrocálcicos netamente edáficos, presenta una composición isotópica diferente de la indicada por estos autores, en el contexto de los suelos rojos mediterráneos. Esto puede ser válido, pero es más dudoso aplicarlo a Calcisoles pétricos, aunque estén geográficamente próximos: por ello aparecen valores anómalos, superiores al 100 %.

Para resolver esta inconsistencia se pueden proponer diversas hipótesis alternativas. Una de ellas es no considerar un valor edáfico característico general (columna H.A en el Anexo 8): el valor más alto obtenido en cada perfil se le considera de composición 100 % edáfica, y por tanto sería un carbonato neoformado; este valor es el que se aplicaría a las muestras del resto del perfil. Para los perfiles PA y PB se define el valor edáfico como la media de los valores máximos de cada perfil (-9.4). Los demás parámetros del coeficiente de reparto son los expuestos.

Una variante de esta hipótesis es adjudicar a la grava el valor promedio según el área de procedencia (columna H.B en el Anexo 8).

³ Se podría citar, entre otras, las siguientes referencias: Salomons y Mook (1976) adoptan un valor deducido, teórico, para suelos centroeuropeos, de -10 %, precedido de la premisa "si asumimos...". Magaritz *et al.* (1980) adopta el mismo condicional para un margen entre -10 y -12 % en suelos de Israel. Rabenhorst *et al.* (1983) señalan que "aunque generalmente útil, el análisis isotópico infraestima el componente edáfico de ciertas formas de carbonatos, incluidos las cubierta laminares y algunas concreciones y pedúnculos". Kelly *et al.* (1991) indican que "interpretar los resultados de los estudios isotópicos de suelos es una tarea incuestionablemente difícil (Cerling, 1984, Schlesinger, 1985, Quade *et al.*, 1989b, Amudson *et al.*, 1988, 1989)". Wright y Tucker (1991) son de la misma opinión.

Otra forma de resolver el problema indicado es considerar un valor edáfico característico para la zona (columna H.C en el Anexo 6): es decir, se establece para todos los perfiles un sólo valor isotópico del carbonato edáfico a partir del valor más alto (-12.8).

Con objeto de realizar comparaciones con hipótesis conocidas, en la columna H.D del Anexo 8 se adjudicó a todos los perfiles un sólo valor isotópico característico del carbonato edáfico, a partir del valor definido por Salomons y Mook (-10.0). De este modo se obtuvieron los valores medios de los datos de los Perfiles PC indicados en la Tabla 4.6.

| | Hipótesis de partida | Hipótesis A | Hipótesis B | Hipótesis C | Hipótesis D |
|---------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Muestra media | 87.1 | 71.1 | 72.4 | 52.4 | 67.8 |

Se comprueba que las Hipótesis A y B (sin inconsistencias) son sensiblemente similares entre sí, con valores intermedios entre las Hipótesis de partida (criterio de Salomons y Mook) y la Hipótesis C.

Según lo mencionado, en la Tabla 4.7 se indican los contenidos edáficos más probables en el suelo y el subsuelo de cada Unidad Geomorfológica. Para la Unidad indiferenciada denominada "Otras", se adopta como valor medio el obtenido promediando el de las superficies S₁ a S₅, al no disponer de análisis. Se observa que los porcentajes de Carbonato edáfico del suelo decrecen conforme la

| | Unidad S ₁ | Unidad S ₂ | Unidad S ₃ | Unidad S ₄ (PB) | Unidad S ₅ (PA) | Unidad Otras | Media PC |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------|
| Suelo | 76.6 | 76.0 | 63.2 | 46.2 | 24.8 | 57.4 | 75.3 |
| Subsuelo | 74.0 | 63.5 | 48.7 | 22.2 | 7.1 | 43.1 | 69.2 |

unidad es más moderna. Igual sucede en el subsuelo, aunque esta vez los descensos son progresivamente mayores. Así, en la Unidad S₁ las diferencias entre suelo y subsuelo es pequeña (76.6 frente a 74.0 %) mientras en la Unidad S₅ se acentúa considerablemente (24.8 frente a 7.1 %).

El estudio de las muestras edáficas y no edáficas de las Figuras 4.25 y 4.26 ponen de manifiesto que, de los dos isótopos estables estudiados, el que posee mayor poder discriminante es el Carbono, ya que produce una separación neta entre ambos tipos de muestras, con poco solapamiento. Los valores más bajos corresponden al Carbonato típicamente edáfico (costras). El Carbonato hidrogeológico también posee valores bajos, y de hecho no se puede excluir que provengan de un fenómeno edáfico. Este tipo de Carbonatos tienen un $\delta^{13}\text{C}$ del orden de -8.0 ‰. Las calizas lacustres se aproximan a estos valores (entre -8.0 y -5.0 ‰). Finalmente las gravas de calizas y dolomías, carbonatos antiguos heredados presentes en los materiales originales, tienen valores de $\delta^{13}\text{C}$ más altos, entre -4.0 y +2.5 ‰. Por tanto, la separación que estas razones isotópicas establecen entre este tipo de materiales y los edáficos es bastante buena.

Por el contrario, se comprueba que el poder discriminante de $\delta^{18}\text{O}$ no es bueno, ya que la proyección de los puntos sobre el eje de $\delta^{18}\text{O}$ representa puntos muy solapados. Puesto que las variaciones isotópicas del Oxígeno son esencialmente función de la temperatura, puede indicarse que durante el proceso de formación de carbonatos edáficos la temperatura ha debido sufrir variaciones pequeñas.

Resultados y discusión.

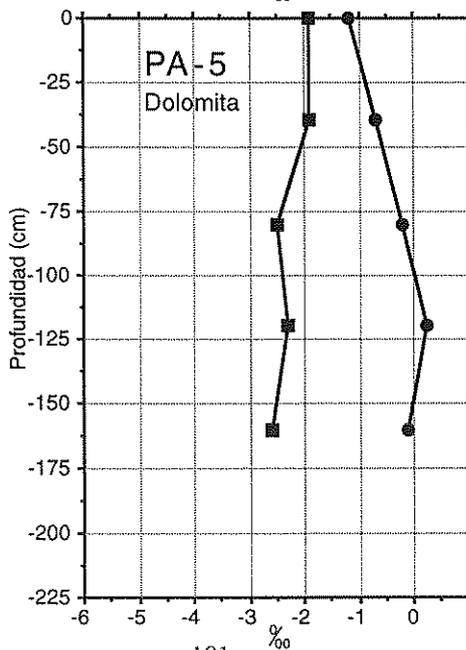
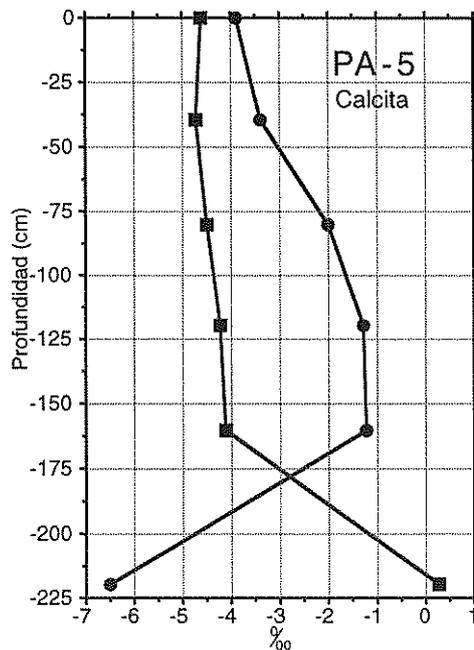
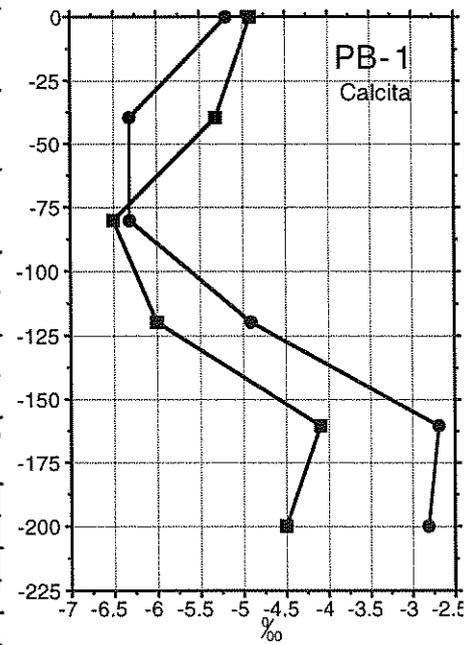
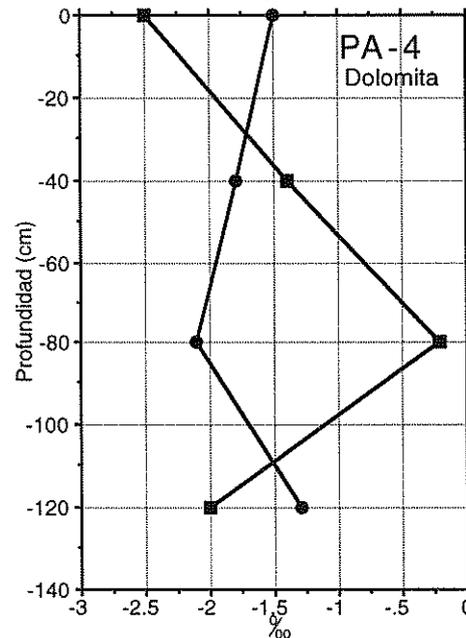
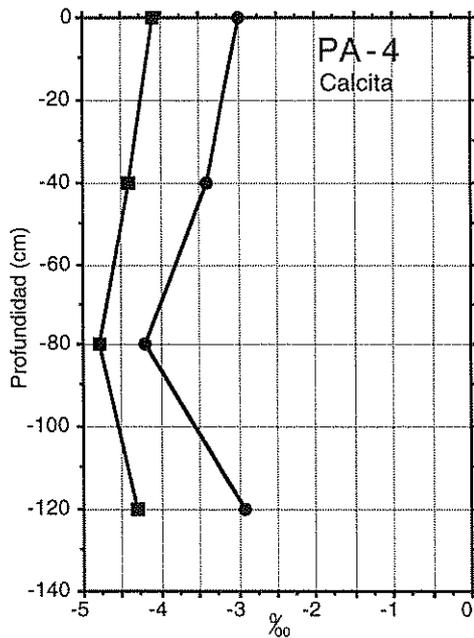
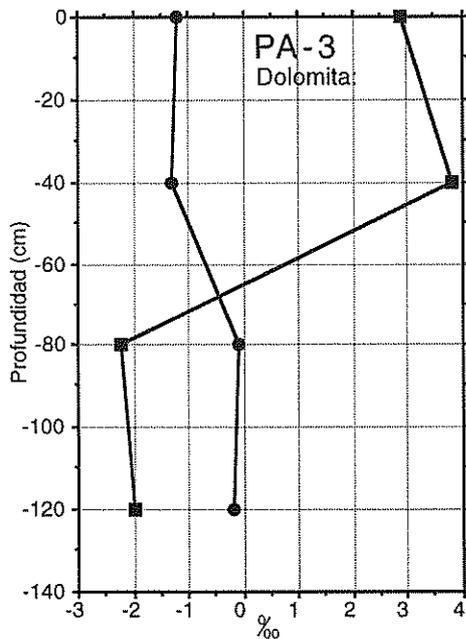
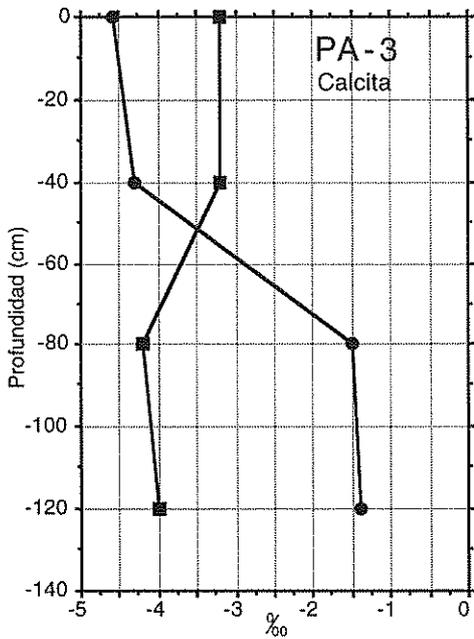


Figura 4.27: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PA y PB:
 ● ^{13}C
 ■ ^{18}O

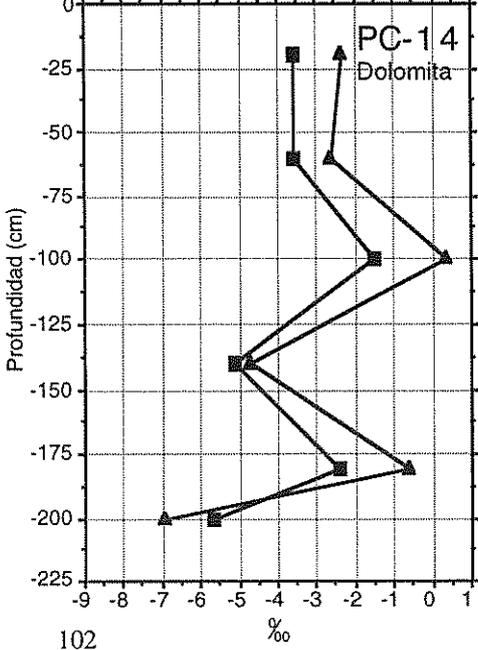
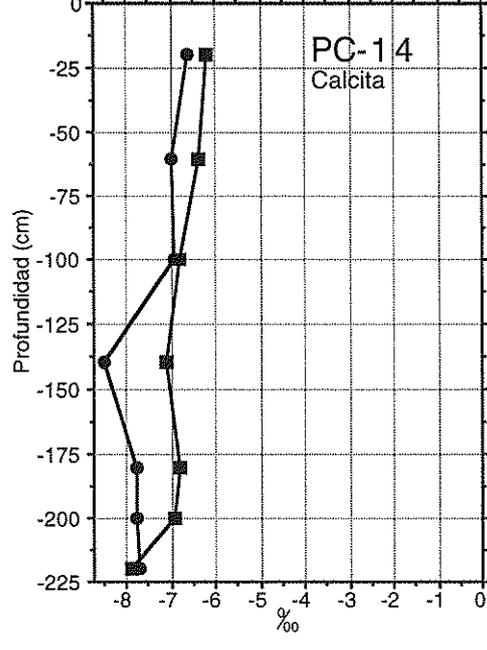
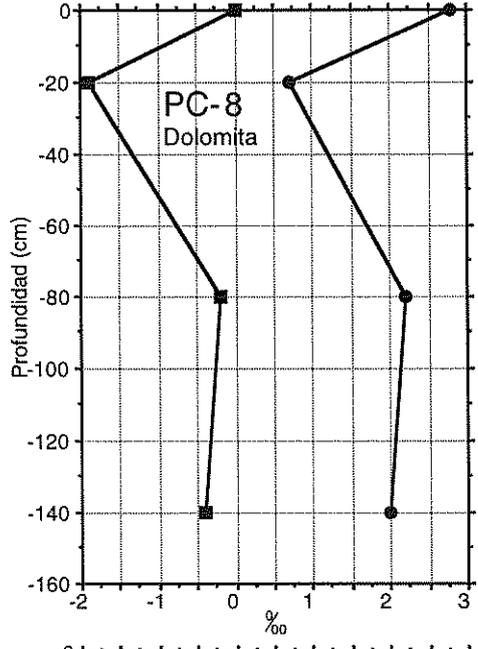
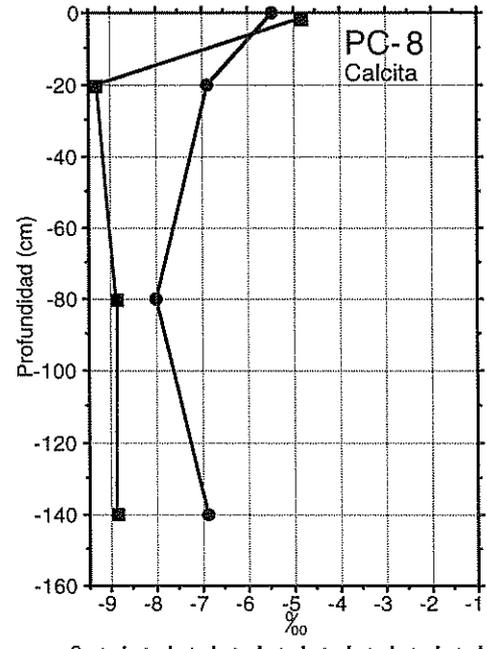
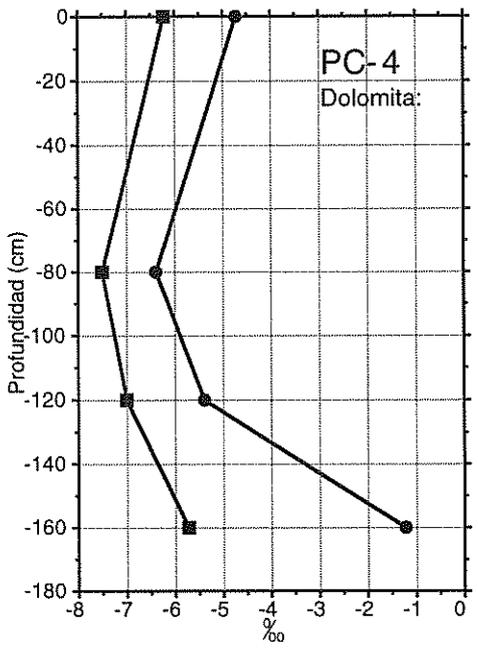
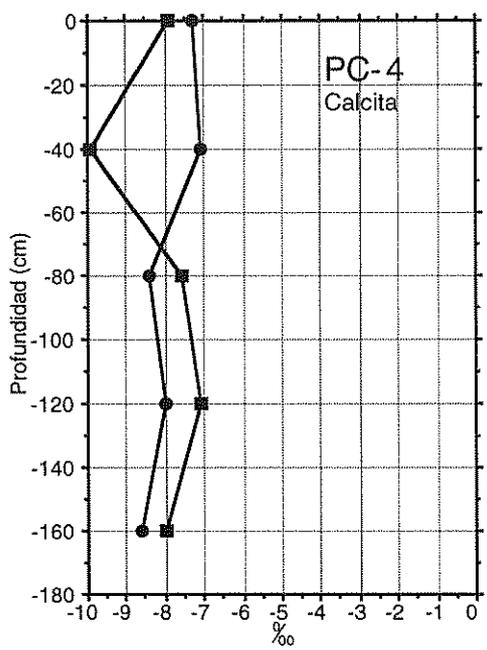


Figura 4.28: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PC (1):
 ● ^{13}C
 ■ ^{18}O

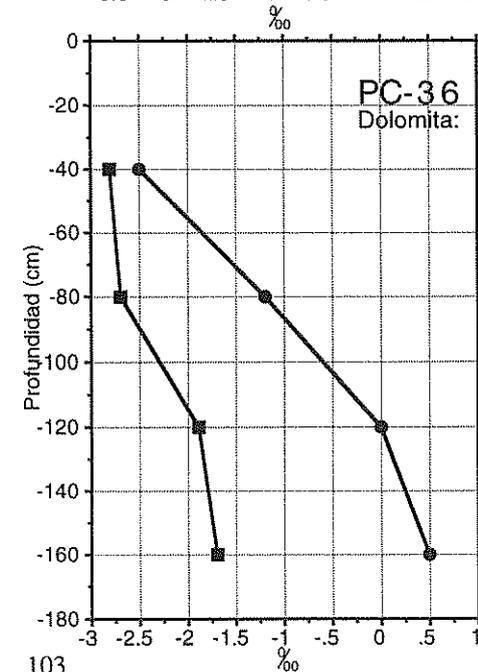
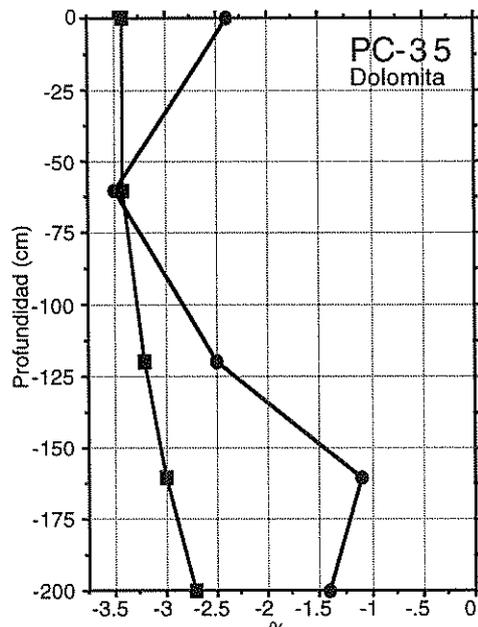
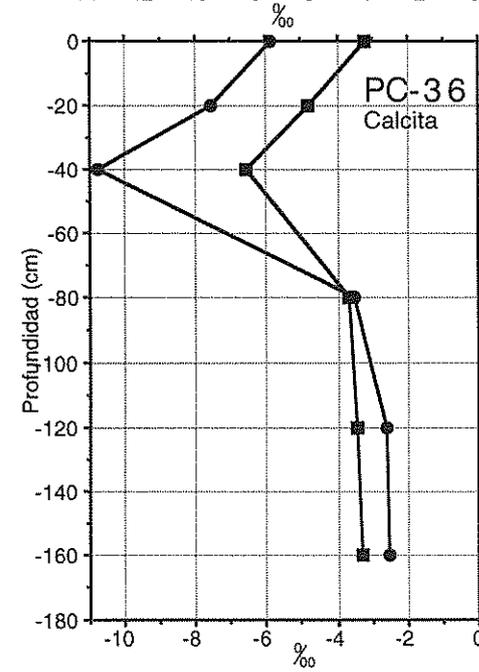
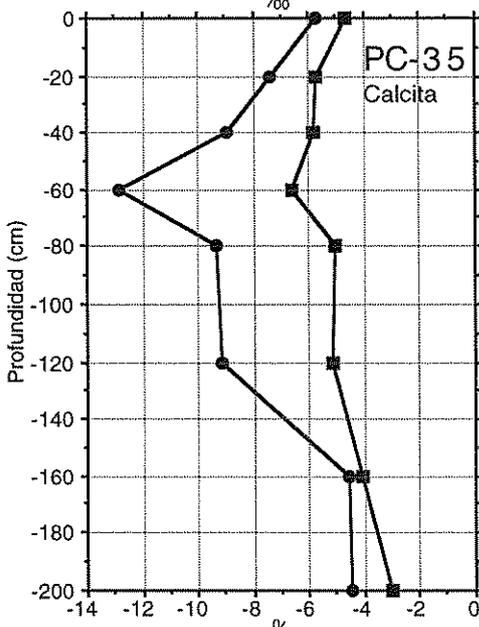
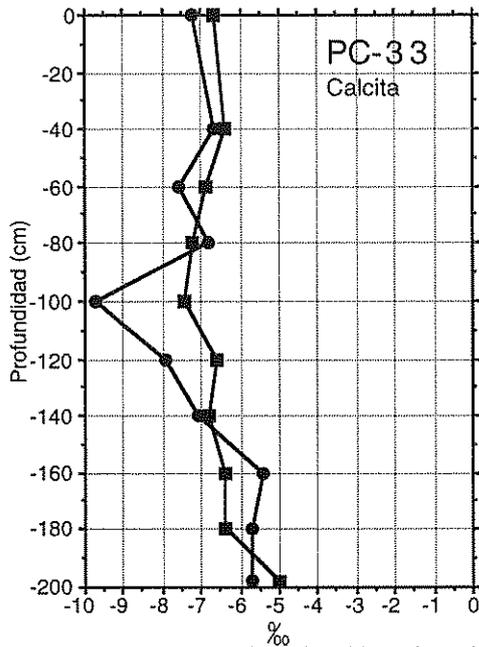


Figura 4.29: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PC (2):
 ● ^{13}C
 ■ ^{18}O

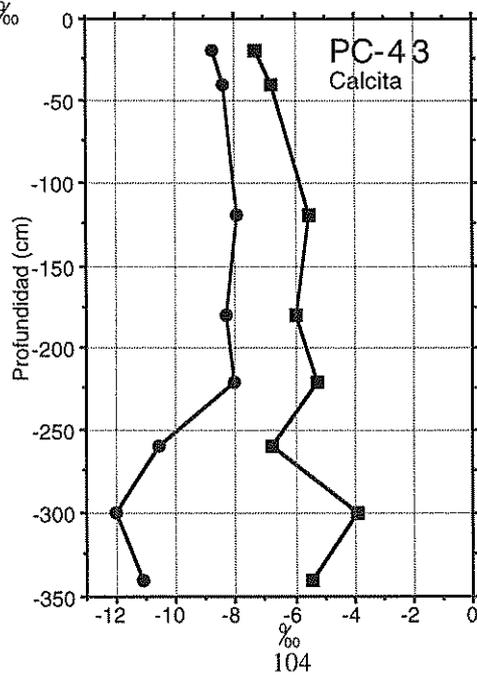
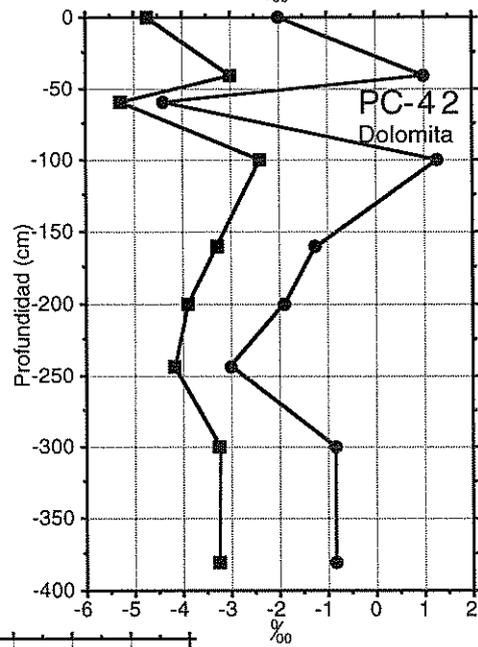
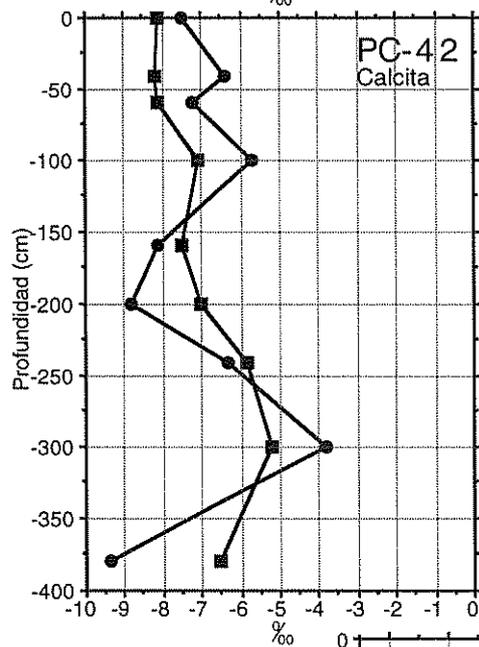
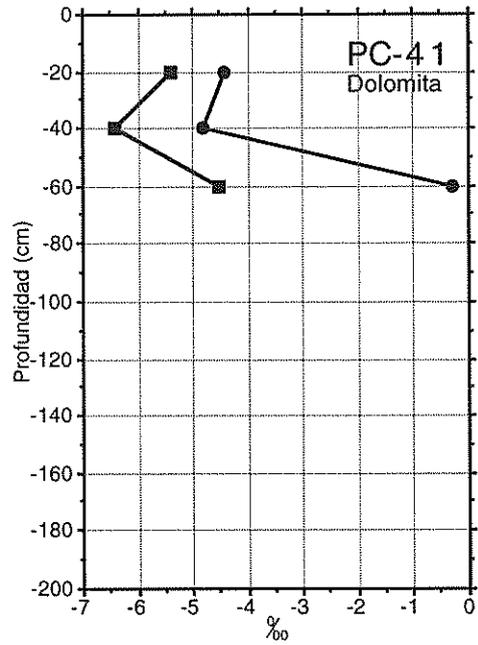
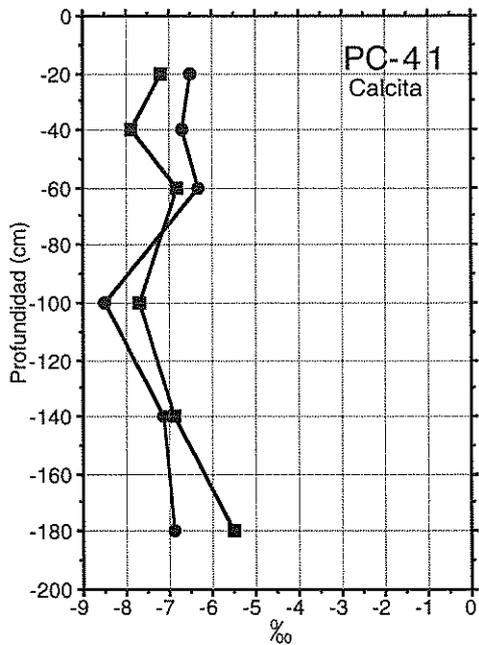


Figura 4.30: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PC (3):
● ^{13}C
■ ^{18}O

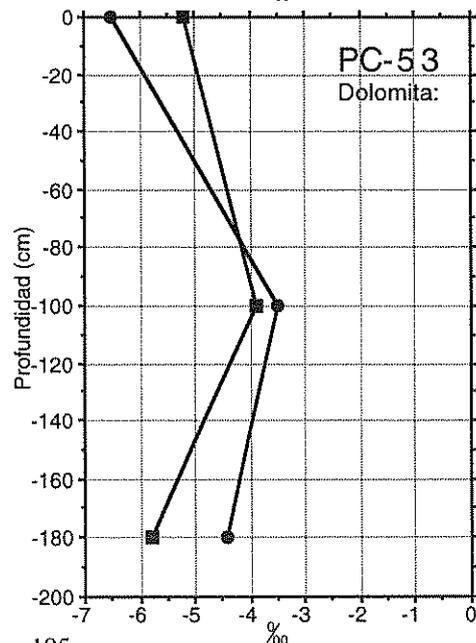
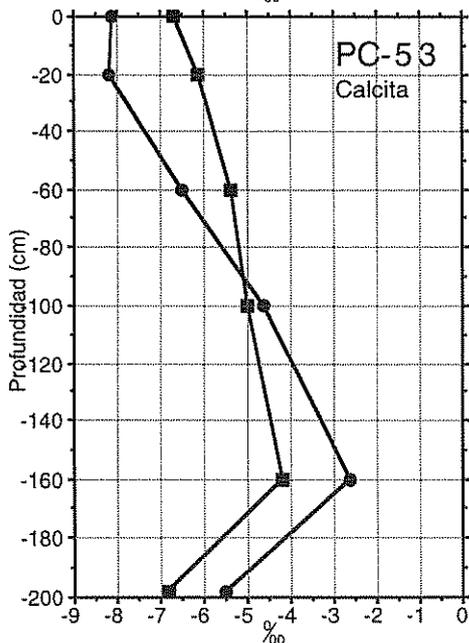
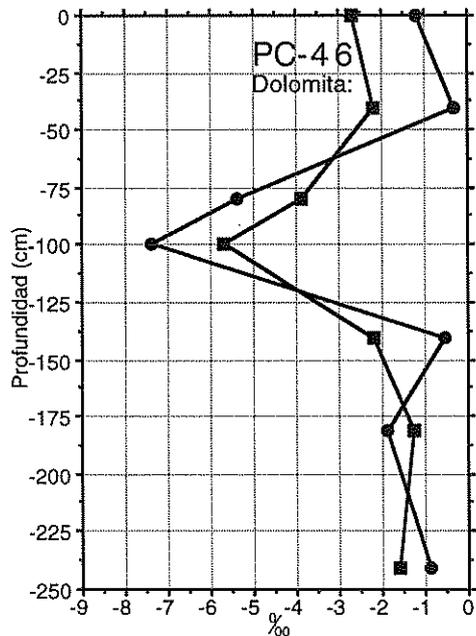
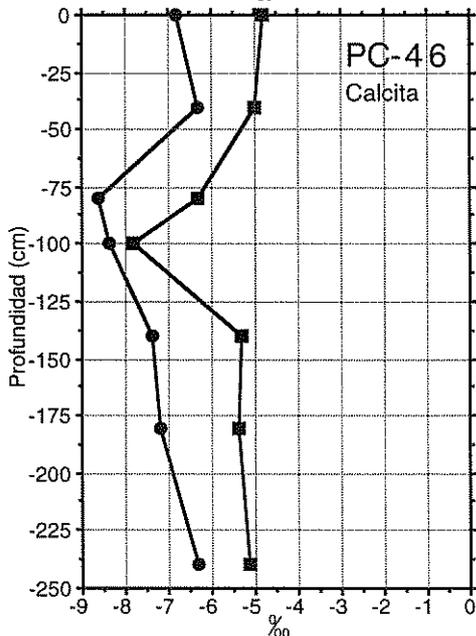
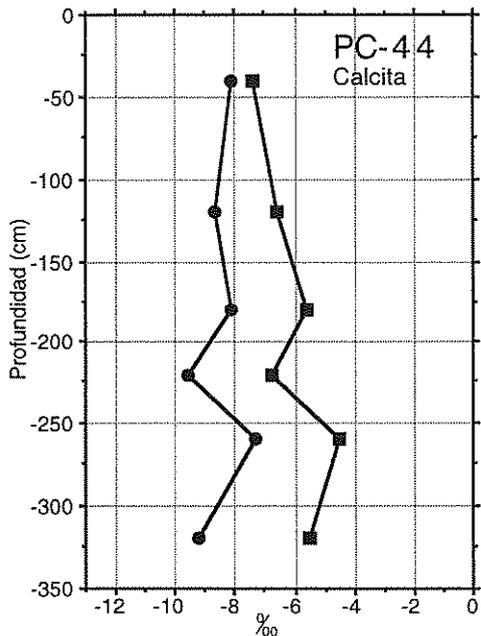


Figura 4.31: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PC (4):

- ^{13}C
- ^{18}O

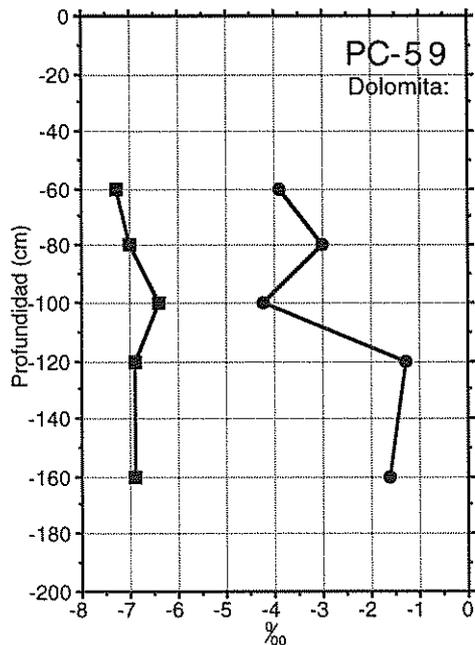
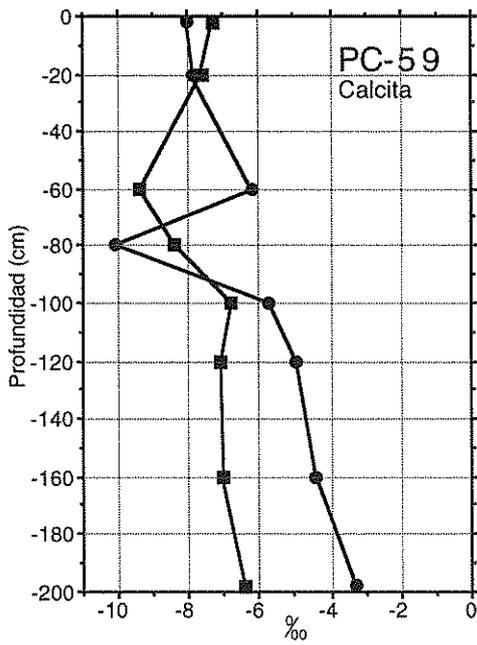
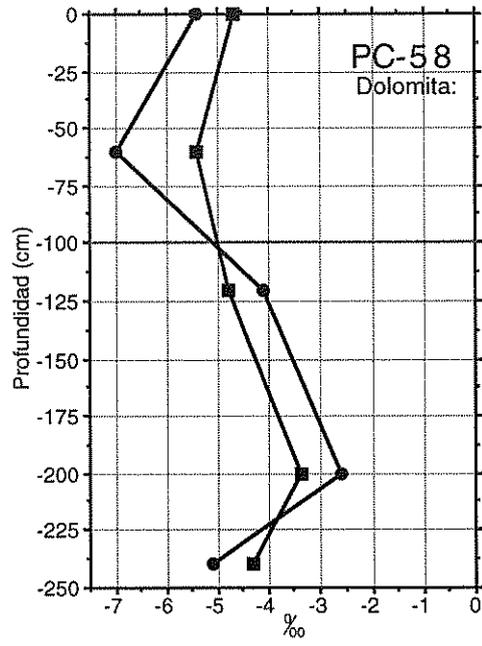
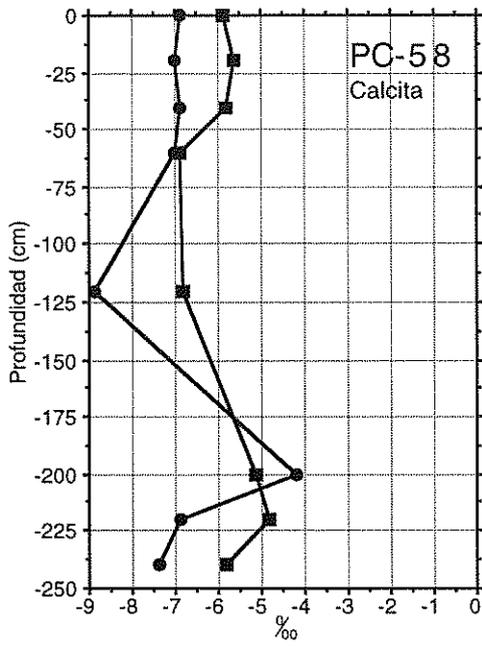


Figura 4.32: Distribución de los isótopos del C y O en los perfiles PC (y 5):
 ● ^{13}C
 ■ ^{18}O

4.2.4. Modelización del movimiento del Carbono Inorgánico en el suelo:

4.2.4.1. Antecedentes.

Se pueden establecer tres tipos de modelos numéricos que explican la acumulación de carbonato en el suelo, según las escalas cronológicas utilizadas en ellos:

1) Los modelos que podemos denominar a corto plazo, analizan con detenimiento las reacciones que tienen lugar en el proceso, generalmente con independencia del tiempo: son los modelos de Dutt *et al.*, 1972, Robbins *et al.*, 1980, y Dudley *et al.*, 1981.

2) Los modelos a plazo medio estudian el movimiento de los solutos a través del suelo, como flujo de masa relacionado con la disponibilidad temporal del agua y con su dinámica. Los principales son:

- a) Arkley (1963): para evaluar el agua que pasa en un ciclo anual a través de horizontes dados utiliza el índice de lixiviación, función de la Pp, ETP y la capacidad de almacenamiento de agua. Estos flujos, asociados con la disponibilidad interna de Ca y la química de disolución de CaCO_3 , sirven para estimar la deposición de CaCO_3 .
- b) Ahmad (1978): este autor desarrolló, con idénticos presupuestos hídricos que Arkley, un modelo de regresión que relaciona profundidad de caliches con profundidad de penetración de humedad y textura del suelo.
- c) McFadden (1982), Mayer *et al.* (1988): modificaron el modelo de Arkley incluyendo fuentes externas de Ca y un tratamiento más sofisticado de la química del CaCO_3 para predecir la deposición del CaCO_3 edáfico.
- d) Marion *et al.* (1985): desarrollaron el modelo CALDEP, basado en una sucesión de procesos fácilmente parametrizables en cada lugar, a medio plazo, validable con datos reales, y que considera el papel de los factores de estado en el control de la deposición del CaCO_3 .

3) Modelos a largo plazo: empleados para evaluar los diferentes componentes del Ciclo Geoquímico del Carbono a nivel global en el transcurso de los tiempos geológicos. Los modelos BLAG, GEOCARB I y GEOCARB II (Berner *et al.*, 1989, Berner, 1994) son revisiones sucesivas de un modelo inicial al que se introducen posteriores mejoras.

Por su interés se describe brevemente el modelo CALDEP.

El modelo utiliza, en el proceso de deposición de CaCO_3 en suelos considerados como “desérticos”, cinco componentes mayores:

- I. Modelo de precipitación estocástica: el clima de cada lugar se divide en dos o tres estaciones, en base a la precipitación mensual. Con los datos de precipitación mensual se desarrollaron distribuciones de frecuencias de sucesos y de precipitación diaria. Un número aleatorio seleccionaba el tiempo transcurrido entre tormentas y precipitación de cada una, según las curvas de probabilidad de cada estación.
- II. Modelo de ETP: se calcula primero la ETP según Thornthwaite; esta ETP se convierte a evaporación, y finalmente la ETP actual se expresa como función de la humedad del suelo y de la evaporación, utilizando una solución intermedia a la expresada en los modelos de Thornthwaite-Mather y Veihmeyer-Hendrickson.
- III. Modelo de solubilidad del CaCO_3 : es un modelo termodinámico que asume la existencia de distribución de iones entre soluciones y fases en intercambio en estado estacionario.

- IV. Parametrización del suelo: cada perfil se divide en cinco horizontes, con espesores de 12 o 20 cm según la profundidad de lixiviado del CaCO_3 . En el punto central de cada horizonte se asume una P_{CO_2} según datos existentes (0.035 % (concentración atmosférica) en el horizonte superior, y 1.3 % como valor máximo, para suelos desérticos según autores, valores que dependen estrechamente del factor biótico; las simulaciones se hicieron entre los valores 0.05 y 0.40 %); se considera que las estaciones de invierno (Noviembre a Febrero) tienen concentraciones inferiores a la de las restantes estaciones. Igualmente se admite una densidad aparente inicial de 1.44 g/cc, y que los contenidos iniciales de agua a capacidad de campo y en punto de marchitamiento permanente son, respectivamente, 12.2 y 3.9 % en peso. La capacidad de almacenamiento de agua del suelo (diferencia entre los dos estados anteriores) demostró ser un parámetro crítico en el modelo de simulación.
- V. Flujos de agua y CaCO_3 en el suelo: se supone que toda la precipitación penetra en el horizonte superficial. Sólo se considera el flujo saturado en el perfil. Si la precipitación es mayor que la capacidad de almacenamiento de agua del primer horizonte, el agua pasa al segundo horizonte, y así sucesivamente con cada horizonte más profundo hasta que el suelo absorbe toda la precipitación, o se alcanza el horizonte del fondo: el flujo de agua que pasa por la base del perfil es un lixiviado que se asume como pérdida del sistema. Las pérdidas por ETP se obtienen por aplicación del modelo indicado: el agua se extrae progresivamente desde el horizonte superficial al más profundo. Cuando se establece el equilibrio hídrico en cada horizonte, se establece el equilibrio químico entre el CaCO_3 de la fase sólida y el Ca de la solución. La velocidad de deposición de CaCO_3 en el suelo está calculada principalmente por el influjo de Ca que puede entrar en el suelo a través del material original (calcáreo o no calcáreo), y de forma exógena por deposición de polvo atmosférico y la asociada a la precipitación.

El CALDEP considera inicialmente la alteración de roca original no calcárea, con entrada de CaCO_3 por polvo atmosférico ($0.51 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$), y con aporte de Ca en lluvia (3.0 mg/l).

Dicho modelo se estructura en tres ciclos: un primer ciclo calcula la pérdida de agua en el perfil del suelo en pasos diarios; un ciclo de eventos lluviosos calcula el flujo de agua de lluvia y de carbonato a través del perfil siempre que llueve; un ciclo anual integra ambos ciclos y el modelo de precipitación estocástica. Para la validación es necesario emplear perfiles de suelos de superficies estables, y suelos cuyo primer horizonte cálcico esté a más de 1 m pueden representar horizontes de suelos enterrados.

Presenta una excelente concordancia entre resultados del modelo y datos de suelos, para condiciones climáticas definidas. Es un modelo altamente sensible a la frecuencia y eventos extremos de precipitación, que tienen marcado impacto en la profundidad de deposición del carbonato.

4.2.4.2. Modelo INFILCA.

Sigue patrones de diseño similares al modelo CALDEP. Se desarrolló con las características medias de los suelos definidos en el entorno semiárido de la Depresión Guadix-Baza.

El modelo INFILCA está construido sobre la base de un modelo de infiltración (INFILSOL), desarrollado en lenguaje MATLAB:

El suelo se considera como una columna de celdillas cúbicas, en este caso de 10 cm de lado, sin que exista limitación en el número de celdillas. Los parámetros de cada celdilla, expresados como

fracción de volumen, son los siguientes:

- Volumen de la fase sólida presente en la tierra fina, para cuyo cómputo se considera una densidad real de 2.65 g/cc.
- Porosidad total (1 - fase sólida).
- Capacidad de campo (CC).
- Punto de marchitamiento permanente (PMP).
- Agua útil (CC - PMP).
- Capacidad de aire (porosidad total - CC).
- Todos estos parámetros quedan modificados globalmente por el **Cm**.

Se supone que la transferencia de agua de una celdilla a otra sucede cuando la cantidad de agua contenida en una celdilla sobrepasa la capacidad de campo (agua de drenaje). Por otro lado la salida de agua de la celdilla por evapotranspiración (ETP) no pueden sobrepasar el límite del PMP. La ETP sólo extrae el agua, originando una concentración de la solución del suelo, con la eventual precipitación de sales si se sobrepasa el producto de solubilidad. El agua penetra por la superficie del suelo; la cantidad de agua que penetra en la celdilla superior es igual al espacio vacío que existe en la misma o al agua de lluvia disponible, si esta es más pequeña; es decir:

agua transferida = min (agua de lluvia, espacio hueco en la celdilla)

la cantidad de agua transferida entre las celdillas siguientes será:

agua transferida = min (agua drenable de la celdilla superior, espacio hueco en la celdilla inferior)

La transferencia de agua entre celdillas se realiza mientras haya agua drenable en alguna de ellas, o mientras existe agua de precipitación disponible en la superficie del suelo. La última celdilla posee una capacidad de agua infinita, y por tanto actúa como sumidero.

Hay que hacer notar que el ritmo de penetración de agua desde la superficie depende de las características del espacio poroso de celdillas internas. Es decir, una celdilla profunda con porosidad muy baja podría actuar como un cuello de botella, disminuyendo el ritmo de penetración de agua desde la superficie. En el modelo de infiltración, se puede simular la generación de escorrentía hortoniana (por saturación) precisamente por el descenso de la velocidad de penetración del agua en suelo.

En el modelo, la entrada de agua proviene de la precipitación; se pueden prever a priori pérdidas por escorrentía superficial, es decir, considerar sólo la precipitación efectiva, pero en las simulaciones realizadas se han considerado que estas pérdidas son nulas.

4.2.4.3. Traslocación de carbonatos.

Los carbonatos (Calcita) poseen una densidad real de 2.7 g/cc. Las fuentes de carbonato traslocable son:

- Carbonato presente en la tierra fina.
- Carbonato procedente de las fracciones gruesas (gravas calcáreas o dolomíticas).
- Aporte depositado por vía eólica.
- Carbonato presente en el agua de lluvia.

En el modelo actual se ha supuesto una solubilidad de 0.09 g/l (Arkley, 1963) y se ha prescindido del efecto de factores tales como temperatura y presión parcial de CO_2 , que se introducirán en el futuro. El seguimiento de la cantidad de carbonato transferida de una celdilla a otra, se hace siempre en volumen, y las cantidades se expresan como fracción de volumen de la celdilla. Se producirá disolución de carbonato si existe carbonato disponible en la celdilla, y si la solución del suelo no está saturada. Habrá precipitación de carbonato si la solución del suelo está sobresaturada en una celdilla (por ejemplo, cuando se transfiere agua a una celdilla en la que la solubilidad del carbonato es más baja), o si la ETP produce una concentración de la solución del suelo y se alcanza la sobresaturación.

A continuación se describen las etapas con cierto detalle. En el programa se preveen dos ciclos distintos y sucesivos: uno de humectación del suelo por entrada de agua desde la superficie, seguido de un ciclo de desecación producido por el fenómeno de ETP.

El ciclo de humectación se puede subdividir en tres partes:

1. Llenado de la celdilla y mezclado de agua: se computa la concentración de Carbonato Cálcico del agua presente en la celdilla después de este proceso.
2. Equilibrado de la composición química del agua: se produce precipitación de carbonato si la concentración de Carbonato Cálcico del agua supera la solubilidad del Carbonato Cálcico de la celdilla. Habrá un incremento del volumen de Carbonato Cálcico presente en la celdilla, y una disminución equivalente del volumen de poros. Si por el contrario el agua no está saturada en Carbonato Cálcico, se producirá una solubilización del Carbonato Cálcico, acompañada de un incremento de la porosidad; como el proceso de llenado y vaciado producido durante una mojada puede ser bastante rápido, la solubilización del Carbonato Cálcico puede no ser completa: el programa prevee un factor de solubilización que es la fracción de Carbonato Cálcico potencialmente solubilizable que pasa realmente a disolución. Tentativamente se ha utilizado un factor de 0.5 (durante el proceso de humectación, se disuelve sólo la mitad del Carbonato Cálcico potencialmente soluble). Este factor se podría modular según la velocidad del proceso de humectación.

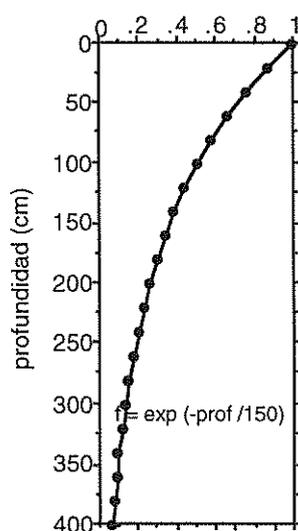


Figura 4.33: Relación entre el factor de eficiencia de la ETP (f) y la profundidad.

3. Vaciado de la celdilla: el agua transferida a la celdilla inferior tendrá una concentración en carbonato que es el resultado de los procesos de solución descritos anteriormente.

La desecación se produce hasta que evapotranspira el agua determinada por el modelo climático estocástico, o bien hasta que se agota el agua disponible en el suelo (la humedad no puede bajar del punto de marchitamiento permanente). El proceso de evapotranspiración afecta a las celdillas según una función de profundidad relacionada con la densidad de enraizamiento supuesta en el suelo; esta función de profundidad puede ser una función matemática o bien simplemente una tabla. En el modelo utilizado se ha supuesto que la ETP se produce fundamentalmente en el primer metro de suelo, y que decae rápidamente hasta hacerse casi nula a 4 m de profundidad; Wilde (1958) ha observado, en efecto, que la profundidad de enraizamiento puede llegar hasta 7.5 m. En las simulaciones realizadas, el factor de eficiencia de la ETP sigue el modelo exponencial de la Figura 4.33. La curva de distribución de

Materia Orgánica es una buena guía para construir este factor en una situación concreta, ya que puede considerarse que es un reflejo bastante fiable de la abundancia de raíces en el perfil del suelo.

Por lo que se refiere al seguimiento de las cantidades de carbonato, se supone que, puesto que el proceso de desecación se produce cuando ha cesado virtualmente el drenaje y típicamente dura más tiempo que el proceso de humectación, lo primero que se produce es un equilibrado químico de la solución del suelo (si hay carbonato presente, y el agua no está saturada, se producirá una disolución). El proceso de ETP dará lugar a una disminución del agua en la celdilla, y a la precipitación del Carbonato Cálcico sobrante.

En resumen, en el programa se hace un seguimiento detallado, con periodicidad de días de lluvia, y celdilla por celdilla, de dos variables esenciales: el volumen de Carbonato Cálcico y porosidad. Existen otras características que también pueden ir variando en el tiempo, cuyo seguimiento se efectúa a ritmo anual por economía de tiempo de computación. Estas son, por ejemplo, la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente, que varían con la porosidad. El Cm también puede verse afectado por la disolución de gravas calcáreas.

La disolución del carbonato en los horizontes superiores, tanto de la tierra fina como de la grava, puede tener como consecuencia un incremento de la porosidad, y por lo tanto una disminución de la densidad aparente hasta valores irreales (inferiores a uno). Por ello, en el programa se prevé una corrección de los valores de densidad aparente cuando esta baja de un cierto valor crítico (para nuestros suelos se ha considerado que el valor adecuado sería 1.3 g/cc). Realizar esta corrección equivale a efectuar un proceso de asentamiento del suelo, con disminución de volumen de los horizontes superiores, que obliga a recalcular periódicamente los parámetros de toda la columna de celdillas. La magnitud del asentamiento producido a lo largo de una simulación es una de las salidas del programa.

Otro factor que también se ha tenido en cuenta en el modelo, es el fenómeno de la erosión. Se puede preveer que esta sucede a un determinado ritmo, fijo o variable en el tiempo, impuesto por las condiciones del lugar. La erosión implica un truncamiento de las celdillas superiores, y un recálculo de todos los parámetros de la celdilla; por economía de tiempo de computación, el proceso de erosión como el de asentamiento se realiza con una periodicidad de 500 años, aunque este intervalo se puede disminuir hasta 1 año si se considera conveniente.

4.2.4.4. Simulación.

Las entradas del programa son:

1. Un fichero con los datos del suelo inicial: límite superior de los horizontes en centímetros, capacidad de campo de la tierra fina, punto de marchitamiento permanente de la tierra fina, Carbonato Cálcico equivalente de la tierra fina (% en peso), proporción de Carbonato Cálcico de la grava (% en volumen) y Cm.
2. Uno o varios ficheros con datos climáticos que pueden ser procesados en secuencia. Contienen: precipitaciones mensuales (en milímetros), desviaciones típicas de las precipitaciones mensuales, días de lluvia de cada mes y sus desviaciones típicas, ETP mensual y sus desviaciones típicas. Estos datos sirven para efectuar una simulación estocástica de un período climático determinado conservando sus características de variabilidad.

3. Duración de los ciclos climáticos (en años).
4. El número de celdillas a considerar en la columna de suelo. Si la altura de la columna de suelo excede a la del perfil de datos del suelo inicial, las celdillas más profundas heredan las características del horizonte inferior.
5. La altura de la celdilla en centímetros (normalmente 10 cm).
6. La curva de solubilidad de carbonatos en función de la profundidad.
7. El factor de eficiencia de la disolución del carbonato durante el proceso de humectación.
8. Los aportes anuales o mensuales de carbonato en el agua de lluvia y en el polvo eólico.
9. La densidad crítica de asentamiento en g/cc.
10. El ritmo de erosión del suelo en cm/1000 años.

El programa guarda ficheros de resultados y de características del suelo obtenidos después de cada ciclo climático. Las salidas principales del programa son:

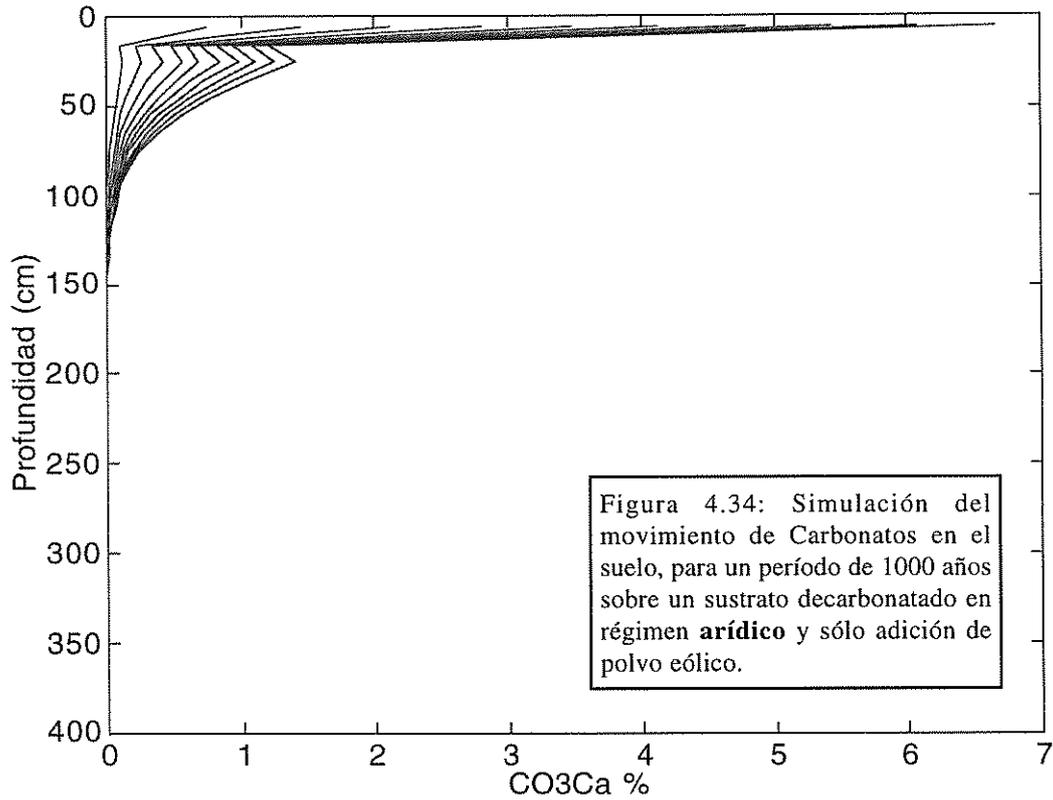
1. Gráficas de distribución de Carbonato Cálcico de la tierra fina en función de la profundidad, a intervalos preestablecidos.
2. Idem de la densidad aparente de la tierra fina.
3. Idem del Cm.
4. Cantidad de agua infiltrada a cada profundidad (mm/año).
5. Cantidad de Carbonato Cálcico en disolución que pasa a cada profundidad (fracción de volumen por año; se puede expresar en g/dm² multiplicando por 2700).
6. Asentamiento total (en cm).
7. Erosión total (en cm).
8. Carbonato eluviado, iluviado y lixiviado durante el proceso (g/dm²).
9. Escorrentía hortoniana mensual media generada durante los períodos (en mm).

4.2.4.5. Algunos ejemplos de resultados.

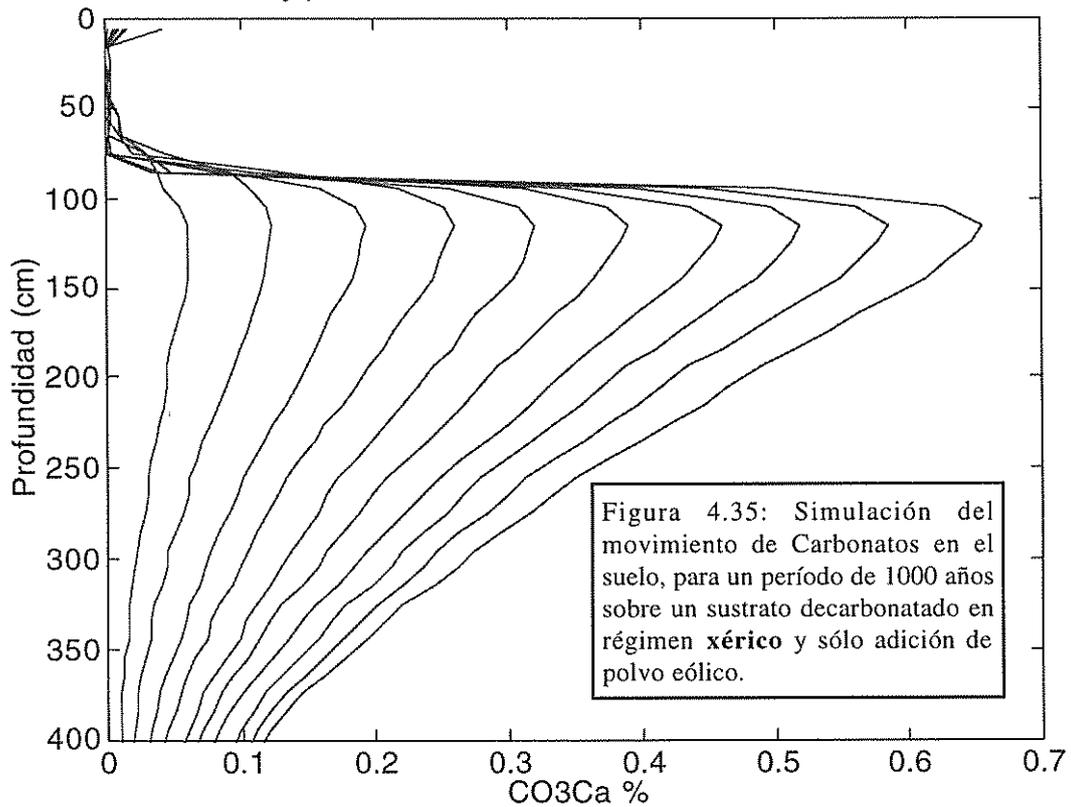
A continuación se comentarán algunos ejemplos para ver el tipo de salidas que suministra el programa sobre el movimiento de carbonatos en el suelo. El período de tiempo considerado es de 1000 años; las curvas individuales representan períodos de 100 años.

Las Figuras 4.34 a 4.36 representan la acumulación de carbonatos en un material original completamente decarbonatado; las características del suelo son:

Años: 1000 aridic y polvo eólico 1k PP: 236 ETP: 942 DLL: 36 ESC: 0 f: 0.5



Años: 1000 xeric y polvo eólico 1k PP: 406 ETP: 780 DLL: 49 ESC: 0 f: 0.5

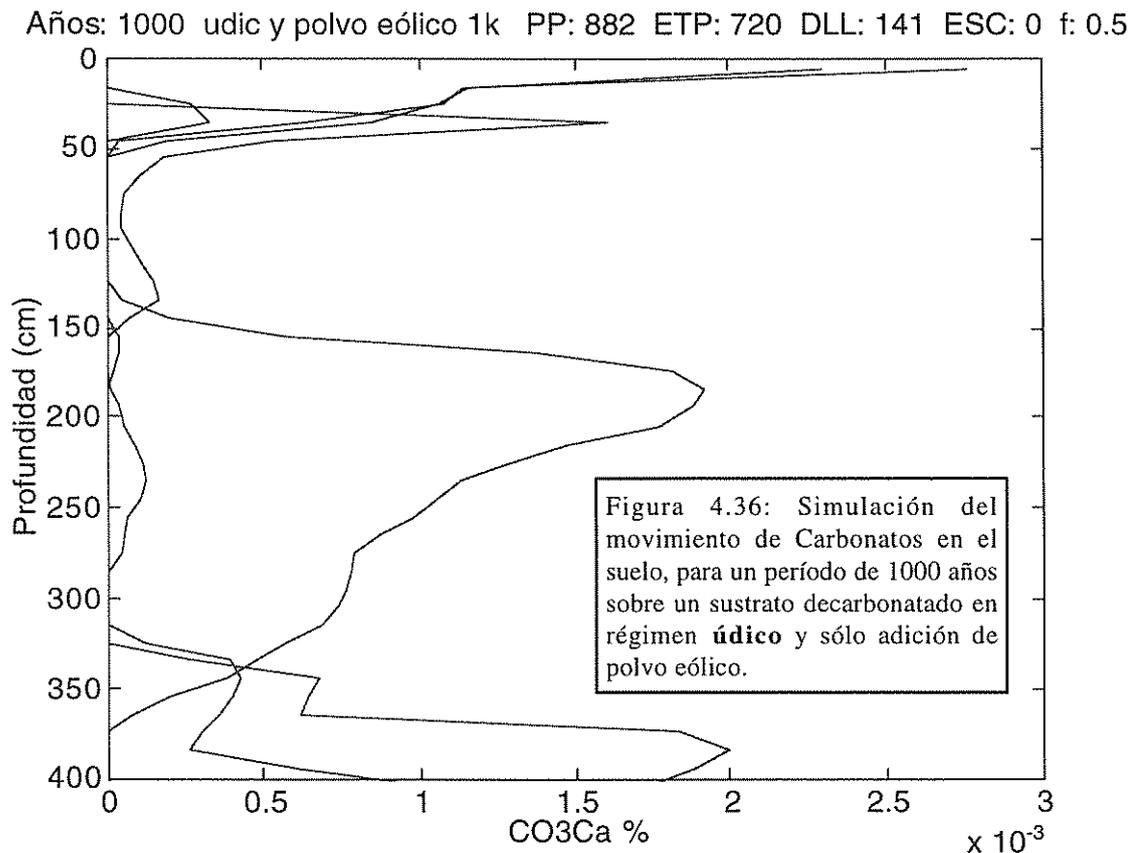


- Capacidad de campo: 15 %.
- Punto de marchitamiento permanente: 6 %.
- Densidad aparente: 1.5 g/cc.

El aporte de carbonato se realiza a partir de polvo eólico a razón de $10 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ (basado en Díaz Hernández *et al.*, en prensa). Se han simulado tres climas: árido, xérico y údico. Las características esenciales se dan en las cabeceras de las Figuras, en donde Pp es la precipitación, ETP es la Evapotranspiración, ambos en mm, Dll son los días de lluvia anuales. Estos tipos de clima han sido tomados de los ejemplos de los regímenes de humedad de suelo descritos en la Soil Taxonomy (1975).

En la Figura 4.34 se ve cómo en un clima árido el enriquecimiento en carbonatos se produce en dos niveles diferentes: 1) en la parte superior del suelo el carbonato sube desde 0 a 6-7 %; 2) acumulación de carbonatos en profundidad, con un máximo a 25 cm, que llega a alcanzar el 2 % en 1000 años. Se observa que la acumulación decrece virtualmente en profundidad, y prácticamente es inexistente a 150 cm.

El ejemplo de la Figura 4.35 corresponde a un clima xérico con idénticas incorporaciones de polvo eólico. El máximo de acumulación se produce a unos 100 cm de profundidad, y existe depósito importante de carbonatos en niveles profundos hasta los 400 cm. Hay que hacer destacar la diferencia que presentan los hábitos de las curvas entre el régimen árido y el xérico, es decir, el modelo es muy sensible, en las condiciones dichas, a los escenarios climáticos empleados.



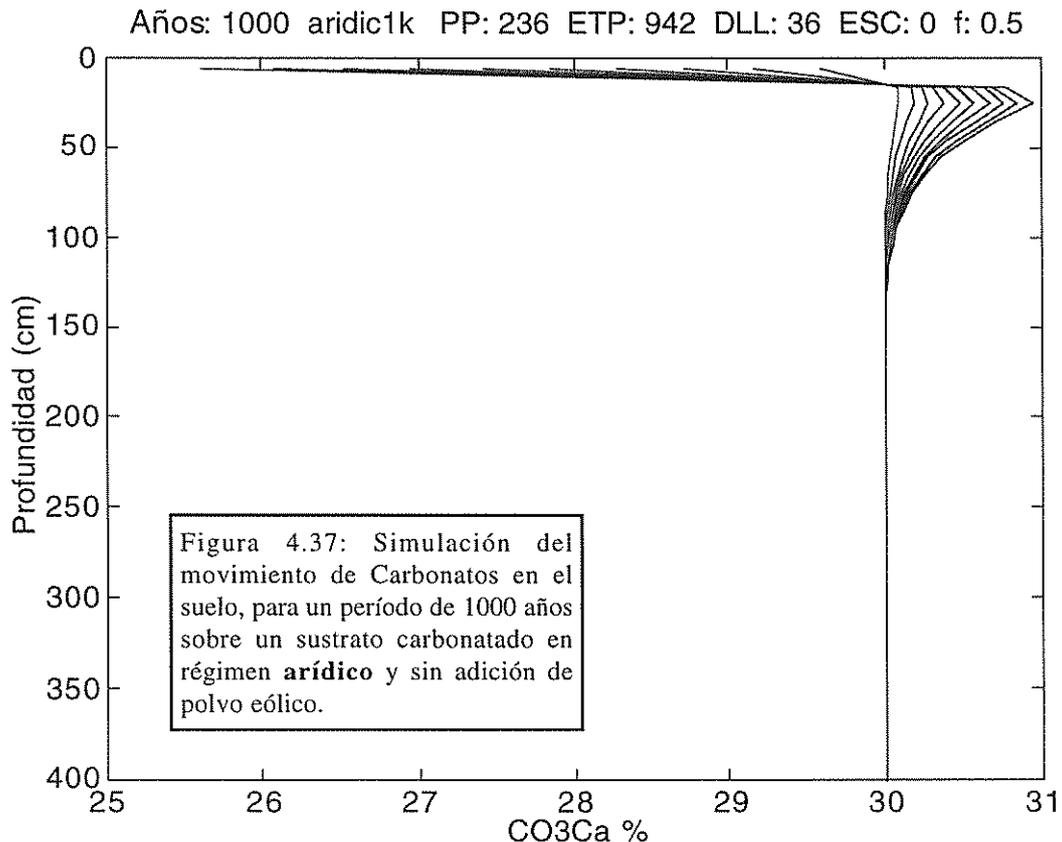
La Figura 4.36 corresponde a un clima údico. Aparentemente la figura aparece vacía: es decir, no hay acumulación de carbonatos en profundidad. Sin embargo, cuando se amplía adecuadamente la escala del eje X, se puede apreciar con claridad la existencia de una serie de curvas, a modo de ondas periódicas de transporte de carbonato desde la superficie hacia el fondo del perfil. El orden de las acumulaciones máximas detectadas son del orden del 2-2.5 por mil, por lo que resultarían inapreciables a la escala de las figuras anteriores.

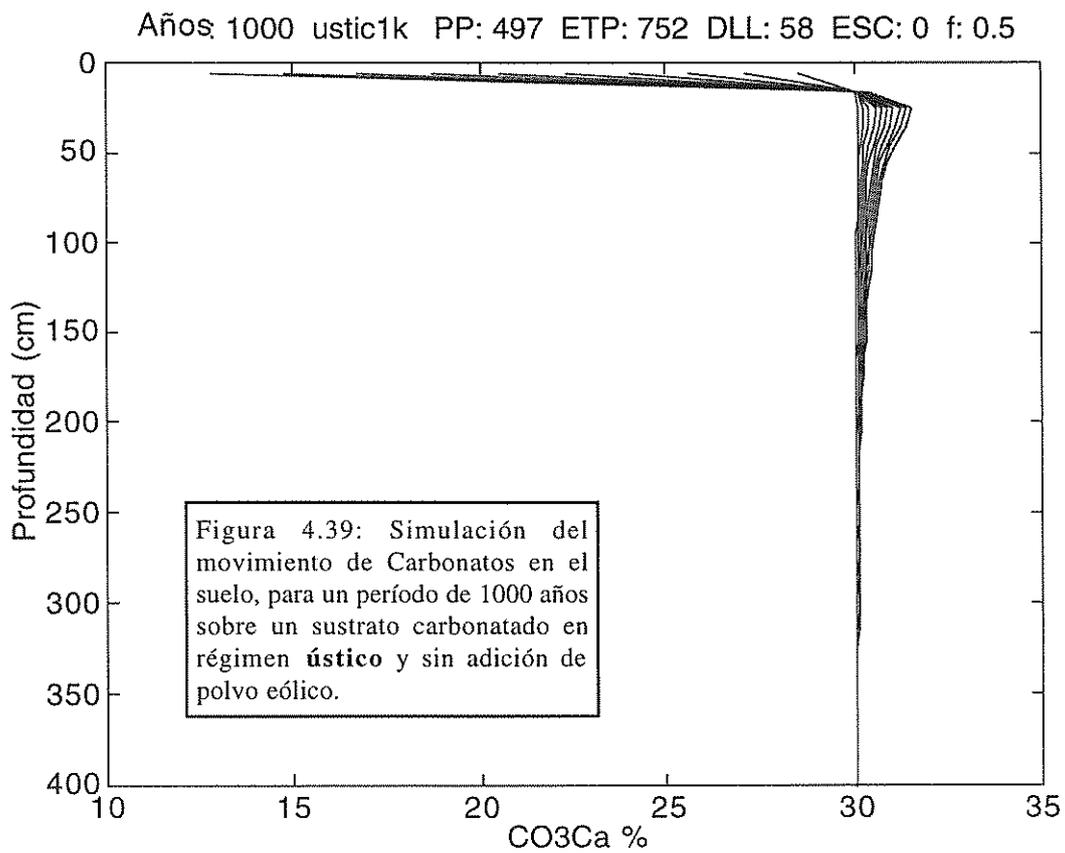
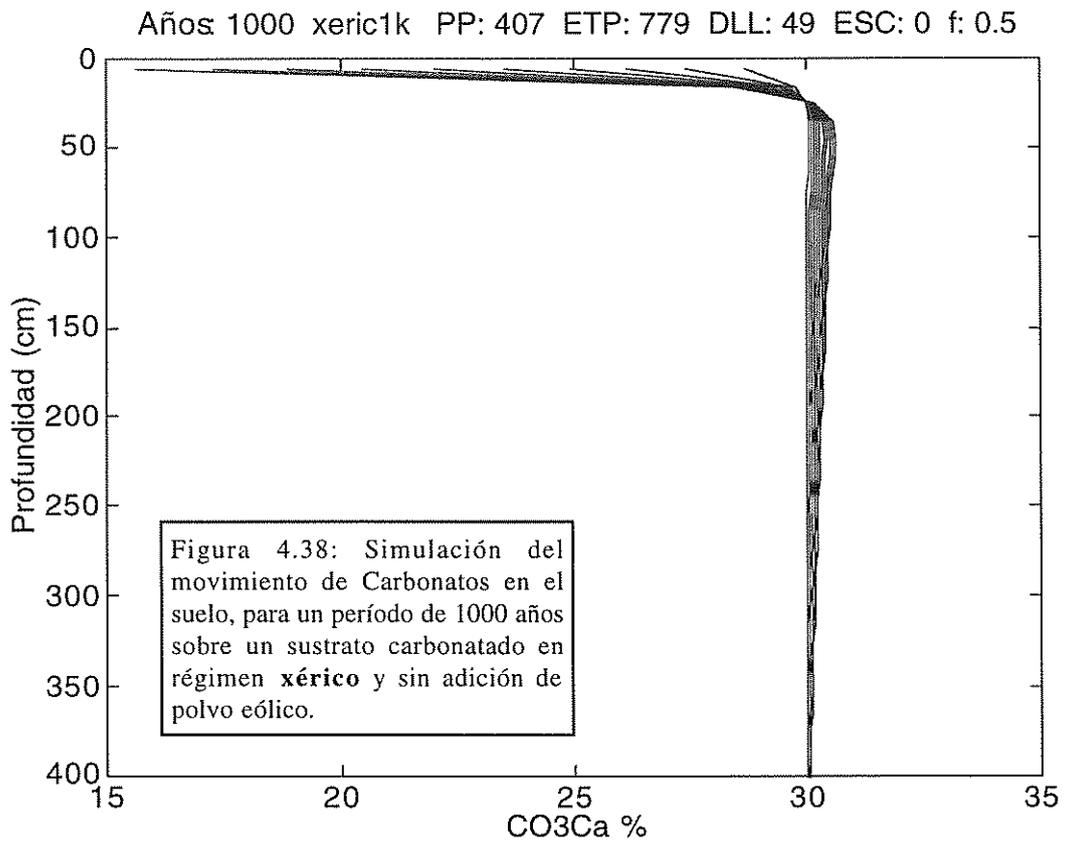
A continuación se comentan la curvas obtenidas aplicando los regímenes arídico, xérico, ústico y údico sobre un suelo calcáreo, cuyas características, además de las indicadas en la simulación anterior, son:

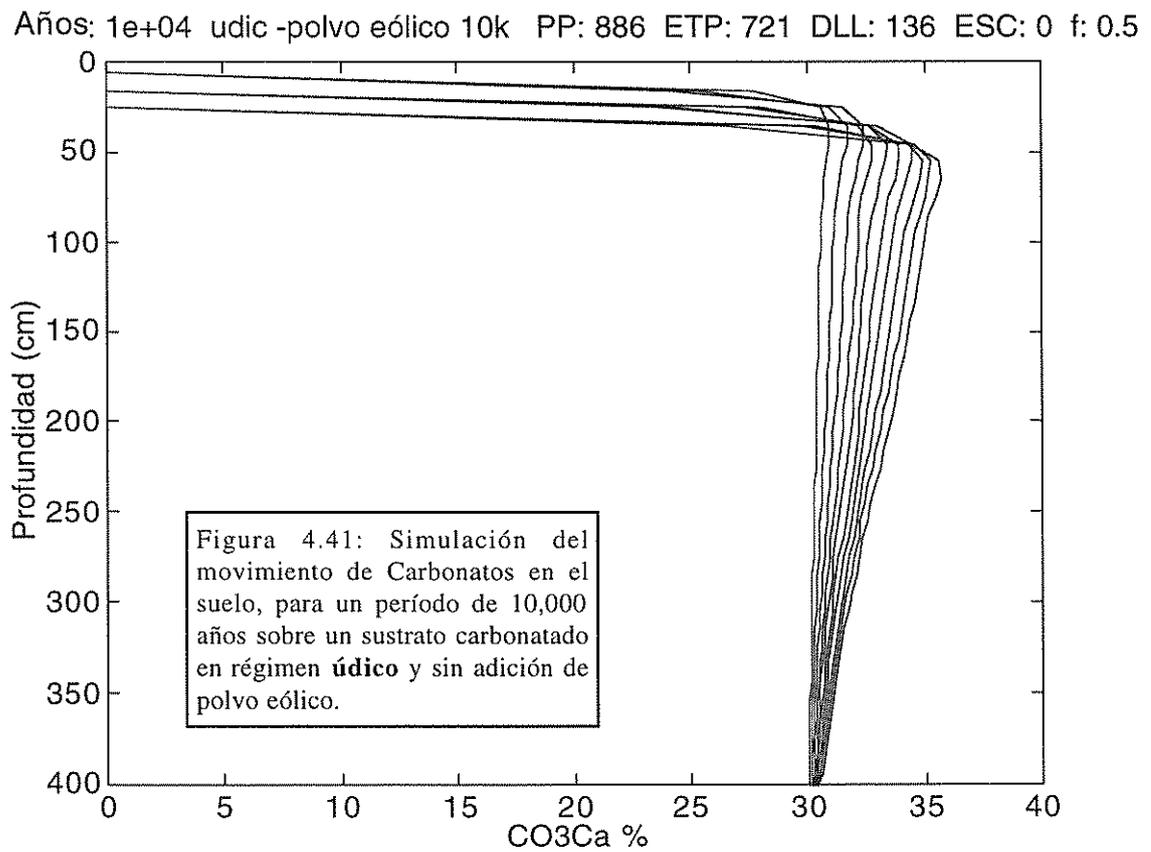
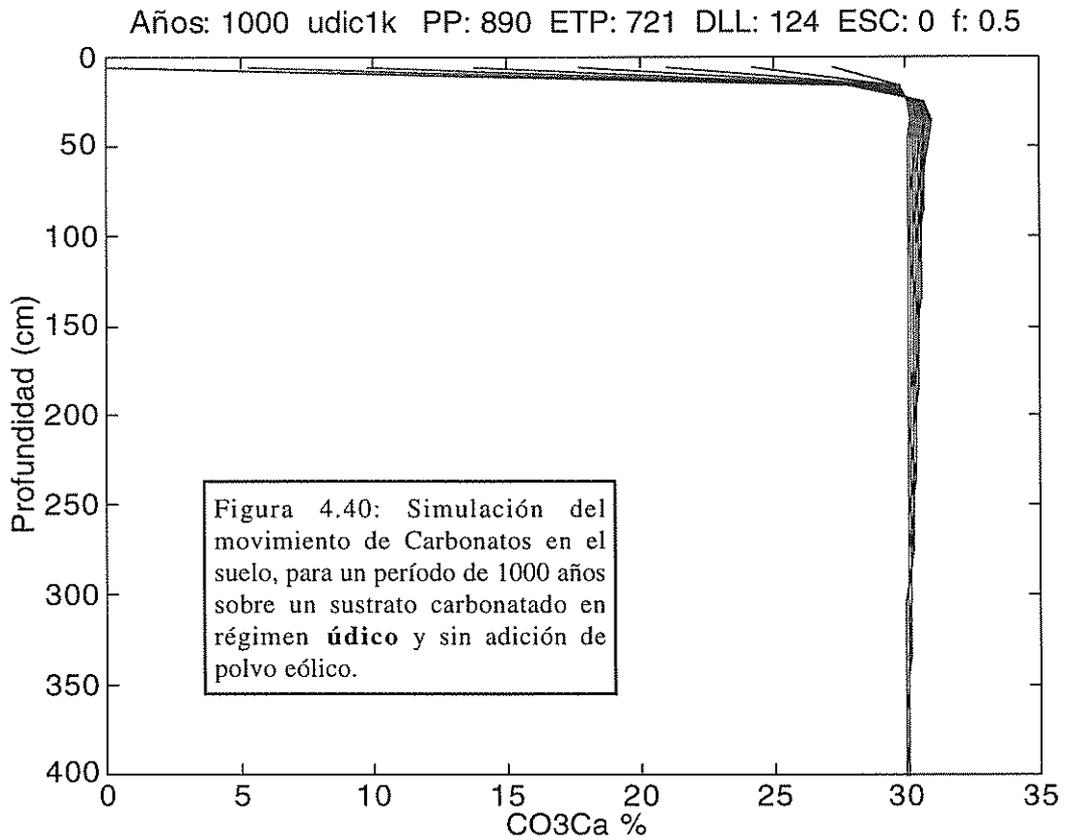
- Carbonato Cálxico equivalente en la tierra fina: 30 %.
- Carbonato Cálxico equivalente en la grava: 35 % en volumen.

estas características corresponden aproximadamente a las características medias del horizonte C de los suelos estudiados en esta Memoria. Se supone que las curvas de acumulación de carbonatos se producen por la traslocación de carbonatos de los horizontes superiores a los más internos.

Se observa que en el régimen arídico la curva de carbonatos es muy somera: no existe deposición por debajo de los 50 cm de profundidad; la cantidad de carbonato traslocado es relativamente pequeña, lo que se justifica por la escasa cantidad de agua disponible para realizar el transporte de carbonatos (Figura 4.37).







En el caso del clima xérico se produce una acumulación apreciable de carbonatos incluso a la profundidad de 4 m; esto se puede justificar porque aunque la precipitación es escasa, el suelo en conjunto tiene una capacidad de retención de agua pequeña, dado su alto contenido en gravas y la textura arenosa de la tierra fina. La decarbonatación de los horizontes más superficiales es más elevada que la que se produce bajo régimen climático arídico.

En el régimen ústico, aunque la Pp y ETP son parecidas a las del régimen xérico, se aprecia una acumulación más intensa y más somera en los horizontes superficiales. Esto se explica por el hecho de que, en este tipo de régimen climático, las precipitaciones se producen justamente en los meses más cálidos, en los que la ETP es muy alta, por lo que el este régimen es mucho menos lixivante que el régimen xérico.

El régimen údico presenta curvas con un hábito parecido al régimen xérico, aunque se aprecia que la decarbonatación de los horizontes superiores se produce comparativamente a una velocidad bastante más elevada, hasta llegar a decarbonatar totalmente los 10 cm superiores en el período de 1000 años. Es de suponer que la diferencia de hábito entre los regímenes xérico y ústico se acentuarían al prolongar el período de tiempo simulado, produciéndose una redisolución del horizonte cálcico, que se traslada a niveles más profundos, como se puede apreciar en la Figura 4.41, que corresponde a un período de 10,000 años.

4.2.4.6. Simulación de 180,000 años.

A continuación se describen los resultados de una simulación efectuada para los últimos 180,000 años (Pleistoceno superior a la actualidad).

Condiciones de simulación:

El suelo utilizado es el suelo medio de los suelos estudiados en esta Memoria, ya descrito al hablar de las primeras simulaciones. Los períodos climáticos simulados se han construido a partir de las curvas isotópicas obtenidas en Vostok por Lorius *et al.* (1985) y Barnola *et al.* (1987) (cfr. Figura 1.5). Comprenden los períodos isotópicos H al A. Las condiciones climáticas adjudicadas a estos períodos se han deducido de las curvas de temperaturas, pero suponiendo que los cambios de temperatura entre el Holoceno (A) y el resto de los períodos eran más reducidos que los publicados por dichos autores (del orden de la mitad). Esto se justifica porque en el área estudiada suponemos un clima mediterráneo con diferencias de temperatura menos acentuadas que las que se produjeron en el ámbito donde se han extraído estos datos. Hay que tener en cuenta, por otro lado, que una de las finalidades de esta simulación ha sido verificar si la acumulación de carbonatos puede utilizarse como un medio para estimar la edad de las superficies. Desde este punto de vista interesaba suponer condiciones para la ETP que favorecieran la precipitación de carbonatos y que, por tanto, tiendan a sobreestimar la edad de las superficies, con lo que se obtiene un margen de seguridad en las conclusiones finales. Se ha asumido para el Holoceno (período A) un clima semejante al de Castelléjar (cfr. apartado 2.4. CLIMATOLOGIA); las condiciones climáticas del resto de los períodos se han construido en base a los datos de las estaciones de Guadix, Granada (Cartuja) y Negratín, aplicando las correcciones pertinentes a la ETP a partir de las diferencias de T. En la Tabla 4.8 se dan los detalles sobre los climas adjudicados a cada período.

Las curvas de acumulación de Carbonatos obtenidas con estos tipos climáticos para un período de 1000 años, sin aportes eólicos y sin erosión, se presentan en las Figuras 4.42 a 4.49.

Para la simulación en el período largo se utilizaron las siguientes características: 40 celdillas de 10 cm de lado (una columna de 4 m de suelo). Factor de eficiencia de disolución de Carbonatos: 0.5.

Aporte de carbonatos en el polvo eólico: $10 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Erosión: $0.5 \text{ cm}/1000 \text{ años}$. Densidad crítica de asentamiento: 1.2 g/cc . Los períodos de simulación de cada escenario climático se dan en la Tabla 4.9.

| TABLA 4.8: PARAMETROS CLIMATICOS DE LA SIMULACION. | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| ETAPA A | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 24.5 | 37.9 | 25.9 | 28.9 | 30.5 | 16.6 | 7.2 | 11.3 | 18.1 | 38.4 | 30.3 | 31.2 | 300.8 |
| s | 21.9 | 31.1 | 16.6 | 24 | 29.8 | 7.8 | 10.7 | 9.9 | 20.9 | 30.9 | 31.6 | 37.4 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 6.2 | 8 | 11 | 13 | 17 | 22 | 26 | 26 | 21 | 15.4 | 10 | 6.8 | |
| ETP | 9.4 | 17.9 | 37.5 | 51.5 | 64.9 | 110.7 | 154.6 | 137.8 | 117.4 | 53.9 | 35.9 | 8.6 | 800 |
| s | 2.2 | 4.1 | 8.6 | 11.8 | 14.9 | 25.5 | 35.6 | 31.7 | 27 | 12.4 | 8.3 | 2 | |
| ETAPA B | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 14.5 | 32.3 | 23.6 | 38.9 | 31.4 | 33.4 | 4.1 | 5 | 12.2 | 34.4 | 34 | 25.3 | 289.1 |
| s | 15.1 | 17.7 | 16.5 | 34.8 | 30.3 | 30.1 | 7.4 | 8.8 | 11.3 | 45.1 | 37.6 | 25.5 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 1.7 | 3.5 | 6.5 | 8.5 | 12.5 | 17.5 | 21.5 | 21.5 | 17 | 10.9 | 5.5 | 2.3 | |
| ETP | 3 | 2.4 | 26 | 27.1 | 29.9 | 76.3 | 97.7 | 116.6 | 74.9 | 37.6 | 14.8 | 11.3 | 517.2 |
| s | 0.7 | 0.5 | 6 | 6.2 | 6.9 | 17.6 | 22.5 | 26.8 | 17.2 | 8.5 | 3.4 | 2.6 | |
| ETAPA C | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 35.2 | 50.8 | 68.5 | 57.4 | 43.5 | 20.8 | 5.3 | 2.6 | 29.6 | 52.2 | 63.6 | 53.7 | 483.2 |
| s | 13.7 | 16 | 13 | 5 | 16 | 3.6 | 4.3 | 0.9 | 9 | 12 | 5.1 | 12 | |
| días de lluvia | 7 | 8 | 11.5 | 9.9 | 9 | 4.3 | 0.9 | 0.9 | 4.2 | 7.9 | 9.8 | 8.6 | 81 |
| s | 5.6 | 6.7 | 6.2 | 1 | 2 | 1.8 | 1.3 | 0 | 3.5 | 3.2 | 4.2 | 3.8 | |
| temperatura | 3.2 | 5 | 8 | 10 | 14 | 19 | 23 | 23 | 18.5 | 12.4 | 7 | 3.8 | |
| ETP | 0 | 13.2 | 17.1 | 23.4 | 48.3 | 84 | 122.4 | 127.5 | 76.9 | 43.7 | 22.12 | 4.6 | 583.2 |
| s | 0 | 3 | 3.9 | 5.4 | 11.1 | 19.3 | 28.2 | 29.3 | 17.7 | 10.1 | 5.1 | 1.1 | |
| ETAPA D | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 30.9 | 31.6 | 25.2 | 28.7 | 23.2 | 18.5 | 5.9 | 3.7 | 24.4 | 33.7 | 25.9 | 22.5 | 300.8 |
| s | 18.4 | 15.9 | 13.7 | 28.3 | 17.8 | 27.4 | 7.9 | 3.7 | 25.9 | 11.6 | 13.3 | 28 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 1.7 | 3.5 | 6.5 | 8.5 | 12.5 | 17.5 | 21.5 | 21.5 | 17 | 10.9 | 5.5 | 2.3 | |
| ETP | 3 | 2.4 | 26 | 27.1 | 29.9 | 76.3 | 97.7 | 116.6 | 74.9 | 37.6 | 14.8 | 11.3 | 517.2 |
| s | 0.7 | 0.5 | 6 | 6.2 | 6.9 | 17.6 | 22.5 | 26.8 | 17.2 | 8.5 | 3.4 | 2.6 | |
| ETAPA E | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 24.5 | 37.9 | 25.9 | 28.9 | 30.5 | 16.6 | 7.2 | 11.3 | 18.1 | 38.4 | 30.3 | 31.2 | 300.8 |
| s | 21.9 | 31.1 | 16.6 | 24 | 29.8 | 7.8 | 10.7 | 9.9 | 20.9 | 30.9 | 31.6 | 37.4 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 3.7 | 5.5 | 8.5 | 10.5 | 14.5 | 19.5 | 23.5 | 23.5 | 19 | 12.9 | 7.5 | 4.3 | |
| ETP | 13.6 | 0 | 13.7 | 13.2 | 58 | 90 | 131.4 | 122.2 | 81.3 | 46.5 | 26.7 | 10 | 632.5 |
| s | 3.1 | 0 | 3.2 | 8.8 | 13.4 | 20.8 | 30.2 | 28.1 | 18.7 | 10.7 | 6.1 | 2.3 | |
| ETAPA F | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 14.5 | 32.3 | 23.6 | 38.9 | 31.4 | 33.4 | 4.1 | 5 | 12.2 | 34.4 | 34 | 25.3 | 289.1 |
| s | 15.1 | 17.7 | 16.5 | 34.8 | 30.3 | 30.1 | 7.4 | 8.8 | 11.3 | 45.1 | 37.6 | 25.5 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 2.7 | 4.5 | 7.5 | 9.5 | 13.5 | 18.5 | 22.5 | 22.5 | 18 | 11.9 | 6.5 | 3.3 | |
| ETP | 2.7 | 2.3 | 16.6 | 36.4 | 53.7 | 85.8 | 112.9 | 118.6 | 81 | 34.7 | 10.4 | 4.9 | 560 |
| s | 0.6 | 0.5 | 3.8 | 8.4 | 12.4 | 19.7 | 26 | 27.3 | 18.6 | 8 | 2.4 | 1.1 | |

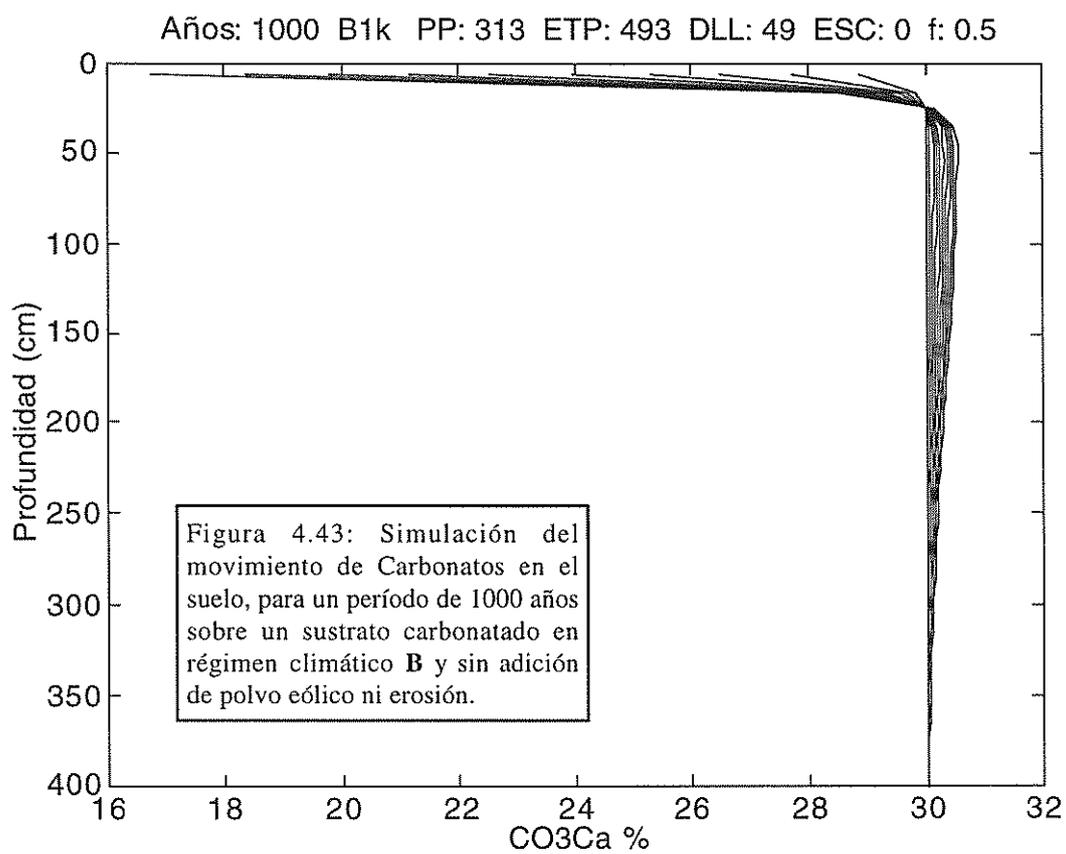
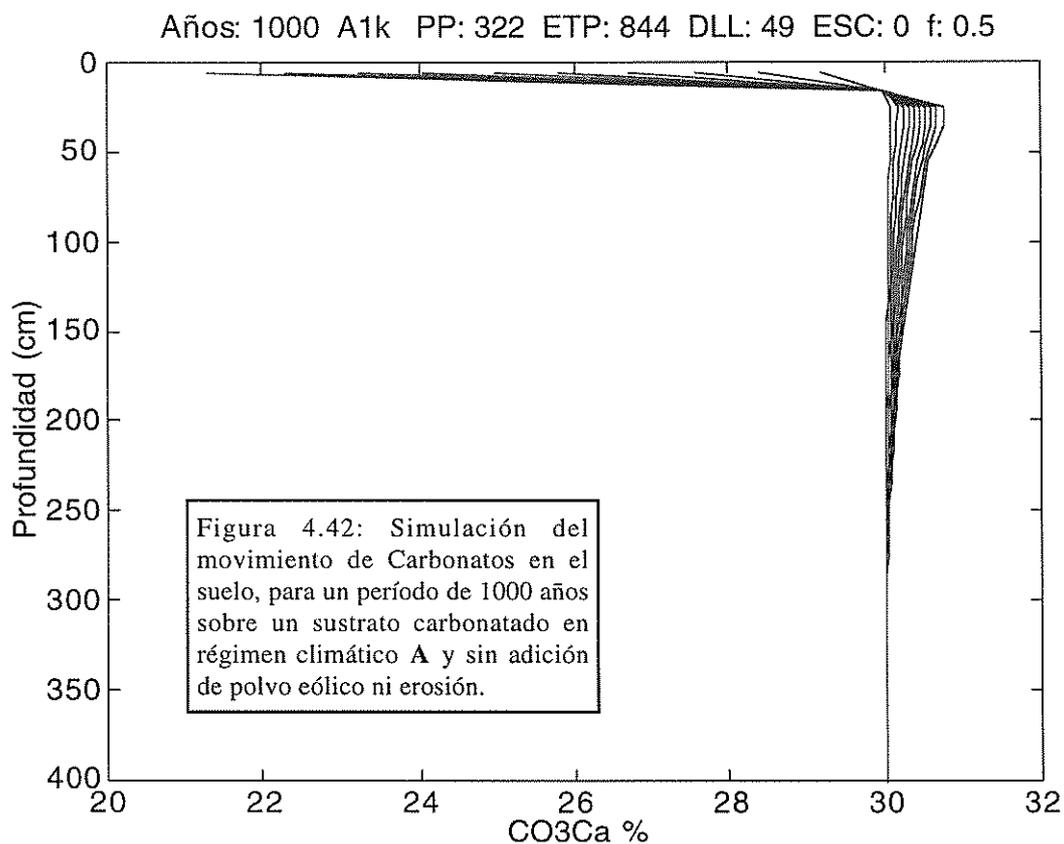
| ETAPA G | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| lluvia | 35.2 | 50.8 | 68.5 | 57.4 | 43.5 | 20.8 | 5.3 | 2.6 | 29.6 | 52.2 | 63.6 | 53.7 | 483.2 |
| s | 13.7 | 16 | 13 | 5 | 16 | 3.6 | 4.3 | 0.9 | 9 | 12 | 5.1 | 12 | |
| días de lluvia | 7 | 8 | 11.5 | 9.9 | 9 | 4.3 | 0.9 | 0.9 | 4.2 | 7.9 | 9.8 | 8.6 | 81 |
| s | 5.6 | 6.7 | 6.2 | 1 | 2 | 1.8 | 1.3 | 0 | 3.5 | 3.2 | 4.2 | 3.8 | |
| temperatura | 8.2 | 10 | 13 | 15 | 19 | 24 | 28 | 28 | 23.5 | 17.4 | 12 | 8.8 | |
| ETP | 19.3 | 31.6 | 47.6 | 63 | 90.7 | 124.7 | 178.9 | 183.9 | 133.5 | 59.5 | 37.2 | 20.2 | 990.2 |
| s | 4.4 | 7.3 | 10.9 | 14.5 | 20.9 | 28.7 | 41.1 | 42.3 | 30.7 | 13.7 | 8.6 | 4.7 | |
| ETAPA H | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | suma |
| lluvia | 14.5 | 32.3 | 23.6 | 38.9 | 31.4 | 33.4 | 4.1 | 5 | 12.2 | 34.4 | 34 | 25.3 | 289.1 |
| s | 15.1 | 17.7 | 16.5 | 34.8 | 30.3 | 30.1 | 7.4 | 8.8 | 11.3 | 45.1 | 37.6 | 25.5 | |
| días de lluvia | 2.9 | 5.4 | 6.4 | 6.9 | 5.4 | 3.4 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 4.1 | 5.4 | 4.3 | 49.1 |
| s | 1.9 | 3 | 3.5 | 3.8 | 3.9 | 2.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 4.9 | 4.6 | 3.4 | |
| temperatura | 1.7 | 3.5 | 6.5 | 8.5 | 12.5 | 17.5 | 21.5 | 21.5 | 17 | 10.9 | 5.5 | 2.3 | |
| ETP | 3 | 2.4 | 26 | 27.1 | 29.9 | 76.3 | 97.7 | 116.6 | 74.9 | 37.6 | 14.8 | 11.3 | 517.2 |
| s | 0.7 | 0.5 | 6 | 6.2 | 6.9 | 17.6 | 22.5 | 26.8 | 17.2 | 8.5 | 3.4 | 2.6 | |

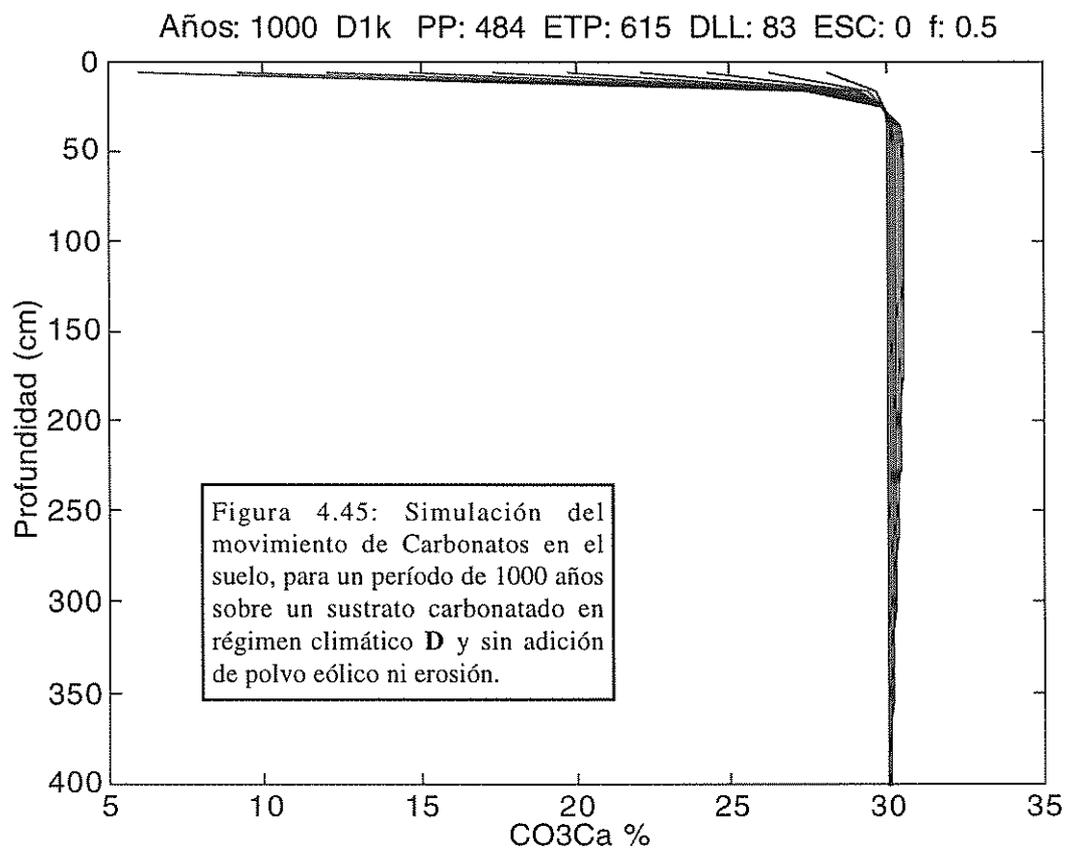
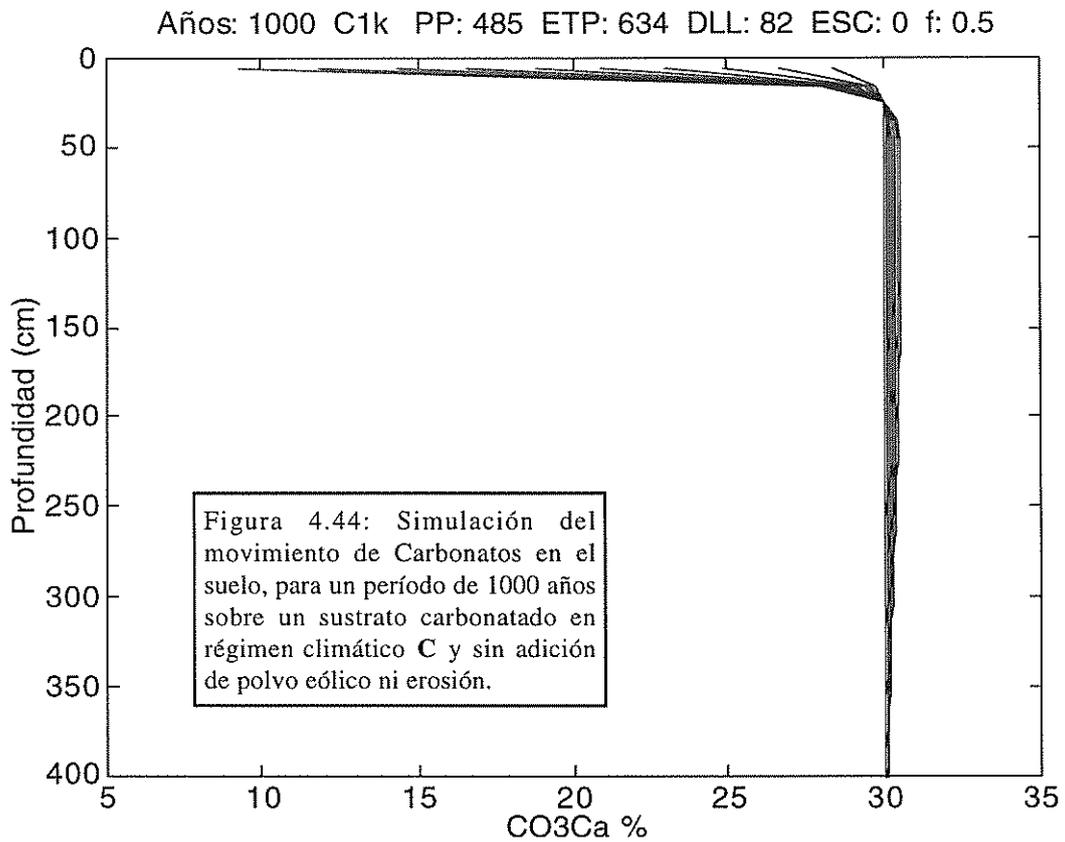
| Etapa climática (Lorius et al.,1985) | T media (° C) | Pp anual (mm) | ETP (mm) | Final período de simulación (a.b.p.) | Duración período (años) |
|---|------------------|------------------|-------------|---|----------------------------|
| H | 10.7 | 289 | 517 | 180000 | 40000 |
| G | 17.2 | 483 | 990 | 140000 | 25000 |
| F | 11.7 | 289 | 560 | 115000 | 10000 |
| E | 12.7 | 301 | 632 | 105000 | 30000 |
| D | 10.7 | 301 | 517 | 75000 | 15000 |
| C | 12.2 | 483 | 583 | 60000 | 30000 |
| B | 10.7 | 289 | 517 | 30000 | 15000 |
| A | 15.2 | 301 | 800 | 15000 | 15000 |

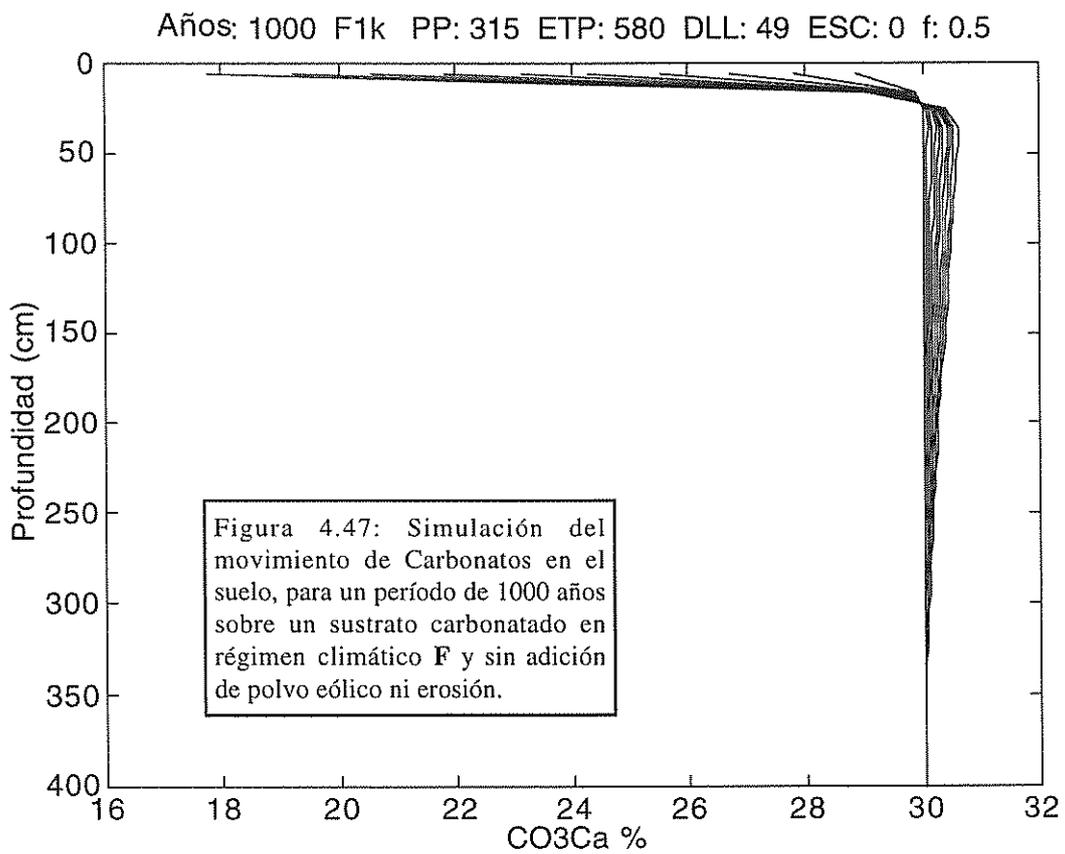
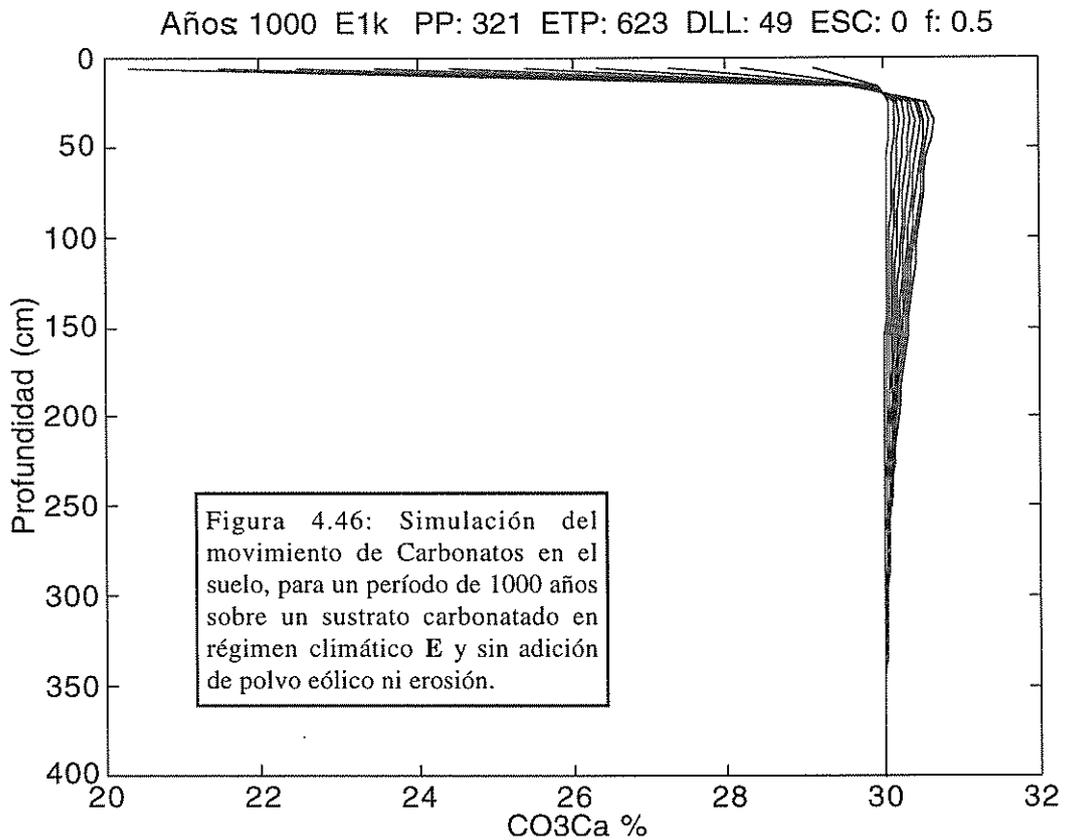
4.2.4.7. Resultados y discusión.

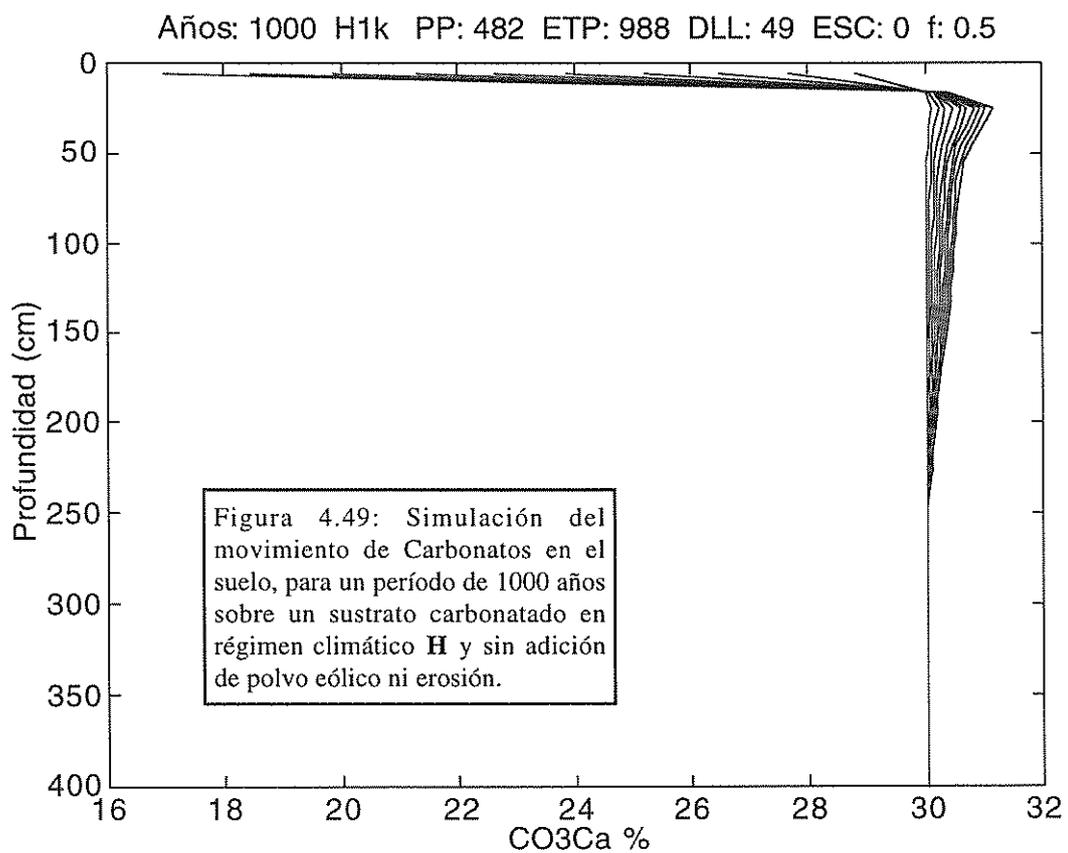
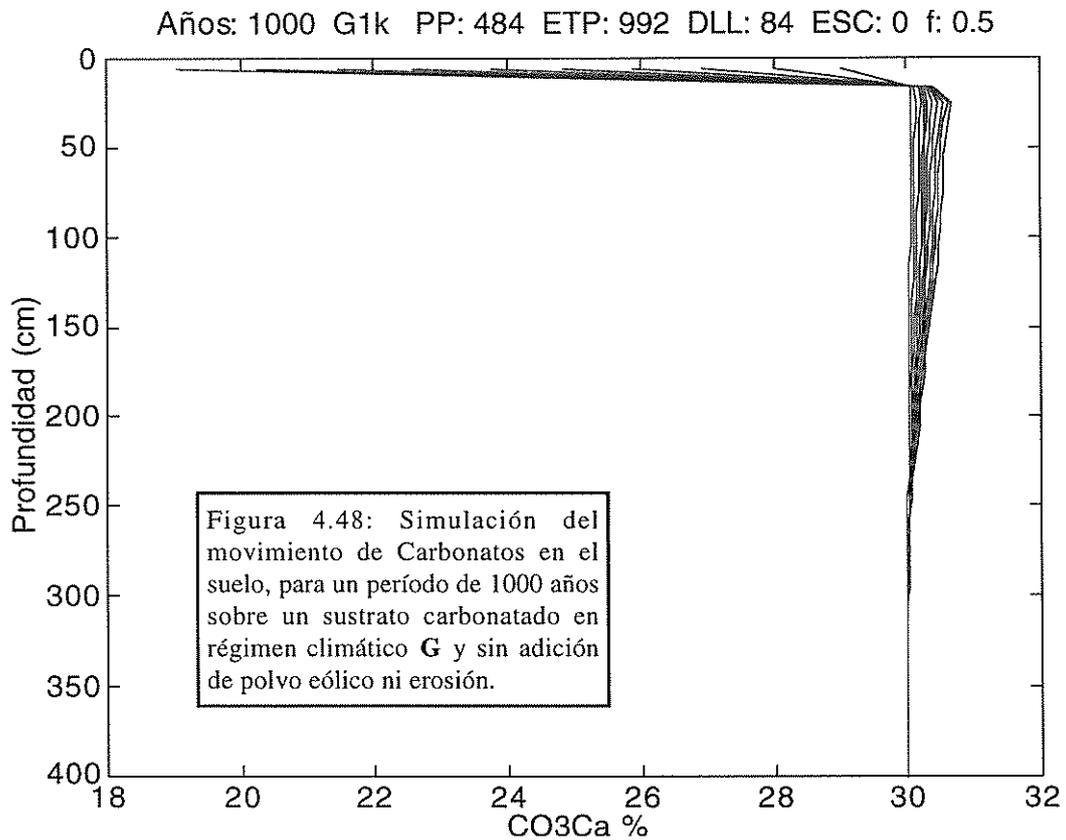
En la Figura 4.50 se representa la acumulación de Carbonato Cálculo en el perfil para el período de 180,000 años, con gráficas superpuestas cada 2000 años. Se puede apreciar que se produce una decarbonatación en los primeros 25 cm, y un máximo de acumulación de carbonatos entre los 25 y 50 cm de profundidad. El ritmo de acumulación de carbonatos va decreciendo progresivamente en el tiempo. En la Figura 4.51 se representan sólo las curvas últimas producidas en cada etapa climática, con lo que se puede apreciar el ritmo de acumulación de carbonatos en cada una de ellas. El Carbonato se acumula en cantidades importantes hasta una profundidad de 2.5 a 3 m, y después decrece rápidamente.

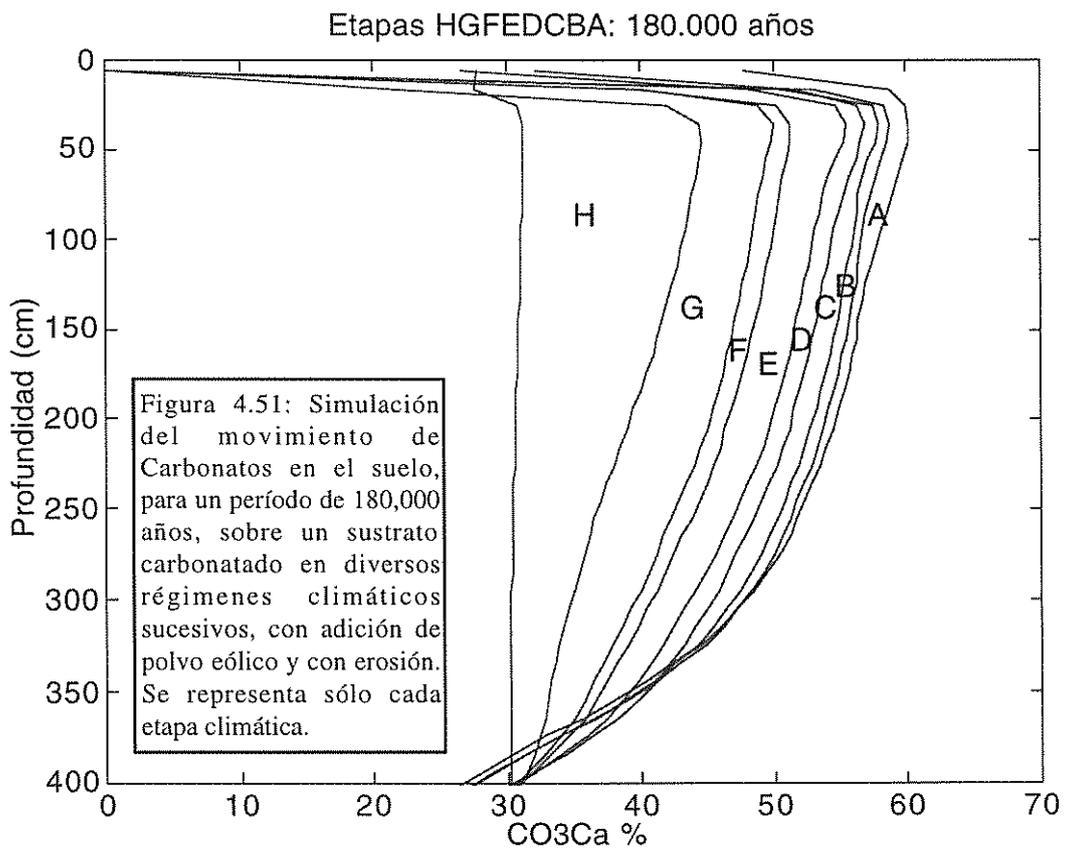
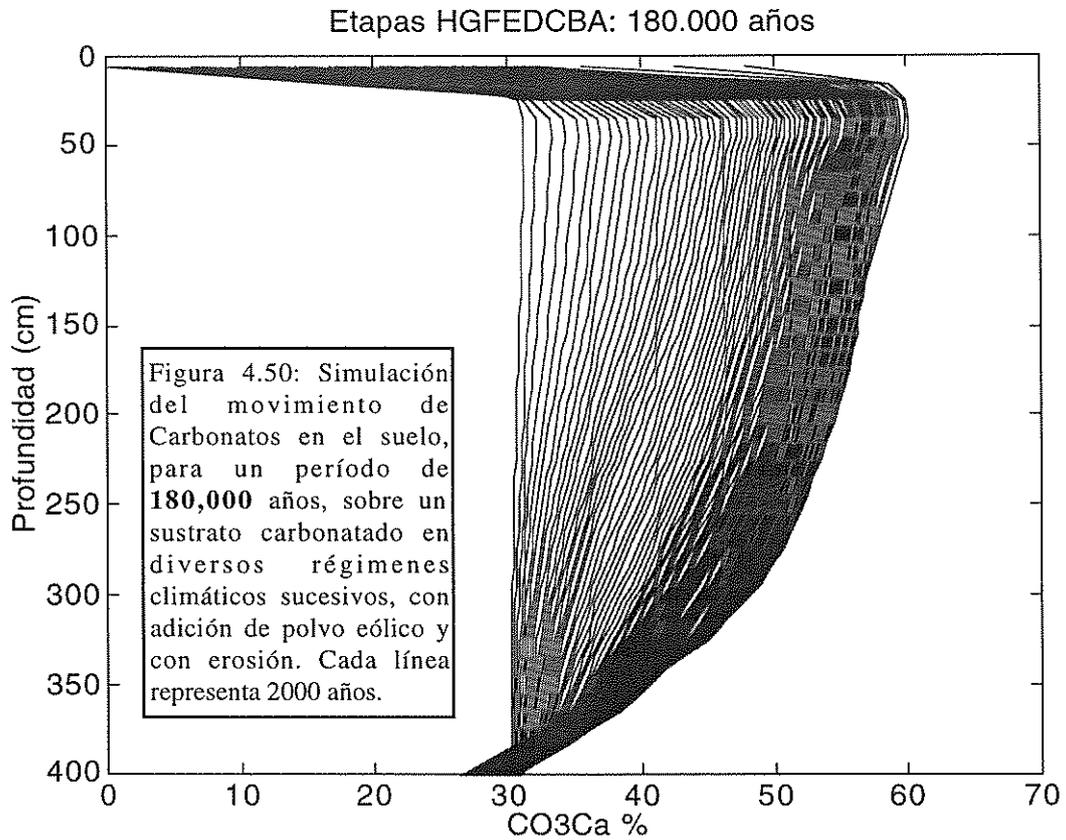
La mayor parte de la acumulación (Figura 4.51) se produce en el primer período H (frío y seco) pero también el más largo (40,000 años). El abultamiento muestra una inflexión hacia los 2.5 m de profundidad. En el siguiente período (G) se produce de igual modo una acumulación importante en zonas profundas, a partir de los 2m. Esto podría achacarse a ser un período más húmedo que favorece el transporte de carbonatos a capas profundas del suelo. El tercer período (F) es de corta duración (10,000 años) y el hábito de la curva es prácticamente paralelo al anterior; hay que hacer notar que cuando el suelo adquiere unas determinadas características, estas se transmitan a etapas posteriores. A continuación el período es de mayor duración (E), que se manifiesta en una banda











ancha. Las temperaturas algo más altas que en el período anterior acusan un abultamiento del máximo de carbonatos de la parte alta de la curva. La etapa C, a pesar de que tiene una duración doble que la D (30,000 años), produce una acumulación de carbonatos similar a esta última. La etapa B, fría y seca, presenta una acumulación de carbonatos pequeña y, aparentemente, una lixiviación de carbonatos en horizontes profundos cuyas razones no están claras por el momento, pero quizá, en el estado presente de la modelización de la infiltración, la disminución paulatina de la porosidad de los horizontes superficiales, por deposición de carbonatos en el espacio poroso, puede forzar una paulatina disminución de la capacidad de retención de agua, y por tanto una infiltración de la misma en las capas profundas, sobretodo en los períodos de baja temperatura, cuando la ETP desciende, lo que podría causar la lixiviación. En la última etapa (A), que corresponde con el clima actual (Holoceno), se vuelve a observar una acumulación preferente de carbonatos cerca de la superficie del suelo.

No se pretende que el modelo utilizado, en el estado actual, reproduzca con precisión los fenómenos de deposición de carbonatos en ambientes semiáridos. La validación del modelo con suelos de formación bien conocidas está por realizar. Hay muchos aspectos que mejorar, y muchas incógnitas que despejar; por citar un ejemplo, queda por ver cómo varía la solubilidad del carbonato cálcico en función de la profundidad. De momento se ha supuesto una solubilidad constante de 0.09 g/l (Arkley, 1963). El incremento de la solubilidad en los horizontes superiores, debido a la mayor presión parcial de carbónico en la atmósfera del suelo por la actividad de los microorganismos y de las plantas, forzaría posiblemente una mayor decarbonatación de los horizontes superiores, y con ello el máximo de acumulación de carbonatos no sería tan somero. Otro punto importante a resolver es el de la eficiencia de la ETP con la profundidad: es decir, hasta qué nivel se produce una ET importante. En estos primeros ensayos se ha supuesto que la ET afecta a los 4 m superiores del suelo sobre la base de que se puede determinar Materia Orgánica en cantidades claramente detectables hasta esa profundidad, lo que puede implicar la existencia de enraizamientos profundos, aunque es conocido que las raíces profundas pueden ejercer más bien función de sostén. Otro asunto importante es el de la disminución de la porosidad causada por la precipitación de Carbonato Cálcico: las celdillas se consideran de volumen constante, con una cantidad fija de sólidos, y que por tanto, la disolución de un volumen de Carbonato Cálcico implica un incremento paralelo de la porosidad, y por el contrario la precipitación implica la sustitución del espacio poroso por materia. Esto, naturalmente, hace variar todas las propiedades ligadas a la porosidad: velocidad de infiltración, capacidad de retención de agua, etc.. Las cantidades de Carbonato Cálcico que pueden precipitar o disolver por unidad de tiempo son proporcionales al volumen de fase líquida que puede haber en el suelo, y por tanto de la porosidad. Esto explicaría porqué las curvas de contenido en carbonatos se van apretando con el transcurso del tiempo, y el ritmo de deposición va por tanto decreciendo. Sin embargo en los suelos pueden observarse acumulaciones naturales de Carbonato Cálcico casi puro (por ejemplo masas pulverulentas), por lo que habría que revisar la suposición de que un enriquecimiento de carbonatos implica un descenso de porosidad. El modelo por otra parte no contiene ningún mecanismo para detectar un descenso de la velocidad de infiltración, y se supone gratuitamente que la totalidad de la precipitación penetra en el suelo aunque la poros de los horizontes superficiales descienda a niveles muy bajos (sólo es cuestión de incrementar los ciclos de computación). Se debe decir en descargo propio, que las condiciones modelizadas tienden a sobreestimar la traslocación de carbonatos: no hay escorrentía, el ritmo de erosión es pequeño, el agua penetra en el suelo aunque su porosidad sea muy baja, etc.

En resumen, las conclusiones que se pueden extraer después de hacer estas consideraciones, son:

1. La formación de horizontes petrocálcicos potentes y profundos es un proceso que debe

consumir bastante tiempo: estarán ligados forzosamente a superficies muy antiguas. En una modelización de 180,000 años el porcentaje de Carbonato Cálcico sólo ha subido de 30 a 60 % en sus valores máximos. Según los indicios que ofrece el modelo, la superficies geomórficas objeto de estudio podrían muy bien remontarse al Pleistoceno medio.

2. En un material con baja capacidad de retención de agua con matriz arenosa y con un elevado contenido en gravas, tal como un depósito aluvial, la infiltración puede alcanzar niveles muy profundos, incluso cuando la precipitación es baja, debido a la elevada capacidad de infiltración y la baja capacidad de retención. En esas condiciones puede producirse traslocación de carbonatos a capas profundas, lo que puede ocasionar la cementación del material en las primera etapas de edafización (sin embargo, cuando se desarrolle un suelo en superficie, la capacidad de infiltración disminuirá, a la par que la capacidad de retención aumentará, con lo que la infiltración de agua a capas profundas será más difícil). Esto hace sospechar que una parte importante del cemento carbonatado de las formaciones conglomeráticas puede ser de origen edáfico, y al determinar el contenido en carbonatos de los horizontes C de estos suelos podemos fácilmente sobreestimar el que tenían cuando eran simplemente un material aluvial no cementado.

El valor medio de Carbonato Cálcico precipitado en el perfil es de $16,941 \text{ g dm}^{-2}$, lo que representa una tasa de deposición de $9.41 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ en el período simulado. Hay que recalcar que se trata de un valor máximo, ya que se supone que toda la lluvia penetra en el suelo (no hay

TABLA 4.10: TASAS DE DEPOSICION DE CARBONATO EDAFICO EN LOS DESIERTOS DEL SW DE LOS ESTADOS UNIDOS.

(basado en Schlesinger, 1985)

| Localidad | Autor | Tasas ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$) | Observaciones |
|--|-------------------------|--|-------------------------------|
| Mesa Mormon (Nevada) | Gardner (1972) | 1.73-10.85 | Tiempo estimado |
| Aluv. de las Mñas.Eagle (California) | Schlesinger (1985) | 1.6-3.5 | Edad depósito ^{14}C |
| Aluv. de las Mñas.Eagle (California) | Schlesinger (1985) | 1.0-3.0 | Id. según series Th/U |
| Aluv. de las Mñas.Whipple (California) | McFadden (1982) | 1.0 | Cronosecuencia |
| Valle Avra (Arizona) | Buol-Yesilsoy (1964) | 3.87-5.67 | Edad según ^{14}C |
| Valle Río Grande (New México) | Gile et al. (1981) | 1.0-12.00 | Terrazas aluviales |
| Valle Río Grande (New México) | Bachman-Machette (1977) | 2.2-5.1 | Terrazas aluviales |

escorrentía). El valor real sería, por tanto, una fracción del mismo; si la lluvia útil es de 50 mm, es decir un 20 % de la precipitación (Diputación Provincial de Granada - ITGE, 1990), el valor se rebajaría a $1.88 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Estos valores son equiparables, en líneas generales, al rango encontrado por otros autores (Tabla 4.10).

4.2.5. Evaluación de las formas de Carbono en el área estudiada.

4.2.5.1. Comparación de los resultados obtenidos en esta Memoria con los muestreos aleatorio e intencional.

Antes de proceder a la evaluación global, pareció interesante hacer un estudio de la influencia de la estrategia de muestreo. Para ello se eligieron parámetros simples. Utilizaremos para este propósito los muestreos ya existentes, llevados a cabo por otros autores en el área.

Las características de estos muestreos han sido descritas en el Capítulo de Métodos. En el texto que sigue nos referiremos a los resultados de los muestreos bajo los siguientes epígrafes:

- Muestreo aleatorio: Datos de Iriarte (1986).
- Muestreo intencional: Perfiles de las Hojas 1:100,000 del LUCDEME más otros publicados en diversas revistas.
- Muestreo específico: Muestreo realizado para la realización de esta Memoria.

Es de especial interés la comparación realizada con los resultados del muestreo aleatorio, ya que estos representan por definición una estimación insesgada de los parámetros de la población estudiada. El estudio se ha hecho para el Carbono Orgánico y el Carbonato Cálcico equivalente, contenidos tanto en la capa arable (0-25 cm) como en el subsuelo (25-50 cm).

En el estudio de Iriarte (1986), los datos se recogieron específicamente para estas profundidades. En el caso de los datos del muestreo intencional y los de esta Memoria, fue necesario computar los datos efectuando una media de los valores disponibles, ponderada por el espesor de los horizontes.

En la Tabla 4.11 se recogen los datos de los tres muestreos para el Carbono Orgánico, y en la Tabla 4.12 los del Carbonato Cálcico equivalente. En ambas Tablas, además de las medidas de centralización (media) y de dispersión (desviación típica), se da el número de perfiles utilizados

TABLA 4.11: CARBONO ORGANICO (%).

| Muestreo | ALEATORIO | | INTENCIONAL | | ESPECIFICO | |
|-------------|-----------|-------|-------------|-------|------------|-------|
| | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Profundidad | | | | | | |
| Nº perfiles | 82 | 82 | 165 | 132 | 81 | 81 |
| Media | 1.89 | 1.39 | 1.97 | 0.82 | 1.40 | 0.76 |
| Desv. típ. | 1.43 | 1.01 | 2.84 | 2.35 | 0.84 | 0.59 |

para computar dichos estadísticos, necesarios para calcular los grados de libertad de los ensayos.

En la Tabla 4.11 se puede apreciar que el Carbono Orgánico de 0-25 cm obtenido en el muestreo intencional es algo más alto que el del muestreo aleatorio; en el caso del muestreo específico son notablemente bajos en comparación a los obtenidos en el muestreo aleatorio (1.40 frente a 1.89 %). A la profundidad de 25-50 cm, los resultados tanto del muestreo intencional como del específico son notablemente más bajos que los del muestreo aleatorio (0.82 y 0.76 frente a 1.39 %). Una ojeada a las desviaciones típicas, pone de manifiesto que existen diferencias evidentes entre las tres colecciones de datos: las desviaciones típicas del muestreo específico son las más bajas (inferiores a 1); las del muestreo aleatorio son intermedias (1 a 1.5), y las del intencional son las más altas, lo que parece lógico dada la diversidad de equipos y metodologías probablemente implicadas en la obtención de los resultados.

La Tabla 4.12 expone los resultados del Carbonato Cálcico equivalente. Los datos del muestreo intencional son algo más bajos que los del aleatorio para 0-25 cm de profundidad (29.3 frente a 33.6 %) y algo más altos para la profundidad 25-50 (39 frente a 36.8 %). En el caso del muestreo específico, las medias obtenidas para ambas profundidades son notablemente más altas que las del muestreo aleatorio. Por lo que se refiere a las desviaciones típicas no existen diferencias aparentes entre las tres colecciones de datos.

TABLA 4.12: CARBONATO CALCICO EQUIVALENTE (%).

| Muestreo | ALEATORIO | | INTENCIONAL | | ESPECIFICO | |
|-------------|-----------|-------|-------------|-------|------------|-------|
| | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Profundidad | | | | | | |
| Nº perfiles | 82 | 82 | 144 | 112 | 81 | 81 |
| Media | 33.65 | 36.82 | 29.29 | 39.04 | 43.78 | 52.40 |
| Desv. típ. | 24.82 | 25.84 | 21.09 | 27.96 | 24.28 | 28.15 |

Para ensayar si los resultados de los muestreos intencional y específico son estadísticamente diferentes de los del muestreo aleatorio (tomado como patrón de referencia, ya que en principio sería el más correcto en cuanto a metodología de muestreo) se procedió a examinar en primer lugar la homogeneidad de las varianzas a través del test de Barlett. En el caso de varianzas homogéneas el ensayo de diferencias entre medias se efectuó por un ensayo de la t de Student para muestras no apareadas como sigue (ensayo de Welch (Martín *et al.*, 1990)):

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

donde s es la media de las varianzas ponderada por los grados de libertad, y los grados de libertad totales son $n_1 + n_2 - 2$.

Cuando las varianzas son desiguales, la t se obtiene a partir de la expresión:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

y los grados de libertad en este caso se calculan por la siguiente expresión:

$$f = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

En la Tabla 4.13 se recogen los resultados del ensayo de significación. En ella se puede comprobar que no existen diferencias significativa entre los valores de Carbono Orgánico de 0-25 cm entre el muestreo intencional y el aleatorio. En el caso del Carbonato Cálculo equivalente tampoco existen diferencias significativas para las dos profundidades entre el muestreo intencional y el aleatorio, pero las diferencias sí son significativas entre el específico y el aleatorio.

| TABLA 4.13: SIGNIFICATIVIDAD DE DIFERENCIAS DE LOS MUESTREOS ESPECIFICO E INTENCIONAL CON EL ALEATORIO. | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------|---------|-------------|------------|
| Variable | Carbono Orgánico | | | | Carbonato Cálculo equivalente | | | |
| | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | |
| Muestreo | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Profundidad | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Varianzas | distintas | distintas | distintas | distintas | iguales | iguales | distintas | iguales |
| Test | Welch | Welch | Welch | Welch | Student | Student | Welch | Student |
| t | 2.67 | 4.50 | 0.29 | 2.45 | -2.63 | -3.68 | 1.34 | -0.56 |
| G.l. | 131.4 | 151.5 | 244.9 | 192.4 | 24.6 | 27.01 | 147.2 | 27.08 |
| Diferencias | Signif. | Signif. | No signif. | Signif. | Signif. | Signif. | No signif. | No signif. |

Estas diferencias pueden deberse fundamentalmente a tres causas:

1. Falta de aleatoriedad en el muestreo, tanto intencional como específico. En el muestreo intencional se busca normalmente aquellos puntos que, a juicio del cartógrafo, tipifican mejor la unidad de suelos que quieren describirse, lo que lleva con frecuencia a la selección de suelos con horizontes más desarrollados y mejor expresados de lo que es normal en un paisaje de suelos: la proporción de suelos muestreados no coincide aproximadamente con la frecuencia de aparición de los suelos en el paisaje. En el caso del muestreo específico, la restricción impuesta de que los cortes sean lo más profundos posible, limita la selección de puntos de muestreo a cortes o cárcavas preexistentes, en la mayoría de los casos.
2. Otra fuente de discrepancia puede ser la precisión y exactitud de los métodos analíticos usados para determinar el Carbono. Desafortunadamente no ha sido posible contrastar los análisis del muestreo aleatorio, desde este punto de vista, por la ausencia de muestras.
3. Finalmente otra causa de discrepancia, en el caso que nos ocupa, es la no coincidencia en todos los casos de las unidades morfológicas muestreadas en los tres casos. Así por ejemplo, en el muestreo intencional los badlands están prácticamente ausentes, mientras que en el muestreo específico se omitió el muestreo de suelos de montaña dada la finalidad del estudio. En resumen el muestreo intencional tendría un sobremuestreo de suelos de montaña, y estos precisamente están poco muestreados en el muestreo específico. En las Figuras 3.4, 3.5 y 3.6, que muestran la situación de las tres colecciones de datos, se hace patente las diferencias de estrategia empleadas.

Para ver hasta que punto esta última causa tiene un peso grande en las significatividad de las diferencias, se han hecho comparaciones de las medias obtenidas en los tres muestreos después de eliminar aquellos puntos del muestreo que podían ser origen de discrepancia. Es decir, antes de

TABLA 4.14: COMPARACION DE DATOS ALEATORIOS E INTENCIONALES SEGUN AREAS COINCIDENTES.

| Variable | Carbono Orgánico | | | | Carbonato Cálcico equivalente | | | |
|--------------|------------------|-------|-------------|-------|-------------------------------|--------|-------------|--------|
| | ALEATORIO | | INTENCIONAL | | ALEATORIO | | INTENCIONAL | |
| Profundidad | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Nº perfiles | 55 | 55 | 135 | 106 | 55 | 55 | 130 | 103 |
| Media | 1.90 | 1.33 | 1.72 | 0.58 | 31.21 | 34.01 | 30.73 | 40.30 |
| Desv. típica | 1.62 | 0.96 | 2.10 | 0.46 | 25.38 | 26.85 | 20.59 | 27.75 |
| Varianza | 2.63 | 0.92 | 4.40 | 0.21 | 644.27 | 721.18 | 423.94 | 770.33 |

comparar dos grupos, se ha intentado que la coincidencia del área muestreada fuera lo más perfecta posible. Las Tablas 4.14 y 4.15 recogen los datos después de realizar la citada selección de muestras. En este caso, las Tablas se han agrupado de manera distinta, de forma que se facilite la comparación entre muestreo específico-aleatorio e intencional-aleatorio, ya que en cada caso el cribado de puntos muestrales ha sido diferente.

La Tabla 4.14 recoge los datos tanto del Carbono Orgánico como del Carbonato Cálcico equivalente correspondientes a los muestreos intencional-aleatorio. Puede comprobarse que el número de perfiles utilizados en la comparación ha variado: los 82 perfiles del muestreo aleatorio han quedado reducidos a 55. Los valores medios de Carbono Orgánico del muestreo aleatorio, tanto de las capas 0-25 como 25-50, no han sufrido un cambio apreciable. Las diferencias para el Carbono Orgánico entre ambos muestreos se mantienen del mismo orden, aunque a veces cambian de signo. En el caso del Carbonato Cálcico equivalente se obtiene un acercamiento de los valores para la capa superficial, pero las diferencias se acentúan entre 25-50 cm, obteniéndose un valor

netamente bajo en el muestreo intencional (34.0 frente a 40.3 %). Esta subestimación del Carbonato en capas profundas del muestreo intencional podría deberse a que en él se tiende inconscientemente a seleccionar perfiles poco erosionados, en los que los horizontes cálcicos se mantienen en niveles profundos.

En la Tabla 4.15 se dan los datos de Carbono Orgánico y de Carbonato Cálcico equivalente que

TABLA 4.15: COMPARACION DE DATOS ALEATORIOS Y ESPECIFICOS SEGUN AREAS COINCIDENTES.

| Variable | Carbono Orgánico | | | | Carbonato Cálcico equivalente | | | |
|--------------|------------------|-------|------------|-------|-------------------------------|--------|------------|--------|
| | ALEATORIO | | ESPECIFICO | | ALEATORIO | | ESPECIFICO | |
| Muestreo | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Profundidad | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Nº perfiles | 61 | 61 | 81 | 81 | 61 | 61 | 81 | 81 |
| Media | 1.66 | 1.29 | 1.40 | 0.76 | 35.14 | 37.67 | 43.78 | 52.40 |
| Desv. típica | 0.97 | 0.84 | 0.84 | 0.59 | 24.23 | 24.12 | 24.28 | 28.15 |
| Varianza | 0.94 | 0.71 | 0.71 | 0.35 | 586.92 | 581.57 | 589.68 | 792.67 |

permiten la comparación de los muestreos específico y aleatorio. Puede comprobarse que se siguen obteniendo valores más bajos para el Carbono Orgánico con el muestreo específico que con el muestreo aleatorio, y bastante más altos para el Carbonato

Cálcico equivalente; pero en todos los casos se reducen algo las diferencias. Por ello se puede concluir que una pequeña parte de la discrepancia puede deberse a la falta de coincidencia precisa de las áreas muestreadas.

En la Tabla 4.16 se resume los resultados de los ensayos de diferencias entre medias efectuado

TABLA 4.16: SIGNIFICATIVIDAD DE DIFERENCIAS DE LOS MUESTREOS ESPECIFICO E INTENCIONAL CON EL ALEATORIO PARA IGUAL AREA.

| Variable | Carbono Orgánico | | | | Carbonato Cálcico equivalente | | | |
|-------------|------------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------|---------|-------------|------------|
| | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | |
| Muestreo | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | | ESPECIFICO | | INTENCIONAL | |
| Profundidad | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 | 0-25 | 25-50 |
| Varianzas | distintas | distintas | distintas | distintas | iguales | iguales | distintas | iguales |
| t | 1.86 | 4.44 | 0.63 | 5.48 | -2.09 | -3.28 | 0.12 | -1.37 |
| G.l. | 91.5 | 86.8 | 128.6 | 67.1 | 24.4 | 26.6 | 85.5 | 27.4 |
| Test | Welch | Welch | Welch | Welch | Student | Student | Welch | Student |
| Diferencias | Signif. | Signif. | No signif. | Signif. | Signif. | Signif. | No signif. | No signif. |

después de realizar la selección de puntos muestrales, y puede observarse que no se obtienen cambios en las pautas de significación.

En resumen, puede concluirse que los diferentes muestreos llevan a resultados netamente distintos. Tanto el muestreo intencional como el muestreo específico coinciden en dar resultados más bajos en Carbono Orgánico que el muestreo aleatorio, lo que podría deberse a la metodología analítica utilizada en esta prospección: habría que recordar que los métodos de oxidación en húmedo son muy sensibles a pequeñas diferencias en el protocolo de determinación. Los resultados netamente bajos de Carbono Orgánico, y altos de Carbonato Cálcico equivalente obtenidos en el muestreo realizado en este estudio, hacen sospechar que la utilización de cortes antiguos como puntos de muestreo introducen un error sistemático debido muy posiblemente al biselamiento por erosión que existe en las proximidades de los cortes, que adelgaza y empobrece a los horizontes orgánicos superficiales, y acerca a la superficie los horizontes cálcicos profundos. Para la valoración global bastaría con aplicar un coeficiente de corrección a los resultados finales, pero en el estado actual no es posible hacer precisiones sobre cuál debería ser la magnitud de este coeficiente. Por otro lado, en lo que se refiere a la valoración globalizada del Carbonato Cálcico equivalente contenido

en la totalidad del perfil, pensamos que la sobreestimación del Carbonato Cálcico equivalente entre 0-50 cm tiene poca importancia, ya que esta capa tiene un peso relativamente bajo en la sumatoria del carbonato total del corte. La utilización de cortes antiguos es la única opción disponible hasta ahora para conocer la distribución del Carbonato Cálcico equivalente en profundidad, y desde este punto de vista el muestreo efectuado ofrece grandes ventajas.

4.2.5.2. Evaluación del Carbono contenido en los suelos del área.

La finalidad de esta valoración es el objetivo principal de la presente Memoria. Se trata de sintetizar los datos manejados hasta unos pocos números que sean representativos de las diversas formas de Carbono en un área semiárida. Estos números podrán ser utilizados como guía en una valoración global.

El problema principal consiste en pasar las magnitudes intensivas (porcentajes), determinadas en cada una de las muestras individuales, a cantidades totales en una columna de suelo de superficie unitaria; para ello hay que tener en cuenta el espesor de los horizontes, la densidad aparente de la tierra fina y, finalmente, la proporción de tierra fina que existe en una determinada capa de suelo (Cm). Quizá sea este el momento de enfatizar la importancia que tienen estas dos últimas magnitudes en el paso de cantidades gravimétricas a volumétricas. Particularmente la densidad de la tierra fina es una magnitud a la que, con frecuencia, no se presta debida atención en la lista de determinaciones en la rutina de análisis de suelos. En consecuencia, este es un dato del que se carece o del que hay pocos antecedentes fiables. En muchos casos la determinación de densidad aparente no se indica si se realizó sobre tierra fina o sobre la totalidad del suelo (incluyendo las gravas). En el caso del Cm, a veces los datos del contenido en gravas provienen de medidas gravimétricas recogidas en las muestras de campo, lo que tiende a subestimarlas, ya que el tamaño de muestra es forzosamente inadecuado y sólo se recogen los tamaños más pequeños. En este sentido, las valoraciones en volumen del contenido en gravas por medios visuales, o preferiblemente por algún método de conteo, deberían ser objeto de una mayor atención.

Las consideraciones anteriores afectan la valoración del Carbono en un perfil aislado. Para llevar el valor a un nivel regional, no basta con promediar la totalidad de perfiles estudiados, salvo que el muestreo haya sido rigurosamente aleatorio. En nuestro caso, esto no ha podido ser así, y por ello la estrategia más segura es obtener valores medios para estratos más pequeños, con lo que se disminuye el error, y promediar a continuación los valores medios de los estratos, adjudicándoles un peso proporcional a su área.

En la Tabla 4.17 se dan los valores obtenidos por Unidades Geomorfológicas. Como puede comprobarse por el área que ocupan, las que tienen más peso son las Unidades S₁, S₄ y S₂; la Unidad "Otras", como se comentó en su momento, presenta dudosa afinidad hacia los grupos establecidos y es muy heterogénea: por ello, aunque su área es importante, fue poco muestreada.

La diferenciación entre suelo y subsuelo se ha realizado según los siguientes criterios: en el caso de los glaciares con horizonte petrocálcico, se considera suelo a los diferentes horizontes superiores más 10 cm del petrocálcico; en el caso de los badlands el suelo sería exclusivamente los 40 cm superiores; finalmente para los aluviales se toma como suelo el metro superior. Por tanto el resto del corte corresponde siempre al subsuelo.

El espesor medio se refiere al de los cortes estudiados en cada una de las Unidades. Observese que es muy alto en S₁ en comparación a las restantes. Esto es así por ser esta una Unidad muy antigua,

| TABLA 4.17: CONTENIDOS DE CARBONO POR UNIDADES GEOMORFOLOGICAS A DIVERSAS PROFUNDIDADES (Kg/m²). | | | | | | | |
|--|----------|------------------------------|----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | | UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | | | | | |
| | | S ₁ ("glacis") | S ₂ | S ₃ | S ₄ (badlands) | S ₅ (aluviales) | Otras |
| Superficie (Km ²) | | 921 | 405 | 29 | 791 | 273 | 898 |
| Esp. medio perf. (cm) | | 231 | 182 | 173 | 160 | 189 | 195 |
| Esp. medio suelo (cm) | | 37 | 77 | 23 | 40 | 100 | 86 |
| Esp. medio subs. (cm) | | 194 | 105 | 150 | 120 | 89 | 109 |
| Nº de perfiles | | 32 | 18 | 3 | 11 | 9 | 8 |
| CaCO ₃ equivalente | Suelo | 253.3 | 463.8 | 236.1 | 196.6 | 539.0 | 404.7 |
| | Subsuelo | 1442.9 | 461.4 | 667.7 | 424.1 | 470.8 | 381.5 |
| Dolomita | Suelo | 35.4 | 137.3 | 17.2 | 65.6 | 161.2 | 29.6 |
| | Subsuelo | 433.1 | 161.9 | 225.8 | 174.1 | 175.7 | 139.4 |
| Calcita | Suelo | 211.0 | 316.5 | 217.4 | 125.4 | 364.2 | 372.6 |
| | Subsuelo | 975.9 | 287.3 | 422.9 | 238.2 | 281.9 | 230.4 |
| Carbono Inorgánico | Suelo | 25.3 | 38.0 | 26.1 | 15.1 | 43.7 | 44.7 |
| | Subsuelo | 117.1 | 34.5 | 50.8 | 28.6 | 33.8 | 27.6 |
| TOTAL | | 142.4 | 72.5 | 76.9 | 43.7 | 77.5 | 72.3 |
| Carbono Inorgánico no edáfico | Suelo | 5.9 | 9.1 | 9.6 | 8.1 | 32.9 | 19.1 |
| | Subsuelo | 30.4 | 12.6 | 26.0 | 22.2 | 31.4 | 15.7 |
| TOTAL | | 36.3 | 21.7 | 35.6 | 30.3 | 64.3 | 34.8 |
| Carbono Inorgánico edáfico | Suelo | 19.4 | 28.9 | 16.5 | 6.9 | 10.8 | 25.6 |
| | Subsuelo | 86.7 | 21.9 | 24.7 | 6.3 | 2.4 | 11.9 |
| TOTAL | | 106.1 | 50.8 | 41.2 | 13.2 | 13.2 | 37.5 |
| Carbono Orgánico | Suelo | 6.2 | 6.8 | 4.1 | 3.3 | 10.1 | 6.0 |
| | Subsuelo | 5.1 | 1.8 | 1.9 | 3.6 | 3.3 | 1.0 |
| TOTAL | | 11.3 | 8.6 | 6.0 | 6.9 | 13.4 | 7.0 |

con horizontes petrocálcicos muy desarrollados y profundos: el muestreo se extendió todo lo posible con objeto de tener un perfil completo de distribución de Carbonatos.

Se tabula, en primer lugar, la cantidad de Carbonato Cálcico equivalente porque es la cantidad primaria a partir de la cual se puede hacer una valoración del Carbono Inorgánico almacenado en el suelo por fenómenos edáficos. Lógicamente en los suelos, en particular en los del área, existe una cantidad importante de Carbonatos heredados presentes en los materiales antes de iniciarse cualquier proceso de edafización. En principio se excluye por tanto de esta magnitud los Carbonatos presentes en fracciones gruesas (> 2mm). Se supone que los Carbonatos se depositan principalmente en la fracción tierra fina, al menos en los materiales no cementados. Sin embargo, con frecuencia existen Carbonatos de origen edáfico formando recubrimientos, pedúnculos, etc. sobre las gravas. No se ha intentado hacer una valoración de estos Carbonatos, suponiendo que cuando estos recubrimientos son delgados representan un volumen relativamente pequeño con respecto al de la tierra fina total. La valoración de éste tipo de carbonatos plantea un problema actualmente no resuelto.

En el caso de suelos con horizontes cementados (costras) se ha considerado tierra fina la matriz

calcárea, con exclusión de los fragmentos gruesos (gravas y piedras de origen claramente heredado), como ya se explicó en el capítulo de métodos.

Un segundo filtrado que hay que efectuar para valorar el Carbonato de origen edáfico, es la eliminación de este concepto de la fracción dolomítica. Aunque se ha descrito ocasionalmente la precipitación de este mineral en suelos, es de común aceptación que este es un fenómeno raro en este ámbito⁴. La determinación de Dolomita en tierra fina no presenta ningún problema, y en principio es fácil excluirla del Carbonato edáfico. La Calcita es pues el candidato que nos queda para efectuar la valoración del mismo. La separación del Carbono Inorgánico edáfico del no edáfico se ha hecho en base a las proporciones de ambos componentes que se deduce del estudio de los isótopos estables, expuesto en la Tabla 4.7. Estas proporciones se han aplicado de forma individualizada a cada una de las Unidades Geomorfológicas, excepto para la Unidad "Otras", en la que se ha utilizado el valor promedio obtenido del resto de las unidades.

Al enjuiciar las cantidades relativas de cada uno de los componentes recogidos en la Tabla 4.17 en lo que se refiere al suelo y subsuelo, hay que tener en cuenta que una cantidad mayor en el subsuelo no implica necesariamente el que haya una traslocación del mismo o un cambio de composición litológica en profundidad, sino que puede ser producto simplemente de los espesores medios de ambas capas (suelo y subsuelo). Así por ejemplo, vemos que en los badlands (S₄) la Calcita es el doble en el subsuelo que en el suelo, lo que podría inducir a pensar que los regosoles, que son los suelos dominantes en esta Unidad, poseen un subsuelo más calcáreo. Esto no es así. Lo que ocurre es que en la convención utilizada para diferenciar suelo y subsuelo, se ha considerado suelo sólo los primeros 40 cm superficiales, es decir una cuarta parte del espesor medio total de los cortes (160 cm), por lo que la relación de cantidades para un material homogéneo debería ser teóricamente de 1 (suelo) a 3 (subsuelo). En resumen, en las cantidades tabuladas están incluidos a la vez: el espesor relativo de las capas, el efecto de la litología del material original, y las traslocaciones causadas por procesos edáficos. Los aspectos relativos a estos dos últimos puntos se ven con mucha mayor claridad en los perfiles medios que se comentaron en su momento.

De todas formas comentaremos el caso de aluviales y badlands, unidades en las que dominan suelos de escaso desarrollo y en las que las relaciones de espesor suelo/subsuelo son sencillas (1:1 para los aluviales, y 1:3 para los badlands). Es curioso observar que la Dolomita, que sería un reflejo adecuado de la composición del material original, se presenta en ambas unidades aproximadamente en estas proporciones. Sin embargo parece que hubiera un enriquecimiento apreciable de Calcita, que podría interpretarse como un indicio de edafización incipiente, proviniendo el enriquecimiento en Carbonato Cálcico, bien sea del aporte eólico o bien del truncamiento por erosión de horizontes superficiales que son los que se decalcifican en primer lugar.

En el caso de la superficie S₁ (glacis antiguo), la proporción de espesores de suelo y subsuelo es aproximadamente de 40 frente a 200 (es decir, 1:5). La proporción que presenta la Dolomita es mucho más baja. Esto podría indicar que en las superficies antiguas la Dolomita tiende finalmente a empobrecerse por disolución. El empobrecimiento sería relativamente mayor que el de la Calcita porque esta vuelve a reprecipitar, en parte, dentro del suelo (recuérdese que en la convención utilizada el suelo incluye los 10 cm del horizonte petrocálcico).

Se puede comprobar que en la mayoría de las unidades el Carbono Inorgánico total, incluyendo tanto el edáfico como el no edáfico, oscila entre 72 y 78 kg m⁻², excepto en las unidades S₁ (glacis

⁴ La nota 2 del presente Capítulo aporta algunas referencias sobre el tema.

antiguos, que tiene valores netamente más altos (142 kg m^{-2}), y S_4 (badlands) que son netamente más bajos (44 kg m^{-2}). En el caso de los badlands el valor bajo refleja una litología diferente, más pobre en carbonatos. En el caso de la superficie S_1 puede influir el efecto tanto de la litología como el de acumulación de Carbonato edáfico a lo largo del tiempo, ya que se trata de una superficie muy antigua. En efecto, si nos fijamos en el total del Carbono Inorgánico no edáfico vemos que el contraste de la superficie S_1 con las demás es inexistente. Curiosamente las cantidades más altas de Carbono Inorgánico no edáfico están incluidas en las Unidad aluvial (S_5), que contiene 64 kg m^{-2} , mientras el resto de las unidades oscilan entre 22 y 36 kg m^{-2} . La Unidad S_5 es el prototipo de Unidad en la que son escasos los fenómenos de edafización. Quizá por ello el Carbono Inorgánico no edáfico es alto debido a que podría considerarse una fracción residual que puede desaparecer del perfil por lixiviación. Por lo que respecta al Carbono Inorgánico edáfico, el valor máximo (106 kg m^{-2}) corresponde a la Unidad S_1 , y desciende a 51 kg m^{-2} en la superficie S_2 , a 41 kg m^{-2} en la superficie S_3 , y finalmente a 13 kg m^{-2} en aluviales y badlands, lo que sugiere una secuencia decreciente con la edad de la superficie. La Unidad "Otras" presenta cantidades intermedias, pero este valor no es muy indicativo, dada la heterogeneidad de la Unidad y la manera en que se ha derivado el coeficiente de corrección isotópico.

El Carbono Orgánico contenido en el suelo está comprendido entre 3 y 10 kg m^{-2} . Siendo el

| TABLA 4.18: CONTENIDOS DE CARBONO POR UNIDADES GEOMORFOLOGICAS Y PERFILES HOMOGENEIZADOS A 2 m (Kg/m²). | | | | | | | |
|---|----------|--------------------------|-------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|
| | | UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | | | | | |
| | | S_1 ("glacis") | S_2 | S_3 | S_4 (badlands) | S_5 (aluviales) | Otras |
| Superficie (Km ²) | | 921 | 405 | 29 | 791 | 273 | 898 |
| Prof. media perf. (cm) | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Prof. media suelo(cm) | | 37 | 77 | 23 | 40 | 100 | 86 |
| Prof. media subs. (cm) | | 163 | 123 | 177 | 160 | 100 | 114 |
| Nº de perfiles | | 32 | 18 | 3 | 11 | 9 | 8 |
| CaCO ₃ equivalente | Suelo | 253.3 | 463.8 | 236.1 | 196.6 | 539.0 | 404.7 |
| | Subsuelo | 1277.5 | 572.4 | 925.8 | 608.3 | 553.8 | 641.1 |
| Dolomita | Suelo | 35.4 | 137.3 | 17.2 | 65.6 | 161.2 | 29.6 |
| | Subsuelo | 426.9 | 185.9 | 381.4 | 246.9 | 213.2 | 305.8 |
| Calcita | Suelo | 211.0 | 316.5 | 217.4 | 125.4 | 364.2 | 372.6 |
| | Subsuelo | 813.1 | 372.3 | 512.4 | 343.5 | 327.5 | 309.6 |
| Carbono Inorgánico | Suelo | 25.3 | 38.0 | 26.1 | 15.1 | 43.7 | 44.7 |
| | Subsuelo | 97.6 | 44.7 | 61.5 | 41.2 | 39.3 | 37.2 |
| TOTAL | | 122.9 | 82.7 | 87.6 | 56.3 | 83.0 | 81.9 |
| Carbono Inorgánico no edáfico | Suelo | 5.9 | 9.1 | 9.6 | 8.1 | 32.9 | 19.1 |
| | Subsuelo | 25.4 | 16.3 | 31.5 | 32.1 | 36.5 | 21.1 |
| TOTAL | | 31.3 | 25.4 | 41.1 | 40.2 | 69.4 | 40.2 |
| Carbono Inorgánico edáfico | Suelo | 19.4 | 28.9 | 16.5 | 6.9 | 10.8 | 25.6 |
| | Subsuelo | 72.2 | 28.4 | 29.9 | 9.1 | 2.8 | 16.0 |
| TOTAL | | 91.6 | 57.3 | 46.4 | 16.0 | 13.6 | 41.6 |
| Carbono Orgánico | Suelo | 6.2 | 6.8 | 4.1 | 3.3 | 10.1 | 6.0 |
| | Subsuelo | 4.7 | 2.1 | 2.3 | 4.6 | 5.1 | 1.3 |
| TOTAL | | 10.9 | 8.9 | 6.4 | 7.9 | 15.2 | 7.3 |

Carbono Orgánico un componente que puede evolucionar rápidamente en el tiempo, no es de esperar que exista alguna relación entre la cantidad y la edad de los suelos: de hecho el valor máximo de 10 kg m^{-2} aparece en los aluviales, que es una Unidad que posee suelos típicamente jóvenes. El valor mínimo, por otro lado aparece en badlands, Unidad en la que la vegetación es escasa y la erosión acelerada. Como es de esperar, la mayor parte del Carbono Orgánico aparece en el suelo, pero hay que resaltar que las cantidades que aparecen en el subsuelo no son despreciables: en efecto, en la Unidad S_1 (glacis) y S_4 (badlands) las cantidades de Carbono Orgánico en suelo y subsuelo son del mismo orden. El Carbono Orgánico Total (suma del suelo y subsuelo) está comprendida entre 6 y 13 kg m^{-2} , siendo más elevado el correspondiente a los aluviales, y el mínimo a la superficie S_3 . El elevado contenido relativo de la Unidad S_1 puede achacarse precisamente al Carbono Orgánico almacenado en el subsuelo: la razón por la que esta Unidad tiene altos valores de Carbono Orgánico en el subsuelo podría ser el espesor de subsuelo considerado, especialmente alto (casi dos metros). También podría deberse al efecto retardador que un medio fuertemente calcáreo tendría sobre la tasa de mineralización de la Materia Orgánica. De todas las formas, lo que parece claro es que las cantidades de Carbono Orgánico almacenadas en el subsuelo no son en modo alguno despreciables, y sin duda este Carbono no está sustraído totalmente a variaciones inducidas por cambios climáticos. El problema de cual será el espesor de subsuelo que se debe tener en cuenta en una evaluación será, en parte, una decisión arbitraria. En la evaluación efectuada, las profundidades han venido impuestas, en gran medida, por las de los cortes disponibles. Con objeto de facilitar las comparaciones de los contenidos entre diferentes unidades, ha parecido oportuno limitar la profundidad total del corte a 2 m , profundidad que se estimó adecuada por ser factible de muestrear en una prospección y por haber abundancia de datos en la mayoría de los perfiles. En la Tabla 4.18 se dan los datos correspondientes después de haber efectuado esta corrección de profundidad. Como es lógico los valores del suelo no cambian; los del subsuelo disminuyen algo en la Unidad S_1 , y se incrementan un poco en el resto de las unidades. Las magnitudes relativas entre unidades se siguen manteniendo en su esencia.

En las Tablas 4.19 y 4.20 se dan las medias totales obtenidas a partir de los datos comentados

| | CaCO ₃ equivalente | Calcita | Dolomita | Carbono Orgánico | Carbono Inorgánico | | Carbono Total |
|----------|----------------------------------|---------|----------|---------------------|--------------------|---------|------------------|
| | | | | | Edaf | No edaf | |
| Suelo | 329.8 | 259.9 | 63.7 | 5.8 | 31.2 | | 37.0 |
| | | | | | 18.5 | 12.6 | |
| Subsuelo | 712.3 | 452.1 | 235.7 | 3.1 | 54.2 | | 57.3 |
| | | | | | 28.7 | 22.3 | |
| TOTAL | 1042.1 | 712.0 | 299.4 | 8.9 | 85.4 | | 94.3 |
| | | | | | 47.2 | 35.0 | |

anteriormente en las Tablas 4.17 y 4.18, ponderándolos por las áreas de las Unidades Geomorfológicas. Puede comprobarse que los órdenes de magnitud se mantienen en ambas Tablas, con variaciones pequeñas que afectan a los datos del subsuelo, que son algo más altos cuando la profundidad se homogeneiza a 2 m .

Según la Tabla 4.20 el Carbono Orgánico Total promedio de los suelos del área estudiada es, aproximadamente, 9.3 kg m^{-2} , de los cuales 5.8 kg m^{-2} están en el suelo y 3.5 kg m^{-2} en el subsuelo. El Carbono Orgánico del subsuelo representa un 38% del total.

TABLA 4.20: CONTENIDO TOTAL MEDIO DE LOS SUELOS DEL AREA (Espesor del corte homogeneizado a 2 m) (kg/m²).

| | CaCO ₃ equivalente | Calcita | Dolomita | Carbono Orgánico | Carbono Inorgánico | | Carbono Total |
|----------|----------------------------------|---------|----------|---------------------|--------------------|---------|------------------|
| | | | | | Edaf | No edaf | |
| Suelo | 329.8 | 259.9 | 63.7 | 5.8 | 31.2 | | 37.0 |
| | | | | | 18.5 | 12.6 | |
| Subsuelo | 732.9 | 468.4 | 303.8 | 3.5 | 56.2 | | 59.7 |
| | | | | | 26.2 | 25.7 | |
| TOTAL | 1062.7 | 728.3 | 367.4 | 9.3 | 87.4 | 38.3 | 96.7 |

Las cantidades del Carbono Inorgánico edáfico son mucho más altas que las del Orgánico (44.7 kg m⁻²), por tanto el Carbono Inorgánico edáfico es unas cinco veces mayor que el Orgánico. Al observar el reparto entre suelo-subsuelo, puede verse que la fracción del subsuelo es más importante que la del suelo (26.2 frente a 18.5 kg m⁻²) representando un 60 % del total del Carbono Inorgánico edáfico.

Los valores obtenidos concuerdan de manera aceptable con los determinados por otros autores en áreas de características asimilables a las del área estudiada (Tabla 4.21). Los datos de mayor interés son los de Schlesinger (1982) porque, además de ser los únicos disponibles para evaluar el Carbono Inorgánico en el Ciclo Global del Carbono, se realizaron en un área de clima árido-

TABLA 4.21: CARBONO CONTENIDO EN ALGUNOS TIPOS DE SUELOS COMPARABLES (kg/m²).

| Autor | Determinado en: | C.O. | C.I. |
|---------------------|-------------------|------|------|
| Bohn (1976) | yermosoles | 4.0 | |
| Post et al. (1981): | desiertos cálidos | 1.4 | |
| | desiertos fríos | 9.7 | |
| Schlesinger (1982): | Arizona (media) | 4.9 | 26.0 |
| | basaltos | 4.8 | 25.5 |
| | calizas | 6.6 | 31.0 |
| Kimble et al.(1990) | aridisoles | 4.2 | |

semiárido con diversos sustratos⁵. La cantidad de Carbono Orgánico obtenida en este estudio es algo más alta que la obtenida por Schlesinger; pero si se tiene en cuenta sólo la contenida en el suelo, la concordancia es bastante buena. En cuanto al Carbono Inorgánico la coincidencia es buena si se comparan los datos de Carbono Inorgánico edáfico. El Carbono Inorgánico Total encontrado en este estudio es, sin embargo, bastante más elevado.

En resumen, los datos obtenidos concuerdan razonablemente con los de otros autores, e implican una precisión y una contribución al panorama general del reparto del Carbono en diferentes tipos de paisajes. Los datos aportados pueden estar sujetos a mejoras: ya se vió que la metodología de muestreo puede inducir a variaciones en el resultado final, por lo que los resultados de esta Memoria deberán ser revisados en el futuro.

⁵ El citado estudio se efectuó en el estado de Arizona (EE.UU.), en una extensión de 295,000 km². Para ello, el autor seleccionó 91 perfiles de los facilitados por el Departamento de Conservación de Suelos del USDA, con profundidades del orden de 120 cm, distribuidos en una amplia gama de sustratos litológicos y de tipos de vegetación.

Llamamos la atención sobre el hecho de que en el subsuelo puede haber cantidades cuantitativamente importantes de Carbono Orgánico que normalmente no son valoradas en los perfiles convencionales. En cuanto al papel que este Carbono puede jugar en los procesos de retroalimentación climática sabemos de momento muy poco, pero la magnitud encontrada sugiere que este es un tema digno de estudio. Con respecto al Carbono Inorgánico vemos que las cantidades almacenadas en nuestras áreas semiáridas son muy altas. A diferencia del Carbono Orgánico, son poco lábiles y por tanto poco susceptibles de devolverse a la atmósfera en respuesta a las condiciones climáticas del suelo. Según Adams (1993) hay una diferencia fundamental en el modo en que el caliche y el Carbono Orgánico tienden a interactuar con la atmósfera: un reservorio Orgánico puede devolver su Carbono a la atmósfera como CO_2 cuando sufre oxidación, mientras que un reservorio de caliche tiende a meteorizarse tomando más CO_2 para formar bicarbonato cuando las condiciones climáticas lo favorezcan. Así pues, cuando un reservorio de caliche disminuye en volumen debido a la meteorización, lo hace tomando más CO_2 de la atmósfera y contribuyendo el bicarbonato resultante al sumidero oceánico, vía agua de los ríos; mientras que el reservorio de Carbono Orgánico, cuando se oxide, tenderá a devolver el Carbono a la atmósfera. Pensamos que el razonamiento de Adams también podría aplicarse al Carbonato heredado de origen no edáfico presente en los suelos, y por este motivo, esta magnitud ha sido computada en las Tablas 4.17 a 4.20. A la vista de las cantidades altas de Carbono Inorgánico Total presente en nuestros suelos (87.4 kg m^{-2}) hemos de pensar que su papel como sumidero de CO_2 atmosférico es potencialmente muy alto.

Otro aspecto importante a tener en cuenta al enjuiciar el Carbono Inorgánico de origen edáfico, es que constituye una huella del papel jugado por el suelo como sumidero de carbónico en tiempos pasados que, en principio, debería permitir efectuar una valoración del ritmo de absorción de carbónico atmosférico por parte del suelo. Si comparamos en la Tabla 4.17 los valores de Carbono Inorgánico edáfico de la superficie más antigua (S_1), con la de las superficies más moderna y más asimilable a ella por su litología (S_5), vemos que hay una diferencia de 100 kg m^{-2} . Suponiendo una edad de 200,000 años para la superficie S_1 , esto daría un ritmo de acumulación de Carbono Inorgánico de $0.5 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Los datos que se deducen de la modelización suministran un valor de Carbonato Cálcico de $9.4 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, que equivale a $1.13 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ de Carbono Inorgánico, pero con escorrentía nula. Si aceptamos para la lluvia útil un valor del 20 % (Diputación Provincial de Granada-ITGE, 1990), el número suministrado habría que reducirlo en una proporción similar, y quedaría en $0.23 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, valor algo lejano de los $0.5 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Estas discrepancias pueden deberse a:

- Error en el modelo (aún en período experimental).
- Imprecisión en la evaluación de la precipitación eficaz.
- Falsa estimación del ritmo de erosión del paisaje⁶.
- Imprecisión en la valoración de la proporción del Carbono Inorgánico edáfico.
- Incertidumbres en la datación de las superficies.

Por tanto, en el estado actual de conocimientos, sólo se puede aventurar una valoración aproximada del ritmo de deposición del Carbono Inorgánico en suelos.

⁶ En el modelo se ha supuesto un ritmo de erosión de $5 \text{ mm}/1000$ años, mientras que en Vera (1994) el ritmo de denudación de los continentes, considerando roca dura (densidad aparente 2.5 g/cc), sería de $50 \text{ mm}/1000$ años, equivalente a $100 \text{ mm}/1000$ años para un suelo con densidad media 1.2 g/cc .

5. CONCLUSIONES.

5. CONCLUSIONES.

1. Los suelos del área contienen un promedio de 9.3 kg m^{-2} de Carbono Orgánico hasta una profundidad de 2 m, de los cuales 5.8 kg m^{-2} están en el suelo y 3.5 kg m^{-2} en el subsuelo (hasta 2 m de profundidad).
2. Las cantidades de Carbono Orgánico encontradas en el subsuelo son muy elevadas en relación al contenido total. Por tanto consideramos que su correcta evaluación en el futuro es un tema relevante.
3. El Carbono Inorgánico presente en los cortes estudiados, hasta 2 m de profundidad, es de 87.4 kg m^{-2} , de los cuales 31.2 kg m^{-2} se encuentran en el suelo, y 56.2 kg m^{-2} en el subsuelo.
4. El estudio de los isótopos estables del C y del O contenidos en los carbonatos de los suelos pone de manifiesto que el poder discriminante del $\delta^{13}\text{C}$ es mucho mayor que el del $\delta^{18}\text{O}$. Los carbonatos netamente edáficos tienen un $\delta^{13}\text{C}$ alrededor de -8.0 ‰ , mientras que en los carbonatos no edáficos el $\delta^{13}\text{C}$ está comprendido entre -4.0 y $+2.5 \text{ ‰}$.
5. En función de la composición isotópica de la tierra fina de los suelos, se puede estimar que el porcentaje de Carbono Inorgánico de origen edáfico frente al Carbono Inorgánico Total varía entre 25 % para los aluviales recientes y 76 % para los suelos de los glaciares antiguos.
6. El contenido en Carbono Inorgánico edáfico de los suelos del área hasta una profundidad de 2 m, se puede estimar según razonamientos basados en la composición isotópica, en 44.7 kg m^{-2} , de los cuales 18.5 kg m^{-2} están en el suelo y 26.2 kg m^{-2} en el subsuelo.
7. La estrategia de muestreo puede introducir errores importantes en la estimación. Una estimación más fiable exigiría la utilización de sondeos más profundos que los habituales (por ejemplo 2 m) siguiendo un esquema de muestreo aleatorio o sistemático. Los valores presentados en esta Memoria tienen carácter orientativo.
8. La modelización con ordenador del proceso de traslocación de carbonatos puede arrojar mucha luz sobre la comprensión del funcionamiento del suelo como sumidero de CO_2 . Los resultados obtenidos hasta el presente sugieren que la iluviación de carbonatos en zonas profundas en materiales originales con texturas groseras puede ser muy importante, sobre todo en las primeras etapas de edafización. La acumulación de horizontes potentes de carbonatos exige períodos prolongados de tiempo.
9. De la comparación de los contenidos de Carbono Inorgánico edáfico en superficies antiguas y recientes, así como de los resultados de modelización con ordenador, se infiere que el ritmo de acumulación de Carbono en el suelo puede estar entre 0.25 y $0.5 \text{ gr m}^{-2} \text{ año}^{-1}$.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

6.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Abdeljaouad, S. (1984): "Encroûtements calcitiques et dolomitiques éocènes du Sud-tunisien; genèse dans le contexte sédimentaire local". 5th Eur. reg. meeting of Sedimentology, Marseille, pp.2-3.

Adams, J.M. (1993): "Caliche and the Carbon Cycle". Scientific correspondence, Nature, 361, pp.213-214.

Agronomy n° 9 (1982): "Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties". Ed. Page, A.L., 550 pp.

Agustí J. (1985): "Bioestratigrafía de los depósitos Plio-Pleistocenos de la Depresión de Guadix-Baza (Prov. Granada)". Paleontologia i Evolució, 18, pp.13-18.

Ahmad, I. (1978): "A water budget approach to the prediction of caliche depths". Publ. Climatol., 31, pp.1-53.

Ajtay, G.L., Ketner, P., Duvigneaud, P. (1979): "Terrestrial primary productivity and phytomass". The Global Carbon Cycle, SCOPE 13, ed. B. Bolin, Degens, E.T., Kempe, S. and P. Ketner, Wiley and Sons, New York, pp.129-181.

Alonso Diago, M.A. (1989): "La sedimentación continental plio-pleistocena en la zona occidental de la Depresión de Guadix-Baza. Evolución geodinámica". Geología y paleontología de la cuenca Guadix-Baza, ed. M.T. Alberdi y F.P. Bonadonna, pp.53-78.

Anadón, P, Juliá, R., Deckker, P., Rosso, J.C., Solulié-Marsche, I. (1987): "Contribución a la paleolimnología del Pleistoceno inferior de la cuenca de Baza (sector de Orce-Venta Micena)". Paleontologia i Evolució, Mem. Esp. 1, pp.35-72.

Arkley, R.J. (1963): "Calculation of Carbonate and water movement in soil from climatic data". Soil Science, 96, pp.239-248

Baes, C.F., Goeller, H.E., Olson, J.S., Rotty, R.M. (1976): "The global carbon dioxide problem". Rep. NTIS ORNL-5194, 72 pp., Oak Ridge National Laboratory.

Barahona, E., Linares, J. (1979): "Sobre la coexistencia de procesos edáficos y geomorfológicos". Anales de Edafología y Agrobiología, 38, pp.2039-2046.

Barnola, J.M., Raynaud, D., Korotkevich, Y.S., Lorius, C. (1987): "Vostok ice core provides 160,000-year record of atmospheric CO₂". Nature, 329, pp.408-413.

Bazilevich, N.I. (1974): "Energy flow and biological regularities of the world ecosystems". First International Congress of Ecology, ed. Cave J., pp.47-51.

Berner, R.A., Lasaga, A.C., (1989): "Modelización del ciclo geoquímico del Carbono". Investigación y Ciencia, 152, pp.54-62.

Berner, R.A. (1994): "Geocarb II: A revised model of atmospheric CO₂ over Phanerozoic time".

American Journal of Science, 294, pp.56-91.

Birot, P. (1953): "Nota sobre la evolución morfológica de las cadenas béticas centrales". Estudios Geográficos, pp.67-74.

Birot, P., Solé-Sabaris, L. (1959): "Recherhes sur la morphologie du Sud-Est de l'Espagne". Revue de Geographie Pyreñenne et du SE, 30, pp.209-284.

Bohn, H.L. (1976): "Estimate of organic carbon in world soils". Soil Science Society of American Journal, 40, pp. 468-470.

Bohn, H.L. (1982): "Estimate of organic carbon in world soils: II". Soil Science Society of American Journal, 46, pp. 1118-1119.

Bohn, H.L. (1990): "Considerations for modelling Carbon interactions between soil and Atmosphere". Soils and the greenhouse effect, ed. A.F. Bowman, Wageningen, pp.391-399.

Bolin, B. (1970): "The Carbon Cycle". Scientific American, 223, pp.125-132.

Bolin, B., Degens, E.T., Duvigneaud, P., Kempe, S. (1979): "The global biogeochemical carbon cycle". The global Carbon Cycle, SCOPE 13, ed. B. Bolin, Degens, E.T., Kempe, S. and P. Ketner, Wiley and Sons, New York, pp.1-53.

Botella, M., Marqués, I., de Benito, A., Ruiz, A., Delgado, M.T. (1976): "La excavación y sus resultados arqueológicos". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 1, pp.25-44.

Bowman, A.F., Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G. (1982): "Soil Carbon pools and world life zones". Nature, 298, pp. 156-159.

Bowman, A.F. (1990): "Exchange of Greenhouse gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere". Soils and the greenhouse effect, ed. A.F. Bowman, Wageningen, pp.61-127.

Bruijn, H. (1974): "The Rusciniem Rodent succession in Southern Spain and its implications for the biostratigraphic correlation of Europe and North Africa". Senckerbergiana lethaca, 55, 435-443.

Brunnacker, Lozer (1969): "Löb-Vorkommen in Südestspanien" Zeitschrift für Geomorphologie, 13, pp.297-316.

Bui, E.N., Loeppert, R.H., Wilding, L.P. (1990): "Carbonate Phases in calcareous soils of the Western United States". Soil Science Society of American Journal, 54, pp. 39-45.

Bull, W.B. (1991): "Geomorphic responses to Climatic Change". Oxford Univ. Press, 326 pp.

Buringh, P. (1984): "Organic carbon in soils of the world". The role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle: Measurement by Remote Sensing, SCOPE 23, ed. G.M. Woodwell, Wiley and Sons, New York, pp.91-109.

Cano García, G.M. (1975): "Un ejemplo de Karst macánico en rocas blandas: Las torcas de Guadix". Estudios Geográficos, libro homenaje a Prof. M.Terán, XXXVI, pp.247-263.

- Casas Morales, A. (1949): "La estación prehistórica de los Baños de Alicún (Granada)". Actas y Memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria, 24, pp.85-93.
- Casas Morales, A. (1950): "El Paleolítico de los Baños de Alicún". I Congreso Nacional de Arqueología, pp.45-48.
- Casas, J., Peña, J.A., Vera, J.A. (1976): "Interpretación geológica y estratigráfica del yacimiento de la Solana del Zamborino". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 1, pp.5-15.
- Cerling, T.E. (1984): "The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate". Earth Planetary Science Letter, 71, pp.229-240.
- CHG (1994): Base de datos correspondientes a la presa del Negratín. Granada.
- Craig, H. (1957): "Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectroscopic analysis of carbon dioxide". Geochimica et Cosmochimica Acta, 12, pp.133-144.
- CSIC (1980): "Mapas de suelos y vegetación de la provincia de Granada". 2 Mapas, memoria 126 pp.
- CSIC-IARA (1988): "Mapa de suelos de Andalucía". 1 Mapa, memoria 95 pp.
- Cuevas, F., Martín Penela, A., Rodríguez Fernández, J., Sanz de Galdeano, C., Vera, J.A. (1984): "Première datation du Turolien à la base de la Formation de Guadix (Secteur d'Abla, Espagne)". Geobios, 17, pp.355-361.
- Díaz Hernández, J.L., Martín Martín, M., Afonso Marrero, J., McCutcheon, P.T. y Juliá, R. (en prensa): "Travertine platforms and canals of Alicún (Granada, Spain): Their implication on upper Pleistocene basin evolution and early Neolithic water management".
- Díaz Hernández, J.L., Miranda Hernández, J.M. (en prensa): "Tasas de deposición de polvo atmosférico en un área semiárida del Mediterráneo Occidental".
- Diputación Provincial de Granada-ITGE (1990): "Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada". 4 Mapas, memoria 107 pp.
- Drasche, R. Von (1879): "Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada". Boletín y Comunicados del Mapa Geológico de España. T. VI, pp.353-388.
- Dudley, L.M., Wagenet, R.J., Jurinak, J.J. (1981): "Description of soil chemistry during transient solute transport". Water Resources Research, 17, pp.1498-1504.
- Epstein, S., Graf, D.L., Degens, E.T. (1964): "Oxygen isotope studies on the origin of dolomites". Craig, H., Miller, S.L., Wasserburg, G.J. eds. Isotopic and cosmic chemistry. North Holland Publishing Co. Amsterdam, pp.169-180.
- Eswaran, H., Van den Berg, E., Reich, P. (1993): "Organic Carbon in soils of the World". Soil Science Society of American Journal, 57, pp.192-194.

- Fallot, P., Faure-Muret, A., Fontboté, J.M. (1967): "Observations sur la Formation de Guadix". Boletín del IGME, Madrid. T. LXXVIII: pp.1-48.
- FAO-UNESCO (1974): "Soil map of the world". Escala 1:5,000,000. UNESCO. Paris.
- FAO-UNESCO (1988): "Soil map of the world. Revised legend". Escala 1:5,000,000. UNESCO. Roma.
- Fisher, A.G. (1984): "The two Phanerozoic supercycles". Catastrophes and Earth history, Princeton Univ. Press. En Berner, R.A. and Lasaga, A.C., Investigación y Ciencia, 152, pp.54-62.
- Foster Flint, R.(1971): "Glacial and Quaternary Geology". Wiley and Sons, New York, 892 pp.
- Gile, L.H. (1961): "A classification of ca horizons in soils of a desert region, Doña Ana County, New Mexico". Soil Science Society Proceedings, 25, pp.52-61.
- Gile, L.H., Peterson, F.F., Grossman, R.B. (1965): "The K horizon: A master soil horizon of carbonate accumulation". Soil Science, 99, pp.74-82.
- Gile, L.H., Peterson, F.F., Grossman, R.B. (1966): "Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in deserts soils". Soil Science, 101, pp.347-360.
- Gómez-Miguel, V. (1987): "Clasificación morfogenética de las acumulaciones calizas". Anales de Edafología y Agrobiología, t.XLVI, pp.357-375.
- González Rebollar, J.L., García Alvarez, A., Ibáñez, J.J. (1995): "A mathematical model for predicting the impact of climate changes on Mediterranean plant landscapes". Climate change research: Evaluation and policy implications. International Climate Change Research Conference, Maastricht, pp.757-762.
- Goudriaan, J. (1990): "Atmospheric CO₂, global carbon fluxes and the biosphere". En: Rabbinge, R., Goudriaan, J., Keulen, H. van, Penning de Vries, F.W.T., and Laar, H.H. van (eds.), Theoretical Production Ecology: Reflections and prospects. Pp. 17-40. Pudoc, Wageningen.
- Goy, J.L., Zazo, C., Dabrio, C.J., Hoyos, M., Civis, J. (1989): "Geomorfología y evolución dinámica del sector suroriental de la cuenca de Guadix-Baza (área Baza-Caniles)". Trabajos sobre el Neógeno-Cuaternario nº 11, pp.97-111.
- Grupo de Trabajo de Normalización de Métodos Analíticos (1982): "Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. IV. Determinación de Carbonatos totales y Caliza activa". I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, t.I, pp.53-67.
- Guerra-Merchán, A. (1990): "Sobre la conexión entre la Depresión de Guadix-Baza y el Corredor del Almanzora. (Cordilleras Béticas, Andalucía Oriental)". Geogaceta nº 8, pp.97-99.
- Guillamon, F.G. (1933): "El clima de Granada". 71 pp.
- Hansen, J., Lebedeff, S. (1987): "Global trends of measured surface air temperature". Journal of Geophysical Research, 92, pp.13345-13372.

- Hillel, D. (1980): "Fundamentals of Soil Physics". Academic Press, New York, 413 pp.
- Hoefs, J. (1980): "Stable isotope geochemistry". Springer Verlag, New York, 141 pp.
- Houghton, R.A., Woodwell, G.M. (1989): "Cambio climático global". Investigación y Ciencia , 153, pp.8-17.
- ICONA: Hojas 951, 973, 994 y 1011 a escala 1:100,000, Proyecto LUCDEME.
- ITGE: Hojas 930, 951, 973, 992, 993, 994, 1010, 1011, 1012 y 1028 a escala 1:50.000, Proyecto MAGNA.
- INIA (1989): "Caracterización agroclimática de de la Provincia de Granada". Ediciones de la Secretaría General Técnica del MAPA, 197 pp.
- INM (1995): Base de datos del Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Oriental. Málaga.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1990): "The IPCC Scientific Assessment". Eds. Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J.. Cambridge Univ. Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1994): "Radiative forcing of climatic change. The 1994 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC". Eds. Bolin, B., Houghton, J., Meira, L.G..
- Iriarte Mayo, A. (1986): "Prospección estadística de propiedades y composición de los suelos de la Depresión de Guadix-Baza". Tesis de licenciatura, Universidad de Granada, 151 pp.
- Jacoby, G.C., D'Arrigo, R., Davaajamts, T. (1996): "Mongolian tree rings and 20th century warming". Science, 273, pp.771-773.
- Jones, P.D., Wigley, T.M.L. (1990): "Tendencias hacia el calentamiento global". Investigación y Ciencia, 169, pp.118-135.
- Jones, P.D., Wigley, T.M.L., Wright, P.B. (1986): "Global temperature variations between 1861 and 1984". Nature, 322, pp.430-434.
- Jouzel, J., Lorius, C., Petit, J.R., Genthon, C., Barkov, N.I., Kotlyakov, V.M., Petrov, V.M. (1987): "Vostok ice core: a continuous isotope temperature record over the last climate cycle (160,000 years)". Nature, 329, pp.403-408.
- Keeling, C.D. (1983): "The global carbon cycle: What we know and could know from atmospheric, biospheric and oceanic observations". Proceedings of Carbon Dioxide Research Conference: Carbon Dioxide, Science and Consensus, Berkeley Springs, West Virginia, pp. II.4-II.62, U.S. Department of Energy, Washington, D.C.
- Lázaro Suau, R., González Rebollar, J.L. (1988): "Aproximación al estudio del paisaje vegetal almeriense por medio de la cuantificación fitoclimática. I". Libro homenaje a P. Monserrat, pp.617-626.

- Lhenaff, R. (1981): "Recherches Géomorphologiques dans les Cordillères Bétiques centro-occidentales". Th. doct. Univ. Lille. 2 t., 700 pp.
- Lorius, C., Jouzel, J., Ritz, C., Merlivat, L., Barkov, N.I., Korotkevich, Y.S., Kotlyakov, V.M. (1985): "A 150,000-year climatic record from Antarctic ice". *Nature*, 316, pp.591-596.
- McCrea, J.M. (1950): "On the isotopic chemistry of carbonates and paleotemperature scale". *Journal of Chemistry Physics*, 18, pp. 169-180.
- Magaritz, M., Amiel, A.J. (1980): "Calcium carbonate in a calcareous soil from the Jordan valley, Israel: Its origin as revealed by the stable carbon isotope method". *Soil Science Society of American Journal*, 44, pp.1059-1062.
- Martín, A., Luna del Castillo, J. (1990): "Bioestadística para las Ciencias de la Salud". Ed. Norma, 622 pp.
- Martín Penela, J. (1976): "Paleontología de los Equidae, Rhinocerotidae y Elephantidae del yacimiento de la Solana del Zamborino (Fonelas, Granada)". Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada, 180 pp.
- Martín Penela, A.J. (1988): "Los grandes mamíferos del yacimiento Achelense de la Solana del Zamborino, Fonelas (Granada). España". *Antropología y paleoecología humana*, nº 5., Diputación Provincial de Granada, 200 pp.
- Martinson, D.G., Pisias, N.G., Hays, J.D., Imbrie, J., Moore, T.C., Shackleton, N.J. (1987): "Age dating and orbital theory of the Ice ages: Development of a high-resolution 0 to 300,000-year chronostratigraphy". *Quaternary Research*, 27, pp.1-29.
- MAPA (1986): "Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación". 408 pp.
- Marion, G.M., Schlesinger, W.H., Fonteyn, P.J. (1985): "Caldep: A regional model for soil CaCO₃ (Caliche) deposition in Southwestern deserts". *Soil Science*, 139, pp.468-481.
- Mayer, L., McFadden, L.D., Harden, J.W. (1988): "Distribution of calcium carbonate in deserts soils: A model". *Geology*, 16, pp.303-306.
- Peña, J.A. (1985): "La Depresión de Guadix-Baza". *Estudios Geológicos*. Madrid. t. 41, pp. 33-46.
- Pielou, E.C. (1982): "Biogeography". Wiley and Sons, New York.
- Porta, J. (1976): "Estudio preliminar sobre la fauna de la 'Solana del Zamborino'". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 1, pp.17-23.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Roquero, C. (1994): "Edafología". Ed. Mundiprensa, 807 pp.
- Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G. (1982a): "Soil Carbon pools and world life zones". *Nature*, 298, pp.156-159.

- Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G. (1982b): "Summaries of soil carbon storage in world life zones". Global Dynamics of Biospheric Carbon, CONF-8108131, ed. S. Brown, pp.131-139.
- Prentice, K.C., Fung, I.Y. (1990): "The sensitivity of terrestrial carbon storage to climate change". Nature, 346, pp. 48-51.
- Rabenhorst, M.C., Wilding, L.P., West, L.T. (1984): "Identification of pedogenic carbonates using stable Carbon isotope and microfabric analyses". Soil Science Society of American Journal, 48, pp.125-132.
- Revelle, R. (1982): "Dióxido de Carbono y clima mundial". Investigación y Ciencia, 73, pp.10-19.
- Richards, L.A. (1965): "Physical condition of water in soil". En: Methods of soil analysis, Agronomy 9. American Society of Agronomy, Ed. C.A. Black, Madison, Wis., pp.128-152.
- Robbins, C.W., Wagenet, R.J., Jurinak, J.J. (1980): "A combined salt transport-chemical equilibrium model for calcareous and gypsiferous soils". Soil Science Society of American Journal, 44, pp.1191-1194.
- Rodríguez Fernández, J. (1982): "El Mioceno del Sector Central de las Cordilleras Béticas". Tesis Doctoral de la Universidad de Granada, 224 pp.
- Romero Díaz, M.A. (1989): "Las cuencas de los Ríos Castril y Guardal (cabecera del Guadalquivir). Estudio hidrogeomorfológico". Ed. Excmo. Aytmo. de Huéscar (Granada)-Univ. de Murcia.
- Roselló Verger, V.M. (1970): "Clima y morfología pleistocena en el litoral mediterráneo español". Papeles del Departamento de Geografía, Murcia, 2, pp. 79-108.
- Rosenbaum, J., Sheppard, S.M. (1986): "An isotopic study of siderites, dolomites and ankerites at high temperatures". Geochimica et Cosmochimica Acta, 50, pp. 1147-1150.
- Ruiz-Bustos, A., Sesé, C., Dabrio, C.J., Peña, J.A., Padial, J. (1984): "Geología y fauna de micromamíferos del nuevo yacimiento del Plioceno inferior de Gorafe A (Depresión de Guadix-Baza)". Estudios Geológicos, 40, pp.231-241.
- Ruiz-Bustos, A. (1991): "Hacia una cronología del Cuaternario continental Ibérico. Cuestiones básicas a considerar". Raña, 10.
- Ruiz-Bustos, A. (1997): "Características biostratigráficas y paleoecológicas que implican los mamíferos cuaternarios en las cuencas de la Cordillera Bética". Cuaternario Ibérico, pp.283-296.
- Salomons, W., Mook, W.G. (1976): "Isotope geochemistry of carbonate dissolution and reprecipitation in soils". Soil Science, 122, pp.15-24.
- Sanz Toro, B. (1995): "Estudio de la vegetación y su relación con la lluvia polínica actual en la Hoya de Baza". Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada.

- Schlesinger, W.H. (1977): "Carbon balance in terrestrial detritus". *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 8, pp.51-81.
- Schlesinger, W.H. (1982): "Carbon storage in the caliche of arid soils: A case of study from Arizona". *Soil Science*, 133, pp.247-255.
- Schlesinger, W.H. (1984): "Soil organic matter: a source of atmospheric CO₂" *The role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle: Measurement by Remote Sensing*, SCOPE 23, ed. G.M. Woodwell, Wiley and Sons, New York, pp.111-127.
- Schlesinger, W.H. (1985): "The formation of caliche in soils of the Mojave Desert, California". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49, pp.57-66.
- Schneider, S.H. (1987): "Modelos climáticos". *Investigación y Ciencia*, 130, pp.40-48.
- Sherman, G.D., Schultz, F., Alway, F.J. (1962): "Dolomitization in soils of the Red River valley, Minnesota". *Soil Science*, 94, pp.304-313.
- Siegert (1905): "Das Becken von Guadix und Baza". *Zeitschrift Gessell fur Erkunde*, Berlin, pp.525-554 y 586-614.
- Siegenthaler, U., Sarmiento, J.L. (1993): "Atmospheric carbon dioxide and the ocean". *Nature*, 365, pp.119-125.
- Sinclair, J. (1991): "Global Warming: a vicious circle". *Our Planet*, 3, 1, pp.4-7.
- Sobecki, T.M., Karathanasis, A.D. (1987): "Quantification and compositional characterization of pedogenic calcite and dolomite in calcic horizons of selected aquolls". *Soil Science Society of American Journal*, 51, pp. 683-690.
- Soil Survey Staff (1975): "Soil Taxonomy: A basic system of Soil Classification for making and interpreting Soil Surveys". Soil Conservation Service, U.S. Dep. of Agriculture, Agriculture Handbook n° 436, 754 pp.
- Soil Survey Staff (1994): "Keys to Soil Taxonomy". Soil Conservation Service, U.S. Dep. of Agriculture, 305 pp.
- Soria, J.M., Durán, J.J. (1988): "Sedimentación en Cueva Horá (Sierra Harana, Granada): Implicaciones neotectónicas y significado regional". *II Congreso Geológico de España, Comunicaciones*, t.1, pp 407-413.
- Soria F.J., López Garrido, A.C., Vera, J.A. (1987): "Análisis estratigráfico y sedimentológico de los depósitos neógeno-cuaternarios en el sector de Orce (depresión de Guadix-Baza)". *Paleontología i Evolució*, Mem. Esp. 1, pp.11-34.
- St. Arnaud (1979): "Nature and distribution of secondary soil carbonates within landscapes in relation to soluble Mg⁺⁺/Ca⁺⁺ ratios". *Canadian Journal of Soil Science*, 59, pp. 87-98.
- Suárez Cardona, F., Sainz Ollero, H., Santos Martínez, T., González Bernáldez, F. (1991): "Las estepas ibéricas". *Unidades Temáticas Ambientales de la Secretaría de Estado, MOPT*, 160 pp.

- Sundsquist, E.T. (1985): "Geological perspectives on Carbon Dioxide and the Carbon Cycle". Geophysical Monograph 32, American Geophysical Union, 627 pp.
- Thornes, J.B. and Gilman, A. (1983): "Potential and actual erosion around archaeological sites in southeast Spain". *Catena Supp.* 4 (Rainfall Simulation runoff and Soil erosion), 4, pp.91-113.
- Tyurin, I.V. (1931): "A new modification of the volumetric method of determining soil organic matter by means of chromic acid". *Pochvovedenie* 26, 36-47.
- USDA-SCS (1967): "Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples". Soil Survey Investigations Rep. 1, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Vasconcelos, C., McKenzie, J.A., Bernasconi, S., Grujic, D., Tien, A.J. (1995): "Microbial mediation as a possible mechanism for natural dolomite formation at low temperatures". *Nature*, 377, pp.220-222.
- Vera (1968): "El Mioceno del borde SW de la Depresión de Guadix". *Acta Geológica Hispánica*, 3, pp.124-127.
- Vera (1970 a): "Facies del Plioceno de la Depresión de Guadix-Baza". *Cuadernos de Geología de la Universidad de Granada*, t. 1, vol. 1, pp. 23-25.
- Vera (1970 b): "Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza". *Boletín del IGME*. Madrid. T.LXXXI (5), pp.429-462.
- Vera, J.A. (1994): "Estratigrafía. Principios y métodos". Ed. Rueda, 806 pp.
- Viseras, C., Fernández, J. (1988): "Las brechas del Río Gor: Una nueva Formación del Neógeno de la Depresión de Guadix (Cordilleras Béticas)". *II Congreso Geológico de España, Comunicaciones*, vol. 1, pp.221-224.
- Viseras, C. (1991): "Estratigrafía y sedimentología del relleno aluvial de la Cuenca de Guadix (Cordilleras Béticas)". Tesis doctoral, Universidad de Granada, 327 pp.
- Walker, J.C.G., Hays, P.B., Kasting, J.F. (1981): "A negative feedback mechanism for the long-term stabilization of Earth's surface temperature". *Journal of Geophysical Research*, v.86, pp.9776-9782.
- Walkley, A., Black, I.A. (1934): "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". *Soil Science*, 37, pp.29-38.
- West, L.T., Drees, L.R., Wilding, L.P., Rabenhorst, M.C. (1988): "Differentiation of pedogenic and lithogenic carbonate forms in Texas". *Geoderma*, 43, pp.271-287.
- Wilde, S.A. (1958): "Forest soils: Their properties and relation to silviculture". Ed. Ronald, 537 pp.
- Wise, S.M., Thornes, J.B. and Gilman, A. (1982): "How old are the badlands?. A case of study

Referencias bibliográficas.

from south-east Spain”. En: Badland Geomorphology and piping. Ed. Bryan, R., and Yair, A., pp.259-277.

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C., Botkin, D.B. (1978): “The biota and world carbon budget”. *Science*, 199, pp.141-146.

Wright, V.P., Tucker, M.E. (1991): “Calcretes”. Blackwell Sci. Pub., 352 pp.

Yair, A., Bryan, R.B., Lavee, H. and Adar, E. (1980): “Runoff and erosion processes and rates in the Zin Valley badlands, Northern Negev, Israel”. *Earth Surface Processes and Landforms*, 5, pp.205-225. En Wise *et al.* (1982).

Zinke, P.J., Stangenberger, A.G., Post, W.M., Emanuel, W.R., Olson, J.S. (1984): “Worldwide Organic Soil Carbon and Nitrogen Data”. Rep. ORNL/TM-8857, Oak Ridge National Laboratory, 141 pp.

ANEXOS.

A N E X O 1: IDENTIFICACION Y EXTENSION DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Abreviaturas:

Cs = Costra

Observ. = Observaciones

S.bru. = Superficie bruta

Subb. = Subbético

| Inselbergs | | S1(glacis) | | | S2 | | S3 | | S4(badlands) | | | S5(aluvial) | | | Otras | | | |
|------------|-----------------|------------|--------|--------|------|--------|-----|--------|--------------|-----------|--------|-------------|--------|--------|-------|--------|--------|-----------|
| Nº | S(km2. observ.) | Nº | S.bru. | S(km2) | Nº | S(km2) | Nº | S(km2) | Nº | S.bru. | S(km2) | Nº | S.bru. | S(km2) | Nº | S.bru. | S(km2) | observ. |
| 1 | 7.4 | 40 | 209.6 | 203.8 | 94 | 0.7 | 161 | 4.6 | 174 | 278.1 | 254.4 | 188 | 64.4 | 64.4 | 203 | 103.0 | 103.0 | Subbético |
| 2 | 0.9 | 41 | 160.9 | 145.7 | 95 | 0.2 | 162 | 0.1 | 175 | 145.8 | 143.1 | 189 | 2.1 | 2.1 | 204 | 336.3 | 247.3 | Pin-V.M |
| 3 | 6.9 | 42 | 149.0 | 144.8 | 96 | 0.4 | 163 | 0.5 | 176 | 197.4 | 112.0 | 190 | 8.9 | 8.9 | 205 | 14.7 | 14.7 | |
| 4 | 4.1 | 43 | 13.4 | 13.4 | 97 | 0.2 | 164 | 0.2 | 177 | 208.5 | 205.2 | 191 | 2.4 | 2.4 | 206 | 71.6 | 46.5 | Los Oli. |
| 5 | 12.9 | 44 | 3.9 | 3.9 | 98 | 0.3 | 165 | 0.3 | 178 | 10.8 | 10.8 | 192 | 1.7 | 1.7 | 207 | 10.7 | 6.1 | |
| 6 | 0.5 | 45 | 1.9 | 1.9 | 99 | 1.4 | 166 | 0.6 | 179 | 1.5 | 1.5 | 193 | 54.0 | 54.0 | 208 | 2.8 | 2.8 | |
| 7 | 0.6 | 46 | 2.2 | 2.2 | 100 | 0.7 | 167 | 0.3 | 180 | 15.4 | 15.4 | 194 | 5.1 | 5.1 | 209 | 10.9 | 10.9 | |
| 8 | 0.2 | 47 | 2.3 | 2.3 | 101 | 2.7 | 168 | 0.1 | 181 | 7.8 | 7.8 | 195 | 11.7 | 11.7 | 210 | 6.5 | 6.5 | |
| 9 | 2.9 | 48 | 1.3 | 1.3 | 102 | 0.4 | 169 | 2.0 | 182 | 1.7 | 1.3 | 196 | 6.7 | 6.7 | 211 | 6.3 | 6.3 | |
| 10 | 5.8 | 49 | 6.4 | 6.4 | 103 | 0.7 | 170 | 15.1 | 183 | 4.4 | 4.4 | 197 | 7.7 | 7.7 | 212 | 19.9 | 6.8 | |
| 11 | 2.1 | 50 | 11.4 | 11.4 | 104 | 0.7 | 171 | 5.0 | 184 | 1.6 | 1.6 | 198 | 2.8 | 2.8 | 213 | 152.5 | 58.8 | Baza |
| 12 | 1.8 | 51 | 1.6 | 1.6 | 105 | 2.5 | 172 | 0.3 | 185 | 28.1 | 25.4 | 199 | 6.4 | 6.4 | 214 | 14.1 | 14.1 | |
| 13 | 7.4 | 52 | 1.4 | 1.4 | 106 | 0.9 | 173 | 0.2 | 186 | 12.0 | 7.4 | 200 | 2.1 | 2.1 | 215 | 0.1 | 0.1 | |
| 14 | 1.5 | 53 | 5.4 | 5.4 | 107 | 1.7 | | 29.2 | 187 | 1.2 | 1.2 | 201 | 6.7 | 6.7 | 216 | 0.4 | 0.4 | |
| 15 | 0.5 | 54 | 24.7 | 24.7 | 108 | 7.6 | %= | 0.9 | | | 791.3 | 202 | 94.7 | 90.0 | 217 | 1.2 | 1.2 | |
| 16 | 1.8 | 55 | 17.1 | 17.1 | 109 | 135.2 | | | | %= | 23.9 | | | 272.8 | 218 | 0.5 | 0.5 | |
| 17 | 5.6 | 56 | 0.8 | 0.8 | 110 | 4.1 | | | | | | | %= | 8.2 | 219 | 0.3 | 0.3 | |
| 18 | 2.1 | 57 | 1.7 | 1.7 | 111 | 0.4 | | | | | | | | | 220 | 3.7 | 3.7 | |
| 19 | 1.3 | 58 | 0.4 | 0.4 | 112 | 0.5 | | | | | | | | | 221 | 1.2 | 1.2 | |
| 20 | 0.5 | 59 | 1.0 | 1.0 | 113 | 0.5 | | | | | | | | | 222 | 1.4 | 1.4 | |
| 21 | 7.7 | 60 | 130.6 | 122.4 | 114 | 0.2 | | | | | | | | | 223 | 0.6 | 0.6 | |
| 22 | 5.4 | 61 | 29.3 | 23.9 | 115 | 0.3 | | | | | | | | | 224 | 1.8 | 1.8 | |
| 23 | 0.4 | 62 | 44.6 | 41.1 | 116 | 0.2 | | | | | | | | | 225 | 1.0 | 1.0 | |
| 24 | 3.5 | 63 | 16.2 | 16.2 | 117 | 3.5 | | | | | | | | | 226 | 0.7 | 0.7 | |
| 25 | 3.3 | 64 | 1.1 | 1.1 | 118 | 2.8 | | | | | | | | | 227 | 0.8 | 0.8 | |
| 26 | 6.5 Mencil | 65 | 62.5 | 62.5 | 119 | 1.8 | | | | | | | | | 228 | 2.2 | 2.2 | |
| 27 | 0.3 | 66 | 20.9 | 20.9 | 120 | 32.0 | | | | | | | | | 229 | 1.8 | 1.8 | |
| 28 | 0.3 | 67 | 1.3 | 1.3 | 121 | 14.4 | | | | | | | | | 230 | 1.6 | 1.6 | |
| 29 | 0.5 | 68 | 0.6 | 0.6 | 122 | 7.0 | | | | | | | | | 231 | 0.5 | 0.5 | |
| 30 | 2.4 | 69 | 3.5 | 3.5 | 123 | 0.7 | | | | | | | | | 232 | 2.5 | 2.5 | |
| 31 | 0.8 | 70 | 3.8 | 3.8 | 124 | 0.4 | | | | | | | | | 233 | 3.8 | 3.5 | |
| 32 | 0.5 | 71 | 1.9 | 1.9 | 125 | 1.1 | | | | | | | | | 234 | 0.3 | 0.3 | |
| 33 | 0.4 | 72 | 1.4 | 1.4 | 126 | 0.7 | | | | | | | | | 235 | 11.8 | 11.8 | |
| 34 | 0.5 | 73 | 4.7 | 4.7 | 127 | 0.6 | | | | | | | | | 236 | 7.4 | 7.4 | |
| 35 | 0.1 | 74 | 6.7 | 6.7 | 128 | 1.5 | | | | | | | | | 237 | 1.1 | 1.1 | |
| 36 | 0.2 | 75 | 9.5 | 9.5 | 129 | 0.6 | | | | | | | | | 238 | 11.0 | 6.7 | |
| 37 | 0.1 | 76 | 0.2 | 0.2 | 130 | 1.1 | | | | | | | | | 239 | 0.4 | 0.4 | |
| 38 | 0.3 | 77 | 0.2 | 0.2 | 131 | 0.7 | | | | | | | | | 240 | 0.4 | 0.4 | |
| 39 | 0.6 | 78 | 0.1 | 0.1 | 132 | 0.1 | | | | | | | | | 241 | 0.1 | 0.1 | |
| | 100.7 | 79 | 2.2 | 2.2 | 133 | 0.1 | | | | | | | | | 242 | 175.4 | 174.7 | no cs |
| %= | 3.0 | 80 | 1.7 | 1.7 | 134 | 0.0 | | | | | | | | | 243 | 7.6 | 7.6 | no cs |
| | | 81 | 0.2 | 0.2 | 135 | 0.2 | | | | | | | | | 244 | 21.9 | 21.9 | no cs |
| | | 82 | 0.2 | 0.2 | 136 | 0.2 | | | | | | | | | 245 | 6.4 | 6.4 | no cs |
| | | 83 | 0.1 | 0.1 | 137 | 0.6 | | | | | | | | | 246 | 56.6 | 39.3 | |
| | | 84 | 0.1 | 0.1 | 138 | 0.6 | | | | | | | | | 247 | 26.6 | 26.6 | |
| | | 85 | 0.3 | 0.3 | 139 | 10.1 | | | | | | | | | 248 | 10.4 | 10.4 | S Caniles |
| | | 86 | 0.9 | 0.9 | 140 | 2.2 | | | | | | | | | 249 | 10.6 | 10.6 | S Caniles |
| | | 87 | 0.4 | 0.4 | 141 | 24.1 | | | | | | | | | 250 | 10.2 | 10.2 | S Caniles |
| | | 88 | 0.3 | 0.3 | 142 | 0.5 | | | | | | | | | 251 | 3.2 | 3.2 | S Beas G. |
| | | 89 | 0.2 | 0.2 | 143 | 7.6 | | | | | | | | | 252 | 2.7 | 2.7 | S Beas G. |
| | | 90 | 0.4 | 0.4 | 144 | 2.4 | | | | | | | | | 253 | 3.7 | 3.7 | S Beas G. |
| | | 91 | 0.2 | 0.2 | 145 | 2.7 | | | | | | | | | 254 | 0.6 | 0.6 | S Beas G. |
| | | 92 | 0.2 | 0.2 | 146 | 0.3 | | | | | | | | | 255 | 0.5 | 0.5 | S Beas G. |
| | | 93 | 0.5 | 0.5 | 147 | 0.8 | | | | | | | | | 256 | 1.4 | 1.4 | S Beas G. |
| | | | 921.0 | 148 | 0.6 | | | | | | | | | | | 897.6 | | |
| | | %= | 27.8 | 149 | 14.6 | | | | | | | | | | %= | 27.1 | | |
| | | | | 150 | 73.0 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 151 | 13.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 152 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 153 | 0.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 154 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 155 | 1.3 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 156 | 5.0 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 157 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 158 | 0.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 159 | 4.2 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 160 | 2.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 405.3 | | | | | | S. Total= | 3317.1 | | | | | | | |
| | | | | %= | 12.2 | | | | | | | | | | | | | |

A N E X O 2: PERFILES DEL MUESTREO INTENCIONAL.

Abreviaturas:

Lat. = Latitud (Coordenadas U.T.M.)

Long. = Longitud (Coordenadas U.T.M.)

Pag. = Página

| Ref. | FAO (1974) | Hoja | Long. | Lat. | Cota | Publicación | Pag. |
|------|----------------------------|------|-------|-------|------|-------------------------|------|
| 1 | Fluvisol eútrico | 1011 | 5043 | 41138 | 1200 | Proyecto LUCDEME (1988) | 30 |
| 2 | Fluvisol calcárico | 1011 | 4946 | 41258 | 1070 | Proyecto LUCDEME (1988) | 36 |
| 3 | Regosol eútrico léptico | 1011 | 5086 | 41265 | 1460 | Proyecto LUCDEME (1988) | 40 |
| 4 | Regosol eútrico flúvico | 1011 | 4836 | 41310 | 920 | Proyecto LUCDEME (1988) | 46 |
| 5 | Regosol eútrico flúvico | 1011 | 4862 | 41267 | 1040 | Proyecto LUCDEME (1988) | 49 |
| 6 | Regosol eútrico flúvico | 1011 | 4944 | 41292 | 1140 | Proyecto LUCDEME (1988) | 52 |
| 7 | Regosol eútrico órtico | 1011 | 4983 | 41145 | 1280 | Proyecto LUCDEME (1988) | 55 |
| 8 | Leptosol eútrico léptico | 1011 | 5103 | 41236 | 1420 | Proyecto LUCDEME (1988) | 58 |
| 9 | Regosol calcárico órtico | 1011 | 5055 | 41255 | 1350 | Proyecto LUCDEME (1988) | 62 |
| 10 | Regosol calcárico vértico | 1011 | 4957 | 41304 | 1210 | Proyecto LUCDEME (1988) | 65 |
| 11 | Regosol calcárico vértico | 1011 | 4934 | 41251 | 1060 | Proyecto LUCDEME (1988) | 68 |
| 12 | Leptosol eútrico cálcico | 1011 | 4974 | 41315 | 1280 | Proyecto LUCDEME (1988) | 72 |
| 13 | Leptosol eútrico cálcico | 1011 | 4998 | 41290 | 1340 | Proyecto LUCDEME (1988) | 75 |
| 14 | Leptosol eútrico órtico | 1011 | 5027 | 41244 | 1260 | Proyecto LUCDEME (1988) | 78 |
| 15 | Regosol eútrico cálcico | 1011 | 5060 | 41211 | 1170 | Proyecto LUCDEME (1988) | 81 |
| 16 | Leptosol eútrico calcárico | 1011 | 5048 | 41312 | 1570 | Proyecto LUCDEME (1988) | 84 |
| 17 | Leptosol eútrico calcárico | 1011 | 5004 | 41307 | 1540 | Proyecto LUCDEME (1988) | 88 |
| 18 | Calcisol háplico órtico | 1011 | 4946 | 41258 | 1110 | Proyecto LUCDEME (1988) | 91 |
| 19 | Calcisol háplico léptico | 1011 | 4925 | 41317 | 1140 | Proyecto LUCDEME (1988) | 94 |
| 20 | Calcisol háplico órtico | 1011 | 4948 | 41295 | 1160 | Proyecto LUCDEME (1988) | 97 |
| 21 | Kastanozem cálcico órtico | 1011 | 5128 | 41313 | 1900 | Proyecto LUCDEME (1988) | 101 |
| 24 | Phaeozem calcárico | 1011 | 5072 | 41296 | 1720 | Proyecto LUCDEME (1988) | 112 |
| 26 | Cambisol eútrico flúvico | 1011 | 4927 | 41154 | 1150 | Proyecto LUCDEME (1988) | 119 |
| 27 | Cambisol eútrico flúvico | 1011 | 4967 | 41205 | 1090 | Proyecto LUCDEME (1988) | 122 |
| 29 | Cambisol cálcico | 1011 | 4948 | 41161 | 1180 | Proyecto LUCDEME (1988) | 129 |
| 30 | Cambisol cálcico | 1011 | 4957 | 41235 | 1090 | Proyecto LUCDEME (1988) | 132 |
| 31 | Cambisol gleyco | 1011 | 5101 | 41303 | 1680 | Proyecto LUCDEME (1988) | 136 |
| 33 | Luvisol crómico órtico | 1011 | 4866 | 41235 | 1060 | Proyecto LUCDEME (1988) | 143 |
| 34 | Luvisol crómico ródico | 1011 | 4885 | 41246 | 1060 | Proyecto LUCDEME (1988) | 146 |
| 35 | Luvisol crómico ródico | 1011 | 5023 | 41177 | 1130 | Proyecto LUCDEME (1988) | 149 |
| 36 | Luvisol cálcico | 1011 | 4929 | 41218 | 1090 | Proyecto LUCDEME (1988) | 153 |
| 37 | Fluvisol calcárico | 994 | 5213 | 41479 | 820 | Proyecto LUCDEME (1990) | 28 |
| 38 | Litosol | 994 | 5155 | 41475 | 1180 | Proyecto LUCDEME (1990) | 32 |
| 39 | Litosol | 994 | 5212 | 41353 | 1380 | Proyecto LUCDEME (1990) | 35 |
| 40 | Litosol | 994 | 5150 | 41331 | 1900 | Proyecto LUCDEME (1990) | 38 |
| 41 | Regosol litosólico | 994 | 5148 | 41442 | 1320 | Proyecto LUCDEME (1990) | 41 |
| 42 | Regosol litosólico | 994 | 5178 | 41500 | 1040 | Proyecto LUCDEME (1990) | 44 |
| 43 | Regosol litosólico | 994 | 5190 | 41476 | 1070 | Proyecto LUCDEME (1990) | 47 |
| 44 | Regosol litosólico | 994 | 5162 | 41469 | 1230 | Proyecto LUCDEME (1990) | 50 |
| 45 | Regosol litosólico | 994 | 5362 | 41455 | 1098 | Proyecto LUCDEME (1990) | 53 |
| 46 | Regosol calcárico | 994 | 5229 | 41397 | 1180 | Proyecto LUCDEME (1990) | 57 |
| 47 | Regosol calcárico | 994 | 5237 | 41418 | 990 | Proyecto LUCDEME (1990) | 60 |
| 48 | Regosol eútrico | 994 | 5390 | 41498 | 1120 | Proyecto LUCDEME (1990) | 67 |
| 49 | Rendsina | 994 | 5145 | 41402 | 1200 | Proyecto LUCDEME (1990) | 83 |
| 50 | Solonchak órtico | 994 | 5248 | 41483 | 810 | Proyecto LUCDEME (1990) | 87 |
| 51 | Solonchak órtico | 994 | 5305 | 41468 | 920 | Proyecto LUCDEME (1990) | 90 |
| 52 | Xerosol cálcico | 994 | 5292 | 41498 | 870 | Proyecto LUCDEME (1990) | 94 |
| 53 | Xerosol cálcico | 994 | 5315 | 41465 | 940 | Proyecto LUCDEME (1990) | 97 |
| 54 | Kastanozem cálcico | 994 | 5182 | 41323 | 1900 | Proyecto LUCDEME (1990) | 104 |
| 55 | Cambisol cálcico | 994 | 5338 | 41501 | 980 | Proyecto LUCDEME (1990) | 108 |
| 56 | Cambisol cálcico | 994 | 5219 | 41429 | 1120 | Proyecto LUCDEME (1990) | 111 |
| 57 | Cambisol cálcico | 994 | 5134 | 41381 | 1910 | Proyecto LUCDEME (1990) | 114 |
| 58 | Cambisol eútrico | 994 | 5226 | 41336 | 1300 | Proyecto LUCDEME (1990) | 118 |
| 59 | Cambisol crómico | 994 | 5133 | 41374 | 2020 | Proyecto LUCDEME (1990) | 122 |
| 60 | Luvisol cálcico | 994 | 5257 | 41444 | 900 | Proyecto LUCDEME (1990) | 126 |
| 61 | Fluvisol | 930 | 5586 | 42050 | 1130 | Proyecto LUCDEME | |

| Ref. | FAO (1974) | Hoja | Long. | Lat. | Cota | Publicación | Pag. |
|------|---------------------|------|-------|-------|------|---|------|
| 62 | Regosol calcárico | 930 | 5545 | 41925 | 1100 | Proyecto LUCDEME | |
| 63 | Regosol calcárico | 930 | 5545 | 41903 | 1000 | Proyecto LUCDEME | |
| 64 | Regosol calcárico | 930 | 5494 | 41936 | 1030 | Proyecto LUCDEME | |
| 65 | Regosol calcárico | 930 | 5630 | 41953 | 1080 | Proyecto LUCDEME | |
| 66 | Regosol calcárico | 930 | 5477 | 41971 | 1200 | Proyecto LUCDEME | |
| 67 | Regosol calcárico | 930 | 5567 | 41993 | 1050 | Proyecto LUCDEME | |
| 68 | Regosol calcárico | 930 | 5439 | 41897 | 1090 | Proyecto LUCDEME | |
| 69 | Regosol calcárico | 930 | 5438 | 42048 | 1430 | Proyecto LUCDEME | |
| 70 | Regosol calcárico | 930 | 5505 | 42055 | 1340 | Proyecto LUCDEME | |
| 72 | Rendsina órtica | 930 | 5606 | 41909 | 1080 | Proyecto LUCDEME | |
| 73 | Rendsina órtica | 930 | 5638 | 41978 | 1150 | Proyecto LUCDEME | |
| 74 | Rendsina órtica | 930 | 5464 | 42010 | 1530 | Proyecto LUCDEME | |
| 75 | Rendsina órtica | 930 | 5652 | 41993 | 1160 | Proyecto LUCDEME | |
| 76 | Xerosol cálcico | 930 | 5510 | 41923 | 990 | Proyecto LUCDEME | |
| 77 | Xerosol cálcico | 930 | 5526 | 41937 | 1000 | Proyecto LUCDEME | |
| 78 | Xerosol cálcico | 930 | 5549 | 41953 | 1000 | Proyecto LUCDEME | |
| 79 | Xerosol cálcico | 930 | 5579 | 41958 | 990 | Proyecto LUCDEME | |
| 81 | Cambisol cálcico | 930 | 5505 | 42028 | 1160 | Proyecto LUCDEME | |
| 82 | Cambisol cálcico | 930 | 5505 | 42028 | 1350 | Proyecto LUCDEME | |
| 83 | Fluvisol calcáreo | 951 | 5533 | 41773 | 950 | Proyecto LUCDEME (1990) | 40 |
| 84 | Regosol calcárico | 951 | 5463 | 41862 | 1060 | Proyecto LUCDEME (1990) | 44 |
| 85 | Regosol calcárico | 951 | 5481 | 41778 | 910 | Proyecto LUCDEME (1990) | 47 |
| 86 | Regosol calcárico | 951 | 5495 | 41789 | 940 | Proyecto LUCDEME (1990) | 51 |
| 87 | Regosol calcáreo | 951 | 5594 | 41838 | 1150 | Proyecto LUCDEME (1990) | 54 |
| 88 | Kastanozem cálcico | 951 | 5552 | 41696 | 1070 | Proyecto LUCDEME (1990) | 71 |
| 89 | Kastanozem calcáreo | 951 | 5497 | 41721 | 1050 | Proyecto LUCDEME (1990) | 74 |
| 90 | Phaeozem calcáreo | 951 | 5442 | 41702 | 1070 | Proyecto LUCDEME (1990) | 81 |
| 91 | Phaeozem lúvico | 951 | 5581 | 41724 | 990 | Proyecto LUCDEME (1990) | 84 |
| 92 | Xerosol cálcico | 951 | 5522 | 41758 | 970 | Proyecto LUCDEME (1990) | 89 |
| 93 | Xerosol cálcico | 951 | 5455 | 41718 | 1020 | Proyecto LUCDEME (1990) | 93 |
| 94 | Xerosol cálcico | 951 | 5445 | 41786 | 970 | Proyecto LUCDEME (1990) | 96 |
| 95 | Xerosol cálcico | 951 | 5430 | 41747 | 980 | Proyecto LUCDEME (1990) | 99 |
| 96 | Xerosol cálcico | 951 | 5501 | 41855 | 995 | Proyecto LUCDEME (1990) | 102 |
| 97 | Xerosol háplico | 951 | 5487 | 41835 | 1030 | Proyecto LUCDEME (1990) | 106 |
| 99 | Cambisol cálcico | 951 | 5548 | 41876 | 1040 | Proyecto LUCDEME (1990) | 115 |
| 100 | Cambisol cálcico | 951 | 5594 | 41874 | 1110 | Proyecto LUCDEME (1990) | 119 |
| 101 | Regosol litosólico | 973 | 5478 | 41612 | 1125 | Proyecto LUCDEME (1991) | 31 |
| 102 | Regosol calcárico | 973 | 5479 | 41616 | 1100 | Proyecto LUCDEME (1991) | 37 |
| 103 | Regosol calcárico | 973 | 5478 | 41618 | 1080 | Proyecto LUCDEME (1991) | 40 |
| 104 | Rendsina órtica | 973 | 5543 | 41632 | 1285 | Proyecto LUCDEME (1991) | 50 |
| 105 | Cambisol cálcico | 973 | 5543 | 41615 | 1142 | Proyecto LUCDEME (1991) | 54 |
| 106 | Luvisol cálcico | 973 | 5553 | 41615 | 1120 | Proyecto LUCDEME (1991) | 61 |
| 176 | Fluvisol eútrico | 1028 | 4936 | 41124 | 1300 | Proyecto LUCDEME (1986) | 35 |
| 179 | Regosol eútrico | 1028 | 4956 | 41130 | 1500 | Proyecto LUCDEME (1986) | 68 |
| 183 | | 1011 | 4977 | 41213 | 1090 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 145 |
| 184 | | 1011 | 4863 | 41278 | 965 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 145 |
| 185 | | 1011 | 4886 | 41246 | 1070 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 146 |
| 187 | | 1011 | 4980 | 41307 | 1305 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 146 |
| 188 | | 1011 | 4958 | 41301 | 1193 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 147 |
| 189 | | 1011 | 4927 | 41207 | 1091 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 147 |
| 190 | | 1011 | 4917 | 41157 | 1170 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 148 |
| 191 | | 1011 | 5053 | 41213 | 1170 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 148 |
| 192 | | 1011 | 5043 | 41176 | 1125 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 148 |
| 193 | | 1011 | 5020 | 41175 | 1130 | Actas Iª Rnión.Ncnal.Grup.Trabajo Cuat.(1973) | 149 |
| 196 | Luvisol crómico | 1011 | 4882 | 41249 | 1070 | IX Reunión Nacional Suelos (1980) | 23 |
| 203 | | 971 | 4861 | 41561 | 1000 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 25 |

| Ref. | FAO (1974) | Hoja | Long. | Lat. | Cota | Publicación | Pag. |
|------|--------------------|------|-------|-------|------|--|------|
| 208 | Regosol calcáreo | 972 | 5393 | 41599 | 945 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 35 |
| 211 | Regosol eútrico | 1011 | 5011 | 41180 | 1100 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 41 |
| 212 | Cambisol cálcico | 973 | 5522 | 41613 | 1120 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 53 |
| 217 | Cambisol gleico | 951 | 5500 | 41874 | 1000 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 68 |
| 218 | Solonchak órtico | 972 | 5244 | 41579 | 710 | Mapa Suelos y Veget.provincia Granada (1980) | 84 |
| 233 | Rendsina | 929 | 5334 | 41948 | 1100 | Anales Edafología y Agrobiología (1966) | 508 |
| 237 | | 993 | 5110 | 41413 | 1620 | Anales Edafología y Agrobiología (1966) | 510 |
| 239 | Vertisol crómico | 993 | 5010 | 41371 | 1170 | Anales Edafología y Agrobiología (1968) | 887 |
| 243 | | 994 | 5307 | 41412 | 980 | Anales Edafología y Agrobiología (1969) | 370 |
| 251 | | 929 | 5392 | 41989 | 1620 | Anales Edafología y Agrobiología (1979) | 1500 |
| 252 | | 994 | 5133 | 41372 | 2060 | Anales Edafología y Agrobiología (1979) | 1500 |
| 284 | Rendsina | 973 | 5524 | 41673 | 1615 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1542 |
| 285 | Rendsina | 973 | 5525 | 41661 | 1720 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1543 |
| 286 | Rendsina | 973 | 5524 | 41651 | 1780 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1543 |
| 287 | Rendsina | 973 | 5523 | 41643 | 1600 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1544 |
| 288 | Rendsina | 973 | 5584 | 41677 | 1400 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1545 |
| 289 | Rendsina | 973 | 5584 | 41669 | 1380 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1545 |
| 290 | Rendsina | 951 | 5583 | 41696 | 1050 | Anales Edafología y Agrobiología (1984) | 144 |
| 291 | | 951 | 5524 | 41752 | 970 | Anales Edafología y Agrobiología (1988) | 142 |
| 292 | | 951 | 5503 | 41736 | 1200 | Anales Edafología y Agrobiología (1988) | 142 |
| 293 | | 973 | 5528 | 41613 | 1100 | Anales Edafología y Agrobiología (1988) | 143 |
| 294 | | 951 | 5595 | 41723 | 1000 | Anales Edafología y Agrobiología (1988) | 144 |
| 295 | | 973 | 5580 | 41650 | 1767 | Anales Edafología y Agrobiología (1983) | 1546 |
| 296 | | 950 | 5395 | 41733 | 919 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 104 |
| 297 | | 972 | 5363 | 41666 | 820 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 105 |
| 298 | | 972 | 5362 | 41665 | 820 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 106 |
| 299 | | 972 | 5359 | 41665 | 817 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 108 |
| 300 | | 972 | 5356 | 41664 | 800 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 110 |
| 301 | | 972 | 5341 | 41668 | 790 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 111 |
| 302 | | 972 | 5299 | 41538 | 830 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 113 |
| 303 | | 972 | 5248 | 41586 | 690 | Anales Edafología y Agrobiología (1980) | 114 |
| 392 | Regosol litosólico | 1012 | 5176 | 41320 | 1690 | Proyecto LUCDEME (1987) | 40 |
| 395 | Regosol eútrico | 1012 | 5167 | 41307 | 1690 | Proyecto LUCDEME (1987) | 61 |
| 397 | Kastanozem cálcico | 1012 | 5166 | 41312 | 1710 | Proyecto LUCDEME (1987) | 83 |

A N E X O 3:

PERFILES DEL MUESTREO ESPECIFICO.

Abreviaturas:

| | |
|-------------------|--|
| B = Bosque | Háp. = Háptico |
| C = Cultivos | Izda. = Izquierda |
| Cal. = Calcárico | Lat. = Latitud (Coordenadas U.T.M.) |
| Cjo. = Cortijo | Long. = Longitud (Coordenadas U.T.M.) |
| Cmno. = Camino | M = Matorral |
| Crm. = Crómico | PA = Perfiles de la Unidad aluviales |
| Cs = Costra | PB = Perfiles de la Unidad badlands |
| Ctra. = Carretera | PC = Perfiles de la Unidad glacia (con costra) |
| Dcha. = Derecha | Pét. = Pétrico |
| Div. = Divisoria | Pte. = Puente |
| Eút. = Eútrico | R. = Río |
| Fc. = Ferrocarril | Rbla. = Rambla |
| Gíp. = Gípsico | Stor. = Sector |
| Gl. = Glacis | Veg. = Vegetación |

| Perfil | FAO(1988) | Hoja | Topónimos | Long. | Lat. | Cota | Veg. | Unidad Geomorfológica |
|--------|---------------|------|---|-------|-------|------|------|---------------------------------|
| PA-1 | Fluvisol cal. | 994 | R.Gallego,isleta prox.al pte.de fc.,km127 | 5245 | 41466 | 810 | M | Aluvial subactual |
| PA-2 | Fluvisol cal. | 993 | R.Fardes,margen izda.,frente Molino Calleja | 4850 | 41422 | 760 | B | Aluvial subactual |
| PA-3 | Fluvisol cal. | 950 | R.Guardal,margen izda.,frente de Los Olivos | 5311 | 41725 | 740 | M | Aluvial (2ªterrazza) |
| PA-4 | Fluvisol cal. | 950 | R.Guardal,margen izda.,frente de Los Olivos | 5309 | 41724 | 735 | C | Aluvial subactual |
| PA-5 | Fluvisol cal. | 950 | R.Guardal,margen dcha.,cerca de Los Olivos | 5306 | 41727 | 750 | C | Aluvial (3ªterrazza) |
| PA-6 | Fluvisol cal. | 971 | R.G.Menor,margen dcha.,Valdemanzanos | 4994 | 41614 | 550 | M | Aluvial subactual |
| PA-7 | Fluvisol cal. | 930 | Rbla.del Entredicho, Llanos Puebla D.Fadriq. | 5616 | 42012 | 1075 | C | Aluvial ? |
| PA-8 | Fluvisol cal. | 1011 | Rbla.de Fiñana-Rbla.de la Canal,cerca pte.fc. | 4978 | 41212 | 1090 | C | Aluvial (conjunción 2 gl.) |
| PB-1 | Regosol cal. | 971 | Stor.Bácor-Olivar,div.Rblas.Seca-Carrizal | 5017 | 41534 | 710 | M | Badland evolucionado |
| PB-2 | Regosol eút. | 1010 | Al NE km 232 antigua CN-324 (NW Purull.) | 4827 | 41312 | 900 | M | Badland evolucionado |
| PB-3 | Regosol cal. | 993 | Ctra.Guadix-Fonelas,a 1.3 km de Benalúa G. | 4846 | 41353 | 840 | M | Badland evolucionado |
| PB-4 | Regosol eút. | 993 | Rambla del Conejo | 4842 | 41416 | 820 | M | Badland evolucionado |
| PB-5 | Regosol gíp. | 971 | Cjo. de la Vera | 4934 | 41507 | 790 | M | Badland evolucionado |
| PB-6 | Regosol cal. | 971 | Stor.Los Chozones,cerca cruce Valdemanza. | 4938 | 41597 | 630 | M | Badland evolucionado |
| PB-7 | Regosol gíp. | 972 | Cuevas de Guatarreal (Cuevas Blancas) | 5230 | 41628 | 680 | M | Badland evolucionado |
| PB-8 | Regosol cal. | 972 | N de Baños de Zújar | 5165 | 41624 | 650 | M | Badland evolucionado |
| PB-9 | Regosol gíp. | 972 | Margen dcha. Cañada del Margen (Salar) | 5347 | 41670 | 820 | M | Badland evolucionado |
| PB-10 | Regosol gíp. | 972 | Cerca de Cuevas del Conejico | 5330 | 41594 | 825 | M | Badland evolucionado |
| PB-11 | Regosol gíp. | 972 | Cañada de Pamplana La Honda | 5281 | 41590 | 740 | M | Badland evolucionado |
| PC-1 | Calcisol pét. | 993 | Trinchera del fc., km 42.7 | 4934 | 41361 | 1105 | C | Glacis superior S1 |
| PC-2 | Calcisol pét. | 993 | Cmno.al Cjo.Becerra,cerca Rbla.de Pozo | 4917 | 41405 | 1035 | C | Glacis superior S1 |
| PC-3 | Calcisol pét. | 993 | Entre ctra.a Gor, fc., y Rbla.del Aljibe | 4989 | 41383 | 1205 | C | Glacis superior S1 |
| PC-4 | Calcisol pét. | 993 | Curva de la ctra. a Gorafe | 4984 | 41448 | 1080 | C | Glacis superior S1 |
| PC-5 | Calcisol pét. | 992 | Barranco próximo a la atalaya de Magrú | 4816 | 41333 | 1000 | M | Glacis superior S1 |
| PC-6 | Calcisol pét. | 971 | Belema, proximidades del canal | 5091 | 41652 | 900 | C | Glacis superior S1 |
| PC-7 | Calcisol pét. | 971 | Al W de Freila | 5077 | 41535 | 790 | M | Glacis medio S2 |
| PC-8 | Calcisol pét. | 971 | Trinchera del fc., km10.7 | 5116 | 41511 | 1020 | M | Glacis superior S1(raíz) |
| PC-9 | Calcisol pét. | 972 | Talud ctra. de Jabalcón | 5173 | 41590 | 1120 | M | Pie de monte (Indif.) |
| PC-10 | Calcisol pét. | 950 | Talud ctra.4.6 km, N La Teja (Llano Quemad) | 5135 | 41733 | 945 | C | Glacis superior S1 |
| PC-11 | Calcisol pét. | 993 | Talud autovía, km198.7 | 5058 | 41395 | 1270 | C | Cono dey.(ápice gl.S1) |
| PC-12 | Calcisol pét. | 993 | Cjada. Olivares, sobre Rbla.Balata | 5001 | 41450 | 1040 | C/M | Glacis superior S1 |
| PC-13 | Calcisol pét. | 993 | Talud ctra.a Bácor-Olivar | 5060 | 41497 | 1000 | M/B | Glacis superior S1 |
| PC-14 | Calcisol pét. | 994 | W de Baza | 5186 | 41493 | 1000 | C | Glacis superior S1 |
| PC-15 | Calcisol pét. | 994 | Sector R.Golopón,frente Cjo.Salida Vacas | 5270 | 41388 | 1030 | C | Glacis medio S2 |
| PC-16 | Luvisol pét. | 994 | km 117.5 de la ctra. comarcal 323 | 5283 | 41422 | 950 | C | Glacis medio S2 |
| PC-17 | Calcisol pét. | 994 | km 119.7 de la ctra. comarcal 323 | 5302 | 41412 | 985 | C | Glacis medio S2 |
| PC-18 | Calcisol pét. | 973 | Rbla.Valenciano,entre Barrionvo.-Cjo.Torre | 5481 | 41622 | 1100 | C | Glacis superior S1 |
| PC-19 | Calcisol pét. | 973 | Margen izda.Rbla.Bermeja | 5434 | 41586 | 1000 | C | Glacis superior S1 |
| PC-20 | Calcisol pét. | 972 | km 150.9 de la ctra. nacional 342 | 5411 | 41602 | 990 | M | Glacis superior S1 |
| PC-21 | Calcisol háp. | 951 | Al S del Cerro Venta Micena, y S de la ctra. | 5539 | 41741 | 965 | M | Glacis medio S2 |
| PC-22 | Calcisol pét. | 951 | S de Llanos de Orce, cerca vértice Angulo | 5448 | 41776 | 970 | C/M | Glacis superior S1 |
| PC-23 | Calcisol pét. | 951 | N de Llanos de Orce, próximo Cañada Murcia | 5442 | 41809 | 980 | C | Glacis superior S1 |
| PC-24 | Calcisol pét. | 950 | Cjo.Valentín,talud ctra.,dominando el Ayo. | 5349 | 41846 | 955 | C/M | Glacis superior S1 |
| PC-25 | Calcisol pét. | 951 | Losetares | 5593 | 41847 | 1140 | M | Glacis superior S1 |
| PC-26 | Luvisol cál. | 1011 | Cjo. de Los Martos | 4857 | 41241 | 1060 | C | Glacis superior sin cs (Indif.) |
| PC-27 | Calcisol pét. | 950 | Los Olivos | 5305 | 41738 | 780 | M | Glacis inferior S3 |
| PC-28 | Calcisol pét. | 950 | Depósitos de Los Olivos | 5298 | 41742 | 820 | M/B | Glacis medio S2 |
| PC-29 | Calcisol pét. | 950 | San Isidoro | 5196 | 41781 | 975 | C | Glacis superior S1 |
| PC-30 | Calcisol pét. | 950 | Almontarás | 5203 | 41800 | 960 | C | Glacis superior S1 |
| PC-31 | Calcisol háp. | 1011 | Llanos sobre un afluente de la Rbla.Fiñana | 4935 | 41238 | 1080 | C | Glacis superior sin cs (Indif.) |
| PC-32 | Calcisol háp. | 1011 | Talud del fc. a Almería, cerca del km173 | 5066 | 41187 | 1120 | C | Glacis superior S1 |
| PC-33 | Calcisol pét. | 1011 | Rambla de Canales | 4932 | 41274 | 1100 | B | Glacis superior S1 |

| Perfil | FAO(1988) | Hoja | Topónimos | Long. | Lat. | Cota | Veg. | Unidad Geomorfológica |
|--------|---------------|------|---|-------|-------|------|------|---------------------------------|
| PC-34 | Luvisol crm. | 1011 | Albuñán | 4889 | 41208 | 1100 | C | Glacis superior sin cs (Indif.) |
| PC-35 | Calcisol pét. | 971 | Lancha | 4976 | 41626 | 680 | M | Glacis medio S2 |
| PC-36 | Calcisol pét. | 971 | Valdemanzanos (cuevas) | 4976 | 41622 | 650 | M | Glacis inferior S3 |
| PC-37 | Calcisol pét. | 972 | Llano de San Marcos | 5264 | 41638 | 725 | C | Glacis inferior S3 |
| PC-38 | Calcisol pét. | 972 | Río de Baza | 5240 | 41585 | 700 | C | Glacis medio S2 |
| PC-39 | Luvisol crm. | 1011 | Alquife | 4913 | 41187 | 1100 | M | Glacis superior sin cs (Indif.) |
| PC-40 | Regosol cal. | 930 | Casas de D. Juan | 5505 | 41877 | 995 | C | Depresión endorreica (Aluv.) |
| PC-41 | Calcisol pét. | 993 | Barranco Palomar | 4859 | 41363 | 880 | C | Glacis medio S2 |
| PC-42 | Calcisol pét. | 1011 | Barranco de la Longuera (Charches) | 5016 | 41242 | 1220 | C | Glacis superior S1 |
| PC-43 | Calcisol pét. | 971 | Mesillas de Dehesas de Guadix | 4865 | 41596 | 1000 | C | Glacis superior S1 |
| PC-44 | Calcisol pét. | 971 | Las Mesillas de Alicún | 4852 | 41610 | 1000 | C | Glacis superior S1 |
| PC-45 | Regosol cal. | 950 | Felín Chico | 5289 | 41781 | 840 | C | Glacis medio S2 |
| PC-46 | Calcisol pét. | 972 | Río Castril (Cortes de Baza) | 5188 | 41676 | 750 | C | Glacis medio S2 |
| PC-47 | Regosol cal. | 972 | Cañada del Caballo (Gallineros) | 5361 | 41616 | 900 | M | Glacis medio S2 |
| PC-48 | Calcisol pét. | 972 | Pamplana | 5280 | 41589 | 760 | C | Glacis medio S2 |
| PC-49 | Calcisol pét. | 950 | Cjos.Golondrinos-Carril Abajo;Rbla.Blanca | 5170 | 41800 | 1000 | C | Glacis superior S1 |
| PC-50 | Calcisol pét. | 971 | Serretas-Carigüela | 4865 | 41559 | 1000 | B | Glacis superior S1 |
| PC-51 | Calcisol háp. | 950 | Cortijo Gabriel | 5373 | 41834 | 930 | C | Glacis medio S2 |
| PC-52 | Calcisol háp. | 950 | Barranco del Moro | 5282 | 41811 | 945 | B | Glacis medio S2 |
| PC-53 | Calcisol háp. | 950 | Cortijo El Quemado | 4407 | 41812 | 900 | M | Glacis medio S2 |
| PC-54 | Calcisol pét. | 930 | La Toscana | 5547 | 41926 | 1020 | M | Indiferenciado |
| PC-55 | Calcisol pét. | 930 | Puente de Almaciles | 5591 | 42042 | 1150 | C | Glacis superior S1 |
| PC-56 | Calcisol pét. | 930 | Cortijo Cerricos de Arriba | 5612 | 41966 | 1060 | C | Glacis superior S1 |
| PC-57 | Calcisol pét. | 930 | Talud de la ctra. a Bugéjar | 5599 | 41935 | 1035 | C | Indiferenciado |
| PC-58 | Calcisol pét. | 951 | Loma de los Pelados | 5562 | 41758 | 980 | M | Glacis superior S1 |
| PC-59 | Calcisol pét. | 994 | Rambla Vizcaína | 5361 | 41467 | 1035 | C | Glacis superior S1 |
| P-1 | Regosol cal. | 972 | Sector Ermita Virgen de la Cabeza | 5376 | 41593 | 940 | C | Glacis medio S2 |
| P-2 | Regosol cal. | 972 | Naves granja avícola,km 2-3 comarcal 3329 | 5367 | 41621 | 915 | C | Glacis medio S2 |
| P-3 | Regosol cal. | 951 | Detrás cortijo próximo a la acequia | 4452 | 41755 | 960 | C | Indiferenciado |

A N E X O 4: PROPIEDADES FISICAS.

Abreviaturas:

* = Valores estimados

a = Textura arcillosa

Ag. ut. = Agua útil

agr.cem. = Agregados cementados

agr.pv. = Agregados pulverulentos

Ar. = Areniscas

Ar.-lut. = Areniscas lutíticas

Ar.-y. = Areniscas con yesos

CAA = Agua almacenada por capa

CAA acum. (perfil) = Id. acumulada por capa (perfil)

Cg.cem. = Conglomerados cementados

Cm = Fracción de tierra fina

Cs.C. = Costra conglomerática

Cs.L. = Costra laminar

Cs.M. = Costra masiva

Cs.P. = Costra pulverulenta

Cs/k = Costra o calizas

Cs/R. = Costra o roca (generalmente conglomerados)

d.a. = Densidad aparente

f = Textura franca

fa = Textura franco-arcillosa

fal = Textura franco-arcillosa-limosa

fan = Textura franco-arcillo-arenosa

fl = Textura franco-limosa

fn = Textura franco-arenosa

l = Textura limosa

M. = Margas

M.(cem) = Margas cementadas

M.-y. = Margas con yesos

M.alt. = Margas alteradas

Mc.-y = Margocalizas con yesos

n = Textura arenosa

nf = Textura arenoso-franca

PA = Perfiles de la Unidad aluviales

PB = Perfiles de la Unidad badlands

PC = Perfiles de la Unidad glacia (con costra)

Prof. = Profundidad

R.-dol. = Roca (dolomías)

R.-k.l. = Roca (calizas lacustres)

R.-sbv. = Roca (subvolcánicas)

R.-xtos. = Roca (esquistos)

Text. = Tipo textural

Y. = Yesos

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|------|----|-----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| n° | cm | mat. | % | | % | | | g/cc | | 1/3bar | 15bar | | acum. | perfil | | | |
| | | | peso | | | | | | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm | | |
| PA-1 | 0 | | 28.7 | 55.36 | 33.44 | 11.20 | fn | 1.67 | * | 0.80 | 18.64 | 7.48 | * | 1.86 | 14.84 | 14.84 | |
| | 20 | | 0.0 | 85.42 | 10.93 | 3.65 | n | 1.91 | * | 1.00 | 5.76 | 1.46 | * | 0.82 | 16.43 | 31.27 | |
| | 40 | | 22.1 | 87.60 | 9.40 | 3.00 | n | 1.93 | * | 0.83 | 4.84 | 1.06 | * | 0.73 | 12.09 | 43.36 | |
| | 60 | | 89.6 | 79.12 | 15.33 | 5.55 | nf | 1.86 | * | 0.14 | 8.42 | 2.85 | * | 1.04 | 2.94 | 46.30 | |
| | 80 | | 43.1 | 94.06 | 3.34 | 2.60 | n | 2.00 | * | 0.64 | 1.91 | 0.11 | * | 0.36 | 4.59 | 50.89 | |
| | 100 | | 4.4 | 75.77 | 18.68 | 5.55 | nf | 1.82 | * | 0.97 | 9.97 | 3.23 | * | 1.23 | 23.82 | 74.70 | |
| | 120 | | 46.4 | 87.14 | 9.26 | 3.60 | n | 1.93 | * | 0.61 | 4.98 | 1.28 | * | 0.71 | 8.75 | 83.46 | 83.46 |
| PA-2 | 0 | | 20.9 | 17.30 | 38.58 | 44.12 | a | 1.72 | | 0.85 | 31.77 | 19.71 | * | 2.07 | 17.66 | 17.66 | |
| | 20 | | 33.2 | 64.12 | 24.93 | 10.95 | fn | 1.77 | * | 0.75 | 14.62 | 5.67 | * | 1.59 | 23.81 | 41.47 | |
| | 40 | | 54.3 | 83.09 | 12.21 | 4.70 | nf | 1.90 | * | 0.54 | 6.70 | 1.80 | * | 0.93 | 10.04 | 51.51 | |
| | 60 | | 55.6 | 81.96 | 13.09 | 4.95 | nf | 1.89 | * | 0.53 | 7.19 | 2.08 | * | 0.97 | 10.20 | 61.70 | |
| | 80 | | 40.7 | 56.78 | 33.07 | 10.15 | fn | 1.67 | * | 0.70 | 18.13 | 6.15 | * | 2.00 | 27.88 | 89.58 | |
| | 100 | | 33.3 | 74.05 | 19.50 | 6.45 | fn | 1.82 | * | 0.74 | 10.64 | 3.45 | * | 1.31 | 19.47 | 109.05 | |
| | 120 | | 48.0 | 75.38 | 19.07 | 5.55 | fn | 1.82 | * | 0.61 | 10.15 | 3.03 | * | 1.29 | 15.85 | 124.90 | |
| | 140 | | 37.8 | 66.40 | 24.70 | 8.90 | fn | 1.76 | * | 0.71 | 13.85 | 5.07 | * | 1.55 | 22.04 | 146.95 | 146.95 |
| PA-3 | 0 | | 21.1 | 18.65 | 65.15 | 16.20 | fl | 1.39 | | 0.88 | 34.94 | 12.31 | * | 3.14 | 27.58 | 27.58 | |
| | 20 | | 10.7 | 8.49 | 67.41 | 24.10 | l | 1.31 | * | 0.94 | 38.56 | 15.14 | * | 3.06 | 57.76 | 85.34 | |
| | 40 | | 0.0 | | | | | 1.14 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 60 | | 63.4 | 30.72 | 60.78 | 8.50 | fl | 1.32 | * | 0.54 | 30.40 | 8.59 | * | 2.87 | 30.86 | | |
| | 80 | | 72.9 | 68.07 | 28.03 | 3.90 | fn | 1.70 | * | 0.37 | 13.75 | 3.25 | * | 1.79 | 13.11 | | |
| | 100 | | 74.0 | 69.87 | 25.58 | 4.55 | fn | 1.73 | * | 0.35 | 12.83 | 3.22 | * | 1.67 | 11.66 | | |
| | 120 | | 71.7 | 67.23 | 28.07 | 4.70 | fn | 1.70 | * | 0.38 | 14.03 | 3.46 | * | 1.80 | 13.70 | | |
| | 140 | Mc.-y. | 0.0 | | | | | 1.55 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 160 | Mc.-y. | 0.0 | | | | | 1.44 | | 1.00 | | | | | | | |
| PA-4 | 0 | | 0.3 | 26.75 | 44.50 | 28.75 | fa | 1.61 | * | 1.00 | 22.36 | 12.60 | | 1.57 | 15.68 | 15.68 | |
| | 20 | | 0.0 | 26.56 | 45.74 | 27.70 | fa | 1.59 | * | 1.00 | 23.27 | 13.60 | | 1.54 | 30.73 | 46.40 | |
| | 40 | | 6.5 | 18.68 | 49.62 | 31.70 | fal | 1.56 | * | 0.96 | 26.21 | 15.70 | | 1.64 | 31.48 | 77.88 | |
| | 60 | | 0.0 | 17.76 | 54.14 | 28.10 | fal | 1.49 | * | 1.00 | 27.18 | 16.55 | | 1.58 | 31.61 | 109.49 | |
| | 80 | | 7.3 | 34.69 | 29.26 | 36.05 | fa | 1.83 | * | 0.95 | 24.93 | 14.97 | | 1.82 | 34.56 | 144.05 | |
| | 100 | | 0.0 | 45.23 | 28.52 | 26.25 | f | 1.79 | * | 1.00 | 23.99 | 15.74 | | 1.48 | 29.61 | 173.66 | |
| | 120 | | 0.0 | 46.88 | 28.72 | 24.40 | f | 1.78 | * | 1.00 | 16.32 | 8.66 | | 1.37 | 27.33 | 200.99 | |
| | 140 | | 0.0 | 37.88 | 40.77 | 21.35 | f | 1.62 | * | 1.00 | 20.23 | 9.83 | | 1.69 | 33.73 | 234.72 | 234.72 |
| PA-5 | 0 | | 53.1 | 48.70 | 29.00 | 22.30 | f | 1.77 | * | 0.57 | 21.34 | 11.63 | | 1.72 | 9.79 | 9.79 | |
| | 20 | | 77.4 | 51.56 | 28.74 | 19.70 | f | 1.76 | * | 0.31 | 16.94 | 9.72 | | 1.27 | 7.77 | 17.56 | |
| | 40 | | 78.4 | 67.42 | 18.88 | 13.70 | fn | 1.86 | * | 0.28 | 12.60 | 7.59 | | 0.93 | 5.26 | 22.82 | |
| | 60 | | 75.7 | 79.72 | 9.68 | 10.60 | fn | 1.96 | * | 0.30 | 6.38 | 3.26 | | 0.61 | 3.69 | 26.52 | |
| | 80 | | 70.0 | 77.70 | 12.55 | 9.75 | fn | 1.92 | * | 0.37 | 7.00 | 3.48 | | 0.68 | 5.01 | 31.53 | |
| | 100 | | 69.6 | 89.47 | 4.53 | 6.00 | n | 2.00 | * | 0.37 | 3.29 | 1.82 | | 0.29 | 2.15 | 33.69 | |
| | 120 | | 91.2 | 80.74 | 11.16 | 8.10 | nf | 1.93 | * | 0.12 | 5.31 | 2.64 | | 0.51 | 1.20 | 34.89 | |
| | 140 | | 84.4 | 79.69 | 11.86 | 8.45 | nf | 1.92 | * | 0.20 | 5.34 | 2.72 | | 0.50 | 2.05 | 36.94 | |
| | 160 | | 81.5 | 73.64 | 13.81 | 12.55 | fn | 1.91 | * | 0.24 | 8.05 | 4.18 | | 0.74 | 3.54 | 40.47 | |
| | 180 | | 78.1 | 91.65 | 3.40 | 4.95 | n | 2.01 | * | 0.27 | 3.42 | 2.20 | | 0.25 | 1.32 | 41.80 | |
| | 200 | M. | 0.0 | 7.32 | 56.18 | 36.50 | fal | 1.49 | | 1.00 | 42.93 | 22.23 | | 3.08 | 61.52 | 103.32 | 103.32 |
| | 220 | M. | 0.0 | | | | | 1.36 | | 1.00 | | | | | | | |
| PA-6 | 0 | | 0.0 | 56.85 | 30.20 | 12.95 | fn | 1.59 | | 1.00 | 17.71 | 7.02 | * | 1.70 | 16.96 | 16.96 | |
| | 20 | | 0.0 | | | | | 1.80 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 40 | | 0.0 | | | | | 1.58 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 60 | | 0.0 | | | | | 1.54 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 80 | | 0.0 | | | | | 1.43 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 100 | | 0.0 | | | | | 1.46 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 120 | | 0.0 | | | | | 1.53 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 140 | | 0.0 | | | | | 1.59 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 160 | | 0.0 | | | | | 1.53 | | 1.00 | | | | | | | |
| PA-7 | 0 | | 11.7 | 31.07 | 39.68 | 29.25 | fa | 1.73 | | 0.92 | 27.42 | 14.36 | * | 2.26 | 20.80 | 20.80 | |
| | 20 | | 10.5 | | | | | 1.63 | | 0.93 | | | | | | | |
| | 40 | | 7.2 | | | | | 1.83 | | 0.95 | | | | | | | |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | |
|--------|-------|----------|--------|-------|-------|---------|-------|------|------|-----------|-------|--------|-----|-------|--------|----|
| n° | cm | mat. | % | | | | | | | 1/3bar | 15bar | | | acum. | perfil | |
| | | | peso | % | | | | g/cc | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm | mm |
| | 60 | | 0.7 | | | | | 1.82 | 0.99 | | | | | | | |
| | 80 | | 0.8 | | | | | 1.86 | 0.99 | | | | | | | |
| | 100 | | 0.7 | | | | | 1.77 | 1.00 | | | | | | | |
| | 120 | | 2.3 | | | | | 1.68 | 0.99 | | | | | | | |
| | 140 | | 6.1 | | | | | 1.78 | 0.96 | | | | | | | |
| | 160 | | 29.1 | | | | | 1.86 | 0.78 | | | | | | | |
| | 180 | | 76.4 | 65.08 | 19.92 | 15.00 | fn | 1.85 | * | 0.31 | 13.63 | 6.45 | * | 1.33 | 8.13 | |
| | 200 | | 61.8 | 66.14 | 23.41 | 10.45 | fn | 1.79 | * | 0.48 | 13.76 | 5.16 | * | 1.54 | 14.70 | |
| | 220 | | 76.1 | 76.19 | 15.51 | 8.30 | fn | 1.87 | * | 0.31 | 9.40 | 3.52 | * | 1.10 | 6.79 | |
| | 240 | | 80.0 | 65.82 | 13.13 | 21.05 | fan | 1.96 | * | 0.25 | 12.46 | 8.03 | * | 0.87 | 4.40 | |
| | 260 | | 73.3 | 54.71 | 15.14 | 30.15 | fan | 1.98 | * | 0.33 | 16.37 | 11.67 | * | 0.93 | 6.09 | |
| | 280 | | 75.4 | 45.37 | 15.68 | 38.95 | an | 2.01 | * | 0.30 | 19.49 | 14.94 | * | 0.91 | 5.50 | |
| | 300 | | 79.6 | 33.03 | 22.52 | 44.45 | a | 1.95 | * | 0.26 | 24.45 | 17.75 | * | 1.31 | 6.76 | |
| | 320 | | 89.5 | 38.90 | 36.30 | 24.80 | f | 1.69 | * | 0.16 | 24.40 | 12.29 | * | 2.05 | 6.36 | |
| | 340 | | 84.5 | 71.91 | 14.19 | 13.90 | fn | 1.92 | * | 0.20 | 10.62 | 5.75 | * | 0.93 | 3.77 | |
| PA- 8 | 0 | | 29.3 | 41.28 | 41.62 | 17.10 | f | 1.49 | | 0.81 | 24.35 | 9.78 | * | 2.18 | 17.64 | |
| | 20 | | 0.0 | | | | | 1.33 | 1.00 | | | | | | | |
| | 40 | | 3.7 | | | | | 1.53 | 0.98 | | | | | | | |
| | 60 | | 8.6 | | | | | 1.62 | 0.95 | | | | | | | |
| | 80 | | 58.9 | 76.64 | 13.91 | 9.45 | fn | 1.90 | * | 0.49 | 9.04 | 3.81 | * | 0.99 | 9.80 | |
| | 100 | | 61.1 | 87.64 | 7.76 | 4.60 | n | 1.95 | * | 0.46 | 4.61 | 1.37 | * | 0.63 | 5.87 | |
| | 120 | | 69.7 | 82.33 | 9.72 | 7.95 | nf | 1.94 | * | 0.37 | 6.61 | 2.79 | * | 0.74 | 5.53 | |
| | 140 | | 73.2 | 78.47 | 10.63 | 10.90 | fn | 1.95 | * | 0.33 | 7.99 | 4.01 | * | 0.77 | 5.15 | |
| | 160 | | 66.9 | 65.02 | 13.18 | 21.80 | fan | 1.96 | * | 0.40 | 12.73 | 8.23 | * | 0.88 | 7.08 | |
| | 180 | | 3.2 | | | | | 1.97 | 0.98 | | | | | | | |
| | 200 | | 58.4 | 60.00 | 20.85 | 19.15 | fn | 1.86 | * | 0.50 | 15.41 | 8.00 | * | 1.38 | 13.89 | |
| | 220 | | 33.0 | 69.15 | 13.70 | 17.15 | fn | 2.06 | | 0.72 | 11.45 | 6.54 | * | 1.01 | 14.63 | |
| PB- 1 | 0 | | 0.4 | 54.24 | 31.91 | 13.85 | fn | 1.24 | | 1.00 | 22.08 | 9.62 | | 1.55 | 15.47 | |
| | 20 | Lut. | 4.4 | 41.01 | 37.59 | 21.40 | f | 1.38 | | 0.98 | 23.47 | 10.84 | | 1.75 | 34.14 | |
| | 40 | Ar. | 2.7 | 74.32 | 11.83 | 13.85 | fn | 1.52 | * | 0.98 | 12.74 | 6.46 | | 0.95 | 18.77 | |
| | 60 | Ar. | 9.6 | 65.78 | 19.42 | 14.80 | fn | 1.48 | * | 0.94 | 15.13 | 6.70 | | 1.25 | 23.53 | |
| | 80 | Lut. | 3.5 | 37.72 | 47.98 | 14.30 | f | 1.50 | * | 0.98 | 20.23 | 5.97 | | 2.15 | 42.07 | |
| | 100 | Lut. | 0.0 | 37.40 | 48.50 | 14.10 | f | 1.55 | * | 1.00 | 20.61 | 5.97 | | 2.27 | 45.33 | |
| | 120 | Ar.-lut. | 0.0 | 48.52 | 35.73 | 15.75 | f | 1.54 | * | 1.00 | 19.16 | 7.77 | | 1.75 | 35.01 | |
| | 140 | Ar. | 0.0 | 86.16 | 6.69 | 7.15 | nf | 1.63 | * | 1.00 | 8.16 | 3.96 | | 0.69 | 13.71 | |
| | 160 | Ar. | 3.7 | 91.70 | 0.60 | 7.70 | n | 1.65 | * | 0.98 | 6.64 | 3.34 | | 0.55 | 10.66 | |
| | 180 | Ar. | 0.6 | 93.90 | 1.20 | 4.90 | n | 1.65 | * | 1.00 | 3.68 | 2.38 | | 0.21 | 4.28 | |
| | 200 | Ar. | 4.4 | 94.20 | 1.50 | 4.30 | n | 1.66 | * | 0.97 | 3.80 | 2.11 | | 0.28 | 5.47 | |
| PB- 2 | 0 | | 0.0 | 45.61 | 35.09 | 19.30 | f | 1.17 | | 1.00 | 19.89 | 9.24 | | 1.25 | 12.48 | |
| | 20 | Ar. | 0.0 | 64.26 | 18.44 | 17.30 | fn | 1.44 | | 1.00 | 15.46 | 6.10 | | 1.35 | 26.92 | |
| | 40 | Ar. | 0.0 | 69.27 | 14.63 | 16.10 | fn | 1.63 | * | 1.00 | 13.39 | 5.84 | | 1.23 | 24.61 | |
| | 60 | Lut. | 0.0 | 38.14 | 45.01 | 16.85 | f | 1.46 | | 1.00 | 22.17 | 7.14 | | 2.20 | 43.97 | |
| | 80 | Lut. | 0.0 | 38.00 | 40.35 | 21.65 | f | 1.65 | | 1.00 | 24.08 | 10.08 | | 2.31 | 46.28 | |
| | 100 | Ar. | 0.0 | 81.45 | 5.45 | 13.10 | fn | 1.69 | * | 1.00 | 10.46 | 5.34 | | 0.86 | 17.27 | |
| | 120 | Ar.-lut. | 0.0 | 51.89 | 32.66 | 15.45 | f | 1.68 | * | 1.00 | 17.55 | 7.55 | | 1.68 | 33.61 | |
| | 140 | Lut. | 0.0 | 25.63 | 56.47 | 17.90 | fl | 1.66 | | 1.00 | 28.85 | 12.52 | | 2.71 | 54.27 | |
| | 160 | Lut. | 0.0 | 13.78 | 63.87 | 22.35 | l | 1.66 | * | 1.00 | 38.25 | 17.36 | | 3.48 | 69.54 | |
| | 180 | Lut. | 0.0 | 17.60 | 59.15 | 23.25 | fl | 1.66 | | 1.00 | 36.39 | 17.95 | | 3.06 | 61.22 | |
| | 200 | Lut. | 0.0 | 23.05 | 52.60 | 24.35 | fl | 1.65 | * | 1.00 | 36.21 | 20.28 | | 2.64 | 52.72 | |
| PB- 3 | 0 | | 0.0 | 54.78 | 37.07 | 8.15 | fn | 1.54 | | 1.00 | 19.32 | 6.53 | * | 1.97 | 19.74 | |
| | 20 | | 0.0 | | | | | 1.49 | 1.00 | | | | | | | |
| | 40 | Lut. | 0.0 | | | | | 1.75 | 1.00 | | | | | | | |
| | 60 | Lut. | 0.0 | | | | | 1.78 | 1.00 | | | | | | | |
| | 80 | Lut. | 0.0 | | | | | 1.82 | 1.00 | | | | | | | |
| | 100 | Lut. | 0.0 | 67.45 | 26.90 | 5.65 | fn | 1.97 | | 1.00 | 13.80 | 3.66 | * | 2.00 | 39.93 | |
| | 120 | Lut. | 0.0 | 62.72 | 33.88 | 3.40 | fn | 1.61 | * | 1.00 | 16.30 | 3.58 | * | 2.05 | 40.96 | |

| Perfil Prof. n° | Tipo mat. | Gravas | | Arena | | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA |
|--------------------|--------------|--------|-------|-------|-------|------|---------|-------|------|--------|-----------|-------|--------|------|-------|--------|
| | | % | peso | % | % | | | | | | 1/3bar | 15bar | | | | |
| | 140 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.63 | 1.00 | | | | | |
| | 160 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.67 | 1.00 | | | | | |
| | 180 Lut. | 0.0 | 21.11 | 68.54 | 10.35 | fl | | | | 1.61 * | 1.00 | 34.60 | 9.69 * | 4.00 | 80.04 | |
| PB- 4 | 0 | 0.0 | | | | | | | | 1.46 | 1.00 | | | | | |
| | 20 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.60 | 1.00 | | | | | |
| | 40 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.62 | 1.00 | | | | | |
| | 60 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.92 | 1.00 | | | | | |
| | 80 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.76 | 1.00 | | | | | |
| | 100 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.69 | 1.00 | | | | | |
| | 120 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.80 | 1.00 | | | | | |
| | 140 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.71 | 1.00 | | | | | |
| | 160 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.95 | 1.00 | | | | | |
| | 180 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.98 | 1.00 | | | | | |
| PB- 5 | 0 | 0.0 | 23.05 | 52.60 | 24.35 | fl | | | | 1.29 * | 1.00 | 36.21 | 20.28 | 2.05 | 20.47 | 20.47 |
| | 20 Ar.-lut. | 0.0 | 44.17 | 32.78 | 23.05 | f | | | | 1.42 * | 1.00 | 31.27 | 21.43 | 1.39 | 27.85 | 48.32 |
| | 40 | 0.0 | 46.32 | 34.03 | 19.65 | f | | | | 1.49 * | 1.00 | 27.39 | 19.71 | 1.14 | 22.89 | 71.21 |
| | 60 | 0.0 | 44.77 | 35.88 | 19.35 | f | | | | 1.49 | 1.00 | 29.01 | 19.33 | 1.45 | 28.93 | 100.15 |
| | 80 Ar.-lut. | 0.0 | 37.86 | 42.64 | 19.50 | f | | | | 1.58 * | 1.00 | 34.49 | 18.30 | 2.56 | 51.13 | 151.28 |
| | 100 Ar. | 0.0 | 41.92 | 30.53 | 27.55 | fa | | | | 1.84 | 1.00 | 23.82 | 13.85 | 1.83 | 36.59 | 187.87 |
| | 120 Lut. | 0.0 | 25.95 | 58.70 | 15.35 | fl | | | | 1.62 * | 1.00 | 27.69 | 11.81 | 2.58 | 51.61 | 239.48 |
| | 140 Lut. | 0.0 | 37.79 | 50.16 | 12.05 | fl | | | | 1.76 | 1.00 | 21.95 | 8.89 | 2.29 | 45.87 | 285.35 |
| PB- 6 | 0 | 0.0 | | | | | | | | 1.59 | 1.00 | | | | | |
| | 20 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.13 | 1.00 | | | | | |
| | 40 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.24 | 1.00 | | | | | |
| | 60 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.23 | 1.00 | | | | | |
| | 80 M. | 0.0 | | | | | | | | 1.97 | 1.00 | | | | | |
| | 100 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.16 | 1.00 | | | | | |
| | 120 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.20 | 1.00 | | | | | |
| | 140 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.20 | 1.00 | | | | | |
| | 160 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.21 | 1.00 | | | | | |
| PB- 7 | 0 | 0.0 | | | | | | | | 1.56 | 1.00 | | | | | |
| | 20 | 0.0 | | | | | | | | 1.83 | 1.00 | | | | | |
| | 40 Ar.-y. | 0.0 | | | | | | | | 1.78 | 1.00 | | | | | |
| | 60 Ar.-y. | 0.0 | | | | | | | | 1.81 | 1.00 | | | | | |
| | 80 Ar.-y. | 0.0 | | | | | | | | 1.88 | 1.00 | | | | | |
| | 100 Ar. | 0.0 | | | | | | | | 1.70 | 1.00 | | | | | |
| | 120 Ar. | 0.0 | | | | | | | | 1.69 | 1.00 | | | | | |
| PB- 8 | 0 | 0.0 | | | | | | | | 1.65 | 1.00 | | | | | |
| | 20 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.10 | 1.00 | | | | | |
| | 40 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.11 | 1.00 | | | | | |
| | 60 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.05 | 1.00 | | | | | |
| | 80 M. | 0.0 | | | | | | | | 2.00 | 1.00 | | | | | |
| | 100 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.97 | 1.00 | | | | | |
| | 120 Lut. | 0.0 | | | | | | | | 1.85 | 1.00 | | | | | |
| PB- 9 | 0 | 0.0 | 71.01 | 24.84 | 4.15 | fn | | | | 1.35 | 1.00 | 12.36 | 2.95 * | 1.27 | 12.73 | 12.73 |
| | 20 | 0.0 | 74.51 | 21.69 | 3.80 | nf | | | | 1.62 * | 1.00 | 10.79 | 2.42 * | 1.36 | 27.19 | 39.91 |
| | 40 | 0.0 | | | | | | | | 1.61 | 1.00 | | | | | |
| | 60 | 0.0 | 53.85 | 42.50 | 3.65 | f | | | | 1.53 * | 1.00 | 20.37 | 4.57 * | 2.42 | 48.40 | |
| | 80 Ar. | 0.0 | 52.70 | 43.70 | 3.60 | f | | | | 1.69 | 1.00 | 20.90 | 4.62 * | 2.75 | 54.94 | |
| | 100 Ar.-y. | 0.0 | | | | | | | | 1.68 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | |
| | 120 Ar.-y. | 0.0 | 63.17 | 33.08 | 3.75 | fn | | | | 1.66 | 1.00 | 16.04 | 3.60 * | 2.07 | 41.40 | |
| | 140 Ar.-y. | 0.0 | | | | | | | | 1.68 | 1.00 | | | | | |
| PB-10 | 0 | 0.0 | 34.46 | 47.69 | 17.85 | f | | | | 1.11 * | 1.00 | 33.55 | 17.97 | 1.74 | 17.36 | 17.36 |
| | 20 | 0.0 | 26.80 | 51.80 | 21.40 | fl | | | | 1.18 * | 1.00 | 44.19 | 23.90 | 2.40 | 47.91 | 65.27 |
| | 40 | 0.0 | 42.42 | 39.28 | 18.30 | f | | | | 1.50 * | 1.00 | 29.19 | 16.36 | 1.92 | 38.42 | 103.70 |
| | 60 Y. | 0.0 | 41.51 | 40.59 | 17.90 | f | | | | 1.53 | 1.00 | 29.30 | 16.29 | 1.99 | 39.84 | 143.54 |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas | | | | Limo | Arcilla | Text. d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | | CAA | CAA |
|--------|----------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|---------|------------|-------|-----------|-------|--------|--------|--------|-----|--------|
| | | | % | % | % | % | | | | | 1/3bar | 15bar | | mm/cm | mm | | |
| | cm | | peso | % | % | | | g/cc | | % | % | | | | | | perfil |
| | 80 | M. | 0.0 | 20.19 | 56.06 | 23.75 | fl | 1.42 | 1.00 | 32.32 | 13.22 | 2.71 | 54.27 | 197.80 | | | |
| | 100 | M.-y. | 0.0 | 27.26 | 52.64 | 20.10 | f | 1.54 | 1.00 | 32.10 | 16.00 | 2.48 | 49.54 | 247.35 | | | |
| | 120 | M.-y. | 0.0 | 16.37 | 63.93 | 19.70 | fl | 1.54 | 1.00 | 39.50 | 13.15 | 4.05 | 80.96 | 328.31 | | | |
| | 140 | M.-y. | 0.0 | 24.24 | 49.36 | 26.40 | f | 1.42 | 1.00 | 32.85 | 15.52 | 2.46 | 49.15 | 377.45 | 377.45 | | |
| PB-11 | 0 | | 0.0 | 55.45 | 39.80 | 4.75 | f | 1.23 | 1.00 | 19.48 | 4.83* | 1.79 | 17.95 | 17.95 | | | |
| | 20 | | 0.0 | 54.40 | 41.65 | 3.95 | f | 1.42 | 1.00 | 20.07 | 4.65* | 2.19 | 43.74 | 61.68 | | | |
| | 40 | Ar. | 0.0 | 54.65 | 41.50 | 3.85 | f | 1.46 | 1.00 | 19.97 | 4.50* | 2.25 | 45.06 | 106.74 | | | |
| | 60 | Ar. | 0.0 | 50.27 | 45.93 | 3.80 | f | 1.50 | 1.00 | 22.00 | 4.96* | 2.55 | 51.09 | 157.83 | | | |
| | 80 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.61 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 100 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.51 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 120 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.61 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 140 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.58 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 160 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.70 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 180 | Ar. | 0.0 | | | | | 1.55 | 1.00 | | | | | | | | |
| PC-1 | 0 | | 36.7 | 56.06 | 27.24 | 16.70 | fn | 1.56* | 0.75 | 17.57 | 8.67* | 1.39 | 10.32 | 10.32 | | | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.84 | 0.92 | | | 0.00 | 0.00 | 10.32 | | | |
| | 40 | Cs.C. | 10.9 | | | | | 1.77 | 0.92 | | | | | | | | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.91 | 0.97 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 80 | Cs.C. | 1.8 | | | | | 1.92 | 0.99 | | | | | | | | |
| | 100 | Cs.C. | 19.2 | | | | | 1.79 | 0.86 | | | | | | | | |
| | 120 | Cs.C. | 60.2 | 67.13 | 24.22 | 8.65 | fn | 1.60* | 0.53 | 13.54 | 4.47* | 1.45 | 15.02 | | | | |
| | 140 | Cs.L. | | | | | | 2.02 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 160 | agr.cem. | 82.0 | | | | | 2.04 | 0.22 | | | | | | | | |
| | 180 | | 68.2 | 79.72 | 15.13 | 5.15 | nf | 1.64* | 0.43 | 8.20 | 2.30* | 0.97 | 8.24 | | | | |
| | 200 | | 80.2 | 43.86 | 43.89 | 12.25 | f | 1.41* | 0.32 | 23.82 | 7.86* | 2.25 | 14.13 | | | | |
| PC-2 | 0 | | 46.0 | 57.94 | 24.66 | 17.40 | fn | 1.59* | 0.66 | 16.60 | 8.67* | 1.26 | 8.33 | 8.33 | | | |
| | 20 | | 36.7 | 59.54 | 25.46 | 15.00 | fn | 1.57* | 0.75 | 16.19 | 7.77* | 1.32 | 19.58 | 27.91 | | | |
| | 40 | Cs.C. | | | | | | 2.27 | 0.90 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 60 | Cs.M. | | | | | | 2.01 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 80 | Cs.M. | | | | | | 2.01 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 100 | Cs.M. | | | | | | 1.87 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 120 | Cs.C. | | | | | | 1.83 | 0.85 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 140 | Cs.M. | | | | | | 1.64 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | | | |
| | 160 | Cs.M. | | | | | | 1.73 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.91 | 27.91 | | |
| | 180 | | | | | | | 1.60 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 200 | | | | | | | 1.52 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 220 | | | | | | | 1.67 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 240 | Cs.M. | | | | | | 1.72 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 260 | Cs.M. | | | | | | 1.68 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 280 | Cs.M. | | | | | | 1.64 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 300 | Cs.M. | | | | | | 2.03 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| | 320 | Cs.M. | | | | | | 1.81 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | | | | |
| PC-3 | 0 | | 41.0 | 51.06 | 25.59 | 23.35 | fan | 1.68* | 0.70 | 18.98 | 10.51* | 1.43 | 9.76 | 9.76 | | | |
| | 20 | | 45.1 | 53.81 | 26.34 | 19.85 | fn | 1.66* | 0.66 | 18.18 | 9.27* | 1.48 | 19.31 | 29.07 | | | |
| | 40 | | 47.2 | 54.84 | 27.01 | 18.15 | fn | 1.62* | 0.65 | 17.94 | 8.74* | 1.49 | 19.08 | 48.15 | | | |
| | 60 | Cs.M. | | | | | | 1.77 | 0.94 | | | 0.00 | 0.00 | 48.15 | | | |
| | 80 | Cs.M. | | | | | | 1.61 | 0.92 | | | 0.00 | 0.00 | 48.15 | | | |
| | 100 | Cs.M. | 36.6 | 51.53 | 27.77 | 20.70 | fan | 1.71* | 0.73 | 19.12 | 9.39* | 1.66 | 23.93 | 72.08 | | | |
| | 120 | Cs.M. | 44.7 | 48.59 | 28.81 | 22.60 | f | 1.79 | 0.64 | 20.22 | 10.06* | 1.81 | 23.96 | 96.04 | | | |
| | 140 | Cs.M. | 63.1 | 70.29 | 19.66 | 10.05 | fn | 1.78 | 0.41 | 11.89 | 4.51* | 1.31 | 11.73 | 107.77 | | | |
| | 160 | | 57.8 | 67.67 | 23.23 | 9.10 | fn | 1.73* | 0.53 | 13.23 | 4.49* | 1.51 | 15.94 | 123.71 | | | |
| | 180 | | 43.3 | 68.91 | 20.09 | 11.00 | fn | 1.78* | 0.66 | 12.40 | 4.87* | 1.34 | 17.67 | 141.39 | | | |
| | 200 | Cs.M. | 43.3 | 51.16 | 30.09 | 18.75 | f | 1.72 | 0.64 | 19.56 | 8.77* | 1.85 | 26.59 | 167.97 | | | |
| | 220 | | 32.0 | 66.49 | 24.46 | 9.05 | fn | 1.66* | 0.77 | 13.79 | 4.60* | 1.53 | 23.40 | 191.37 | 191.37 | | |
| | 240 | R.-xtos. | 100.0 | 68.17 | 24.08 | 7.75 | fn | 1.74* | -- | 13.19 | 4.08* | 1.58 | -- | -- | | | |
| | 260 | R.-xtos. | 100.0 | 67.74 | 26.06 | 6.20 | fn | 1.71* | -- | 13.59 | 3.72* | 1.69 | -- | -- | | | |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | |
|--------|-------|----------|--------|-------|-------|---------|-------|------|----|-----------|--------|-------|-------|--------|-------|
| n° | cm | mat. | % | | | | | g/cc | | 1/3bar | 15bar | | acum. | perfil | |
| | | | peso | % | | | | | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm |
| | 280 | R.-xtos. | 100.0 | 56.94 | 31.91 | 11.15 | fn | 1.70 | * | -- | 17.92 | 6.17 | * | 2.00 | -- |
| | 300 | R.-xtos. | 100.0 | 52.67 | 37.43 | 9.90 | fn | 1.62 | * | -- | 20.06 | 6.23 | * | 2.24 | -- |
| | 320 | R.-xtos. | 100.0 | 51.08 | 36.37 | 12.55 | f | 1.68 | * | -- | 20.44 | 7.11 | * | 2.24 | -- |
| PC- 4 | 0 | | 54.2 | 67.84 | 18.11 | 14.05 | fn | 1.62 | * | 0.58 | 12.48 | 6.55 | * | 0.96 | 5.53 |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.72 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.65 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 60 | Cs.M. | | 64.23 | 24.27 | 11.50 | fn | 1.68 | | 0.99 | 14.50 | 5.69 | * | 1.48 | 29.27 |
| | 80 | Cs.M. | | | | | | 2.01 | | 0.99 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 100 | Cs.M. | | | | | | 1.91 | | 0.99 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 120 | Cs.C. | | | | | | 2.15 | | 0.98 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 140 | | 51.6 | 61.78 | 30.32 | 7.90 | fn | 1.51 | * | 0.63 | 16.12 | 4.83 | * | 1.70 | 20.91 |
| | 160 | | 55.2 | 53.91 | 36.19 | 9.90 | fn | 1.47 | * | 0.60 | 19.49 | 6.17 | * | 1.96 | 22.99 |
| | 180 | Cs/R. | | | | | | 1.77 | | 0.67 | | | | 0.00 | 0.00 |
| PC- 5 | 0 | | 49.5 | 66.64 | 19.61 | 13.75 | fn | 1.74 | * | 0.60 | 13.08 | 6.74 | * | 1.10 | 6.78 |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 2.00 | | 0.70 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 40 | Cs.C. | 92.9 | 73.51 | 16.14 | 10.35 | fn | 1.73 | * | 0.11 | 10.36 | 4.65 | * | 0.99 | 2.06 |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.92 | | 0.83 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 80 | Cs.C. | 69.2 | 77.18 | 17.37 | 5.45 | nf | 1.64 | * | 0.42 | 9.33 | 2.68 | * | 1.09 | 9.07 |
| | 100 | Cs.C. | 69.9 | 84.50 | 12.00 | 3.50 | nf | 1.72 | * | 0.40 | 6.21 | 1.39 | * | 0.83 | 6.58 |
| | 120 | Cs.C. | 83.5 | 71.00 | 20.85 | 8.15 | fn | 1.64 | * | 0.25 | 11.82 | 4.04 | * | 1.27 | 6.16 |
| | 140 | | 81.5 | 78.66 | 11.79 | 9.55 | fn | 1.83 | * | 0.25 | 8.09 | 3.58 | * | 0.82 | 4.08 |
| | 160 | | 73.2 | 82.64 | 9.11 | 8.25 | nf | 1.84 | * | 0.35 | 6.42 | 2.80 | * | 0.67 | 4.60 |
| | 180 | | 81.1 | 78.56 | 13.49 | 7.95 | fn | 1.80 | * | 0.26 | 8.35 | 3.13 | * | 0.94 | 4.80 |
| | 200 | | 77.6 | 75.76 | 13.69 | 10.55 | fn | 1.84 | * | 0.29 | 9.29 | 4.09 | * | 0.96 | 5.62 |
| | 220 | | 67.6 | 77.08 | 8.97 | 13.95 | fn | 1.94 | * | 0.40 | 8.22 | 4.87 | * | 0.65 | 5.14 |
| | 240 | | 67.2 | 82.46 | 9.69 | 7.85 | nf | 1.87 | * | 0.41 | 6.56 | 2.69 | * | 0.72 | 5.92 |
| | 260 | | 70.3 | 81.31 | 10.79 | 7.90 | nf | 1.81 | * | 0.38 | 7.09 | 2.82 | * | 0.77 | 5.88 |
| | 280 | | 86.7 | 74.40 | 12.70 | 12.90 | fn | 1.84 | * | 0.18 | 9.60 | 4.87 | * | 0.87 | 3.15 |
| | 300 | | 87.4 | 70.10 | 11.95 | 17.95 | fn | 1.94 | * | 0.17 | 10.91 | 6.69 | * | 0.82 | 2.69 |
| | 320 | | 0.0 | | | | | 1.76 | | 1.00 | | | | | |
| PC- 6 | 0 | | 44.2 | 33.85 | 39.10 | 27.05 | fa | 1.49 | * | 0.69 | 26.43 | 14.46 | * | 1.78 | 12.46 |
| | 20 | | 47.7 | 38.24 | 37.61 | 24.25 | f | 1.50 | * | 0.66 | 24.83 | 12.57 | * | 1.84 | 24.12 |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.43 | | 1.00 | | | | | |
| | 60 | Cs.P. | | | | | | 1.47 | | 1.00 | | | | | |
| | 80 | Cs.P. | 10.0 | | | | | 1.67 | | 0.93 | | | | | |
| | 100 | Cs.M. | 3.0 | | | | | 1.80 | | 0.98 | | | | | |
| | 120 | Cs.M. | 1.0 | | | | | 1.79 | | 0.99 | | | | | |
| | 140 | Cs.M. | 5.0 | | | | | 1.84 | | 0.96 | | | | | |
| | 160 | Cs.M. | 4.0 | | | | | 1.91 | | 0.97 | | | | | |
| | 180 | Cs.M. | 7.0 | | | | | 2.01 | | 0.95 | | | | | |
| | 200 | Cs.M. | 2.0 | | | | | 1.76 | | 0.99 | | | | | |
| PC- 7 | 0 | | 59.5 | 51.83 | 31.62 | 16.55 | f | 1.45 | * | 0.56 | 19.55 | 9.13 | * | 1.51 | 8.31 |
| | 20 | Cs.C. | | | | | | 1.92 | | 0.74 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 40 | Cs.C. | 87.2 | 79.05 | 16.10 | 4.85 | nf | 1.66 | * | 0.19 | 8.55 | 2.40 | * | 1.02 | 3.87 |
| | 60 | | 82.4 | 67.80 | 22.90 | 9.30 | fn | 1.65 | * | 0.26 | 13.15 | 4.65 | * | 1.40 | 7.13 |
| | 80 | | 83.9 | 76.84 | 16.76 | 6.40 | fn | 1.69 | * | 0.23 | 9.36 | 2.95 | * | 1.08 | 4.99 |
| | 100 | | 14.4 | | | | | 1.89 | | 0.89 | | | | | |
| | 120 | | 74.4 | 79.13 | 14.07 | 6.80 | nf | 1.74 | * | 0.35 | 8.25 | 2.83 | * | 0.94 | 6.46 |
| PC- 8 | 0 | | 60.3 | 65.91 | 24.39 | 9.70 | fn | 1.31 | * | 0.57 | 13.97 | 6.40 | * | 0.99 | 5.61 |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.79 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 |
| | 40 | R.-dol. | | | | | | 2.81 | | -- | | | | 0.00 | -- |
| | 60 | R.-dol. | | | | | | 2.82 | | -- | | | | 0.00 | -- |
| | 80 | R.-dol. | | | | | | 2.82 | | -- | | | | 0.00 | -- |
| | 100 | R.-dol. | | | | | | 2.83 | | -- | | | | 0.00 | -- |
| | 120 | R.-dol. | | | | | | 2.83 | | -- | | | | 0.00 | -- |
| | 140 | R.-dol. | | | | | | 2.84 | | -- | | | | 0.00 | -- |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | |
|--------|-------|----------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|------|-----------|--------|-------|-------|--------|-------|
| n° | cm | mat. | % | | | | | | | 1/3bar | 15bar | | acum. | perfil | |
| | | | peso | | % | | | g/cc | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm |
| | 160 | R.-dol. | | | | | | 2.83 | -- | | | 0.00 | -- | -- | |
| PC-9 | 0 | | 68.8 | 36.73 | 38.47 | 24.80 | f | 1.18* | 0.50 | 25.41 | 15.01* | 1.22 | 6.29 | 6.29 | |
| | 20 | | 71.9 | 42.22 | 38.83 | 18.95 | f | 1.31* | 0.44 | 23.66 | 11.03* | 1.66 | 14.55 | 20.83 | |
| | 40 | | 57.1 | 56.70 | 25.15 | 18.15 | fn | 1.45* | 0.59 | 17.08 | 9.13* | 1.15 | 13.11 | 33.95 | |
| | 60 | | 16.7 | 56.32 | 27.23 | 16.45 | fn | 1.33* | 0.91 | 17.48 | 9.12* | 1.11 | 19.75 | 53.70 | |
| | 80 | | 5.0 | 57.62 | 26.43 | 15.95 | fn | 1.28* | 0.98 | 16.95 | 9.18* | 1.00 | 19.07 | 72.77 | |
| | 100 | Cs.L. | | | | | | 1.45 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 72.77 | 72.77 |
| | 120 | R.-dol. | | | | | | 2.59 | -- | | | 0.00 | -- | -- | |
| | 140 | R.-dol. | | | | | | 2.66 | -- | | | 0.00 | -- | -- | |
| PC-10 | 0 | | 72.9 | 51.25 | 32.25 | 16.50 | f | 1.40* | 0.41 | 19.82 | 10.09* | 1.36 | 5.69 | 5.69 | |
| | 20 | | 38.6 | 54.08 | 26.97 | 18.95 | fn | 1.55* | 0.73 | 18.18 | 10.28* | 1.23 | 18.21 | 23.90 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.68 | 0.59 | | | 0.00 | 0.00 | 23.90 | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 2.18 | 0.77 | | | 0.00 | 0.00 | 23.90 | |
| | 80 | | 16.0 | 40.29 | 33.91 | 25.80 | f | 1.60* | 0.90 | 23.63 | 12.26* | 1.82 | 31.85 | 55.75 | |
| | 100 | agr.cem. | | | | | | 1.94 | 0.97 | | | | | | |
| | 120 | | 0.0 | 61.44 | 22.51 | 16.05 | fn | 1.67* | 1.00 | 15.17 | 7.11* | 1.35 | 26.30 | | |
| PC-11 | 0 | | 68.6 | 34.19 | 38.61 | 27.20 | fa | 1.46* | 0.45 | 26.26 | 14.73* | 1.69 | 7.71 | 7.71 | |
| | 20 | | 50.4 | 33.49 | 36.71 | 29.80 | fa | 1.60* | 0.62 | 26.23 | 14.79* | 1.83 | 22.74 | 30.45 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 2.08 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.62 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 80 | Cs.M. | | | | | | 2.08 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 100 | Cs.M. | | | | | | 2.08 | 0.88 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | | 2.03 | 0.78 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 140 | Cs.M. | | | | | | 2.17 | 0.96 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 160 | Cs.M. | | | | | | 2.15 | 0.78 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 180 | Cs.M. | | | | | | 2.33 | 0.66 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 200 | Cs.M. | | | | | | 1.91 | 0.59 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 220 | Cs.M. | | | | | | 2.09 | 0.95 | | | 0.00 | 0.00 | 30.45 | |
| | 240 | Cs.M. | 25.4 | 35.36 | 41.34 | 23.30 | f | 1.58* | 0.84 | 26.25 | 11.65* | 2.30 | 37.13 | 67.58 | |
| | 260 | Cs.M. | | | | | | 2.08 | 0.88 | | | 0.00 | 0.00 | 67.58 | 67.58 |
| | 280 | Cg.cem. | | | | | | 2.10 | 0.81 | | | | | | |
| | 300 | Cg.cem. | | | | | | 2.58 | 0.91 | | | | | | |
| | 320 | Cg.cem. | | | | | | 2.06 | 0.84 | | | | | | |
| | 340 | Cg.cem. | | | | | | 1.89 | 0.95 | | | | | | |
| PC-12 | 0 | | 22.3 | 49.56 | 34.24 | 16.20 | f | 1.37* | 0.87 | 20.64 | 10.31* | 1.42 | 12.65 | 12.65 | |
| | 20 | | 50.7 | 51.91 | 32.64 | 15.45 | f | 1.44* | 0.64 | 19.66 | 9.39* | 1.48 | 19.18 | 31.82 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.91 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.81 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | |
| | 80 | Cs.L. | | | | | | 1.88 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | |
| | 100 | Cs.P. | | | | | | 2.04 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | | 1.63 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | |
| | 140 | agr.cem. | 5.0 | | | | | 1.62 | 0.97 | | | 0.00 | 0.00 | 31.82 | 31.82 |
| | 160 | | 8.0 | | | | | 1.65 | 0.95 | | | | | | |
| | 180 | | 3.0 | | | | | 1.62 | 0.98 | | | | | | |
| | 200 | | 4.0 | | | | | 1.66 | 0.97 | | | | | | |
| PC-13 | 0 | | 33.3 | 44.91 | 33.64 | 21.45 | f | 1.51* | 0.78 | 22.08 | 11.66* | 1.58 | 12.40 | 12.40 | |
| | 20 | | 29.1 | 45.41 | 29.99 | 24.60 | f | 1.64* | 0.80 | 21.42 | 11.98* | 1.55 | 24.74 | 37.14 | |
| | 40 | | 30.7 | 40.97 | 32.88 | 26.15 | f | 1.62* | 0.79 | 23.26 | 12.92* | 1.68 | 26.41 | 63.55 | |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.62 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 63.55 | |
| | 80 | Cs.P. | | | | | | 1.38 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 63.55 | |
| | 100 | Cs.M. | | | | | | 1.93 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 63.55 | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | | 1.76 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 63.55 | |
| | 140 | Cs.M. | | | | | | 1.57 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 63.55 | |
| | 160 | | 64.7 | 52.36 | 41.04 | 6.60 | fn | 1.37* | 0.52 | 20.65 | 5.52* | 2.07 | 21.10 | 84.65 | |
| | 180 | | 71.8 | 60.03 | 32.12 | 7.85 | fn | 1.48* | 0.42 | 16.94 | 5.09* | 1.75 | 14.35 | 99.00 | |
| | 200 | | 73.9 | 75.81 | 18.09 | 6.10 | fn | 1.66* | 0.36 | 9.88 | 2.95* | 1.15 | 8.23 | 107.23 | |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | | | |
|--------|---------|----------|--------|-------|-------|---------|-------|------|------|-----------|-------|--------|------|-------|--------|--------|--------|--|
| n° | cm | mat. | % | | % | | | g/cc | | 1/3bar | 15bar | | | acum. | perfil | | | |
| | | | peso | | | | | | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm | | | |
| PC-14 | 220 | | 88.6 | 80.40 | 13.60 | 6.00 | nf | 1.74 | * | 0.17 | 7.77 | 2.44 | * | 0.93 | 3.04 | 110.27 | 110.27 | |
| | 0 | | 53.7 | 59.35 | 23.10 | 17.55 | fn | 1.56 | * | 0.60 | 15.93 | 8.33 | * | 1.18 | 6.93 | 6.93 | | |
| | 20 | | 46.3 | 53.41 | 28.69 | 17.90 | fn | 1.50 | * | 0.68 | 18.63 | 9.13 | * | 1.42 | 18.89 | 25.82 | | |
| | 40 | | 54.0 | 48.20 | 29.30 | 22.50 | f | 1.53 | * | 0.60 | 20.42 | 10.94 | * | 1.45 | 17.03 | 42.85 | | |
| | 60 | | 61.5 | 48.46 | 28.54 | 23.00 | f | 1.51 | * | 0.53 | 20.23 | 11.22 | * | 1.36 | 14.09 | 56.94 | | |
| | 80 | Cs.C. | | | | | | | 2.12 | | 0.72 | | | | 0.00 | 0.00 | 56.94 | |
| | 100 | Cs.C. | 78.6 | 84.33 | 10.02 | 5.65 | nf | 1.60 | * | 0.32 | 6.00 | 1.96 | * | 0.65 | 3.97 | 60.91 | | |
| | 120 | | 71.9 | 74.63 | 15.62 | 9.75 | fn | 1.61 | * | 0.40 | 9.93 | 4.01 | * | 0.95 | 7.32 | 68.24 | 68.24 | |
| | 140 | | 2.4 | | | | | | 1.86 | | 0.98 | | | | | | | |
| | 160 | | 24.1 | | | | | | 1.83 | | 0.82 | | | | | | | |
| 180 | | 27.0 | | | | | | 1.79 | | 0.80 | | | | | | | | |
| 200 | | 53.0 | | | | | | 1.91 | | 0.55 | | | | | | | | |
| 220 | R.-k.l. | | | | | | | 2.32 | -- | | | | | 0.00 | -- | -- | | |
| 240 | R.-k.l. | | | | | | | 2.13 | -- | | | | | 0.00 | -- | -- | | |
| PC-15 | 0 | | 21.8 | 46.48 | 9.02 | 44.50 | an | 2.27 | * | 0.81 | 18.22 | 16.54 | * | 0.38 | 3.06 | 3.06 | | |
| | 20 | | 25.7 | 62.42 | 9.43 | 28.15 | fan | 2.10 | * | 0.79 | 13.07 | 10.55 | * | 0.53 | 8.30 | 11.36 | | |
| | 40 | | 35.4 | 66.17 | 9.18 | 24.65 | fan | 2.03 | * | 0.70 | 11.81 | 9.40 | * | 0.49 | 6.90 | 18.26 | | |
| | 60 | | 48.6 | 44.33 | 13.42 | 42.25 | a | 2.09 | * | 0.58 | 19.52 | 16.38 | * | 0.66 | 7.46 | 25.72 | | |
| | 80 | Cs.L. | | | | | | | 2.14 | | 0.85 | | | | 0.00 | 0.00 | 25.72 | |
| | 100 | Cs.C. | 80.2 | 76.15 | 14.70 | 9.15 | fn | 1.81 | * | 0.27 | 9.30 | 3.80 | * | 1.00 | 5.29 | 31.01 | | |
| | 120 | | 87.2 | 81.65 | 12.80 | 5.55 | nf | 1.82 | * | 0.17 | 7.25 | 2.32 | * | 0.90 | 3.15 | 34.17 | | |
| | 140 | | 85.8 | 80.08 | 14.52 | 5.40 | nf | 1.80 | * | 0.20 | 8.00 | 2.34 | * | 1.02 | 4.00 | 38.17 | | |
| | 160 | | 78.8 | 82.69 | 12.51 | 4.80 | nf | 1.81 | * | 0.28 | 6.87 | 1.89 | * | 0.90 | 5.11 | 43.27 | | |
| | 180 | Cs.C. | | | | | | | 2.09 | | 0.59 | | | | 0.00 | 0.00 | 43.27 | |
| 200 | Cs.C. | 68.9 | 82.36 | 11.34 | 6.30 | nf | 1.87 | * | 0.39 | 6.82 | 2.35 | * | 0.84 | 6.54 | 49.81 | | | |
| 220 | | 68.8 | 84.28 | 10.37 | 5.35 | nf | 1.89 | * | 0.39 | 6.06 | 1.84 | * | 0.80 | 6.22 | 56.03 | | | |
| 240 | | 76.5 | 89.08 | 6.72 | 4.20 | n | 1.93 | * | 0.29 | 4.00 | 1.04 | * | 0.57 | 3.40 | 59.43 | | | |
| 260 | | 61.4 | 90.54 | 6.21 | 3.25 | n | 1.92 | * | 0.46 | 3.45 | 0.65 | * | 0.54 | 5.01 | 64.44 | | | |
| 280 | | 38.9 | 93.02 | 4.68 | 2.30 | n | 1.93 | * | 0.68 | 2.43 | 0.16 | * | 0.44 | 6.04 | 70.48 | 70.48 | | |
| PC-16 | 0 | | 20.7 | 52.68 | 17.37 | 29.95 | fan | 2.00 | * | 0.84 | 17.33 | 11.92 | * | 1.08 | 9.00 | 9.00 | | |
| | 20 | | 37.4 | 55.25 | 9.45 | 35.30 | an | 2.21 | * | 0.67 | 15.42 | 12.90 | * | 0.56 | 7.39 | 16.39 | | |
| | 40 | | 29.3 | 44.96 | 8.14 | 46.90 | a | 2.32 | * | 0.74 | 18.60 | 17.08 | * | 0.35 | 5.09 | 21.49 | | |
| | 60 | Cs.L. | 74.1 | 69.64 | 18.76 | 11.64 | fn | 1.76 | * | 0.35 | 11.99 | 5.11 | * | 1.21 | 8.35 | 29.84 | | |
| | 80 | Cs.C. | 67.2 | 69.97 | 21.58 | 8.45 | fn | 1.77 | * | 0.42 | 12.26 | 4.13 | * | 1.44 | 12.16 | 42.00 | | |
| | 100 | | 86.3 | 78.80 | 14.20 | 7.00 | nf | 1.84 | * | 0.19 | 8.37 | 2.85 | * | 1.02 | 3.79 | 45.79 | | |
| | 120 | | 78.9 | 87.03 | 8.92 | 4.05 | n | 1.90 | * | 0.27 | 4.97 | 1.22 | * | 0.71 | 3.88 | 49.67 | | |
| | 140 | | 71.3 | 89.64 | 6.91 | 3.45 | n | 1.92 | * | 0.36 | 3.84 | 0.79 | * | 0.59 | 4.20 | 53.87 | | |
| | 160 | | 82.9 | 82.47 | 11.83 | 5.70 | nf | 1.87 | * | 0.23 | 6.85 | 2.13 | * | 0.88 | 3.99 | 57.86 | | |
| | 180 | | 16.3 | 82.08 | 12.37 | 5.55 | nf | 1.87 | * | 0.88 | 7.05 | 2.10 | * | 0.92 | 8.18 | 66.04 | 66.04 | |
| PC-17 | 0 | | 9.7 | | | | | 1.92 | | 0.93 | | | | | | | | |
| | 20 | | 2.2 | | | | | 1.94 | | 0.98 | | | | | | | | |
| | 40 | Cs.C. | | | | | | 1.89 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.87 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 80 | Cs.M. | | | | | | 1.89 | | 1.00 | | | | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 100 | agr.cem. | | 53.30 | 32.05 | 14.65 | fn | 1.68 | * | 0.98 | 19.12 | 7.49 | * | 1.96 | 38.15 | | | |
| | 120 | agr.cem. | | 54.53 | 29.57 | 15.90 | fn | 1.74 | * | 0.98 | 18.39 | 7.67 | * | 1.87 | 36.45 | | | |
| | 140 | | 53.1 | 81.62 | 11.93 | 6.45 | nf | 1.89 | * | 0.55 | 7.14 | 2.40 | * | 0.89 | 9.94 | | | |
| | 160 | | 41.7 | 81.11 | 12.54 | 6.35 | nf | 1.89 | * | 0.66 | 7.39 | 2.42 | * | 0.94 | 12.50 | | | |
| | 180 | | 17.0 | 91.16 | 5.89 | 2.95 | n | 1.93 | * | 0.87 | 3.20 | 0.50 | * | 0.52 | 9.14 | | | |
| 200 | | 27.3 | 91.27 | 5.88 | 2.85 | n | 1.92 | * | 0.78 | 3.17 | 0.46 | * | 0.52 | 8.24 | | | | |
| 220 | | 26.8 | 92.91 | 4.69 | 2.40 | n | 1.94 | * | 0.79 | 2.47 | 0.17 | * | 0.45 | 7.10 | | | | |
| 240 | | 55.8 | 88.78 | 7.07 | 4.15 | n | 1.92 | * | 0.52 | 4.14 | 1.10 | * | 0.59 | 6.15 | | | | |
| PC-18 | 0 | | 58.3 | 36.00 | 39.45 | 24.55 | f | 1.10 | * | 0.63 | 25.78 | 15.33 | * | 1.14 | 7.41 | 7.41 | | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.64 | | 0.98 | | | | 0.00 | 0.00 | 7.41 | | |
| | 40 | Cs.C. | 90.1 | 41.40 | 40.05 | 18.55 | f | 1.45 | * | 0.17 | 24.10 | 9.90 | * | 2.06 | 6.82 | 14.23 | | |
| 60 | Cs.C. | | | | | | 1.60 | | 0.80 | | | | 0.00 | 0.00 | 14.23 | | | |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas % | Arena % | Limo % | Arcilla % | Text. g/cc | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. mm/cm | CAA mm | CAA acum. mm | CAA perfil mm |
|--------|----------|-----------|----------|---------|--------|-----------|------------|------|--------|-----------|---------|--------------|--------|--------------|---------------|
| | | | | | | | | | | 1/3bar % | 15bar % | | | | |
| | 80 | Cs.C. | 70.1 | 46.82 | 36.63 | 16.55 | f | 1.50 | * 0.44 | 21.86 | 8.64 | * 1.98 | 16.81 | 31.04 | |
| | 100 | | 68.5 | 57.86 | 31.54 | 10.60 | fn | 1.45 | * 0.47 | 17.57 | 5.91 | * 1.69 | 15.18 | 46.22 | |
| | 120 | | 65.6 | 51.21 | 34.59 | 14.20 | f | 1.48 | * 0.49 | 20.15 | 7.55 | * 1.87 | 17.75 | 63.97 | |
| | 140 | | 76.6 | 64.50 | 24.55 | 10.95 | fn | 1.54 | * 0.35 | 14.45 | 5.33 | * 1.41 | 9.57 | 73.54 | |
| | 160 | | 76.3 | 81.22 | 11.48 | 7.30 | nf | 1.62 | * 0.35 | 7.21 | 2.70 | * 0.73 | 4.35 | 78.39 | 78.39 |
| | 180 | | 16.6 | | | | | 1.43 | 0.90 | | | | | | |
| | 200 | | 71.6 | 69.52 | 20.28 | 10.20 | fn | 1.64 | * 0.40 | 12.23 | 4.66 | * 1.24 | 9.63 | | |
| | 220 | | 79.2 | 57.36 | 28.09 | 14.55 | fn | 1.56 | * 0.32 | 17.26 | 7.05 | * 1.59 | 9.71 | | |
| PC-19 | 0 | | 49.5 | 49.81 | 31.89 | 18.30 | f | 1.47 | * 0.65 | 20.24 | 10.30 | * 1.46 | 9.53 | 9.53 | |
| | 20 | | 66.0 | 43.23 | 30.32 | 26.45 | f | 1.52 | * 0.47 | 22.18 | 13.45 | * 1.33 | 12.59 | 22.12 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.82 | 0.87 | | | 0.00 | 0.00 | 22.12 | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.94 | 0.92 | | | 0.00 | 0.00 | 22.12 | |
| | 80 | | 59.7 | 52.42 | 32.63 | 14.95 | fn | 1.59 | * 0.53 | 19.49 | 7.70 | * 1.88 | 19.69 | 41.82 | |
| | 100 | | 72.3 | 63.97 | 26.53 | 9.50 | fn | 1.65 | * 0.38 | 14.89 | 5.07 | * 1.62 | 12.33 | 54.15 | |
| | 120 | | 53.9 | 69.43 | 21.17 | 9.40 | fn | 1.76 | * 0.56 | 12.38 | 4.48 | * 1.39 | 15.62 | 69.77 | |
| | 140 | | 35.6 | 51.45 | 40.05 | 8.50 | f | 1.50 | * 0.76 | 20.82 | 6.04 | * 2.22 | 33.71 | 103.48 | 103.48 |
| | 160 | | 0.6 | | | | | 1.58 | 1.00 | | | | | | |
| | 180 | | 0.3 | | | | | 1.65 | 1.00 | | | | | | |
| | 200 | | 0.1 | | | | | 1.66 | 1.00 | | | | | | |
| | 220 | | 28.0 | | | | | 1.66 | 0.80 | | | | | | |
| | 240 | | 64.1 | 68.44 | 21.16 | 10.40 | fn | 1.76 | * 0.46 | 12.70 | 4.81 | * 1.39 | 12.71 | | |
| PC-20 | 0 | | 60.5 | 53.17 | 29.28 | 17.55 | fn | 1.47 | * 0.54 | 18.79 | 9.61 | * 1.35 | 7.31 | 7.31 | |
| | 20 | Cs.M. | | | | | | 1.27 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 7.31 | |
| | 40 | Cs.M. | | | | | | 1.33 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 7.31 | |
| | 60 | agr.cem. | 0.2 | | | | | 1.55 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 7.31 | |
| | 80 | | 2.0 | | | | | 1.67 | 0.99 | | | | | | |
| | 100 | | 1.2 | | | | | 1.58 | 0.99 | | | | | | |
| | 120 | | 9.9 | 59.88 | 30.37 | 9.75 | fn | 1.71 | 0.93 | 16.75 | 5.51 | * 1.93 | 35.98 | | |
| | 140 | | 2.5 | 73.35 | 15.00 | 11.65 | fn | 1.90 | * 0.98 | 10.26 | 4.66 | * 1.06 | 20.90 | | |
| | 160 | | 29.3 | 71.40 | 19.45 | 9.15 | fn | 1.83 | * 0.78 | 11.50 | 4.15 | * 1.34 | 20.98 | | |
| | 180 | | 21.0 | 61.50 | 28.65 | 9.85 | fn | 1.71 | * 0.85 | 15.98 | 5.34 | * 1.82 | 31.21 | | |
| PC-21 | 0 | | 43.7 | 41.48 | 28.22 | 30.30 | fa | 1.46 | 0.70 | 22.46 | 14.35 | * 1.19 | 8.31 | 8.31 | |
| | 20 | | 56.8 | 47.64 | 30.66 | 21.70 | f | 1.46 | * 0.58 | 20.78 | 11.02 | * 1.43 | 16.35 | 24.66 | |
| | 40 | Cs.C. | 83.6 | 57.78 | 28.17 | 14.05 | fn | 1.51 | * 0.26 | 17.13 | 7.13 | * 1.51 | 7.67 | 32.34 | |
| | 60 | | 78.9 | 64.59 | 23.86 | 11.55 | fn | 1.55 | * 0.32 | 14.32 | 5.57 | * 1.35 | 8.41 | 40.75 | |
| | 80 | | 82.8 | 68.39 | 18.21 | 13.40 | fn | 1.62 | * 0.26 | 12.32 | 5.65 | * 1.08 | 5.43 | 46.17 | |
| | 100 | | 78.2 | 44.47 | 35.48 | 20.05 | f | 1.58 | 0.32 | 22.47 | 9.89 | * 1.99 | 12.68 | 58.86 | |
| | 120 | | 65.8 | 62.25 | 19.70 | 18.05 | fn | 1.69 | * 0.46 | 14.52 | 7.47 | * 1.19 | 10.54 | 69.39 | |
| | 140 | | 75.5 | 60.65 | 20.00 | 19.35 | fn | 1.72 | * 0.34 | 15.09 | 7.98 | * 1.22 | 8.06 | 77.45 | 77.45 |
| PC-22 | 0 | | 61.3 | 59.21 | 23.99 | 16.80 | fn | 1.63 | * 0.51 | 16.10 | 8.20 | * 1.29 | 6.49 | 6.49 | |
| | 20 | | 48.2 | 65.89 | 17.16 | 16.95 | fn | 1.70 | * 0.63 | 12.99 | 7.74 | * 0.90 | 11.20 | 17.69 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.91 | 0.89 | | | 0.00 | 0.00 | 17.69 | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.72 | 0.71 | | | 0.00 | 0.00 | 17.69 | |
| | 80 | Cs.C. | 81.1 | 65.33 | 20.22 | 14.45 | fn | 1.70 | * 0.27 | 13.59 | 6.30 | * 1.24 | 6.56 | 24.25 | |
| | 100 | Cs.C. | 0.0 | 71.14 | 22.46 | 6.40 | fn | 1.75 | 1.00 | 12.00 | 3.49 | * 1.48 | 29.67 | 53.92 | |
| | 120 | | 0.0 | 72.19 | 21.86 | 5.95 | fn | 1.65 | * 1.00 | 11.57 | 3.25 | * 1.37 | 27.23 | 81.15 | |
| | 140 | | 0.0 | 73.37 | 21.43 | 5.20 | fn | 1.64 | * 1.00 | 11.13 | 2.94 | * 1.35 | 26.70 | 107.85 | |
| | 160 | | 0.0 | 82.21 | 13.94 | 3.85 | nf | 1.69 | 1.00 | 7.22 | 1.68 | * 0.94 | 18.80 | 126.65 | |
| | 180 | | 0.0 | 88.94 | 8.01 | 3.05 | n | 1.66 | 1.00 | 4.22 | 0.77 | * 0.57 | 11.43 | 138.08 | |
| | 200 | | 0.0 | 91.00 | 5.85 | 3.15 | n | 1.64 | 1.00 | 3.25 | 0.59 | * 0.44 | 8.70 | 146.78 | 146.78 |
| PC-23 | 0 | | 64.5 | 60.30 | 21.55 | 18.15 | fn | 1.59 | * 0.48 | 15.41 | 8.88 | * 1.04 | 4.97 | 4.97 | |
| | 20 | | 71.4 | 46.00 | 37.20 | 16.80 | f | 1.35 | * 0.45 | 22.21 | 9.80 | * 1.67 | 14.61 | 19.58 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.69 | 0.89 | | | 0.00 | 0.00 | 19.58 | |
| | 60 | Cs.C. | | | | | | 1.76 | 0.83 | | | 0.00 | 0.00 | 19.58 | |
| | 80 | Cs.C. | 8.2 | | | | | 1.77 | 0.94 | | | | | | |
| | 100 | | 0.1 | | | | | 1.77 | 1.00 | | | | | | |

| Perfil Prof. | Tipo mat. | Gravas % | Arena % | Limo % | Arcilla % | Text. % | d.a. g/cc | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA |
|--------------|-----------|----------|---------|--------|-----------|---------|-----------|-------|-----------|---------|--------|-------|--------|--------|
| n° | cm | peso | | | | | | | 1/3bar % | 15bar % | mm/cm | mm | mm | mm |
| | 120 | 1.3 | | | | | 1.77 | 0.99 | | | | | | |
| | 140 | 0.0 | 83.57 | 12.18 | 4.25 | nf | 1.78 | 1.00 | 6.54 | 1.62* | 0.88 | 17.50 | | |
| | 160 | 0.4 | | | | | 1.70 | 1.00 | | | | | | |
| PC-24 | 0 | 1.7 | 49.69 | 30.16 | 20.15 | f | 1.50* | 0.99 | 18.88 | 11.23 | 1.15 | 11.24 | 11.24 | |
| | 20 | 2.4 | 34.84 | 35.96 | 29.20 | fa | 1.60* | 0.99 | 23.66 | 12.68 | 1.76 | 33.81 | 45.05 | |
| | 40 | 3.7 | 34.76 | 37.54 | 27.70 | fa | 1.63* | 0.98 | 22.89 | 11.58 | 1.84 | 35.05 | 80.10 | |
| | 60 | 85.1 | 36.41 | 38.29 | 25.30 | f | 1.58* | 0.23 | 25.49 | 12.29* | 2.08 | 9.42 | 89.52 | |
| | 80 | Cs.L. | | | | | 1.75 | 0.85 | | | 0.00 | 0.00 | 89.52 | |
| | 100 | Cs.C. | 83.3 | 52.67 | 36.23 | 11.10 | fn | 1.38* | 0.29 | 19.90 | 6.77* | 1.81 | 9.93 | 99.46 |
| | 120 | Cs.C. | 80.5 | 58.18 | 25.87 | 15.95 | fn | 1.57* | 0.30 | 16.69 | 7.33* | 1.47 | 8.43 | 107.88 |
| | 140 | Cs.C. | 77.2 | 65.10 | 23.20 | 11.70 | fn | 1.55* | 0.34 | 14.07 | 5.52* | 1.33 | 8.78 | 116.66 |
| | 160 | Cs.C. | 81.2 | 81.25 | 11.15 | 7.60 | nf | 1.64* | 0.28 | 7.16 | 2.73* | 0.73 | 3.92 | 120.58 |
| | 180 | Cs.C. | 86.0 | 72.56 | 17.59 | 9.85 | fn | 1.60* | 0.22 | 10.87 | 4.21* | 1.06 | 4.48 | 125.06 |
| | 200 | | 80.4 | 60.14 | 18.06 | 21.80 | fan | 1.74* | 0.28 | 14.99 | 8.66* | 1.10 | 5.90 | 130.96 |
| | 220 | | 77.8 | 52.67 | 18.68 | 28.65 | fan | 1.82* | 0.30 | 15.69 | 9.36 | 1.15 | 6.69 | 137.65 |
| | 240 | 0.0 | 19.92 | 45.58 | 34.50 | fal | 1.62* | 1.00 | 29.40 | 13.89 | 2.51 | 48.33 | 185.98 | 185.98 |
| PC-25 | 0 | 35.3 | 43.65 | 32.70 | 23.65 | f | 1.30* | 0.79 | 22.36 | 13.36* | 1.17 | 9.29 | 9.29 | |
| | 20 | 43.1 | 37.38 | 32.57 | 30.05 | fa | 1.39* | 0.72 | 24.39 | 15.08* | 1.30 | 18.29 | 27.58 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | 2.29 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 60 | Cs.L. | | | | | 2.16 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 80 | Cs.M. | | | | | 1.88 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 100 | Cs.M. | | | | | 1.83 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | 1.81 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 140 | Cs.M. | | | | | 2.03 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 160 | Cs.M. | | | | | 1.55 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 180 | Cs.M. | | | | | 1.57 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | |
| | 200 | Cs.M. | | | | | 1.76 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 27.58 | 27.58 |
| | 220 | agr. | 2.0 | | | | 1.55 | 0.99 | | | | | | |
| PC-26 | 0 | 29.1 | 55.38 | 17.12 | 27.50 | fan | 2.00* | 0.76 | 16.42 | 11.11* | 1.06 | 8.13 | 8.13 | |
| | 20 | 28.7 | 33.24 | 12.71 | 54.05 | a | 2.35* | 0.74 | 23.05 | 20.31* | 0.64 | 9.38 | 17.51 | |
| | 40 | 45.2 | 24.24 | 11.16 | 64.60 | a | 2.48* | 0.57 | 25.77 | 24.04* | 0.43 | 4.81 | 22.32 | |
| | 60 | 61.2 | 49.00 | 9.50 | 41.50 | an | 2.29* | 0.43 | 17.46 | 15.12* | 0.54 | 4.51 | 26.82 | |
| | 80 | 55.3 | 52.25 | 9.40 | 38.35 | an | 2.23* | 0.49 | 16.39 | 13.96* | 0.54 | 5.28 | 32.11 | |
| | 100 | 62.2 | 54.45 | 12.10 | 33.45 | fan | 2.16* | 0.43 | 16.04 | 12.40* | 0.79 | 6.68 | 38.78 | |
| | 120 | Cs.C. | 78.4 | 53.26 | 18.84 | 27.90 | fan | 2.00* | 0.27 | 17.34 | 11.05* | 1.26 | 6.70 | 45.49 |
| | 140 | Cs.C. | 65.8 | | | | 2.25 | 0.74 | | | 0.00 | 0.00 | 45.49 | |
| | 160 | | 75.7 | 78.26 | 13.49 | 8.25 | fn | 1.88* | 0.31 | 8.45 | 3.23* | 0.98 | 6.13 | 51.61 |
| | 180 | | 72.2 | 84.82 | 10.38 | 4.80 | nf | 1.90* | 0.35 | 5.89 | 1.63* | 0.81 | 5.66 | 57.27 |
| | 200 | | 41.6 | 85.64 | 9.71 | 4.65 | nf | 1.91* | 0.66 | 5.53 | 1.50* | 0.77 | 10.21 | 67.49 |
| | 220 | | | | | | | | | | | | | 67.49 |
| PC-27 | 0 | 51.8 | 41.95 | 41.20 | 16.85 | f | 1.19* | 0.67 | 24.07 | 11.15* | 1.54 | 10.43 | 10.43 | |
| | 20 | 75.2 | 48.32 | 35.08 | 16.60 | f | 1.26* | 0.41 | 21.16 | 10.28* | 1.37 | 11.23 | 21.66 | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | 2.18 | 0.74 | | | 0.00 | 0.00 | 21.66 | |
| | 60 | Cs.C. | 92.3 | 56.98 | 33.17 | 9.85 | fn | 1.41* | 0.14 | 18.07 | 6.02* | 1.70 | 4.56 | 26.23 |
| | 80 | | 80.0 | 68.31 | 26.24 | 5.45 | fn | 1.50* | 0.31 | 13.43 | 3.54* | 1.48 | 9.02 | 35.25 |
| | 100 | | 79.9 | 60.91 | 32.69 | 6.40 | fn | 1.45* | 0.32 | 16.73 | 4.56* | 1.76 | 11.04 | 46.29 |
| | 120 | | 25.0 | 55.60 | 34.00 | 10.40 | fn | 1.47* | 0.85 | 18.64 | 6.13* | 1.84 | 30.30 | 76.59 |
| | 140 | Cs.M. | 0.0 | | | | 1.79 | 1.00 | | | | | | |
| | 160 | Cs.M. | 0.0 | | | | 1.71 | 1.00 | | | | | | |
| PC-28 | 0 | 66.4 | 53.66 | 31.59 | 14.75 | fn | 1.37* | 0.50 | 18.94 | 8.73* | 1.40 | 6.90 | 6.90 | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | 1.90 | 0.63 | | | 0.00 | 0.00 | 6.90 | |
| | 40 | Cs.C. | 83.9 | 56.75 | 33.25 | 10.00 | fn | 1.40* | 0.27 | 18.16 | 6.05* | 1.70 | 8.93 | 15.83 |
| | 60 | Cs.C. | 83.9 | 62.00 | 30.25 | 7.75 | fn | 1.48* | 0.26 | 16.04 | 4.74* | 1.67 | 8.49 | 24.32 |
| | 80 | | 81.5 | 61.88 | 29.77 | 8.35 | fn | 1.50* | 0.29 | 16.01 | 4.92* | 1.67 | 9.43 | 33.80 |
| | 100 | agr.cem. | 29.0 | | | | 1.65 | 0.80 | | | 0.00 | 0.00 | 33.80 | |
| | 120 | | 85.9 | 39.29 | 43.36 | 17.35 | f | 1.44* | 0.24 | 25.24 | 9.61* | 2.25 | 10.33 | 44.13 |
| PC-29 | 0 | 64.2 | 40.39 | 30.06 | 29.55 | fa | 1.51* | 0.50 | 24.01 | 15.79 | 1.24 | 6.11 | 6.11 | |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | |
|--------|-------|----------|--------|-------|-------|---------|-------|------|----|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|
| n° | cm | mat. | % | % | % | % | | g/cc | | 1/3bar | 15bar | mm/cm | mm | acum. | perfil |
| | | | peso | | | | | | | % | % | | | mm | mm |
| | 20 | | 42.9 | 41.49 | 29.36 | 29.15 | fa | 1.58 | * | 0.69 | 23.13 | 14.61 | 1.35 | 18.45 | 24.56 |
| | 40 | | 55.4 | 38.45 | 29.00 | 32.55 | fa | 1.59 | * | 0.58 | 23.05 | 15.10 | 1.26 | 14.41 | 38.96 |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.60 | | 0.62 | | | 0.00 | 0.00 | 38.96 |
| | 80 | Cs.C. | 77.3 | 67.00 | 17.40 | 15.60 | fn | 1.62 | * | 0.33 | 12.66 | 6.53 | * 0.99 | 6.35 | 45.31 |
| | 100 | Cs.C. | 85.2 | 63.66 | 18.34 | 18.00 | fn | 1.65 | * | 0.23 | 13.88 | 7.39 | * 1.07 | 4.64 | 49.95 |
| | 120 | Cs.C. | 71.5 | 53.89 | 24.21 | 21.90 | fan | 1.61 | * | 0.41 | 21.51 | 10.48 | 1.78 | 13.81 | 63.77 |
| | 140 | | 79.0 | 55.60 | 29.10 | 15.30 | fn | 1.51 | * | 0.33 | 17.65 | 5.92 | 1.77 | 11.14 | 74.90 |
| | 160 | | 9.5 | 52.91 | 27.04 | 20.05 | fan | 1.67 | * | 0.94 | 19.69 | 7.17 | 2.09 | 38.17 | 113.07 |
| | 180 | | 0.0 | 59.37 | 23.23 | 17.40 | fn | 1.70 | * | 1.00 | 17.97 | 6.87 | 1.88 | 36.73 | 149.80 |
| | 200 | | 38.3 | 76.12 | 13.93 | 9.95 | fn | 1.73 | * | 0.72 | 8.53 | 3.69 | 0.84 | 11.74 | 161.54 |
| | 220 | | 91.6 | 75.95 | 16.25 | 7.80 | fn | 1.62 | * | 0.13 | 9.58 | 3.38 | * 1.01 | 2.60 | 164.13 |
| PC-30 | 0 | | 80.6 | 32.95 | 39.85 | 27.20 | fa | 1.45 | * | 0.31 | 26.83 | 14.37 | * 1.80 | 5.51 | 5.51 |
| | 20 | | 58.4 | 34.87 | 39.23 | 25.90 | f | 1.47 | * | 0.56 | 26.12 | 13.65 | * 1.83 | 20.58 | 26.09 |
| | 40 | | 48.5 | 28.22 | 49.28 | 22.50 | f | 1.21 | * | 0.70 | 29.66 | 13.50 | * 1.96 | 27.04 | 53.13 |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.93 | | 0.93 | | | 0.00 | 0.00 | 53.13 |
| | 80 | Cs.C. | 83.3 | 56.33 | 34.12 | 9.55 | fn | 1.39 | * | 0.28 | 18.42 | 5.88 | * 1.75 | 9.55 | 62.68 |
| | 100 | Cs.C. | 73.6 | 61.55 | 31.30 | 7.15 | fn | 1.45 | * | 0.40 | 16.33 | 4.68 | * 1.69 | 13.26 | 75.94 |
| | 120 | Cs.C. | 75.0 | 59.43 | 32.67 | 7.90 | fn | 1.39 | * | 0.40 | 17.21 | 5.07 | * 1.68 | 12.88 | 88.82 |
| | 140 | | 0.0 | 73.00 | 19.50 | 7.50 | fn | 1.56 | * | 1.00 | 10.99 | 3.59 | * 1.16 | 22.37 | 111.19 |
| | 160 | | 65.0 | | | | | 1.51 | * | 0.49 | | | | | |
| | 180 | | 78.4 | 72.46 | 19.17 | 8.15 | fn | 1.57 | * | 0.32 | 11.04 | 3.79 | * 1.14 | 7.14 | |
| | 200 | | 54.8 | 73.25 | 19.70 | 7.05 | fn | 1.53 | * | 0.60 | 10.93 | 3.42 | * 1.15 | 13.24 | |
| | 220 | | 65.8 | 69.80 | 22.75 | 7.45 | fn | 1.53 | * | 0.48 | 12.47 | 3.89 | * 1.31 | 12.27 | |
| PC-31 | 0 | | 21.9 | 47.16 | 18.09 | 34.75 | fan | 1.90 | | 0.83 | 19.23 | 14.32 | * 0.93 | 7.76 | 7.76 |
| | 20 | Cs.C. | 51.8 | 64.05 | 22.15 | 13.80 | fn | 1.80 | * | 0.58 | 14.27 | 6.42 | * 1.41 | 16.35 | 24.12 |
| | 40 | Cs.C. | 79.4 | 62.27 | 24.73 | 13.00 | fn | 1.75 | * | 0.28 | 15.20 | 6.22 | * 1.57 | 8.86 | 32.97 |
| | 60 | Cs.C. | 57.9 | 54.82 | 36.58 | 8.60 | fn | 1.60 | * | 0.54 | 19.24 | 5.74 | * 2.16 | 23.71 | 56.68 |
| | 80 | Cs.C. | 3.2 | 71.54 | 17.61 | 10.85 | fn | 1.90 | | 0.98 | 11.21 | 4.63 | * 1.25 | 24.48 | 81.16 |
| | 100 | Cs.C. | 12.2 | 73.39 | 17.26 | 9.35 | fn | 2.02 | | 0.90 | 10.55 | 4.04 | * 1.31 | 23.77 | 104.93 |
| | 120 | | 12.7 | 65.30 | 24.30 | 10.40 | fn | 1.95 | | 0.90 | 14.15 | 5.11 | * 1.76 | 31.77 | 136.70 |
| | 140 | | 54.4 | 81.40 | 12.50 | 6.10 | nf | 1.88 | * | 0.54 | 7.29 | 2.35 | * 0.93 | 10.13 | 146.83 |
| | 160 | | 64.3 | 69.60 | 17.25 | 13.15 | fn | 1.90 | * | 0.43 | 11.79 | 5.43 | * 1.21 | 10.57 | 157.41 |
| | 180 | | 54.2 | 69.37 | 21.28 | 9.35 | fn | 1.82 | * | 0.55 | 12.41 | 4.43 | * 1.45 | 16.09 | 173.50 |
| PC-32 | 0 | | 41.2 | | | | | 1.76 | | 0.68 | | | | | |
| | 20 | | 60.2 | 70.57 | 20.18 | 9.25 | fn | 1.68 | * | 0.51 | 11.87 | 4.59 | * 1.22 | 12.45 | 12.45 |
| | 40 | Cs.L. | 62.8 | | | | | 1.91 | | 0.25 | | | 0.00 | 0.00 | 12.45 |
| | 60 | Cs.C. | 63.7 | 65.15 | 27.10 | 7.75 | fn | 1.61 | * | 0.48 | 14.58 | 4.62 | * 1.61 | 15.52 | 27.97 |
| | 80 | Cs.C. | 44.8 | 73.53 | 20.62 | 5.85 | fn | 1.71 | * | 0.66 | 10.96 | 3.17 | * 1.33 | 17.55 | 45.52 |
| | 100 | | 65.9 | 86.21 | 10.69 | 3.10 | n | 1.83 | * | 0.43 | 5.47 | 1.11 | * 0.80 | 6.86 | 52.39 |
| | 120 | | 61.7 | 85.75 | 11.00 | 3.25 | n | 1.84 | * | 0.47 | 5.67 | 1.14 | * 0.83 | 7.90 | 60.29 |
| | 140 | | 33.6 | 91.51 | 6.29 | 2.20 | n | 1.90 | * | 0.73 | 3.15 | 0.26 | * 0.55 | 8.08 | 68.37 |
| | 160 | | 63.4 | 90.52 | 6.93 | 2.55 | n | 1.89 | * | 0.45 | 3.56 | 0.49 | * 0.58 | 5.20 | 73.57 |
| | 180 | | 71.2 | 88.15 | 9.20 | 2.65 | n | 1.86 | * | 0.36 | 4.64 | 0.75 | * 0.72 | 5.30 | 78.87 |
| | 200 | | 18.1 | 90.98 | 7.02 | 2.00 | n | 1.88 | * | 0.86 | 3.42 | 0.29 | * 0.59 | 10.27 | 89.14 |
| PC-33 | 0 | | 56.3 | 63.86 | 19.29 | 16.85 | fn | 1.46 | * | 0.58 | 13.94 | 9.48 | * 0.65 | 3.87 | 3.87 |
| | 20 | | 66.8 | 63.29 | 21.96 | 14.75 | fn | 1.67 | * | 0.44 | 14.49 | 7.05 | * 1.24 | 10.93 | 14.80 |
| | 40 | | 69.9 | 66.82 | 20.43 | 12.75 | fn | 1.67 | * | 0.41 | 13.13 | 6.19 | * 1.16 | 9.39 | 24.19 |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 2.06 | | 0.72 | | | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| | 80 | Cs.C. | | | | | | 2.04 | | 0.86 | | | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| | 100 | Cs.C. | | | | | | 1.90 | | 0.80 | | | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| | 120 | Cs.C. | | | | | | 1.79 | | 0.96 | | | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| | 140 | agr.cem. | 0.0 | | | | | 1.63 | | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| | 160 | | 0.0 | 37.68 | 43.47 | 18.85 | f | 1.56 | | 1.00 | 25.78 | 10.18 | * 2.43 | 48.62 | 72.81 |
| | 180 | | 0.0 | 39.69 | 37.61 | 22.70 | f | 1.68 | | 1.00 | 24.32 | 11.03 | * 2.24 | 44.81 | 117.63 |
| | 200 | | 0.0 | 58.96 | 23.59 | 17.45 | fn | 1.79 | | 1.00 | 16.13 | 7.85 | * 1.48 | 29.54 | 147.17 |
| PC-34 | 0 | | 38.6 | 73.00 | 18.95 | 8.05 | fn | 1.81 | * | 0.70 | 10.91 | 3.95 | * 1.26 | 8.89 | 8.89 |

| Perfil | Prof. | Tipo | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA | | |
|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|------|----|-----------|--------|-------|-----|------|-------|--------|
| n° | cm | mat. | % | % | % | % | | g/cc | | 1/3bar | 15bar | mm/cm | mm | mm | mm | |
| | 20 | | 60.4 | 58.80 | 21.90 | 19.30 | fn | 1.90 | * | 0.48 | 15.95 | 8.33 | * | 1.45 | 13.88 | 22.77 |
| | 40 | | 65.6 | 53.55 | 7.55 | 38.90 | an | 2.27 | * | 0.38 | 15.71 | 14.09 | * | 0.37 | 2.78 | 25.55 |
| | 60 | | 68.2 | 55.00 | 7.60 | 37.40 | an | 2.26 | * | 0.36 | 15.25 | 13.46 | * | 0.40 | 2.85 | 28.40 |
| | 80 | | 70.6 | 64.04 | 7.36 | 28.60 | fan | 2.18 | * | 0.34 | 12.26 | 10.15 | * | 0.46 | 3.08 | 31.48 |
| | 100 | | 64.4 | 67.52 | 5.88 | 26.60 | fan | 2.17 | * | 0.40 | 10.92 | 9.26 | * | 0.36 | 2.91 | 34.39 |
| | 120 | | 24.1 | 55.48 | 7.02 | 37.50 | an | 2.18 | * | 0.79 | 15.01 | 13.35 | * | 0.36 | 5.74 | 40.14 |
| | 140 | | 45.0 | 61.40 | 15.80 | 22.80 | fan | 2.11 | * | 0.61 | 14.27 | 8.80 | * | 1.16 | 14.01 | 54.14 |
| | 160 | | 81.5 | 63.63 | 19.12 | 17.25 | fn | 1.94 | * | 0.24 | 13.99 | 7.13 | * | 1.33 | 6.31 | 60.46 |
| | 180 | | 81.3 | 67.68 | 16.92 | 15.40 | fn | 1.94 | * | 0.24 | 12.37 | 6.24 | * | 1.19 | 5.69 | 66.15 |
| PC-35 | 0 | | 25.8 | 68.38 | 19.07 | 12.55 | fn | 1.67 | * | 0.82 | 12.44 | 6.21 | * | 1.04 | 8.57 | 8.57 |
| | 20 | | 45.3 | 42.58 | 36.87 | 20.55 | f | 1.28 | * | 0.71 | 23.28 | 12.00 | * | 1.45 | 20.61 | 29.18 |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.58 | | 0.79 | | | | 0.00 | 0.00 | 29.18 |
| | 60 | | 4.9 | 61.03 | 27.87 | 11.10 | fn | 1.66 | | 0.97 | 16.03 | 5.85 | * | 1.69 | 32.79 | 61.97 |
| | 80 | | 63.2 | 58.60 | 27.90 | 13.50 | fn | 1.61 | * | 0.49 | 16.83 | 6.79 | * | 1.62 | 15.70 | 77.67 |
| | 100 | | 67.2 | 66.26 | 25.29 | 8.45 | fn | 1.62 | * | 0.45 | 13.97 | 4.57 | * | 1.52 | 13.45 | 91.12 |
| | 120 | | 80.3 | 56.22 | 31.53 | 12.25 | fn | 1.55 | * | 0.30 | 18.10 | 6.60 | * | 1.79 | 10.46 | 101.58 |
| | 140 | | 75.6 | 60.95 | 22.65 | 16.40 | fn | 1.71 | * | 0.34 | 15.35 | 7.18 | * | 1.39 | 9.22 | 110.80 |
| | 160 | | 81.2 | 66.98 | 17.57 | 15.45 | fn | 1.78 | * | 0.26 | 12.69 | 6.30 | * | 1.14 | 5.80 | 116.60 |
| | 180 | | 90.1 | 51.49 | 23.46 | 25.05 | fan | 1.84 | * | 0.14 | 18.55 | 10.46 | * | 1.49 | 4.04 | 120.64 |
| | 200 | | 80.3 | 47.64 | 26.81 | 25.55 | fan | 1.81 | * | 0.27 | 20.26 | 10.98 | * | 1.68 | 8.84 | 129.48 |
| PC-36 | 0 | | 39.0 | 48.12 | 30.08 | 21.80 | f | 1.60 | * | 0.72 | 20.55 | 10.93 | * | 1.54 | 11.09 | 11.09 |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.71 | | 0.84 | | | | 0.00 | 0.00 | 11.09 |
| | 40 | Cs.C. | 78.1 | 66.77 | 26.73 | 6.50 | fn | 1.58 | * | 0.32 | 14.00 | 3.99 | * | 1.59 | 10.09 | 21.19 |
| | 60 | | 75.7 | 76.53 | 18.12 | 5.35 | nf | 1.66 | * | 0.34 | 9.64 | 2.96 | * | 1.11 | 7.54 | 28.72 |
| | 80 | | 79.9 | 91.23 | 6.12 | 2.65 | n | 1.84 | * | 0.27 | 3.21 | 0.43 | * | 0.51 | 2.72 | 31.44 |
| | 100 | | 81.0 | 84.25 | 11.80 | 3.95 | n | 1.77 | * | 0.26 | 6.26 | 1.52 | * | 0.84 | 4.36 | 35.80 |
| | 120 | | 85.0 | 91.21 | 5.49 | 3.30 | n | 1.85 | * | 0.20 | 3.13 | 0.61 | * | 0.47 | 1.88 | 37.69 |
| | 140 | | 81.2 | 92.42 | 4.33 | 3.25 | n | 1.85 | * | 0.25 | 2.58 | 0.48 | * | 0.39 | 1.94 | 39.62 |
| | 160 | | 19.9 | 92.00 | 4.60 | 3.40 | n | 1.82 | * | 0.86 | 2.76 | 0.56 | * | 0.40 | 6.79 | 46.41 |
| PC-37 | 0 | | 37.8 | 49.61 | 33.14 | 17.25 | f | 1.48 | * | 0.75 | 20.48 | 9.36 | * | 1.65 | 12.19 | 12.19 |
| | 20 | | 61.7 | 40.89 | 44.06 | 15.05 | f | 1.31 | * | 0.56 | 24.81 | 9.39 | * | 2.01 | 22.09 | 34.29 |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 1.85 | | 0.76 | | | | 0.00 | 0.00 | 34.29 |
| | 60 | Cs.C. | 86.2 | 58.03 | 32.17 | 9.80 | fn | 1.47 | * | 0.23 | 17.60 | 5.77 | * | 1.74 | 7.75 | 42.04 |
| | 80 | Cs.C. | 78.2 | 62.24 | 30.11 | 7.65 | fn | 1.49 | * | 0.34 | 15.94 | 4.73 | * | 1.67 | 10.98 | 53.02 |
| | 100 | | 80.6 | 86.49 | 7.21 | 6.30 | nf | 1.73 | * | 0.27 | 4.91 | 1.92 | * | 0.52 | 2.77 | 55.79 |
| | 120 | | 81.1 | 85.12 | 8.38 | 6.50 | nf | 1.73 | * | 0.27 | 5.52 | 2.09 | * | 0.59 | 3.10 | 58.88 |
| | 140 | | 74.4 | 89.63 | 5.47 | 4.90 | n | 1.75 | * | 0.35 | 3.65 | 1.19 | * | 0.43 | 2.92 | 61.80 |
| | 160 | | 84.3 | 81.79 | 10.46 | 7.75 | nf | 1.72 | * | 0.23 | 6.89 | 2.73 | * | 0.72 | 3.17 | 64.97 |
| | 180 | | 71.7 | 74.38 | 15.67 | 9.95 | fn | 1.70 | * | 0.39 | 10.01 | 4.08 | * | 1.01 | 7.61 | 72.59 |
| | 200 | | 85.5 | 63.10 | 22.40 | 14.50 | fn | 1.66 | * | 0.22 | 14.61 | 6.43 | * | 1.36 | 5.75 | 78.34 |
| PC-38 | 0 | | 14.6 | 54.68 | 29.12 | 16.20 | fn | 1.51 | * | 0.91 | 18.28 | 9.08 | * | 1.39 | 12.78 | 12.78 |
| | 20 | | 10.4 | 55.15 | 29.60 | 15.25 | fn | 1.55 | * | 0.94 | 18.19 | 8.46 | * | 1.51 | 28.44 | 41.22 |
| | 40 | | 17.4 | 52.30 | 31.25 | 16.45 | fn | 1.42 | | 0.90 | 19.34 | 9.32 | * | 1.43 | 25.65 | 66.87 |
| | 60 | | 61.6 | 50.23 | 34.47 | 15.30 | f | 1.41 | * | 0.54 | 20.46 | 8.96 | * | 1.62 | 17.43 | 84.30 |
| | 80 | | 66.0 | 54.19 | 32.91 | 12.90 | fn | 1.44 | * | 0.49 | 18.95 | 7.75 | * | 1.61 | 15.62 | 99.91 |
| | 100 | Cs.L. | | | | | | 2.16 | | 0.68 | | | | 0.00 | 0.00 | 99.91 |
| | 120 | Cs.C. | | | | | | 2.11 | | 0.74 | | | | 0.00 | 0.00 | 99.91 |
| | 140 | Cs.C. | | | | | | 2.14 | | 0.70 | | | | 0.00 | 0.00 | 99.91 |
| | 160 | | 72.6 | 90.86 | 5.79 | 3.35 | n | 1.89 | * | 0.35 | 3.29 | 0.66 | * | 0.50 | 3.44 | 103.36 |
| | 180 | | 88.2 | 85.97 | 9.68 | 4.35 | nf | 1.82 | * | 0.16 | 5.42 | 1.42 | * | 0.73 | 2.37 | 105.73 |
| | 200 | | 80.0 | 92.27 | 2.58 | 5.15 | n | 1.94 | * | 0.25 | 2.39 | 0.99 | * | 0.27 | 1.38 | 107.11 |
| | 220 | | 79.2 | 90.15 | 4.65 | 5.20 | n | 1.93 | * | 0.26 | 3.37 | 1.23 | * | 0.41 | 2.19 | 109.30 |
| PC-39 | 0 | | 29.9 | 61.86 | 26.39 | 11.75 | fn | 1.78 | * | 0.78 | 15.56 | 6.00 | * | 1.70 | 13.33 | 13.33 |
| | 20 | | 40.2 | 56.63 | 11.22 | 32.15 | fan | 2.16 | * | 0.65 | 15.21 | 11.95 | * | 0.70 | 9.04 | 22.38 |
| | 40 | | 47.9 | 66.97 | 6.18 | 26.85 | fan | 2.17 | * | 0.57 | 11.14 | 9.40 | * | 0.38 | 4.31 | 26.68 |
| | 60 | | 63.9 | 67.23 | 6.42 | 26.35 | fan | 2.16 | * | 0.41 | 11.09 | 9.24 | * | 0.40 | 3.27 | 29.96 |

| Perfil | Prof. | Tipo mat. | Gravas % | Arena % | Limo % | Arcilla % | Text. g/cc | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. mm/cm | CAA mm | CAA acum. mm | CAA perfil mm |
|--------|-----------|-----------|----------|---------|--------|-----------|------------|--------|------|-----------|---------|--------------|--------|--------------|---------------|
| | | | | | | | | | | 1/3bar % | 15bar % | | | | |
| n° | cm | | peso | | | | | | | | | | | | |
| | 80 | | 59.2 | 72.21 | 9.34 | 18.45 | fn | 2.05 * | 0.47 | 9.86 | 6.59 * | 0.67 | 6.32 | 36.28 | |
| | 100 | | 61.0 | 75.51 | 10.29 | 14.20 | fn | 2.00 * | 0.46 | 8.91 | 5.12 * | 0.76 | 6.98 | 43.26 | |
| | 120 | | 76.9 | 82.71 | 7.59 | 9.70 | nf | 1.98 * | 0.28 | 6.20 | 3.19 * | 0.60 | 3.42 | 46.68 | |
| | 140 | | 66.5 | 78.61 | 11.84 | 9.55 | fn | 1.91 * | 0.41 | 8.11 | 3.58 * | 0.87 | 7.14 | 53.82 | |
| | 160 | | 78.5 | 83.24 | 9.01 | 7.75 | nf | 1.93 * | 0.27 | 6.22 | 2.63 * | 0.69 | 3.79 | 57.60 | |
| | 180 | | 54.6 | 85.37 | 7.83 | 6.80 | nf | 1.95 * | 0.53 | 5.36 | 2.11 * | 0.63 | 6.74 | 64.35 | |
| | 200 | | 49.2 | 84.42 | 8.43 | 7.15 | nf | 1.94 * | 0.58 | 5.75 | 2.31 * | 0.67 | 7.84 | 72.19 | 72.19 |
| PC-40 | 0 | | 0.0 | | | | | 1.74 | 1.00 | | | | | | |
| | 20 | | 0.0 | | | | | 1.73 | 1.00 | | | | | | |
| | 40 M. | | 0.0 | | | | | 1.71 | 1.00 | | | | | | |
| | 60 M. | | 0.0 | | | | | 1.70 | 1.00 | | | | | | |
| | 80 M. | | 0.0 | | | | | 1.71 | 1.00 | | | | | | |
| | 100 M. | | 0.0 | | | | | 1.79 | 1.00 | | | | | | |
| | 120 M. | | 0.0 | | | | | 1.78 | 1.00 | | | | | | |
| | 140 M. | | 0.0 | | | | | 1.84 | 1.00 | | | | | | |
| | 160 M. | | 0.0 | | | | | 1.88 | 1.00 | | | | | | |
| | 180 M. | | 0.0 | | | | | 1.95 | 1.00 | | | | | | |
| | 200 M. | | 0.0 | | | | | 1.94 | 1.00 | | | | | | |
| PC-41 | 0 | | 32.7 | 68.58 | 18.12 | 13.30 | fn | 1.83 * | 0.75 | 10.73 | 5.81 | 0.90 | 6.80 | 6.80 | |
| | 20 Cs.L. | | | | | | | 2.02 | 0.75 | | | 0.00 | 0.00 | 6.80 | |
| | 40 Cs.C. | | | | | | | 1.97 | 0.69 | | | 0.00 | 0.00 | 6.80 | |
| | 60 Cs.C. | | 76.6 | 71.48 | 17.07 | 11.45 | fn | 1.83 * | 0.31 | 8.49 | 3.69 | 0.88 | 5.38 | 12.19 | |
| | 80 | | 74.6 | 75.14 | 17.06 | 7.80 | fn | 1.84 * | 0.33 | 8.06 | 3.63 | 0.82 | 5.38 | 17.56 | |
| | 100 | | 70.7 | 77.55 | 12.95 | 9.50 | fn | 1.91 * | 0.36 | 7.51 | 3.66 | 0.73 | 5.37 | 22.93 | |
| | 120 | | 73.3 | 84.61 | 10.04 | 5.35 | nf | 1.90 * | 0.34 | 4.87 | 2.97 | 0.36 | 2.44 | 25.37 | |
| | 140 | | 73.5 | 66.26 | 21.29 | 12.45 | fn | 1.83 * | 0.34 | 11.79 | 5.36 | 1.18 | 8.07 | 33.44 | |
| | 160 | | 86.6 | 80.66 | 12.64 | 6.70 | nf | 1.87 * | 0.18 | 7.55 | 2.62 * | 0.92 | 3.33 | 36.77 | |
| | 180 | | 68.5 | 76.53 | 15.62 | 7.85 | fn | 1.85 * | 0.40 | 9.31 | 3.34 * | 1.10 | 8.79 | 45.56 | |
| | 200 | | 81.7 | 83.09 | 11.51 | 5.40 | nf | 1.88 * | 0.24 | 6.60 | 2.02 * | 0.86 | 4.15 | 49.70 | 49.70 |
| PC-42 | 0 | | 63.9 | 68.08 | 22.47 | 9.45 | fn | 1.56 * | 0.49 | 13.00 | 5.24 * | 1.21 | 5.90 | 5.90 | |
| | 20 | | 39.9 | 62.85 | 25.05 | 12.10 | fn | 1.59 * | 0.72 | 15.05 | 6.33 * | 1.39 | 19.73 | 25.64 | |
| | 40 Cs.L. | | | | | | | 2.09 | 0.81 | | | 0.00 | 0.00 | 25.64 | |
| | 60 Cs.C. | | | | | | | 2.42 | 0.66 | | | 0.00 | 0.00 | 25.64 | |
| | 80 Cs.C. | | | | | | | 2.08 | 0.84 | | | 0.00 | 0.00 | 25.64 | |
| | 100 Cs.C. | | | | | | | 2.22 | 0.65 | | | 0.00 | 0.00 | 25.64 | |
| | 120 | | 59.6 | 60.33 | 26.07 | 13.60 | fn | 1.52 * | 0.55 | 16.02 | 7.06 * | 1.36 | 14.56 | 40.19 | |
| | 140 | | 68.1 | 80.80 | 11.95 | 7.25 | nf | 1.69 * | 0.43 | 7.41 | 2.79 * | 0.78 | 6.56 | 46.76 | 46.76 |
| | 160 | | 0.0 | | | | | 1.67 | 1.00 | | | | | | |
| | 180 Cs.C. | | | | | | | 2.07 | 0.83 | | | 0.00 | 0.00 | | |
| | 200 Cs.C. | | 79.0 | 61.88 | 28.87 | 9.25 | fn | 1.51 * | 0.32 | 15.89 | 5.35 * | 1.59 | 10.04 | | |
| | 220 | | 67.4 | 77.12 | 13.13 | 9.75 | fn | 1.72 * | 0.43 | 8.77 | 3.74 * | 0.86 | 7.32 | | |
| | 240 | | 92.8 | 64.25 | 27.20 | 8.55 | fn | 1.56 * | 0.12 | 14.89 | 4.81 * | 1.58 | 3.64 | | |
| | 260 | | 86.8 | 84.68 | 11.17 | 4.15 | nf | 1.69 * | 0.20 | 6.04 | 1.45 * | 0.77 | 2.98 | | |
| | 280 | | 85.8 | 67.81 | 24.64 | 7.55 | fn | 1.60 * | 0.22 | 13.38 | 4.08 * | 1.49 | 6.38 | | |
| | 300 | | 63.2 | 91.95 | 4.80 | 3.25 | n | 1.77 * | 0.47 | 2.80 | 0.47 * | 0.41 | 3.80 | | |
| | 320 | | 75.6 | 83.45 | 12.30 | 4.25 | nf | 1.71 * | 0.34 | 6.59 | 1.60 * | 0.85 | 5.66 | | |
| | 340 | | 49.1 | 78.37 | 17.13 | 4.50 | nf | 1.65 * | 0.63 | 8.91 | 2.19 * | 1.11 | 13.69 | | |
| | 360 | | 67.8 | 94.09 | 3.31 | 2.60 | n | 1.77 * | 0.42 | 1.90 | 0.09 * | 0.32 | 2.64 | | |
| | 380 | | 86.8 | 85.67 | 9.53 | 4.80 | nf | 1.75 * | 0.19 | 5.49 | 1.52 * | 0.70 | 2.60 | | |
| | 400 | | 71.4 | 94.79 | 2.66 | 2.55 | nf | 1.74 * | 0.39 | 1.58 | 0.00 * | 0.27 | 2.06 | | |
| PC-43 | 0 | | 60.6 | 44.11 | 37.54 | 18.35 | f | 1.17 * | 0.59 | 22.87 | 12.22 * | 1.25 | 7.57 | 7.57 | |
| | 20 | | 80.4 | 55.56 | 33.74 | 10.70 | fn | 1.13 * | 0.36 | 18.62 | 8.33 * | 1.16 | 8.46 | 16.03 | |
| | 40 Cs.L. | | | | | | | 1.36 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | |
| | 60 Cs.M. | | | | | | | 1.93 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | |
| | 80 Cs.M. | | | | | | | 1.61 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | |
| | 100 Cs.M. | | | | | | | 1.72 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas % peso | Arena % | Limo % | Arcilla % | Text. g/cc | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. mm/cm | CAA mm | CAA acum. mm | CAA perfil mm |
|--------|----------|-----------|---------------|---------|--------|-----------|------------|--------|------|-----------|---------|--------------|--------|--------------|---------------|
| | | | | | | | | | | 1/3bar % | 15bar % | | | | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | 1.50 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 140 | Cs.M. | | | | | 1.73 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 160 | Cs.M. | | | | | 1.76 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 180 | Cs.P. | | | | | 1.38 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 200 | Cs.P. | | | | | 1.37 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 220 | Cs.P. | 3.0 | | | | 1.55 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | 16.03 | |
| | 240 | Cs.P. | 2.0 | | | | 1.66 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 260 | Cs.P. | 0.0 | | | | 1.37 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 280 | Cs.P. | 0.0 | | | | 1.40 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 16.03 | | |
| | 300 | R.-sbv. | 0.0 | | | | 1.94 | 1.00 | | | | | | | |
| | 320 | R.-sbv. | 30.1 | | | | 1.72 | 0.78 | | | | | | | |
| | 340 | R.-sbv. | 40.7 | | | | 1.68 | 0.70 | | | | | | | |
| PC-44 | 0 | | 45.6 | 33.90 | 44.10 | 22.00 | f | 1.09 * | 0.74 | 27.10 | 14.38 * | 1.38 | 10.52 | 10.52 | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.90 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 40 | Cs.M. | | | | | | 1.92 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 60 | Cs.M. | | | | | | 2.07 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 80 | Cs.M. | 0.0 | | | | | 1.43 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 100 | Cs.M. | 24.5 | | | | | 1.44 | 0.85 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 120 | Cs.P. | 0.0 | | | | | 1.41 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 10.52 | |
| | 140 | Cs.P. | 1.0 | 21.40 | 47.45 | 31.15 | fa | 1.49 * | 0.99 | 31.63 | 15.24 * | 2.44 | 46.18 | 56.70 | |
| | 160 | Cs.P. | 2.0 | 30.33 | 49.72 | 19.95 | f | 1.38 * | 0.99 | 29.03 | 11.23 * | 2.45 | 46.72 | 103.41 | |
| | 180 | Cs.P. | 2.8 | | | | | 1.35 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 200 | agr. pv. | 27.1 | | | | | 1.35 | 0.84 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 220 | | 22.4 | | | | | 1.66 | 0.85 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 240 | | 12.8 | | | | | 1.39 | 0.93 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 260 | | 7.2 | | | | | 1.60 | 0.96 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 280 | R.-sbv. | 6.2 | | | | | 1.53 | 0.96 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 300 | R.-sbv. | 26.6 | | | | | 1.48 | 0.83 | | | 0.00 | 0.00 | 103.41 | |
| | 320 | R.-sbv. | 39.1 | 63.28 | 31.42 | 5.30 | fn | 1.59 * | 0.72 | 15.78 | 4.02 * | 1.87 | 27.13 | 130.54 | 130.54 |
| PC-45 | 0 | | 82.9 | 47.58 | 40.82 | 11.60 | f | 1.23 * | 0.31 | 22.18 | 8.50 * | 1.68 | 5.15 | 5.15 | |
| | 20 | | 85.6 | 71.26 | 17.99 | 10.75 | fn | 1.45 * | 0.24 | 11.35 | 5.89 * | 0.79 | 3.72 | 8.87 | |
| | 40 | | 86.1 | 71.60 | 19.90 | 8.50 | fn | 1.48 * | 0.23 | 11.50 | 4.72 * | 1.00 | 4.48 | 13.35 | |
| | 60 | | 86.9 | 71.26 | 20.14 | 8.60 | fn | 1.54 * | 0.21 | 11.64 | 4.40 * | 1.12 | 4.58 | 17.93 | |
| | 80 | | 89.7 | 52.24 | 33.56 | 14.20 | fn | 1.41 * | 0.18 | 19.68 | 8.04 * | 1.64 | 5.79 | 23.73 | |
| | 100 | Cs.C. | 81.1 | 63.77 | 28.18 | 8.05 | fn | 1.47 * | 0.30 | 15.18 | 4.76 * | 1.54 | 8.99 | 32.72 | |
| | 120 | M. | 3.0 | | | | | 1.67 | 0.98 | | | | | | |
| | 140 | M. | 0.0 | | | | | 2.00 | 1.00 | | | | | | |
| PC-46 | 0 | | 44.0 | 50.03 | 31.07 | 18.90 | f | 1.50 | 0.69 | 20.06 | 10.01 * | 1.51 | 10.44 | 10.44 | |
| | 20 | | 46.9 | 48.68 | 32.47 | 18.85 | f | 1.42 | 0.68 | 20.69 | 10.85 * | 1.40 | 18.98 | 29.42 | |
| | 40 | | 38.3 | 52.28 | 30.27 | 17.45 | fn | 1.49 * | 0.74 | 19.22 | 9.59 * | 1.43 | 21.29 | 50.71 | |
| | 60 | | 26.8 | 40.06 | 35.79 | 24.15 | f | 1.53 * | 0.83 | 23.96 | 12.27 * | 1.79 | 29.28 | 79.99 | |
| | 80 | | 43.6 | 45.78 | 31.07 | 23.15 | f | 1.73 | 0.66 | 21.45 | 11.10 * | 1.79 | 23.78 | 103.76 | |
| | 100 | Cs.L. | | | | | | 1.61 | 0.99 | | | 0.00 | 0.00 | 103.76 | |
| | 120 | Cs.M. | | | | | | 1.73 | 0.78 | | | 0.00 | 0.00 | 103.76 | |
| | 140 | Cs.M. | 65.7 | 62.19 | 20.96 | 16.85 | fn | 1.74 | 0.44 | 14.71 | 7.21 * | 1.31 | 11.58 | 115.34 | |
| | 160 | | 47.4 | 56.97 | 25.13 | 17.90 | fn | 1.65 * | 0.65 | 16.99 | 7.99 * | 1.49 | 18.64 | 133.98 | |
| | 180 | | 58.0 | 57.38 | 22.72 | 19.90 | fn | 1.77 | 0.52 | 16.52 | 8.49 * | 1.42 | 14.80 | 148.78 | |
| | 200 | | 57.7 | 55.07 | 24.33 | 20.60 | fn | 1.86 | 0.51 | 17.50 | 8.95 * | 1.59 | 16.25 | 165.03 | 165.03 |
| | 220 | agr.cem. | 44.6 | | | | | 2.04 | 0.62 | | | | | | |
| | 240 | agr.cem. | 0.0 | | | | | 1.80 | 1.00 | | | | | | |
| | 260 | | 0.0 | | | | | 1.80 | 1.00 | | | | | | |
| PC-47 | 0 | | 16.7 | | | | | 1.41 | 0.90 | | | | | | |
| | 20 | | 33.6 | | | | | 1.51 | 0.78 | | | | | | |
| | 40 | Cs/k | 0.0 | | | | | 1.82 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 60 | M. | 0.0 | | | | | 1.66 | 1.00 | | | | | | |
| | 80 | M. | 0.0 | | | | | 1.65 | 1.00 | | | | | | |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas % | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA acum. | CAA perfil |
|--------|----------|-----------|----------|-------|-------|---------|-------|--------|------|-----------|---------|--------|-------|-----------|------------|
| | | | | | | | | | | 1/3bar | 15bar | | | | |
| | cm | | peso | | % | | | g/cc | | % | % | mm/cm | mm | mm | mm |
| | 100 | M. | 0.0 | | | | | 1.50 | 1.00 | | | | | | |
| | 120 | M. | 0.0 | | | | | 1.42 | 1.00 | | | | | | |
| | 140 | M. | 0.0 | | | | | 1.59 | 1.00 | | | | | | |
| PC-48 | 0 | | 0.0 | | | | | 1.31 | 1.00 | | | | | | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.35 | 0.98 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 40 | Cs.M. | 0.0 | | | | | 1.31 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 60 | | 0.0 | | | | | 1.30 | 1.00 | | | | | | |
| | 80 | | 0.0 | | | | | 1.32 | 1.00 | | | | | | |
| | 100 | | 0.0 | 30.31 | 55.39 | 14.30 | fl | 1.13 | 1.00 | 29.80 | 9.96 * | 2.24 | 44.81 | 44.81 | |
| | 120 | | 0.0 | 61.03 | 30.37 | 8.60 | fn | 1.36 | 1.00 | 16.37 | 5.14 * | 1.52 | 30.44 | 75.24 | |
| | 140 | | 0.0 | | | | | 1.46 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 75.24 | |
| PC-49 | 0 | | 54.3 | 38.50 | 34.75 | 26.75 | f | 1.26 | 0.64 | 24.32 | 13.46 * | 1.37 | 8.76 | 8.76 | |
| | 20 | | 43.7 | 38.99 | 33.46 | 27.55 | fa | 1.53 * | 0.69 | 23.99 | 13.46 * | 1.61 | 22.00 | 30.76 | |
| | 40 | | 48.7 | 32.74 | 35.86 | 31.40 | fa | 1.47 * | 0.66 | 26.36 | 15.34 * | 1.62 | 20.82 | 51.58 | |
| | 60 | agr.cem. | 44.6 | 32.16 | 37.59 | 30.25 | fa | 1.31 | 0.72 | 26.78 | 14.95 * | 1.55 | 22.19 | 73.77 | |
| | 80 | Cs.L. | | | | | | 1.75 | 0.76 | | | 0.00 | 0.00 | 73.77 | |
| | 100 | Cs.C. | 89.0 | | | | | 1.73 | 0.16 | | | 0.00 | 0.00 | 73.77 | |
| | 120 | Cs.C. | 85.7 | | | | | 1.68 | 0.12 | | | 0.00 | 0.00 | 73.77 | |
| | 140 | Cs.C. | 86.7 | | | | | 1.71 | 0.10 | | | 0.00 | 0.00 | 73.77 | |
| | 160 | Cs.C. | 75.0 | | | | | 1.79 | 0.33 | | | 0.00 | 0.00 | 73.77 | |
| | 180 | Cs.C. | 68.5 | 35.90 | 55.30 | 8.80 | fl | 1.16 * | 0.52 | 27.97 | 7.70 * | 2.35 | 23.55 | 97.33 | |
| | 200 | Cs.C. | 86.7 | | | | | 1.75 | 0.19 | | | 0.00 | 0.00 | 97.33 | |
| | 220 | Cs.C. | 82.3 | | | | | 1.80 | 0.24 | | | 0.00 | 0.00 | 97.33 | |
| | 240 | Cs.C. | 87.1 | 27.65 | 63.95 | 8.40 | fl | 1.07 * | 0.28 | 31.84 | 8.42 * | 2.50 | 13.30 | 110.63 | |
| | 260 | Cs/k | | | | | | 2.31 | 0.91 | | | 0.00 | 0.00 | 110.63 | 110.63 |
| PC-50 | 0 | | 40.7 | 37.00 | 43.45 | 19.55 | f | 1.23 * | 0.76 | 26.00 | 11.87 * | 1.74 | 13.00 | 13.00 | |
| | 20 | Cs.L. | | | | | | 1.59 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 13.00 | |
| | 40 | Cs.C. | 69.4 | 49.12 | 36.23 | 14.65 | f | 1.45 * | 0.46 | 21.06 | 7.94 * | 1.90 | 16.68 | 29.67 | |
| | 60 | | 77.7 | 46.67 | 32.43 | 20.90 | f | 1.52 * | 0.34 | 21.34 | 10.00 * | 1.73 | 11.34 | 41.01 | |
| | 80 | | 67.7 | 39.75 | 44.50 | 15.75 | f | 1.36 * | 0.49 | 25.24 | 9.14 * | 2.19 | 20.67 | 61.68 | |
| | 100 | | 58.5 | 47.79 | 37.56 | 14.65 | f | 1.42 * | 0.58 | 21.67 | 8.07 * | 1.93 | 21.50 | 83.18 | |
| | 120 | | 69.7 | 57.71 | 29.19 | 13.10 | fn | 1.50 * | 0.44 | 17.30 | 6.58 * | 1.61 | 13.70 | 96.89 | |
| | 140 | | 75.3 | 33.27 | 44.63 | 22.10 | f | 1.46 * | 0.38 | 27.38 | 11.53 * | 2.32 | 17.06 | 113.94 | |
| | 160 | | 74.3 | 23.98 | 53.02 | 23.00 | fl | 1.37 * | 0.41 | 31.55 | 12.68 * | 2.58 | 20.38 | 134.32 | |
| | 180 | | 78.9 | 39.86 | 41.19 | 18.95 | f | 1.42 * | 0.34 | 24.76 | 10.06 * | 2.09 | 13.69 | 148.00 | 148.00 |
| PC-51 | 0 | | 58.7 | 42.19 | 39.51 | 18.30 | f | 1.32 * | 0.59 | 23.77 | 10.79 * | 1.72 | 9.96 | 9.96 | |
| | 20 | | 57.7 | 47.72 | 33.98 | 18.30 | f | 1.50 * | 0.57 | 21.21 | 9.46 * | 1.76 | 19.59 | 29.54 | |
| | 40 | | 61.7 | 66.89 | 9.66 | 23.45 | fan | 1.82 * | 0.48 | 11.64 | 8.57 * | 0.56 | 5.21 | 34.75 | |
| | 60 | | 82.2 | 68.27 | 21.28 | 10.45 | fn | 1.60 * | 0.27 | 12.77 | 4.84 * | 1.27 | 6.63 | 41.39 | |
| | 80 | | 83.2 | 63.78 | 25.92 | 10.30 | fn | 1.55 * | 0.26 | 14.87 | 5.27 * | 1.48 | 7.57 | 48.95 | |
| | 100 | | 0.0 | | | | | 1.50 | 1.00 | | | | | | |
| | 120 | | 0.0 | | | | | 1.57 | 1.00 | | | | | | |
| | 140 | M.(cem) | 0.0 | | | | | 1.61 | 1.00 | | | | | | |
| | 160 | M. | 0.0 | | | | | 1.51 | 1.00 | | | | | | |
| | 180 | M. | 0.0 | | | | | 1.58 | 1.00 | | | | | | |
| | 200 | M. | 0.0 | | | | | 1.48 | 1.00 | | | | | | |
| PC-52 | 0 | | 68.5 | 45.95 | 32.30 | 21.75 | f | 1.20 * | 0.50 | 21.56 | 12.82 * | 1.05 | 5.30 | 5.30 | |
| | 20 | Cs.L. | 85.9 | 59.73 | 31.17 | 9.10 | fn | 1.43 * | 0.24 | 16.91 | 5.46 * | 1.63 | 7.55 | 12.85 | |
| | 40 | Cs.C. | 73.4 | 66.17 | 27.13 | 6.70 | fn | 1.46 * | 0.41 | 14.25 | 4.12 * | 1.48 | 11.58 | 24.43 | |
| | 60 | Cs.C. | 85.7 | 53.71 | 37.49 | 8.80 | fn | 1.38 * | 0.25 | 19.73 | 5.89 * | 1.91 | 9.18 | 33.62 | |
| | 80 | Cs.C. | 81.3 | 55.30 | 33.30 | 11.40 | fn | 1.45 * | 0.30 | 18.64 | 6.55 * | 1.76 | 10.29 | 43.91 | |
| | 100 | | 0.0 | | | | | 1.11 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 43.91 | |
| | 120 | | 0.0 | | | | | 1.47 | 1.00 | | | 0.00 | 0.00 | 43.91 | |
| | 140 | M.alt. | 0.0 | | | | | 1.91 | 1.00 | | | | | | |
| | 160 | M. | 0.0 | | | | | 1.94 | 1.00 | | | | | | |
| PC-53 | 0 | | 73.8 | 44.06 | 39.19 | 16.75 | f | 1.25 * | 0.43 | 23.11 | 10.65 * | 1.56 | 6.70 | 6.70 | |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas % | Arena | | Limo | | Arcilla | | Text. d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | CAA | CAA |
|--------|----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-----|---------|----------|------------|-------|-----------|-------|--------|-------|--------|--------|
| | | | | peso | % | % | % | g/cc | 1/3bar % | | | 15bar % | mm/cm | | | | |
| | 20 | Cs.C. | 87.0 | 51.44 | 38.11 | 10.45 | f | 1.39 | * | 0.23 | 20.56 | 6.83 | * | 1.90 | 8.40 | 15.09 | |
| | 40 | | 76.8 | 52.81 | 36.09 | 11.10 | fn | 1.46 | * | 0.36 | 19.83 | 6.66 | * | 1.93 | 13.54 | 28.63 | |
| | 60 | | 79.3 | 56.79 | 31.76 | 11.45 | fn | 1.51 | * | 0.32 | 17.95 | 6.37 | * | 1.74 | 10.90 | 39.53 | |
| | 80 | | 0.5 | | | | | 1.62 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 100 | | 0.0 | | | | | 1.77 | | 1.00 | | | | | | | |
| | 120 | | 88.3 | 54.03 | 27.52 | 18.45 | fn | 1.67 | * | 0.18 | 18.27 | 8.45 | * | 1.64 | 5.66 | | |
| | 140 | | 83.1 | 63.12 | 21.03 | 15.85 | fn | 1.72 | * | 0.24 | 14.42 | 6.80 | * | 1.31 | 6.22 | | |
| | 160 | | 83.4 | 78.13 | 10.37 | 11.50 | fn | 1.79 | * | 0.23 | 8.07 | 4.11 | * | 0.71 | 3.21 | | |
| | 180 | M. | 0.0 | | | | | 1.92 | | 1.00 | | | | | | | |
| PC-54 | 0 | | 65.4 | 55.03 | 23.92 | 21.05 | fan | 1.52 | * | 0.48 | 17.45 | 10.22 | * | 1.10 | 5.24 | 5.24 | |
| | 20 | | 66.0 | 58.90 | 22.95 | 18.15 | fn | 1.54 | * | 0.48 | 16.06 | 8.84 | * | 1.11 | 10.35 | 15.59 | |
| | 40 | | 88.7 | 58.15 | 24.20 | 17.65 | fn | 1.52 | * | 0.18 | 16.47 | 8.59 | * | 1.20 | 4.33 | 19.92 | |
| | 60 | Cs.C. | 96.0 | 66.97 | 17.68 | 15.35 | fn | 1.64 | * | 0.05 | 12.71 | 6.61 | * | 1.00 | 0.90 | 20.81 | |
| | 80 | Cs.C. | 74.5 | 62.02 | 25.68 | 12.30 | fn | 1.55 | * | 0.38 | 15.41 | 6.13 | * | 1.44 | 10.49 | 31.30 | |
| | 100 | Cs.C. | | | | | | 1.69 | | 0.94 | | | | 0.00 | 0.00 | 31.30 | |
| | 120 | | 73.5 | 48.94 | 31.66 | 19.40 | f | 1.59 | * | 0.38 | 20.50 | 9.25 | * | 1.79 | 13.28 | 44.59 | |
| | 140 | | 78.6 | 67.41 | 20.84 | 11.75 | fn | 1.66 | * | 0.31 | 12.99 | 5.29 | * | 1.28 | 7.69 | 52.28 | |
| | 160 | | 68.6 | 74.49 | 16.11 | 9.40 | fn | 1.69 | * | 0.42 | 10.04 | 3.93 | * | 1.03 | 8.55 | 60.83 | |
| | 180 | | 71.1 | 41.78 | 39.87 | 18.35 | f | 1.52 | * | 0.42 | 23.95 | 9.68 | * | 2.17 | 17.80 | 78.63 | 78.63 |
| PC-55 | 0 | | 23.8 | 58.04 | 24.21 | 17.75 | fn | 1.43 | * | 0.86 | 16.51 | 9.71 | * | 0.97 | 8.36 | 8.36 | |
| | 20 | | 52.0 | 57.93 | 22.72 | 19.35 | fn | 1.49 | * | 0.62 | 16.34 | 10.15 | * | 0.92 | 11.54 | 19.90 | |
| | 40 | | 78.1 | 55.29 | 22.56 | 22.15 | fan | 1.54 | * | 0.33 | 17.18 | 10.55 | * | 1.02 | 6.63 | 26.53 | |
| | 60 | | 83.5 | 56.15 | 24.45 | 19.40 | fn | 1.54 | * | 0.26 | 17.16 | 9.31 | * | 1.21 | 6.10 | 32.63 | |
| | 80 | Cs.C. | 93.3 | 65.65 | 20.60 | 13.75 | fn | 1.56 | | 0.08 | 13.53 | 6.31 | * | 1.13 | 1.67 | 34.30 | |
| | 100 | Cs.C. | 82.4 | 65.47 | 22.58 | 11.95 | fn | 1.61 | * | 0.27 | 13.86 | 5.60 | * | 1.33 | 6.89 | 41.19 | |
| | 120 | Cs.C. | 75.8 | 75.43 | 13.17 | 11.40 | fn | 1.73 | * | 0.33 | 9.33 | 4.41 | * | 0.85 | 5.56 | 46.74 | |
| | 140 | | 73.1 | 83.66 | 4.99 | 11.35 | nf | 1.81 | * | 0.35 | 5.53 | 3.55 | * | 0.36 | 2.49 | 49.24 | |
| | 160 | | 82.0 | 49.04 | 29.96 | 21.00 | f | 1.61 | * | 0.27 | 20.23 | 9.65 | * | 1.70 | 8.96 | 58.20 | |
| | 180 | | 79.0 | 59.14 | 22.61 | 18.25 | fn | 1.68 | * | 0.30 | 15.93 | 7.88 | * | 1.35 | 7.91 | 66.11 | |
| | 200 | | 84.5 | 59.80 | 20.75 | 19.45 | fn | 1.74 | * | 0.22 | 15.47 | 8.12 | * | 1.28 | 5.55 | 71.66 | |
| | 220 | | 82.3 | 80.35 | 11.50 | 8.15 | nf | 1.75 | * | 0.25 | 7.50 | 3.00 | * | 0.79 | 3.85 | 75.51 | |
| | 240 | | 82.3 | 77.67 | 14.93 | 7.40 | nf | 1.67 | * | 0.26 | 8.84 | 3.09 | * | 0.96 | 4.85 | 80.36 | 80.36 |
| PC-56 | 0 | | 18.0 | 56.97 | 25.83 | 17.20 | fn | 1.48 | * | 0.89 | 17.08 | 9.32 | * | 1.15 | 10.28 | 10.28 | |
| | 20 | | 46.5 | 56.72 | 22.18 | 21.10 | fan | 1.53 | * | 0.67 | 16.67 | 10.17 | * | 0.99 | 13.07 | 23.35 | |
| | 40 | | 58.8 | 60.47 | 14.78 | 24.75 | fan | 1.66 | * | 0.53 | 14.44 | 10.92 | * | 0.58 | 6.12 | 29.47 | |
| | 60 | Cs.L. | 88.2 | 61.18 | 26.72 | 12.10 | fn | 1.46 | | 0.16 | 15.83 | 6.30 | * | 1.39 | 4.23 | 33.70 | |
| | 80 | Cs.C. | 71.0 | 48.02 | 32.33 | 19.65 | f | 1.53 | * | 0.42 | 20.89 | 9.55 | * | 1.74 | 14.17 | 47.87 | |
| | 100 | Cs.C. | 84.4 | 40.37 | 37.73 | 21.90 | f | 1.53 | * | 0.25 | 24.12 | 10.86 | * | 2.02 | 9.75 | 57.62 | |
| | 120 | Cs.C. | | | | | | 1.55 | | 0.95 | | | | 0.00 | 0.00 | 57.62 | |
| | 140 | Cs.C. | | | | | | 2.24 | | 0.91 | | | | 0.00 | 0.00 | 57.62 | |
| | 160 | Cs.C. | 73.6 | | | | | 1.91 | | 0.33 | | | | 0.00 | 0.00 | 57.62 | |
| | 180 | | 60.2 | 50.98 | 40.02 | 9.00 | f | 1.42 | * | 0.56 | 20.97 | 6.20 | * | 2.10 | 22.90 | 80.52 | |
| | 200 | | 68.5 | 50.02 | 33.88 | 16.10 | f | 1.53 | * | 0.45 | 20.44 | 8.21 | * | 1.87 | 16.35 | 96.88 | |
| | 220 | | 79.6 | 63.43 | 26.47 | 10.10 | fn | 1.56 | * | 0.31 | 15.06 | 5.22 | * | 1.53 | 9.21 | 106.09 | |
| | 240 | | 66.7 | 72.16 | 15.34 | 12.50 | fn | 1.71 | * | 0.44 | 10.69 | 5.00 | * | 0.97 | 8.39 | 114.48 | 114.48 |
| PC-57 | 0 | | 38.9 | 47.64 | 32.06 | 20.30 | f | 1.48 | | 0.74 | 20.97 | 10.37 | * | 1.57 | 11.60 | 11.60 | |
| | 20 | | 42.1 | 46.69 | 31.66 | 21.65 | f | 1.56 | * | 0.70 | 21.23 | 10.71 | * | 1.64 | 22.64 | 34.24 | |
| | 40 | Cs.M. | 76.8 | 46.46 | 36.24 | 17.30 | f | 1.50 | * | 0.35 | 21.93 | 8.95 | * | 1.95 | 13.33 | 47.62 | |
| | 60 | Cs.C. | 70.1 | 65.35 | 27.80 | 6.85 | fn | 1.46 | * | 0.44 | 14.61 | 4.20 | * | 1.53 | 13.11 | 60.72 | |
| | 80 | Cs.C. | 70.7 | 63.16 | 24.34 | 12.50 | fn | 1.60 | * | 0.41 | 14.86 | 5.94 | * | 1.42 | 11.47 | 72.19 | |
| | 100 | | 72.9 | 72.17 | 20.68 | 7.15 | fn | 1.56 | * | 0.39 | 11.42 | 3.58 | * | 1.22 | 9.36 | 81.55 | |
| | 120 | | 76.6 | 55.16 | 30.79 | 14.05 | fn | 1.54 | * | 0.35 | 18.35 | 7.15 | * | 1.72 | 11.72 | 93.27 | |
| | 140 | | 79.7 | 66.20 | 25.00 | 8.80 | fn | 1.51 | * | 0.32 | 13.95 | 4.63 | * | 1.41 | 8.62 | 101.89 | |
| | 160 | | 76.5 | 62.64 | 27.91 | 9.45 | fn | 1.53 | * | 0.35 | 15.51 | 5.11 | * | 1.59 | 10.93 | 112.82 | |
| | 180 | | 81.0 | 45.83 | 39.07 | 15.10 | f | 1.48 | * | 0.30 | 22.52 | 8.33 | * | 2.10 | 12.34 | 125.16 | |
| | 200 | | 72.7 | 57.84 | 30.01 | 12.15 | fn | 1.52 | * | 0.40 | 17.36 | 6.34 | * | 1.68 | 13.10 | 138.26 | |

| Perfil | Prof. n° | Tipo mat. | Gravas | Arena | Limo | Arcilla | Text. | d.a. | Cm | Ret. agua | | Ag.ut. | CAA | | CAA acum. | CAA perfil | |
|--------|----------|-----------|--------|-------|-------|---------|-------|------|--------|-----------|--------|--------|-------|-------|-----------|------------|---|
| | | | % | | | | | | | g/cc | 1/3bar | | 15bar | % | | | % |
| | cm | | peso | % | | | | | | | | | | | | | |
| | 220 | | 75.2 | 51.27 | 32.13 | 16.60 | f | 1.57 | * 0.36 | 19.80 | 8.20 | * | 1.82 | 12.88 | 151.13 | | |
| | 240 | | 73.9 | 55.67 | 34.73 | 9.60 | fn | 1.44 | * 0.40 | 18.71 | 5.89 | * | 1.84 | 14.35 | 165.48 | | |
| | 260 | | 68.1 | 66.16 | 24.39 | 9.45 | fn | 1.57 | * 0.45 | 13.88 | 4.78 | * | 1.43 | 12.47 | 177.95 | 177.95 | |
| PC-58 | 0 | | 5.2 | 64.19 | 19.66 | 16.15 | fn | 1.64 | * 0.97 | 12.88 | 8.05 | | 0.79 | 7.58 | 7.58 | | |
| | 20 | | 0.0 | 47.91 | 26.84 | 25.25 | fan | 1.66 | * 1.00 | 19.76 | 12.60 | | 1.19 | 23.27 | 30.84 | | |
| | 40 | | 24.6 | 47.74 | 29.71 | 22.55 | f | 1.64 | * 0.84 | 19.19 | 9.88 | | 1.53 | 24.85 | 55.69 | | |
| | 60 | Cs.L. | 82.9 | 35.92 | 42.68 | 21.40 | f | 1.41 | * 0.29 | 26.24 | 11.35 | * | 2.10 | 11.59 | 67.27 | | |
| | 80 | Cs.C. | 77.0 | 45.32 | 38.88 | 15.80 | f | 1.40 | * 0.31 | 19.07 | 8.11 | | 1.53 | 9.31 | 76.58 | | |
| | 100 | Cs.C. | 65.5 | 62.09 | 25.01 | 12.90 | fn | 1.57 | * 0.48 | 12.34 | 4.00 | | 1.31 | 12.12 | 88.71 | | |
| | 120 | Cs.C. | 63.3 | 64.75 | 23.20 | 12.05 | fn | 1.58 | * 0.50 | 9.46 | 3.95 | | 0.87 | 8.44 | 97.14 | | |
| | 140 | Cs.C. | 67.2 | 63.72 | 20.93 | 15.35 | fn | 1.66 | * 0.45 | 9.90 | 5.54 | | 0.72 | 6.23 | 103.38 | | |
| | 160 | Cs.C. | 71.9 | 69.63 | 10.82 | 19.55 | fn | 1.81 | * 0.37 | 9.68 | 6.17 | | 0.63 | 4.56 | 107.94 | | |
| | 180 | | 53.7 | 85.07 | 4.93 | 10.00 | nf | 1.76 | * 0.57 | 5.41 | 3.67 | | 0.31 | 3.40 | 111.34 | | |
| | 200 | | 72.0 | 61.49 | 14.26 | 24.25 | fan | 1.82 | * 0.37 | 10.63 | 7.49 | | 0.57 | 4.07 | 115.40 | | |
| | 220 | | 0.0 | 23.51 | 40.84 | 35.65 | fa | 1.74 | * 1.00 | 28.96 | 15.31 | | 2.37 | 46.03 | 161.43 | | |
| | 240 | | 0.0 | 39.64 | 27.41 | 32.95 | fa | 1.88 | * 1.00 | 24.05 | 14.07 | | 1.87 | 36.48 | 197.92 | 197.92 | |
| PC-59 | 0 | | 48.1 | 52.04 | 28.46 | 19.50 | fn | 1.62 | * 0.64 | 19.05 | 9.58 | * | 1.53 | 9.75 | 9.75 | | |
| | 20 | | 75.9 | 47.14 | 31.41 | 21.45 | f | 1.53 | * 0.26 | 21.05 | 10.67 | * | 1.59 | 8.09 | 17.83 | | |
| | 40 | Cs.L. | | | | | | 2.06 | 0.90 | | | | 0.00 | 0.00 | 17.83 | | |
| | 60 | Cs.L. | | | | | | 1.97 | 0.83 | | | | 0.00 | 0.00 | 17.83 | | |
| | 80 | Cs.C. | 55.5 | 71.74 | 21.61 | 6.65 | fn | 1.68 | * 0.56 | 11.68 | 3.50 | * | 1.38 | 15.33 | 33.16 | | |
| | 100 | Cs.C. | 85.7 | 59.80 | 25.95 | 14.25 | fn | 1.69 | * 0.18 | 16.17 | 6.77 | * | 1.59 | 5.77 | 38.93 | | |
| | 120 | | 76.0 | 77.12 | 16.28 | 6.60 | nf | 1.79 | * 0.32 | 9.20 | 2.90 | * | 1.13 | 7.18 | 46.11 | | |
| | 140 | | 82.5 | 74.13 | 19.02 | 6.85 | fn | 1.76 | * 0.24 | 10.55 | 3.27 | * | 1.28 | 6.22 | 52.32 | | |
| | 160 | | 63.3 | 82.40 | 12.20 | 5.40 | nf | 1.83 | * 0.46 | 6.92 | 2.06 | * | 0.89 | 8.15 | 60.47 | | |
| | 180 | | 74.0 | 74.02 | 17.43 | 8.55 | fn | 1.80 | * 0.34 | 10.37 | 3.75 | * | 1.19 | 8.14 | 68.60 | | |
| | 200 | | 54.7 | 78.15 | 14.75 | 7.10 | nf | 1.82 | * 0.55 | 8.66 | 2.94 | * | 1.04 | 11.37 | 79.97 | 79.97 | |
| P-1 | 0 | | 13.9 | | | | | 1.78 | 0.90 | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | 20 | | 11.8 | 55.54 | 31.51 | 12.95 | fn | 1.50 | * 0.93 | 18.32 | 7.93 | * | 1.56 | 29.28 | 29.28 | | |
| | 40 | | 33.6 | 48.66 | 36.79 | 14.55 | f | 1.53 | * 0.77 | 21.28 | 8.50 | * | 1.96 | 30.37 | 59.64 | | |
| | 60 | | 8.5 | | | | | 1.59 | 0.95 | | | | 0.00 | 0.00 | 59.64 | | |
| | 80 | | 13.5 | 66.19 | 24.46 | 9.35 | fn | 1.68 | * 0.91 | 13.88 | 4.97 | * | 1.49 | 27.22 | 86.87 | | |
| | 100 | | 40.9 | 59.03 | 26.97 | 14.00 | fn | 1.68 | * 0.70 | 16.56 | 6.97 | * | 1.61 | 22.35 | 109.22 | | |
| | 120 | | 5.4 | 79.11 | 16.24 | 4.65 | nf | 1.75 | * 0.96 | 8.55 | 2.31 | * | 1.09 | 21.20 | 130.41 | | |
| | 140 | | 13.5 | 79.13 | 14.72 | 6.15 | nf | 1.83 | * 0.90 | 8.33 | 2.63 | * | 1.04 | 18.95 | 149.36 | | |
| | 160 | | 14.5 | 83.70 | 10.85 | 5.45 | nf | 1.88 | * 0.89 | 6.32 | 1.96 | * | 0.82 | 14.73 | 164.09 | 164.09 | |
| P-2 | 0 | | 8.8 | | | | | 1.49 | 0.95 | | | | | | | | |
| | 20 | | 5.6 | | | | | 1.55 | 0.97 | | | | | | | | |
| | 40 | | 4.6 | | | | | 1.45 | 0.97 | | | | | | | | |
| | 60 | M. | 0.0 | | | | | 1.50 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 80 | M. | 0.0 | | | | | 1.42 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 100 | M. | 0.0 | | | | | 1.50 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 120 | M. | 0.0 | | | | | 1.44 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 140 | M. | 0.0 | | | | | 1.66 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 160 | M. | 0.0 | | | | | 1.97 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 180 | M. | 0.0 | | | | | 1.28 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 200 | M. | 0.0 | | | | | 1.67 | 1.00 | | | | | | | | |
| P-3 | 0 | | 24.9 | | | | | 1.50 | 0.84 | | | | | | | | |
| | 20 | | 0.0 | | | | | 1.69 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 40 | | 0.0 | | | | | 1.86 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 60 | M. | 0.0 | | | | | 1.82 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 80 | M. | 0.0 | | | | | 1.84 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 100 | M. | 0.0 | | | | | 1.87 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 120 | M. | 0.0 | | | | | 1.84 | 1.00 | | | | | | | | |
| | 140 | M. | 0.0 | | | | | 1.79 | 1.00 | | | | | | | | |

A N E X O 5:

CONTENIDOS EN CARBONO ORGANICO Y EN CARBONATOS.

Abreviaturas:

| | |
|--|--|
| agr.cem. = Agregados cementados | Cs/R. = Costra o roca (generalmente conglomerados) |
| agr.pv. = Agregados pulverulentos | M. = Margas |
| Ar. = Areniscas | M.(cem) = Margas cementadas |
| Ar.-lut. = Areniscas lutíticas | M.-y. = Margas con yesos |
| Ar.-y. = Areniscas con yesos | M.alt. = Margas alteradas |
| C.I. (C.Inorg.) = Carbono Inorgánico | M.O. = Materia Orgánica |
| C.O. (C.Org.) = Carbono Orgánico | Mc.-y = Margocalizas con yesos |
| CO ₃ equiv. = Carbonato equivalente | PA = Perfiles de la Unidad aluviales |
| C.Total = Carbono Total | PB = Perfiles de la Unidad badlands |
| Cg.cem. = Conglomerados cementados | PC = Perfiles de la Unidad glácis (con costra) |
| Cs = Costra | Prof. = Profundidad |
| Cs.C. = Costra conglomerática | R.-dol. = Roca (dolomías) |
| Cs.L. = Costra laminar | R.-k.l. = Roca (calizas lacustres) |
| Cs.M. = Costra masiva | R.-sbv. = Roca (subvolcánicas) |
| Cs.P. = Costra pulverulenta | R.-xtos. = Roca (esquistos) |
| Cs/k = Costra o calizas | Y. = Yesos |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------|----------|-----------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | Inorg.(%) | |
| PA- 1 | 0 | | 3.17 | 1.84 | 15.36 | 7.85 | 6.93 | 0.94 | 2.79 |
| | 20 | | 0.59 | 0.35 | 10.54 | 5.09 | 5.03 | 0.61 | 0.96 |
| | 40 | | 0.56 | 0.32 | 7.39 | 4.97 | 2.24 | 0.60 | 0.92 |
| | 60 | | 1.24 | 0.72 | 9.08 | 4.95 | 3.80 | 0.59 | 1.31 |
| | 80 | | 0.05 | 0.03 | 12.60 | 8.65 | 3.64 | 1.04 | 1.07 |
| | 100 | | 1.36 | 0.79 | 9.10 | 6.18 | 2.69 | 0.74 | 1.53 |
| | 120 | | 0.61 | 0.35 | 8.48 | 6.40 | 1.92 | 0.77 | 1.12 |
| PA- 2 | 0 | | 2.14 | 1.24 | 12.84 | 8.21 | 4.26 | 0.99 | 2.23 |
| | 20 | | 0.88 | 0.51 | 11.60 | 6.73 | 4.49 | 0.81 | 1.32 |
| | 40 | | 0.13 | 0.07 | 8.07 | 4.29 | 3.49 | 0.51 | 0.59 |
| | 60 | | 0.38 | 0.22 | 10.97 | 4.43 | 6.03 | 0.53 | 0.75 |
| | 80 | | 0.76 | 0.44 | 10.69 | 3.49 | 6.64 | 0.42 | 0.86 |
| | 100 | | 0.83 | 0.48 | 11.98 | 5.86 | 5.65 | 0.70 | 1.19 |
| | 120 | | 0.72 | 0.42 | 11.55 | 4.80 | 6.23 | 0.58 | 1.00 |
| PA- 3 | 0 | | 2.60 | 1.51 | 63.63 | 18.07 | 42.03 | 2.17 | 3.68 |
| | 20 | | 1.79 | 1.04 | 64.29 | 15.47 | 45.03 | 1.86 | 2.90 |
| | 40 | | 1.93 | 1.12 | 65.36 | 17.93 | 43.75 | 2.15 | 3.27 |
| | 60 | | 1.41 | 0.82 | 51.88 | 26.86 | 23.08 | 3.22 | 4.04 |
| | 80 | | 0.50 | 0.29 | 55.66 | 38.46 | 15.87 | 4.62 | 4.90 |
| | 100 | | 0.44 | 0.25 | 53.02 | 41.04 | 11.05 | 4.92 | 5.18 |
| | 120 | | 0.28 | 0.16 | 53.56 | 38.59 | 13.81 | 4.63 | 4.79 |
| PA- 4 | 140 | Mc.-y. | 0.32 | 0.19 | 34.44 | 1.39 | 30.48 | 0.17 | 0.35 |
| | 160 | Mc.-y. | 0.79 | 0.46 | 59.70 | 0.00 | 59.70 | 0.00 | 0.46 |
| | 0 | | 1.78 | 1.03 | 61.27 | 46.18 | 13.92 | 5.54 | 6.57 |
| PA- 5 | 20 | | 1.85 | 1.07 | 61.14 | 51.05 | 9.31 | 6.13 | 7.20 |
| | 40 | | 1.67 | 0.97 | 57.97 | 46.20 | 10.86 | 5.54 | 6.52 |
| | 60 | | 1.35 | 0.78 | 54.97 | 42.50 | 11.50 | 5.10 | 5.88 |
| | 80 | | 1.00 | 0.58 | 48.66 | 37.42 | 10.37 | 4.49 | 5.07 |
| | 100 | | 0.45 | 0.26 | 41.86 | 19.22 | 20.88 | 2.31 | 2.57 |
| | 120 | | 0.59 | 0.34 | 62.32 | 48.86 | 12.41 | 5.86 | 6.21 |
| | 140 | | 0.91 | 0.53 | 60.61 | 46.79 | 12.75 | 5.61 | 6.15 |
| PA- 6 | 0 | | 6.06 | 3.52 | 66.93 | 48.10 | 17.37 | 5.77 | 9.29 |
| | 20 | | 2.50 | 1.45 | 62.98 | 45.37 | 16.24 | 5.44 | 6.90 |
| | 40 | | 1.72 | 1.00 | 68.71 | 53.47 | 14.06 | 6.42 | 7.42 |
| | 60 | | 0.40 | 0.23 | 80.95 | 72.17 | 8.10 | 8.66 | 8.89 |
| | 80 | | 0.31 | 0.18 | 77.39 | 65.76 | 10.73 | 7.89 | 8.07 |
| | 100 | | 0.12 | 0.07 | 82.71 | 65.53 | 15.85 | 7.86 | 7.93 |
| | 120 | | 0.14 | 0.08 | 80.03 | 64.66 | 14.18 | 7.76 | 7.84 |
| | 140 | | 0.19 | 0.11 | 80.33 | 66.44 | 12.82 | 7.97 | 8.08 |
| | 160 | | 0.40 | 0.23 | 76.85 | 64.50 | 11.40 | 7.74 | 7.97 |
| | 180 | | 0.11 | 0.06 | 72.23 | 62.01 | 9.43 | 7.44 | 7.50 |
| PA- 7 | 200 | M. | 0.35 | 0.21 | 61.98 | 0.73 | 56.50 | 0.09 | 0.29 |
| | 220 | M. | 0.55 | 0.32 | 68.97 | 3.56 | 60.34 | 0.43 | 0.75 |
| | 0 | | 1.11 | 0.64 | 46.20 | 36.66 | 8.81 | 4.40 | 5.04 |
| | 20 | | 1.70 | 0.99 | 42.72 | 29.99 | 11.74 | 3.60 | 4.59 |
| | 40 | | 1.11 | 0.64 | 41.41 | 27.07 | 13.23 | 3.25 | 3.89 |
| | 60 | | 1.32 | 0.77 | 39.87 | 29.85 | 9.24 | 3.58 | 4.35 |
| | 80 | | 0.63 | 0.37 | 45.57 | 21.72 | 21.99 | 2.61 | 2.97 |
| PA- 8 | 100 | | 0.65 | 0.38 | 44.04 | 21.59 | 20.71 | 2.59 | 2.97 |
| | 120 | | 0.79 | 0.46 | 37.13 | 29.14 | 7.37 | 3.50 | 3.95 |
| | 140 | | 0.69 | 0.40 | 40.77 | 30.77 | 9.23 | 3.69 | 4.09 |
| | 160 | | 1.09 | 0.63 | 43.37 | 27.21 | 14.91 | 3.26 | 3.90 |
| | 0 | | 2.16 | 1.26 | 43.19 | 35.76 | 6.85 | 4.29 | 5.55 |
| | 20 | | 2.18 | 1.27 | 39.87 | 33.69 | 5.70 | 4.04 | 5.31 |
| | 40 | | 2.19 | 1.28 | 43.97 | 35.50 | 7.82 | 4.26 | 5.54 |
| 60 | | 1.75 | 1.02 | 48.57 | 36.81 | 10.85 | 4.42 | 5.44 | |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 80 | | 1.25 | 0.72 | 51.43 | 35.61 | 14.60 | 4.27 | 5.00 |
| | 100 | | 0.87 | 0.51 | 52.85 | 28.44 | 22.51 | 3.41 | 3.92 |
| | 120 | | 0.71 | 0.41 | 62.18 | 29.93 | 29.75 | 3.59 | 4.00 |
| | 140 | | 0.43 | 0.25 | 66.55 | 23.81 | 39.43 | 2.86 | 3.11 |
| | 160 | | 0.41 | 0.24 | 74.43 | 20.77 | 49.50 | 2.49 | 2.73 |
| | 180 | | 0.36 | 0.21 | 80.90 | 25.76 | 50.86 | 3.09 | 3.30 |
| | 200 | | 0.43 | 0.25 | 76.59 | 24.22 | 48.31 | 2.91 | 3.15 |
| | 220 | | 0.29 | 0.17 | 70.33 | 46.32 | 22.15 | 5.56 | 5.73 |
| | 240 | | 0.45 | 0.26 | 70.17 | 46.95 | 21.41 | 5.63 | 5.90 |
| | 260 | | 0.69 | 0.40 | 61.02 | 39.43 | 19.91 | 4.73 | 5.14 |
| | 280 | | 0.65 | 0.38 | 53.92 | 39.80 | 13.02 | 4.78 | 5.15 |
| | 300 | | 0.91 | 0.53 | 48.91 | 30.93 | 16.58 | 3.71 | 4.24 |
| | 320 | | 1.90 | 1.11 | 49.94 | 26.75 | 21.40 | 3.21 | 4.32 |
| | 340 | | 1.10 | 0.64 | 63.56 | 56.54 | 6.47 | 6.78 | 7.43 |
| PA- 8 | 0 | | 1.32 | 0.77 | 9.53 | 2.30 | 6.68 | 0.28 | 1.04 |
| | 20 | | 1.21 | 0.71 | 25.20 | 12.19 | 12.00 | 1.46 | 2.17 |
| | 40 | | 0.66 | 0.38 | 27.69 | 4.09 | 21.77 | 0.49 | 0.87 |
| | 60 | | 0.48 | 0.28 | 9.40 | 4.85 | 4.05 | 0.58 | 0.86 |
| | 80 | | 0.36 | 0.21 | 10.91 | 4.32 | 6.08 | 0.52 | 0.73 |
| | 100 | | 0.26 | 0.15 | 12.38 | 4.89 | 6.90 | 0.59 | 0.74 |
| | 120 | | 0.23 | 0.13 | 11.88 | 4.48 | 6.82 | 0.54 | 0.67 |
| | 140 | | 0.37 | 0.21 | 6.70 | 3.43 | 3.02 | 0.41 | 0.63 |
| | 160 | | 0.24 | 0.14 | 2.11 | 1.58 | 0.49 | 0.19 | 0.33 |
| | 180 | | 0.31 | 0.18 | 3.41 | 1.30 | 1.95 | 0.16 | 0.33 |
| | 200 | | 0.16 | 0.09 | 2.84 | 1.90 | 0.87 | 0.23 | 0.32 |
| | 220 | | 0.16 | 0.10 | 1.16 | 0.85 | 0.28 | 0.10 | 0.20 |
| PB- 1 | 0 | | 1.79 | 1.04 | 11.57 | 9.73 | 1.70 | 1.17 | 2.21 |
| | 20 | Lut. | 1.05 | 0.61 | 12.59 | 9.31 | 3.03 | 1.12 | 1.73 |
| | 40 | Ar. | 0.70 | 0.41 | 9.32 | 6.16 | 2.92 | 0.74 | 1.15 |
| | 60 | Ar. | 0.79 | 0.46 | 13.85 | 8.10 | 5.30 | 0.97 | 1.43 |
| | 80 | Lut. | 0.73 | 0.42 | 10.82 | 8.29 | 2.33 | 1.00 | 1.42 |
| | 100 | Lut. | 0.53 | 0.31 | 10.89 | 9.02 | 1.73 | 1.08 | 1.39 |
| | 120 | Ar.-lut. | 0.45 | 0.26 | 17.51 | 7.38 | 9.34 | 0.89 | 1.15 |
| | 140 | Ar. | 0.23 | 0.13 | 6.26 | 4.98 | 1.17 | 0.60 | 0.73 |
| | 160 | Ar. | 0.12 | 0.07 | 6.98 | 5.86 | 1.04 | 0.70 | 0.77 |
| | 180 | Ar. | 0.12 | 0.07 | 7.08 | 4.71 | 2.19 | 0.57 | 0.63 |
| | 200 | Ar. | 0.09 | 0.05 | 5.85 | 3.12 | 2.52 | 0.37 | 0.43 |
| PB- 2 | 0 | | 2.77 | 1.61 | 0.53 | 0.17 | 0.33 | 0.02 | 1.63 |
| | 20 | Ar. | 0.53 | 0.31 | 0.60 | 0.23 | 0.34 | 0.03 | 0.34 |
| | 40 | Ar. | 0.36 | 0.21 | 0.45 | 0.18 | 0.25 | 0.02 | 0.23 |
| | 60 | Lut. | 0.26 | 0.15 | 0.25 | 0.09 | 0.15 | 0.01 | 0.16 |
| | 80 | Lut. | 1.00 | 0.58 | 0.99 | 0.55 | 0.41 | 0.07 | 0.64 |
| | 100 | Ar. | 0.10 | 0.06 | 0.39 | 0.19 | 0.19 | 0.02 | 0.08 |
| | 120 | Ar.-lut. | 0.13 | 0.07 | 0.49 | 0.16 | 0.31 | 0.02 | 0.09 |
| | 140 | Lut. | 0.12 | 0.07 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.07 |
| | 160 | Lut. | 0.20 | 0.12 | 0.43 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.12 |
| | 180 | Lut. | 0.20 | 0.12 | 0.68 | 0.18 | 0.46 | 0.02 | 0.14 |
| | 200 | Lut. | 0.24 | 0.14 | 0.54 | 0.00 | 0.54 | 0.00 | 0.14 |
| PB- 3 | 0 | | 2.65 | 1.54 | 6.04 | 2.93 | 2.87 | 0.35 | 1.89 |
| | 20 | | 0.46 | 0.27 | 2.05 | 1.61 | 0.40 | 0.19 | 0.46 |
| | 40 | Lut. | 0.29 | 0.17 | 1.30 | 0.84 | 0.42 | 0.10 | 0.27 |
| | 60 | Lut. | 0.49 | 0.29 | 6.74 | 6.06 | 0.62 | 0.73 | 1.01 |
| | 80 | Lut. | 0.33 | 0.19 | 0.93 | 0.67 | 0.24 | 0.08 | 0.27 |
| | 100 | Lut. | 0.20 | 0.12 | 2.23 | 1.89 | 0.31 | 0.23 | 0.34 |
| | 120 | Lut. | 0.31 | 0.18 | 7.49 | 6.98 | 0.47 | 0.84 | 1.02 |
| | 140 | Lut. | 0.54 | 0.31 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.31 |
| | 160 | Lut. | 0.58 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| PB- 4 | 180 | Lut. | 0.45 | 0.26 | 1.09 | 0.38 | 0.66 | 0.05 | 0.31 |
| | 0 | | 1.00 | 0.58 | 6.95 | 3.12 | 3.53 | 0.37 | 0.96 |
| | 20 | Lut. | 0.60 | 0.35 | 1.05 | 0.60 | 0.42 | 0.07 | 0.42 |
| | 40 | Lut. | 0.28 | 0.16 | 1.05 | 0.77 | 0.26 | 0.09 | 0.26 |
| | 60 | Lut. | 0.25 | 0.15 | 0.76 | 0.33 | 0.39 | 0.04 | 0.19 |
| | 80 | Lut. | 0.25 | 0.14 | 0.74 | 0.38 | 0.33 | 0.05 | 0.19 |
| | 100 | Lut. | 0.55 | 0.32 | 1.69 | 0.77 | 0.85 | 0.09 | 0.41 |
| | 120 | Lut. | 0.41 | 0.24 | 10.91 | 8.83 | 1.92 | 1.06 | 1.30 |
| | 140 | Lut. | 0.34 | 0.20 | 9.83 | 8.66 | 1.07 | 1.04 | 1.24 |
| | 160 | Lut. | 0.33 | 0.19 | 18.04 | 16.07 | 1.82 | 1.93 | 2.12 |
| PB- 5 | 180 | Lut. | 0.06 | 0.03 | 8.30 | 8.30 | 0.00 | 1.00 | 1.03 |
| | 0 | | 1.70 | 0.99 | 13.41 | 4.21 | 8.49 | 0.50 | 1.49 |
| | 20 | Ar.-lut. | 1.11 | 0.65 | 12.40 | 2.28 | 9.33 | 0.27 | 0.92 |
| | 40 | | 0.78 | 0.45 | 11.57 | 3.60 | 7.35 | 0.43 | 0.89 |
| | 60 | | 0.73 | 0.42 | 10.94 | 2.24 | 8.02 | 0.27 | 0.69 |
| | 80 | Ar.-lut. | 0.45 | 0.26 | 7.52 | 1.67 | 5.40 | 0.20 | 0.46 |
| | 100 | Ar. | 0.41 | 0.24 | 11.75 | 4.40 | 6.78 | 0.53 | 0.77 |
| | 120 | Lut. | 0.24 | 0.14 | 7.53 | 5.95 | 1.45 | 0.71 | 0.85 |
| | 140 | Lut. | 0.21 | 0.12 | 3.65 | 2.32 | 1.23 | 0.28 | 0.40 |
| | PB- 6 | 0 | | 2.38 | 1.38 | 62.65 | 57.93 | 4.36 | 6.95 |
| 20 | | M. | 0.73 | 0.42 | 65.48 | 59.03 | 5.95 | 7.08 | 7.51 |
| 40 | | M. | 0.62 | 0.36 | 58.45 | 56.15 | 2.13 | 6.74 | 7.10 |
| 60 | | M. | 0.12 | 0.07 | 59.40 | 57.23 | 2.00 | 6.87 | 6.94 |
| 80 | | M. | 0.17 | 0.10 | 55.96 | 53.14 | 2.60 | 6.38 | 6.47 |
| 100 | | M. | 0.29 | 0.17 | 52.06 | 50.35 | 1.58 | 6.04 | 6.21 |
| 120 | | M. | 0.27 | 0.16 | 56.41 | 53.27 | 2.90 | 6.39 | 6.55 |
| 140 | | M. | 0.29 | 0.17 | 49.82 | 48.33 | 1.38 | 5.80 | 5.97 |
| 160 | | M. | 0.25 | 0.15 | 59.89 | 56.94 | 2.72 | 6.83 | 6.98 |
| PB- 7 | | 0 | | 0.83 | 0.48 | 43.89 | 26.93 | 15.64 | 3.23 |
| | 20 | | 0.35 | 0.21 | 44.85 | 30.07 | 13.63 | 3.61 | 3.81 |
| | 40 | Ar.-y. | 0.21 | 0.12 | 45.34 | 31.22 | 13.03 | 3.75 | 3.87 |
| | 60 | Ar.-y. | 0.16 | 0.09 | 46.99 | 32.96 | 12.94 | 3.96 | 4.05 |
| | 80 | Ar.-y. | 0.25 | 0.15 | 47.95 | 35.22 | 11.74 | 4.23 | 4.37 |
| | 100 | Ar. | 0.20 | 0.11 | 48.90 | 39.82 | 8.38 | 4.78 | 4.89 |
| | 120 | Ar. | 0.25 | 0.14 | 47.70 | 36.34 | 10.48 | 4.36 | 4.51 |
| PB- 8 | 0 | | 0.47 | 0.28 | 47.79 | 31.78 | 14.77 | 3.81 | 4.09 |
| | 20 | M. | 0.29 | 0.17 | 48.47 | 35.51 | 11.95 | 4.26 | 4.43 |
| | 40 | M. | 0.30 | 0.17 | 47.26 | 34.92 | 11.38 | 4.19 | 4.37 |
| | 60 | M. | 0.25 | 0.14 | 26.27 | 22.67 | 3.33 | 2.72 | 2.86 |
| | 80 | M. | 0.37 | 0.22 | 28.28 | 25.35 | 2.70 | 3.04 | 3.26 |
| | 100 | Lut. | 0.48 | 0.28 | 7.84 | 6.26 | 1.46 | 0.75 | 1.03 |
| | 120 | Lut. | 0.42 | 0.24 | 6.85 | 5.08 | 1.63 | 0.61 | 0.85 |
| PB- 9 | 0 | | 0.33 | 0.19 | 16.22 | 3.56 | 11.68 | 0.43 | 0.62 |
| | 20 | | 0.09 | 0.05 | 15.20 | 2.06 | 12.13 | 0.25 | 0.30 |
| | 40 | | 0.37 | 0.22 | 23.48 | 4.68 | 17.34 | 0.56 | 0.78 |
| | 60 | | 0.37 | 0.22 | 22.35 | 0.61 | 20.05 | 0.07 | 0.29 |
| | 80 | Ar. | 0.22 | 0.13 | 27.35 | 3.96 | 21.58 | 0.48 | 0.60 |
| | 100 | Ar.-y. | 0.18 | 0.10 | 25.15 | 1.61 | 21.72 | 0.19 | 0.30 |
| | 120 | Ar.-y. | 0.22 | 0.13 | 20.67 | 1.51 | 17.67 | 0.18 | 0.31 |
| PB-10 | 140 | Ar.-y. | 0.16 | 0.09 | 31.34 | 2.69 | 26.43 | 0.32 | 0.41 |
| | 0 | | 2.37 | 1.38 | 19.15 | 4.99 | 13.06 | 0.60 | 1.98 |
| | 20 | | 2.04 | 1.18 | 20.44 | 2.90 | 16.18 | 0.35 | 1.53 |
| | 40 | | 0.48 | 0.28 | 24.85 | 1.88 | 21.19 | 0.23 | 0.51 |
| | 60 | Y. | 0.46 | 0.27 | 36.56 | 1.72 | 32.13 | 0.21 | 0.47 |
| | 80 | M. | 0.26 | 0.15 | 50.65 | 0.00 | 50.65 | 0.00 | 0.15 |
| | 100 | M.-y. | 0.29 | 0.17 | 27.23 | 0.00 | 27.23 | 0.00 | 0.17 |
| 120 | M.-y. | 0.22 | 0.13 | 48.92 | 0.00 | 48.92 | 0.00 | 0.13 | |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| PB-11 | 140 | M.-y. | 0.27 | 0.15 | 33.64 | 0.38 | 30.67 | 0.05 | 0.20 |
| | 0 | | 0.71 | 0.41 | 18.72 | 4.84 | 12.80 | 0.58 | 0.99 |
| | 20 | | 0.52 | 0.30 | 21.33 | 4.36 | 15.66 | 0.52 | 0.83 |
| | 40 | Ar. | 0.27 | 0.16 | 23.68 | 3.31 | 18.80 | 0.40 | 0.55 |
| | 60 | Ar. | 0.33 | 0.19 | 26.78 | 1.71 | 23.12 | 0.21 | 0.40 |
| | 80 | Ar. | 0.05 | 0.03 | 25.94 | 0.83 | 23.16 | 0.10 | 0.13 |
| | 100 | Ar. | 0.17 | 0.10 | 29.59 | 0.69 | 26.65 | 0.08 | 0.18 |
| | 120 | Ar. | 0.22 | 0.13 | 28.92 | 0.41 | 26.30 | 0.05 | 0.18 |
| | 140 | Ar. | 0.13 | 0.07 | 28.84 | 0.73 | 25.93 | 0.09 | 0.16 |
| PC- 1 | 160 | Ar. | 0.14 | 0.08 | 31.14 | 0.67 | 28.11 | 0.08 | 0.16 |
| | 180 | Ar. | 0.09 | 0.05 | 24.34 | 0.23 | 22.24 | 0.03 | 0.08 |
| | 0 | | 2.62 | 1.52 | 44.75 | 29.44 | 14.12 | 3.53 | 5.06 |
| | 20 | Cs.L. | 0.38 | 0.22 | 72.15 | 13.31 | 51.54 | 1.60 | 1.82 |
| | 40 | Cs.C. | 0.24 | 0.14 | 51.87 | 6.29 | 42.04 | 0.75 | 0.89 |
| | 60 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 69.19 | 0.53 | 63.33 | 0.06 | 0.18 |
| | 80 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 64.69 | 16.72 | 44.25 | 2.01 | 2.13 |
| | 100 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 62.60 | 3.03 | 54.95 | 0.36 | 0.48 |
| | 120 | Cs.C. | 0.13 | 0.07 | 59.87 | 10.58 | 45.47 | 1.27 | 1.34 |
| PC- 2 | 140 | Cs.L. | 0.61 | 0.36 | 87.69 | 73.73 | 12.88 | 8.85 | 9.20 |
| | 160 | agr.cem. | 0.24 | 0.14 | 63.04 | 24.58 | 35.48 | 2.95 | 3.09 |
| | 180 | | 0.22 | 0.13 | 64.32 | 17.46 | 43.22 | 2.10 | 2.23 |
| | 200 | | 0.34 | 0.20 | 63.49 | 19.82 | 40.28 | 2.38 | 2.58 |
| | 0 | | 2.62 | 1.53 | 45.40 | 44.41 | 0.92 | 5.33 | 6.85 |
| | 20 | | 2.38 | 1.38 | 46.97 | 45.13 | 1.69 | 5.42 | 6.80 |
| | 40 | Cs.C. | 0.36 | 0.21 | 69.96 | 68.84 | 1.04 | 8.26 | 8.47 |
| | 60 | Cs.M. | 0.64 | 0.37 | 79.73 | 69.08 | 9.82 | 8.29 | 8.66 |
| | 80 | Cs.M. | 0.56 | 0.33 | 87.78 | 24.78 | 58.11 | 2.97 | 3.30 |
| PC- 3 | 100 | Cs.M. | 0.73 | 0.42 | 80.04 | 54.81 | 23.27 | 6.58 | 7.00 |
| | 120 | Cs.C. | 0.16 | 0.09 | 55.60 | 34.91 | 19.08 | 4.19 | 4.28 |
| | 140 | Cs.M. | 0.17 | 0.10 | 53.95 | 26.98 | 24.88 | 3.24 | 3.34 |
| | 160 | Cs.M. | 0.25 | 0.14 | 54.94 | 20.70 | 31.59 | 2.48 | 2.63 |
| | 180 | | 0.17 | 0.10 | 46.65 | 9.04 | 34.69 | 1.09 | 1.18 |
| | 200 | | 0.09 | 0.05 | 29.69 | 2.37 | 25.20 | 0.28 | 0.34 |
| | 220 | | 0.11 | 0.06 | 29.20 | 14.12 | 13.91 | 1.69 | 1.76 |
| | 240 | Cs.M. | 0.42 | 0.24 | 82.20 | 80.84 | 1.26 | 9.70 | 9.94 |
| | 260 | Cs.M. | 0.42 | 0.24 | 86.74 | 80.47 | 5.79 | 9.66 | 9.90 |
| | 280 | Cs.M. | 0.57 | 0.33 | 83.47 | 73.95 | 8.78 | 8.87 | 9.21 |
| | 300 | Cs.M. | 0.63 | 0.37 | 76.92 | 65.36 | 10.66 | 7.84 | 8.21 |
| | 320 | Cs.M. | 0.27 | 0.16 | 70.30 | 32.40 | 34.96 | 3.89 | 4.04 |
| | 0 | | 1.45 | 0.84 | 54.70 | 34.67 | 19.62 | 4.16 | 5.00 |
| | 20 | | 1.37 | 0.80 | 50.55 | 33.99 | 15.27 | 4.08 | 4.88 |
| | 40 | | 1.46 | 0.85 | 52.27 | 37.24 | 13.87 | 4.47 | 5.31 |
| 60 | Cs.M. | 0.00 | 0.00 | 58.52 | 1.42 | 52.68 | 0.17 | 0.17 | |
| 80 | Cs.M. | 0.13 | 0.07 | 54.79 | 3.55 | 47.26 | 0.43 | 0.50 | |
| 100 | Cs.M. | 0.49 | 0.29 | 47.60 | 19.17 | 26.23 | 2.30 | 2.59 | |
| 120 | Cs.M. | 0.12 | 0.07 | 34.58 | 6.48 | 25.92 | 0.78 | 0.85 | |
| 140 | Cs.M. | 0.10 | 0.06 | 24.85 | 1.04 | 21.96 | 0.12 | 0.18 | |
| 160 | | 0.00 | 0.00 | 28.33 | 0.00 | 28.33 | 0.00 | 0.00 | |
| 180 | | 0.00 | 0.00 | 27.97 | 0.78 | 25.08 | 0.09 | 0.09 | |
| 200 | Cs.M. | 0.13 | 0.07 | 38.87 | 0.00 | 38.87 | 0.00 | 0.07 | |
| 220 | | 0.02 | 0.01 | 43.08 | 1.16 | 38.67 | 0.14 | 0.15 | |
| 240 | R.-xtos. | 0.00 | 0.00 | 17.50 | 1.48 | 14.78 | 0.18 | 0.18 | |
| 260 | R.-xtos. | 0.04 | 0.02 | 13.03 | 1.56 | 10.58 | 0.19 | 0.21 | |
| 280 | R.-xtos. | 0.14 | 0.08 | 11.81 | 0.40 | 10.53 | 0.05 | 0.13 | |
| 300 | R.-xtos. | 0.04 | 0.02 | 16.61 | 12.37 | 3.91 | 1.48 | 1.51 | |
| 320 | R.-xtos. | 0.07 | 0.04 | 9.69 | 4.42 | 4.86 | 0.53 | 0.57 | |
| PC- 4 | 0 | | 2.02 | 1.18 | 58.23 | 37.04 | 19.55 | 4.44 | 5.62 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 20 | Cs.L. | 1.05 | 0.61 | 80.51 | 79.53 | 0.90 | 9.54 | 10.16 |
| | 40 | Cs.L. | 1.31 | 0.76 | 87.25 | 87.25 | 0.00 | 10.47 | 11.23 |
| | 60 | Cs.M. | 0.58 | 0.34 | 75.63 | 63.67 | 11.04 | 7.64 | 7.98 |
| | 80 | Cs.M. | 0.63 | 0.37 | 70.87 | 64.63 | 5.76 | 7.76 | 8.12 |
| | 100 | Cs.M. | 0.42 | 0.24 | 61.57 | 52.96 | 7.94 | 6.36 | 6.60 |
| | 120 | Cs.C. | 0.38 | 0.22 | 69.34 | 51.88 | 16.11 | 6.23 | 6.45 |
| | 140 | | 0.19 | 0.11 | 64.70 | 40.76 | 22.09 | 4.89 | 5.00 |
| | 160 | | 0.21 | 0.12 | 63.05 | 30.35 | 30.16 | 3.64 | 3.76 |
| | 180 | Cs/R. | 0.21 | 0.12 | 62.02 | 29.43 | 26.79 | 3.53 | 3.65 |
| PC- 5 | 0 | | 2.44 | 1.42 | 5.89 | 1.73 | 3.84 | 0.21 | 1.63 |
| | 20 | Cs.L. | 0.60 | 0.35 | 71.02 | 55.78 | 14.05 | 6.69 | 7.04 |
| | 40 | Cs.C. | 1.13 | 0.66 | 35.05 | 10.72 | 22.45 | 1.29 | 1.95 |
| | 60 | Cs.C. | 0.58 | 0.34 | 59.77 | 37.31 | 20.72 | 4.48 | 4.81 |
| | 80 | Cs.C. | 0.34 | 0.19 | 56.40 | 19.76 | 33.80 | 2.37 | 2.57 |
| | 100 | Cs.C. | 0.26 | 0.15 | 45.01 | 14.29 | 28.34 | 1.71 | 1.87 |
| | 120 | Cs.C. | 0.39 | 0.23 | 53.32 | 13.23 | 36.98 | 1.59 | 1.82 |
| | 140 | | 0.22 | 0.13 | 31.93 | 2.81 | 26.86 | 0.34 | 0.47 |
| | 160 | | 0.14 | 0.08 | 33.01 | 1.34 | 29.21 | 0.16 | 0.24 |
| | 180 | | 0.14 | 0.08 | 29.97 | 8.70 | 19.62 | 1.04 | 1.12 |
| | 200 | | 0.09 | 0.05 | 26.16 | 1.74 | 22.53 | 0.21 | 0.26 |
| | 220 | | 0.11 | 0.06 | 22.21 | 0.88 | 19.67 | 0.11 | 0.17 |
| | 240 | | 0.09 | 0.05 | 22.12 | 1.44 | 19.08 | 0.17 | 0.23 |
| | 260 | | 0.09 | 0.05 | 37.73 | 1.29 | 33.61 | 0.15 | 0.21 |
| | 280 | | 0.13 | 0.07 | 37.96 | 1.30 | 33.82 | 0.16 | 0.23 |
| | 300 | | 0.25 | 0.14 | 25.43 | 0.56 | 22.94 | 0.07 | 0.21 |
| | 320 | | 0.18 | 0.10 | 38.28 | 32.61 | 5.23 | 3.91 | 4.02 |
| PC- 6 | 0 | | 4.73 | 2.75 | 23.91 | 22.09 | 1.68 | 2.65 | 5.40 |
| | 20 | | 2.83 | 1.64 | 50.50 | 47.21 | 3.04 | 5.66 | 7.31 |
| | 40 | Cs.L. | 0.95 | 0.55 | 93.71 | 90.52 | 2.95 | 10.86 | 11.41 |
| | 60 | Cs.P. | 0.90 | 0.52 | 91.24 | 50.05 | 38.00 | 6.01 | 6.53 |
| | 80 | Cs.P. | 0.71 | 0.41 | 88.14 | 31.81 | 51.96 | 3.82 | 4.23 |
| | 100 | M. | 0.39 | 0.23 | 93.90 | 3.67 | 83.23 | 0.44 | 0.67 |
| | 120 | M. | 0.27 | 0.16 | 80.21 | 3.62 | 70.65 | 0.43 | 0.59 |
| | 140 | M. | 0.19 | 0.11 | 81.02 | 3.50 | 71.51 | 0.42 | 0.53 |
| | 160 | M. | 0.17 | 0.10 | 80.36 | 2.88 | 71.47 | 0.35 | 0.44 |
| | 180 | M. | 0.21 | 0.12 | 63.27 | 3.61 | 55.04 | 0.43 | 0.56 |
| | 200 | M. | 0.05 | 0.03 | 87.18 | 1.50 | 79.04 | 0.18 | 0.21 |
| PC- 7 | 0 | | 2.83 | 1.65 | 61.09 | 54.75 | 5.85 | 6.57 | 8.22 |
| | 20 | Cs.C. | 0.45 | 0.26 | 71.21 | 64.82 | 5.89 | 7.78 | 8.04 |
| | 40 | Cs.C. | 0.52 | 0.30 | 48.92 | 26.57 | 20.61 | 3.19 | 3.49 |
| | 60 | | 0.32 | 0.19 | 47.63 | 27.14 | 18.91 | 3.26 | 3.44 |
| | 80 | | 0.30 | 0.17 | 46.64 | 19.91 | 24.66 | 2.39 | 2.56 |
| | 100 | | 0.40 | 0.23 | 42.60 | 18.17 | 22.54 | 2.18 | 2.41 |
| | 120 | | 0.30 | 0.17 | 42.30 | 19.94 | 20.62 | 2.39 | 2.57 |
| PC- 8 | 0 | | 4.20 | 2.44 | 80.36 | 3.36 | 71.03 | 0.40 | 2.84 |
| | 20 | Cs.L. | 1.34 | 0.78 | 99.79 | 41.61 | 53.67 | 4.99 | 5.77 |
| | 40 | R.-dol | 0.32 | 0.19 | 99.69 | 22.90 | 70.84 | 2.75 | 2.94 |
| | 60 | R.-dol | 0.39 | 0.23 | 99.92 | 11.77 | 81.31 | 1.41 | 1.64 |
| | 80 | R.-dol | 0.23 | 0.13 | 99.97 | 10.24 | 82.77 | 1.23 | 1.36 |
| | 100 | R.-dol | 0.43 | 0.25 | 99.96 | 16.96 | 76.56 | 2.03 | 2.29 |
| | 120 | R.-dol | 0.18 | 0.10 | 99.78 | 4.98 | 87.45 | 0.60 | 0.70 |
| | 140 | R.-dol | 0.30 | 0.17 | 99.79 | 11.00 | 81.90 | 1.32 | 1.49 |
| | 160 | R.-dol | 0.17 | 0.10 | 99.43 | 9.97 | 82.52 | 1.20 | 1.29 |
| PC- 9 | 0 | | 8.58 | 4.99 | 45.32 | 17.49 | 25.67 | 2.10 | 7.09 |
| | 20 | | 3.59 | 2.09 | 72.37 | 69.17 | 2.95 | 8.30 | 10.39 |
| | 40 | | 2.98 | 1.73 | 84.36 | 81.22 | 2.90 | 9.75 | 11.48 |
| | 60 | | 4.08 | 2.37 | 89.00 | 76.96 | 11.11 | 9.24 | 11.61 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 80 | | 4.93 | 2.87 | 88.94 | 81.52 | 6.85 | 9.78 | 12.65 |
| | 100 | Cs.L. | 2.04 | 1.19 | 93.76 | 86.51 | 6.68 | 10.38 | 11.57 |
| | 120 | R.-dol | 0.04 | 0.02 | 99.60 | 4.05 | 88.14 | 0.49 | 0.51 |
| | 140 | R.-dol | 0.04 | 0.02 | 99.80 | 13.90 | 79.24 | 1.67 | 1.69 |
| PC-10 | 0 | | 5.27 | 3.06 | 28.15 | 26.78 | 1.26 | 3.21 | 6.28 |
| | 20 | | 4.79 | 2.78 | 16.06 | 12.14 | 3.62 | 1.46 | 4.24 |
| | 40 | Cs.L. | 0.42 | 0.25 | 77.71 | 71.16 | 6.04 | 8.54 | 8.79 |
| | 60 | Cs.C. | 0.36 | 0.21 | 78.02 | 55.26 | 20.99 | 6.63 | 6.84 |
| | 80 | | 1.48 | 0.86 | 61.82 | 51.35 | 9.66 | 6.16 | 7.03 |
| | 100 | agr.cem. | 0.09 | 0.05 | 84.87 | 78.69 | 5.70 | 9.44 | 9.50 |
| | 120 | | 0.37 | 0.22 | 63.57 | 38.99 | 22.68 | 4.68 | 4.89 |
| PC-11 | 0 | | 5.44 | 3.17 | 21.09 | 20.55 | 0.50 | 2.47 | 5.63 |
| | 20 | | 3.54 | 2.06 | 27.24 | 26.60 | 0.59 | 3.19 | 5.25 |
| | 40 | Cs.L. | 0.16 | 0.09 | 80.65 | 80.65 | 0.00 | 9.68 | 9.77 |
| | 60 | Cs.L. | 0.38 | 0.22 | 81.88 | 81.88 | 0.00 | 9.83 | 10.05 |
| | 80 | Cs.M. | 0.25 | 0.15 | 85.29 | 85.29 | 0.00 | 10.24 | 10.38 |
| | 100 | Cs.M. | 0.43 | 0.25 | 81.90 | 81.90 | 0.00 | 9.83 | 10.08 |
| | 120 | Cs.M. | 0.57 | 0.33 | 67.72 | 67.72 | 0.00 | 8.13 | 8.46 |
| | 140 | Cs.M. | 0.09 | 0.05 | 77.69 | 77.69 | 0.00 | 9.32 | 9.38 |
| | 160 | Cs.M. | 0.27 | 0.16 | 64.93 | 63.50 | 1.32 | 7.62 | 7.78 |
| | 180 | Cs.M. | 0.24 | 0.14 | 77.71 | 74.94 | 2.55 | 8.99 | 9.13 |
| | 200 | Cs.M. | 0.31 | 0.18 | 75.68 | 75.68 | 0.00 | 9.08 | 9.26 |
| | 220 | Cs.M. | 0.41 | 0.24 | 65.97 | 65.97 | 0.00 | 7.92 | 8.16 |
| | 240 | Cs.M. | 0.29 | 0.17 | 57.10 | 56.21 | 0.82 | 6.74 | 6.92 |
| | 260 | Cs.M. | 0.43 | 0.25 | 67.60 | 66.56 | 0.96 | 7.99 | 8.24 |
| | 280 | Cg.cem. | 0.24 | 0.14 | 78.50 | 78.50 | 0.00 | 9.42 | 9.56 |
| | 300 | Cg.cem. | 0.31 | 0.18 | 69.02 | 67.05 | 1.82 | 8.05 | 8.23 |
| | 320 | Cg.cem. | 0.16 | 0.09 | 62.87 | 62.42 | 0.41 | 7.49 | 7.58 |
| | 340 | Cg.cem. | 0.16 | 0.09 | 50.40 | 49.74 | 0.61 | 5.97 | 6.06 |
| PC-12 | 0 | | 5.61 | 3.26 | 24.18 | 11.00 | 12.15 | 1.32 | 4.58 |
| | 20 | | 4.33 | 2.52 | 28.73 | 23.52 | 4.80 | 2.82 | 5.34 |
| | 40 | Cs.L. | 0.72 | 0.42 | 93.16 | 91.82 | 1.24 | 11.02 | 11.43 |
| | 60 | Cs.L. | 0.84 | 0.49 | 84.07 | 83.28 | 0.73 | 9.99 | 10.48 |
| | 80 | Cs.L. | 1.00 | 0.58 | 93.80 | 91.89 | 1.76 | 11.03 | 11.61 |
| | 100 | Cs.P. | 0.45 | 0.26 | 82.91 | 67.31 | 14.39 | 8.08 | 8.34 |
| | 120 | Cs.M. | 1.28 | 0.74 | 61.27 | 38.70 | 20.82 | 4.64 | 5.39 |
| | 140 | agr.cem. | 0.24 | 0.14 | 55.13 | 1.90 | 49.10 | 0.23 | 0.37 |
| | 160 | | 0.33 | 0.19 | 30.60 | 0.54 | 27.73 | 0.07 | 0.26 |
| | 180 | | 0.14 | 0.08 | 23.95 | 2.27 | 20.00 | 0.27 | 0.36 |
| | 200 | | 0.20 | 0.12 | 49.48 | 1.22 | 44.51 | 0.15 | 0.26 |
| PC-13 | 0 | | 4.21 | 2.45 | 25.67 | 23.36 | 2.13 | 2.80 | 5.25 |
| | 20 | | 2.98 | 1.73 | 29.73 | 28.61 | 1.03 | 3.43 | 5.17 |
| | 40 | | 3.19 | 1.85 | 28.31 | 26.93 | 1.27 | 3.23 | 5.09 |
| | 60 | Cs.L. | 0.80 | 0.47 | 83.06 | 56.30 | 24.68 | 6.76 | 7.22 |
| | 80 | Cs.P. | 2.34 | 1.36 | 89.07 | 84.88 | 3.86 | 10.19 | 11.55 |
| | 100 | Cs.M. | 0.49 | 0.28 | 84.68 | 26.58 | 53.59 | 3.19 | 3.47 |
| | 120 | Cs.M. | 1.00 | 0.58 | 84.41 | 59.79 | 22.71 | 7.17 | 7.76 |
| | 140 | Cs.M. | 0.86 | 0.50 | 83.16 | 58.01 | 23.20 | 6.96 | 7.46 |
| | 160 | | 0.41 | 0.24 | 65.08 | 4.37 | 19.38 | 0.52 | 0.76 |
| | 180 | | 0.43 | 0.25 | 64.06 | 25.82 | 35.27 | 3.10 | 3.35 |
| | 200 | | 0.23 | 0.13 | 52.91 | 31.71 | 19.56 | 3.80 | 3.94 |
| | 220 | | 0.17 | 0.10 | 42.85 | 20.48 | 20.63 | 2.46 | 2.56 |
| PC-14 | 0 | | 2.00 | 1.16 | 73.34 | 43.00 | 27.98 | 5.16 | 6.32 |
| | 20 | | 2.30 | 1.34 | 68.37 | 35.01 | 30.77 | 4.20 | 5.54 |
| | 40 | | 2.43 | 1.41 | 70.04 | 48.46 | 19.91 | 5.82 | 7.23 |
| | 60 | | 2.89 | 1.68 | 71.09 | 52.43 | 17.21 | 6.29 | 7.97 |
| | 80 | Cs.C. | 0.58 | 0.34 | 93.47 | 43.02 | 46.53 | 5.16 | 5.50 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 100 | Cs.C. | 0.20 | 0.12 | 94.79 | 25.94 | 63.51 | 3.11 | 3.23 |
| | 120 | | 0.15 | 0.09 | 90.03 | 40.00 | 46.15 | 4.80 | 4.89 |
| | 140 | | 0.28 | 0.16 | 68.05 | 56.87 | 10.31 | 6.82 | 6.99 |
| | 160 | | 0.20 | 0.11 | 65.02 | 46.13 | 17.43 | 5.54 | 5.65 |
| | 180 | | 0.17 | 0.10 | 57.24 | 36.06 | 19.53 | 4.33 | 4.43 |
| | 200 | | 0.17 | 0.10 | 84.34 | 80.01 | 4.00 | 9.60 | 9.70 |
| | 220 | R.-k.l. | 0.17 | 0.10 | 88.51 | 88.51 | 0.00 | 10.62 | 10.72 |
| | 240 | R.-k.l. | 0.17 | 0.10 | 94.28 | 94.28 | 0.00 | 11.31 | 11.41 |
| PC-15 | 0 | | 1.28 | 0.74 | 0.85 | 0.41 | 0.41 | 0.05 | 0.79 |
| | 20 | | 1.21 | 0.70 | 0.92 | 0.18 | 0.68 | 0.02 | 0.72 |
| | 40 | | 1.66 | 0.96 | 1.69 | 1.69 | 0.00 | 0.20 | 1.17 |
| | 60 | | 1.86 | 1.08 | 25.21 | 24.54 | 0.61 | 2.94 | 4.03 |
| | 80 | Cs.L. | 0.17 | 0.10 | 62.06 | 61.63 | 0.40 | 7.40 | 7.49 |
| | 100 | Cs.C. | 0.42 | 0.24 | 22.91 | 22.57 | 0.31 | 2.71 | 2.95 |
| | 120 | | 0.51 | 0.30 | 13.45 | 13.03 | 0.39 | 1.56 | 1.86 |
| | 140 | | 0.24 | 0.14 | 18.02 | 17.57 | 0.42 | 2.11 | 2.25 |
| | 160 | | 0.17 | 0.10 | 19.55 | 18.92 | 0.58 | 2.27 | 2.37 |
| | 180 | Cs.C. | 0.09 | 0.05 | 62.73 | 62.73 | 0.00 | 7.53 | 7.58 |
| | 200 | Cs.C. | 0.25 | 0.15 | 9.22 | 8.40 | 0.75 | 1.01 | 1.16 |
| | 220 | | 0.09 | 0.05 | 5.27 | 2.66 | 2.41 | 0.32 | 0.37 |
| | 240 | | 0.05 | 0.03 | 1.94 | 1.94 | 0.00 | 0.23 | 0.26 |
| | 260 | | 0.10 | 0.06 | 2.01 | 1.24 | 0.71 | 0.15 | 0.21 |
| | 280 | | 0.13 | 0.08 | 0.64 | 0.38 | 0.24 | 0.05 | 0.12 |
| PC-16 | 0 | | 0.96 | 0.56 | 14.27 | 13.00 | 1.17 | 1.56 | 2.12 |
| | 20 | | 0.46 | 0.27 | 2.62 | 2.62 | 0.00 | 0.31 | 0.58 |
| | 40 | | 0.61 | 0.36 | 8.85 | 8.17 | 0.63 | 0.98 | 1.34 |
| | 60 | Cs.L. | 0.38 | 0.22 | 33.03 | 33.03 | 0.00 | 3.96 | 4.18 |
| | 80 | Cs.C. | 0.12 | 0.07 | 15.86 | 15.86 | 0.00 | 1.90 | 1.98 |
| | 100 | | 0.12 | 0.07 | 12.87 | 12.50 | 0.33 | 1.50 | 1.57 |
| | 120 | | 0.10 | 0.06 | 3.52 | 2.99 | 0.50 | 0.36 | 0.42 |
| | 140 | | 0.07 | 0.04 | 2.05 | 1.24 | 0.74 | 0.15 | 0.19 |
| | 160 | | 0.12 | 0.07 | 9.19 | 8.18 | 0.93 | 0.98 | 1.05 |
| | 180 | | 0.05 | 0.03 | 6.98 | 6.98 | 0.00 | 0.84 | 0.87 |
| PC-17 | 0 | | 0.63 | 0.36 | 1.24 | 0.72 | 0.48 | 0.09 | 0.45 |
| | 20 | | 0.53 | 0.31 | 2.94 | 2.44 | 0.46 | 0.29 | 0.60 |
| | 40 | Cs.C. | 0.53 | 0.31 | 49.10 | 48.45 | 0.60 | 5.81 | 6.12 |
| | 60 | Cs.C. | 0.35 | 0.21 | 63.45 | 63.17 | 0.25 | 7.58 | 7.79 |
| | 80 | Cs.M. | 0.20 | 0.12 | 41.91 | 41.91 | 0.00 | 5.03 | 5.15 |
| | 100 | agr.cem. | 0.18 | 0.11 | 28.75 | 28.75 | 0.00 | 3.45 | 3.56 |
| | 120 | agr.cem. | 0.12 | 0.07 | 23.03 | 23.03 | 0.00 | 2.76 | 2.84 |
| | 140 | | 0.08 | 0.05 | 5.78 | 4.51 | 1.17 | 0.54 | 0.59 |
| | 160 | | 0.06 | 0.03 | 3.50 | 2.91 | 0.54 | 0.35 | 0.38 |
| | 180 | | 0.08 | 0.04 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.17 | 0.22 |
| | 200 | | 0.07 | 0.04 | 1.79 | 1.79 | 0.00 | 0.21 | 0.26 |
| | 220 | | 0.04 | 0.02 | 0.39 | 0.25 | 0.13 | 0.03 | 0.05 |
| | 240 | | 0.17 | 0.10 | 0.76 | 0.54 | 0.20 | 0.06 | 0.16 |
| PC-18 | 0 | | 9.42 | 5.48 | 51.79 | 41.64 | 9.37 | 5.00 | 10.47 |
| | 20 | Cs.L. | 0.55 | 0.32 | 75.94 | 60.14 | 14.58 | 7.22 | 7.54 |
| | 40 | Cs.C. | 0.64 | 0.37 | 77.10 | 59.28 | 16.44 | 7.11 | 7.49 |
| | 60 | Cs.C. | 0.37 | 0.22 | 65.54 | 52.46 | 12.06 | 6.30 | 6.51 |
| | 80 | Cs.C. | 0.17 | 0.10 | 75.72 | 34.71 | 37.83 | 4.16 | 4.26 |
| | 100 | | 0.09 | 0.05 | 89.47 | 52.95 | 33.69 | 6.35 | 6.40 |
| | 120 | | 0.10 | 0.06 | 81.67 | 45.87 | 33.03 | 5.50 | 5.56 |
| | 140 | | 0.07 | 0.04 | 86.06 | 48.18 | 34.95 | 5.78 | 5.82 |
| | 160 | | 0.18 | 0.10 | 90.60 | 50.60 | 36.90 | 6.07 | 6.17 |
| | 180 | | 0.29 | 0.17 | 65.13 | 48.17 | 15.65 | 5.78 | 5.95 |
| | 200 | | 0.17 | 0.10 | 64.10 | 31.99 | 29.61 | 3.84 | 3.94 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| PC-19 | 220 | | 0.18 | 0.10 | 80.12 | 49.50 | 28.25 | 5.94 | 6.04 |
| | 0 | | 4.15 | 2.42 | 34.81 | 28.90 | 5.45 | 3.47 | 5.88 |
| | 20 | | 4.98 | 2.90 | 36.54 | 35.26 | 1.18 | 4.23 | 7.13 |
| | 40 | Cs.L. | 1.28 | 0.74 | 60.36 | 53.68 | 6.16 | 6.44 | 7.19 |
| | 60 | Cs.C. | 0.38 | 0.22 | 57.91 | 38.93 | 17.51 | 4.67 | 4.90 |
| | 80 | | 0.31 | 0.18 | 52.70 | 36.58 | 14.86 | 4.39 | 4.57 |
| | 100 | | 0.28 | 0.17 | 36.91 | 29.55 | 6.78 | 3.55 | 3.71 |
| | 120 | | 0.25 | 0.15 | 21.82 | 6.64 | 14.00 | 0.80 | 0.94 |
| | 140 | | 0.21 | 0.12 | 36.69 | 0.85 | 33.06 | 0.10 | 0.23 |
| | 160 | | 0.18 | 0.10 | 31.66 | 0.51 | 28.73 | 0.06 | 0.16 |
| | 180 | | 0.17 | 0.10 | 31.05 | 1.76 | 27.02 | 0.21 | 0.31 |
| | 200 | | 0.09 | 0.05 | 24.97 | 0.79 | 22.31 | 0.09 | 0.15 |
| 220 | | 0.17 | 0.10 | 31.76 | 0.44 | 28.89 | 0.05 | 0.15 | |
| 240 | | 0.14 | 0.08 | 26.46 | 1.28 | 23.23 | 0.15 | 0.23 | |
| PC-20 | 0 | | 3.75 | 2.18 | 48.01 | 44.82 | 2.94 | 5.38 | 7.56 |
| | 20 | Cs.M. | 0.38 | 0.22 | 67.21 | 65.25 | 1.81 | 7.83 | 8.05 |
| | 40 | Cs.M. | 0.93 | 0.54 | 80.33 | 44.69 | 32.87 | 5.36 | 5.90 |
| | 60 | agr.cem. | 0.11 | 0.06 | 49.22 | 1.31 | 44.20 | 0.16 | 0.22 |
| | 80 | | 0.29 | 0.17 | 37.87 | 0.37 | 34.60 | 0.04 | 0.21 |
| | 100 | | 0.18 | 0.10 | 30.46 | 0.75 | 27.41 | 0.09 | 0.19 |
| | 120 | | 0.17 | 0.10 | 24.90 | 0.93 | 22.11 | 0.11 | 0.21 |
| | 140 | | 0.19 | 0.11 | 8.10 | 3.83 | 3.93 | 0.46 | 0.57 |
| | 160 | | 0.08 | 0.04 | 8.49 | 1.85 | 6.12 | 0.22 | 0.27 |
| 180 | | 0.08 | 0.04 | 16.10 | 1.61 | 13.36 | 0.19 | 0.24 | |
| PC-21 | 0 | | 4.19 | 2.44 | 62.99 | 24.56 | 35.45 | 2.95 | 5.38 |
| | 20 | | 3.08 | 1.79 | 71.52 | 33.81 | 34.78 | 4.06 | 5.85 |
| | 40 | Cs.C. | 0.87 | 0.50 | 79.67 | 32.31 | 43.68 | 3.88 | 4.38 |
| | 60 | | 0.33 | 0.19 | 84.36 | 24.28 | 55.42 | 2.91 | 3.10 |
| | 80 | | 0.24 | 0.14 | 86.27 | 19.63 | 61.47 | 2.36 | 2.50 |
| | 100 | | 0.38 | 0.22 | 65.66 | 27.52 | 35.18 | 3.30 | 3.52 |
| | 120 | | 0.13 | 0.07 | 78.26 | 41.87 | 33.57 | 5.02 | 5.10 |
| | 140 | | 0.14 | 0.08 | 73.41 | 21.01 | 48.34 | 2.52 | 2.60 |
| PC-22 | 0 | | 2.16 | 1.26 | 42.27 | 35.96 | 5.82 | 4.31 | 5.57 |
| | 20 | | 2.61 | 1.52 | 34.11 | 24.39 | 8.97 | 2.93 | 4.44 |
| | 40 | Cs.L. | 1.96 | 1.14 | 60.83 | 58.75 | 1.92 | 7.05 | 8.19 |
| | 60 | Cs.C. | 0.39 | 0.23 | 76.23 | 69.04 | 6.64 | 8.28 | 8.51 |
| | 80 | Cs.C. | 0.42 | 0.24 | 55.58 | 52.55 | 2.80 | 6.31 | 6.55 |
| | 100 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 45.81 | 42.30 | 3.23 | 5.08 | 5.20 |
| | 120 | | 0.16 | 0.09 | 43.05 | 41.17 | 1.74 | 4.94 | 5.03 |
| | 140 | | 0.18 | 0.10 | 43.68 | 34.85 | 8.15 | 4.18 | 4.28 |
| | 160 | | 0.15 | 0.09 | 41.17 | 27.80 | 12.33 | 3.34 | 3.42 |
| | 180 | | 0.13 | 0.07 | 35.34 | 30.27 | 4.68 | 3.63 | 3.71 |
| 200 | | 0.13 | 0.07 | 31.36 | 18.41 | 11.94 | 2.21 | 2.28 | |
| PC-23 | 0 | | 3.29 | 1.92 | 45.68 | 39.49 | 5.71 | 4.74 | 6.65 |
| | 20 | | 2.86 | 1.66 | 73.98 | 71.02 | 2.73 | 8.52 | 10.18 |
| | 40 | Cs.L. | 0.91 | 0.53 | 93.55 | 87.32 | 5.75 | 10.48 | 11.01 |
| | 60 | Cs.C. | 0.70 | 0.41 | 79.17 | 71.62 | 6.96 | 8.59 | 9.00 |
| | 80 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 44.27 | 21.19 | 21.30 | 2.54 | 2.66 |
| | 100 | | 0.08 | 0.04 | 32.73 | 8.75 | 22.12 | 1.05 | 1.09 |
| | 120 | | 0.16 | 0.09 | 33.20 | 11.53 | 19.99 | 1.38 | 1.48 |
| | 140 | | 0.08 | 0.04 | 34.82 | 10.75 | 22.20 | 1.29 | 1.33 |
| 160 | | 0.08 | 0.05 | 31.83 | 12.18 | 18.12 | 1.46 | 1.51 | |
| PC-24 | 0 | | 2.97 | 1.73 | 58.33 | 43.60 | 13.59 | 5.23 | 6.96 |
| | 20 | | 1.72 | 1.00 | 61.03 | 54.75 | 5.79 | 6.57 | 7.57 |
| | 40 | | 0.77 | 0.45 | 59.52 | 54.85 | 4.30 | 6.58 | 7.03 |
| | 60 | | 0.88 | 0.51 | 62.04 | 56.48 | 5.12 | 6.78 | 7.29 |
| | 80 | Cs.L. | 0.77 | 0.45 | 94.56 | 90.45 | 3.79 | 10.85 | 11.30 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 100 | Cs.C. | 0.63 | 0.37 | 89.46 | 82.87 | 6.08 | 9.94 | 10.31 |
| | 120 | Cs.C. | 0.14 | 0.08 | 88.01 | 76.42 | 10.70 | 9.17 | 9.25 |
| | 140 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 86.35 | 66.90 | 17.94 | 8.03 | 8.15 |
| | 160 | Cs.C. | 0.05 | 0.03 | 88.15 | 67.66 | 18.90 | 8.12 | 8.15 |
| | 180 | Cs.C. | 0.06 | 0.03 | 87.22 | 67.53 | 18.16 | 8.10 | 8.14 |
| | 200 | | 0.08 | 0.04 | 81.93 | 70.91 | 10.17 | 8.51 | 8.55 |
| | 220 | | 0.07 | 0.04 | 77.10 | 53.50 | 21.77 | 6.42 | 6.46 |
| | 240 | | 0.31 | 0.18 | 67.44 | 62.13 | 4.90 | 7.46 | 7.64 |
| PC-25 | 0 | | 6.84 | 3.98 | 54.99 | 50.68 | 3.98 | 6.08 | 10.06 |
| | 20 | | 5.21 | 3.03 | 76.48 | 76.48 | 0.00 | 9.18 | 12.20 |
| | 40 | Cs.L. | 0.44 | 0.26 | 87.00 | 85.93 | 0.99 | 10.31 | 10.57 |
| | 60 | Cs.L. | 0.49 | 0.29 | 90.14 | 88.56 | 1.46 | 10.63 | 10.91 |
| | 80 | Cs.M. | 0.25 | 0.14 | 89.20 | 89.20 | 0.00 | 10.70 | 10.85 |
| | 100 | Cs.M. | 3.09 | 1.79 | 88.66 | 88.66 | 0.00 | 10.64 | 12.43 |
| | 120 | Cs.M. | 0.96 | 0.56 | 86.81 | 86.81 | 0.00 | 10.42 | 10.98 |
| | 140 | Cs.M. | 0.73 | 0.42 | 83.08 | 81.89 | 1.10 | 9.83 | 10.25 |
| | 160 | Cs.M. | 2.09 | 1.22 | 73.40 | 73.40 | 0.00 | 8.81 | 10.02 |
| | 180 | Cs.M. | 0.45 | 0.26 | 62.18 | 60.84 | 1.24 | 7.30 | 7.56 |
| | 200 | Cs.M. | 0.85 | 0.49 | 62.87 | 62.34 | 0.49 | 7.48 | 7.97 |
| | 220 | agr. | 0.29 | 0.17 | 56.35 | 55.55 | 0.74 | 6.67 | 6.83 |
| PC-26 | 0 | | 1.27 | 0.74 | 0.57 | 0.42 | 0.14 | 0.05 | 0.79 |
| | 20 | | 0.98 | 0.57 | 0.55 | 0.17 | 0.35 | 0.02 | 0.59 |
| | 40 | | 0.99 | 0.58 | 1.43 | 1.32 | 0.11 | 0.16 | 0.73 |
| | 60 | | 0.31 | 0.18 | 2.15 | 1.89 | 0.25 | 0.23 | 0.41 |
| | 80 | | 0.32 | 0.18 | 8.40 | 8.19 | 0.19 | 0.98 | 1.17 |
| | 100 | | 0.24 | 0.14 | 7.34 | 6.91 | 0.40 | 0.83 | 0.97 |
| | 120 | Cs.C. | 0.26 | 0.15 | 16.31 | 12.83 | 3.21 | 1.54 | 1.69 |
| | 140 | Cs.C. | 0.20 | 0.12 | 54.78 | 54.78 | 0.00 | 6.57 | 6.69 |
| | 160 | | 0.10 | 0.06 | 8.38 | 7.91 | 0.43 | 0.95 | 1.01 |
| | 180 | | 0.06 | 0.03 | 1.85 | 1.63 | 0.20 | 0.20 | 0.23 |
| | 200 | | 0.05 | 0.03 | 0.89 | 0.89 | 0.00 | 0.11 | 0.14 |
| PC-27 | 0 | | 5.34 | 3.11 | 63.13 | 49.77 | 12.32 | 5.97 | 9.08 |
| | 20 | | 4.91 | 2.86 | 69.15 | 63.22 | 5.48 | 7.59 | 10.44 |
| | 40 | Cs.L. | 1.07 | 0.62 | 93.47 | 82.69 | 9.94 | 9.92 | 10.54 |
| | 60 | Cs.C. | 0.68 | 0.39 | 83.99 | 75.21 | 8.10 | 9.02 | 9.42 |
| | 80 | | 0.25 | 0.15 | 72.30 | 61.00 | 10.42 | 7.32 | 7.47 |
| | 100 | | 0.30 | 0.17 | 69.73 | 46.68 | 21.25 | 5.60 | 5.78 |
| | 120 | | 0.20 | 0.12 | 73.25 | 56.46 | 15.48 | 6.78 | 6.89 |
| | 140 | M. | 0.20 | 0.12 | 63.01 | 13.31 | 45.84 | 1.60 | 1.72 |
| | 160 | M. | 0.20 | 0.12 | 77.99 | 11.87 | 60.99 | 1.42 | 1.54 |
| PC-28 | 0 | | 3.53 | 2.05 | 64.81 | 49.87 | 13.78 | 5.98 | 8.04 |
| | 20 | Cs.L. | 1.15 | 0.67 | 94.74 | 94.74 | 0.00 | 11.37 | 12.04 |
| | 40 | Cs.C. | 0.60 | 0.35 | 87.92 | 83.45 | 4.12 | 10.01 | 10.36 |
| | 60 | Cs.C. | 0.12 | 0.07 | 75.82 | 67.26 | 7.90 | 8.07 | 8.14 |
| | 80 | | 0.12 | 0.07 | 71.24 | 51.98 | 17.77 | 6.24 | 6.31 |
| | 100 | agr.cem. | 0.25 | 0.14 | 72.47 | 56.56 | 14.68 | 6.79 | 6.93 |
| | 120 | | 0.15 | 0.09 | 76.09 | 58.21 | 16.49 | 6.99 | 7.07 |
| PC-29 | 0 | | 4.66 | 2.71 | 57.20 | 50.37 | 6.30 | 6.04 | 8.76 |
| | 20 | | 3.82 | 2.22 | 51.66 | 46.43 | 4.83 | 5.57 | 7.79 |
| | 40 | | 4.44 | 2.58 | 50.05 | 46.82 | 2.98 | 5.62 | 8.20 |
| | 60 | Cs.L. | 1.05 | 0.61 | 94.56 | 72.46 | 20.38 | 8.70 | 9.31 |
| | 80 | Cs.C. | 0.64 | 0.37 | 90.20 | 68.20 | 20.29 | 8.18 | 8.56 |
| | 100 | Cs.C. | 0.34 | 0.20 | 91.76 | 63.30 | 26.26 | 7.60 | 7.79 |
| | 120 | Cs.C. | 0.51 | 0.30 | 93.04 | 76.59 | 15.17 | 9.19 | 9.49 |
| | 140 | Cs.C. | 0.42 | 0.24 | 89.63 | 55.62 | 31.37 | 6.67 | 6.92 |
| | 160 | | 0.29 | 0.17 | 64.55 | 49.08 | 14.26 | 5.89 | 6.06 |
| | 180 | | 0.24 | 0.14 | 60.80 | 40.11 | 19.08 | 4.81 | 4.95 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 200 | | 0.08 | 0.05 | 59.02 | 21.82 | 34.31 | 2.62 | 2.67 |
| | 220 | | 0.20 | 0.12 | 75.52 | 42.65 | 30.33 | 5.12 | 5.24 |
| PC-30 | 0 | | 4.13 | 2.40 | 46.38 | 44.93 | 1.33 | 5.39 | 7.79 |
| | 20 | | 3.67 | 2.14 | 44.46 | 39.62 | 4.46 | 4.75 | 6.89 |
| | 40 | | 3.90 | 2.26 | 76.31 | 75.75 | 0.51 | 9.09 | 11.35 |
| | 60 | Cs.L. | 1.05 | 0.61 | 95.93 | 94.63 | 1.20 | 11.36 | 11.97 |
| | 80 | Cs.C. | 0.34 | 0.20 | 91.35 | 54.70 | 33.80 | 6.56 | 6.76 |
| | 100 | Cs.C. | 0.25 | 0.15 | 74.69 | 40.17 | 31.84 | 4.82 | 4.97 |
| | 120 | Cs.C. | 0.18 | 0.10 | 95.16 | 48.74 | 42.82 | 5.85 | 5.95 |
| | 140 | | 0.18 | 0.10 | 82.65 | 25.85 | 52.39 | 3.10 | 3.21 |
| | 160 | | 0.18 | 0.10 | 83.31 | 38.59 | 41.26 | 4.63 | 4.73 |
| | 180 | | 0.17 | 0.10 | 83.98 | 51.32 | 30.12 | 6.16 | 6.26 |
| | 200 | | 0.13 | 0.07 | 89.92 | 41.82 | 44.37 | 5.02 | 5.09 |
| | 220 | | 0.15 | 0.09 | 81.98 | 29.52 | 48.39 | 3.54 | 3.63 |
| PC-31 | 0 | | 2.47 | 1.44 | 1.86 | 1.40 | 0.42 | 0.17 | 1.61 |
| | 20 | Cs.C. | 0.84 | 0.49 | 10.77 | 10.77 | 0.00 | 1.29 | 1.78 |
| | 40 | Cs.C. | 0.40 | 0.23 | 20.99 | 20.45 | 0.50 | 2.45 | 2.68 |
| | 60 | Cs.C. | 0.24 | 0.14 | 17.37 | 16.91 | 0.43 | 2.03 | 2.17 |
| | 80 | Cs.C. | 0.18 | 0.10 | 17.01 | 17.01 | 0.00 | 2.04 | 2.14 |
| | 100 | Cs.C. | 0.17 | 0.10 | 10.81 | 10.38 | 0.40 | 1.25 | 1.34 |
| | 120 | | 0.10 | 0.06 | 14.61 | 14.61 | 0.00 | 1.75 | 1.81 |
| | 140 | | 0.13 | 0.08 | 2.21 | 2.21 | 0.00 | 0.27 | 0.34 |
| | 160 | | 0.17 | 0.10 | 3.58 | 3.58 | 0.00 | 0.43 | 0.53 |
| | 180 | | 0.13 | 0.07 | 4.70 | 4.70 | 0.00 | 0.56 | 0.64 |
| PC-32 | 0 | | 0.93 | 0.54 | 8.18 | 7.81 | 0.34 | 0.94 | 1.48 |
| | 20 | | 0.95 | 0.55 | 36.74 | 36.74 | 0.00 | 4.41 | 4.96 |
| | 40 | Cs.L. | 0.89 | 0.52 | 34.25 | 34.25 | 0.00 | 4.11 | 4.63 |
| | 60 | Cs.C. | 0.64 | 0.37 | 34.20 | 33.24 | 0.89 | 3.99 | 4.36 |
| | 80 | Cs.C. | 0.38 | 0.22 | 23.45 | 23.45 | 0.00 | 2.81 | 3.04 |
| | 100 | | 0.24 | 0.14 | 13.99 | 13.99 | 0.00 | 1.68 | 1.82 |
| | 120 | | 0.10 | 0.06 | 10.86 | 10.41 | 0.42 | 1.25 | 1.31 |
| | 140 | | 0.06 | 0.03 | 7.43 | 6.55 | 0.82 | 0.79 | 0.82 |
| | 160 | | 0.14 | 0.08 | 8.20 | 7.89 | 0.28 | 0.95 | 1.03 |
| | 180 | | 0.13 | 0.07 | 10.51 | 9.91 | 0.55 | 1.19 | 1.26 |
| | 200 | | 0.13 | 0.08 | 6.66 | 6.66 | 0.00 | 0.80 | 0.88 |
| PC-33 | 0 | | 6.79 | 3.95 | 26.83 | 25.33 | 1.38 | 3.04 | 6.99 |
| | 20 | | 1.65 | 0.96 | 37.94 | 34.80 | 2.89 | 4.18 | 5.14 |
| | 40 | | 1.73 | 1.01 | 36.54 | 35.75 | 0.72 | 4.29 | 5.30 |
| | 60 | Cs.L. | 0.38 | 0.22 | 49.77 | 48.39 | 1.27 | 5.81 | 6.03 |
| | 80 | Cs.C. | 0.26 | 0.15 | 58.37 | 57.25 | 1.03 | 6.87 | 7.02 |
| | 100 | Cs.C. | 0.27 | 0.16 | 42.07 | 39.70 | 2.19 | 4.76 | 4.92 |
| | 120 | Cs.C. | 0.25 | 0.15 | 48.70 | 45.28 | 3.15 | 5.43 | 5.58 |
| | 140 | agr.cem. | 0.16 | 0.09 | 32.43 | 27.67 | 4.39 | 3.32 | 3.41 |
| | 160 | | 0.17 | 0.10 | 53.38 | 48.95 | 4.09 | 5.87 | 5.97 |
| | 180 | | 0.23 | 0.14 | 30.03 | 22.58 | 6.88 | 2.71 | 2.84 |
| | 200 | | 0.69 | 0.40 | 10.01 | 9.56 | 0.41 | 1.15 | 1.55 |
| PC-34 | 0 | | 0.74 | 0.43 | 0.65 | 0.65 | 0.00 | 0.08 | 0.51 |
| | 20 | | 0.61 | 0.35 | 0.49 | 0.49 | 0.00 | 0.06 | 0.41 |
| | 40 | | 0.64 | 0.37 | 0.64 | 0.64 | 0.00 | 0.08 | 0.45 |
| | 60 | | 0.40 | 0.23 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.09 | 0.32 |
| | 80 | | 0.28 | 0.16 | 0.64 | 0.64 | 0.00 | 0.08 | 0.24 |
| | 100 | | 0.24 | 0.14 | 0.49 | 0.49 | 0.00 | 0.06 | 0.20 |
| | 120 | | 0.16 | 0.09 | 0.53 | 0.53 | 0.00 | 0.06 | 0.16 |
| | 140 | | 0.07 | 0.04 | 0.53 | 0.53 | 0.00 | 0.06 | 0.11 |
| | 160 | | 0.17 | 0.10 | 0.63 | 0.63 | 0.00 | 0.08 | 0.18 |
| | 180 | | 0.20 | 0.12 | 0.77 | 0.77 | 0.00 | 0.09 | 0.21 |
| PC-35 | 0 | | 2.35 | 1.37 | 27.54 | 21.18 | 5.87 | 2.54 | 3.91 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 20 | | 5.15 | 2.99 | 65.49 | 60.73 | 4.39 | 7.29 | 10.28 |
| | 40 | Cs.L. | 0.85 | 0.49 | 78.55 | 73.10 | 5.03 | 8.77 | 9.27 |
| | 60 | | 0.41 | 0.24 | 37.91 | 29.34 | 7.90 | 3.52 | 3.76 |
| | 80 | | 0.56 | 0.33 | 52.53 | 48.25 | 3.95 | 5.79 | 6.12 |
| | 100 | | 0.32 | 0.18 | 48.03 | 42.10 | 5.48 | 5.05 | 5.23 |
| | 120 | | 0.32 | 0.18 | 59.49 | 44.12 | 14.18 | 5.29 | 5.48 |
| | 140 | | 0.19 | 0.11 | 57.29 | 37.39 | 18.36 | 4.49 | 4.60 |
| | 160 | | 0.14 | 0.08 | 48.09 | 27.69 | 18.81 | 3.32 | 3.41 |
| | 180 | | 0.24 | 0.14 | 41.70 | 33.62 | 7.45 | 4.03 | 4.17 |
| | 200 | | 0.23 | 0.14 | 40.15 | 23.43 | 15.43 | 2.81 | 2.95 |
| PC-36 | 0 | | 2.90 | 1.69 | 34.78 | 33.22 | 1.44 | 3.99 | 5.67 |
| | 20 | Cs.L. | 0.75 | 0.43 | 66.09 | 62.35 | 3.45 | 7.48 | 7.92 |
| | 40 | Cs.C. | 0.28 | 0.16 | 47.57 | 35.40 | 11.22 | 4.25 | 4.41 |
| | 60 | | 0.98 | 0.57 | 33.99 | 16.91 | 15.76 | 2.03 | 2.60 |
| | 80 | | 0.12 | 0.07 | 26.90 | 17.24 | 8.91 | 2.07 | 2.14 |
| | 100 | | 0.22 | 0.13 | 29.93 | 18.55 | 10.50 | 2.23 | 2.35 |
| | 120 | | 0.13 | 0.07 | 28.16 | 21.61 | 6.04 | 2.59 | 2.67 |
| | 140 | | 0.13 | 0.08 | 28.57 | 21.80 | 6.25 | 2.62 | 2.69 |
| | 160 | | 0.13 | 0.08 | 38.80 | 30.08 | 8.04 | 3.61 | 3.69 |
| PC-37 | 0 | | 2.34 | 1.36 | 56.35 | 50.99 | 4.95 | 6.12 | 7.48 |
| | 20 | | 1.63 | 0.95 | 80.57 | 79.66 | 0.84 | 9.56 | 10.51 |
| | 40 | Cs.L. | 0.60 | 0.35 | 85.84 | 80.55 | 4.88 | 9.67 | 10.01 |
| | 60 | Cs.C. | 0.32 | 0.19 | 73.51 | 66.07 | 6.86 | 7.93 | 8.12 |
| | 80 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 69.33 | 54.98 | 13.24 | 6.60 | 6.72 |
| | 100 | | 0.21 | 0.12 | 66.40 | 45.20 | 19.55 | 5.42 | 5.55 |
| | 120 | | 0.17 | 0.10 | 63.12 | 34.52 | 26.38 | 4.14 | 4.24 |
| | 140 | | 0.11 | 0.06 | 64.23 | 45.06 | 17.69 | 5.41 | 5.47 |
| | 160 | | 0.07 | 0.04 | 66.47 | 47.15 | 17.82 | 5.66 | 5.70 |
| | 180 | | 0.12 | 0.07 | 63.05 | 48.45 | 13.47 | 5.81 | 5.88 |
| | 200 | | 0.11 | 0.06 | 67.43 | 48.94 | 17.05 | 5.87 | 5.94 |
| PC-38 | 0 | | 3.71 | 2.16 | 32.00 | 26.22 | 5.33 | 3.15 | 5.31 |
| | 20 | | 2.86 | 1.66 | 30.35 | 25.03 | 4.91 | 3.00 | 4.66 |
| | 40 | | 3.52 | 2.05 | 33.55 | 28.43 | 4.72 | 3.41 | 5.46 |
| | 60 | | 2.82 | 1.64 | 58.16 | 55.42 | 2.53 | 6.65 | 8.29 |
| | 80 | | 2.36 | 1.37 | 55.91 | 52.78 | 2.89 | 6.33 | 7.71 |
| | 100 | Cs.L. | 0.58 | 0.34 | 56.25 | 53.63 | 2.41 | 6.44 | 6.77 |
| | 120 | Cs.C. | 0.44 | 0.26 | 57.96 | 55.67 | 2.11 | 6.68 | 6.94 |
| | 140 | Cs.C. | 0.19 | 0.11 | 58.76 | 56.94 | 1.67 | 6.83 | 6.94 |
| | 160 | | 0.12 | 0.07 | 14.56 | 12.18 | 2.20 | 1.46 | 1.53 |
| | 180 | | 0.13 | 0.08 | 24.37 | 17.38 | 6.45 | 2.09 | 2.16 |
| | 200 | | 0.12 | 0.07 | 13.94 | 10.62 | 3.06 | 1.27 | 1.34 |
| | 220 | | 0.13 | 0.08 | 11.95 | 9.32 | 2.42 | 1.12 | 1.20 |
| PC-39 | 0 | | 0.59 | 0.34 | 0.49 | 0.21 | 0.26 | 0.03 | 0.37 |
| | 20 | | 0.56 | 0.32 | 0.19 | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.33 |
| | 40 | | 0.30 | 0.17 | 0.22 | 0.09 | 0.12 | 0.01 | 0.18 |
| | 60 | | 0.29 | 0.17 | 0.49 | 0.18 | 0.28 | 0.02 | 0.19 |
| | 80 | | 0.19 | 0.11 | 0.17 | 0.09 | 0.07 | 0.01 | 0.12 |
| | 100 | | 0.17 | 0.10 | 0.13 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.10 |
| | 120 | | 0.16 | 0.09 | 0.24 | 0.08 | 0.15 | 0.01 | 0.10 |
| | 140 | | 0.21 | 0.12 | 5.77 | 5.77 | 0.00 | 0.69 | 0.81 |
| | 160 | | 0.20 | 0.12 | 2.56 | 2.33 | 0.21 | 0.28 | 0.40 |
| | 180 | | 0.07 | 0.04 | 1.49 | 1.49 | 0.00 | 0.18 | 0.22 |
| | 200 | | 0.10 | 0.06 | 1.57 | 1.57 | 0.00 | 0.19 | 0.25 |
| PC-40 | 0 | | 1.39 | 0.81 | 44.48 | 35.09 | 8.66 | 4.21 | 5.02 |
| | 20 | | 0.85 | 0.49 | 49.30 | 44.05 | 4.85 | 5.29 | 5.78 |
| | 40 | M. | 2.00 | 1.16 | 34.81 | 33.21 | 1.48 | 3.99 | 5.15 |
| | 60 | M. | 1.82 | 1.06 | 34.45 | 32.81 | 1.51 | 3.94 | 4.99 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 80 | M. | 1.28 | 0.74 | 36.36 | 33.45 | 2.68 | 4.01 | 4.76 |
| | 100 | M. | 0.81 | 0.47 | 44.82 | 42.72 | 1.93 | 5.13 | 5.60 |
| | 120 | M. | 0.60 | 0.35 | 47.31 | 45.70 | 1.48 | 5.48 | 5.83 |
| | 140 | M. | 0.46 | 0.27 | 47.08 | 45.80 | 1.18 | 5.50 | 5.76 |
| | 160 | M. | 0.30 | 0.17 | 47.34 | 45.07 | 2.10 | 5.41 | 5.58 |
| | 180 | M. | 0.31 | 0.18 | 48.84 | 46.45 | 2.21 | 5.57 | 5.75 |
| | 200 | M. | 0.17 | 0.10 | 48.74 | 44.72 | 3.71 | 5.37 | 5.46 |
| PC-41 | 0 | | 1.26 | 0.73 | 3.35 | 1.68 | 1.54 | 0.20 | 0.94 |
| | 20 | Cs.L. | 0.69 | 0.40 | 51.81 | 46.24 | 5.14 | 5.55 | 5.95 |
| | 40 | Cs.C. | 0.80 | 0.47 | 39.60 | 27.38 | 11.27 | 3.29 | 3.75 |
| | 60 | Cs.C. | 0.16 | 0.09 | 20.41 | 12.25 | 7.52 | 1.47 | 1.56 |
| | 80 | | 0.08 | 0.05 | 6.25 | 5.88 | 0.35 | 0.71 | 0.75 |
| | 100 | | 0.14 | 0.08 | 5.37 | 4.61 | 0.70 | 0.55 | 0.64 |
| | 120 | | 0.16 | 0.09 | 3.52 | 2.09 | 1.32 | 0.25 | 0.34 |
| | 140 | | 0.17 | 0.10 | 10.35 | 9.33 | 0.93 | 1.12 | 1.22 |
| | 160 | | 0.23 | 0.13 | 4.96 | 3.48 | 1.37 | 0.42 | 0.55 |
| | 180 | | 0.23 | 0.13 | 6.72 | 6.01 | 0.66 | 0.72 | 0.85 |
| | 200 | | 0.21 | 0.12 | 2.76 | 2.41 | 0.33 | 0.29 | 0.41 |
| PC-42 | 0 | | 1.86 | 1.08 | 50.65 | 31.02 | 18.10 | 3.72 | 4.81 |
| | 20 | | 1.48 | 0.86 | 47.53 | 15.69 | 29.37 | 1.88 | 2.74 |
| | 40 | Cs.L. | 0.38 | 0.22 | 79.63 | 48.20 | 29.00 | 5.78 | 6.00 |
| | 60 | Cs.C. | 0.66 | 0.38 | 85.45 | 68.00 | 16.10 | 8.16 | 8.54 |
| | 80 | Cs.C. | 0.46 | 0.27 | 78.86 | 40.42 | 35.45 | 4.85 | 5.12 |
| | 100 | Cs.C. | 0.18 | 0.10 | 72.54 | 35.05 | 34.59 | 4.21 | 4.31 |
| | 120 | | 1.69 | 0.98 | 68.50 | 28.51 | 36.88 | 3.42 | 4.41 |
| | 140 | | 0.32 | 0.19 | 64.18 | 11.72 | 48.39 | 1.41 | 1.59 |
| | 160 | | 0.26 | 0.15 | 49.22 | 11.35 | 34.93 | 1.36 | 1.51 |
| | 180 | Cs.C. | 0.24 | 0.14 | 66.00 | 36.64 | 27.08 | 4.40 | 4.54 |
| | 200 | Cs.C. | 0.62 | 0.36 | 67.22 | 47.86 | 17.86 | 5.74 | 6.11 |
| | 220 | | 0.08 | 0.05 | 65.02 | 10.73 | 50.08 | 1.29 | 1.34 |
| | 240 | | 0.32 | 0.19 | 57.77 | 17.69 | 36.97 | 2.12 | 2.31 |
| | 260 | | 0.00 | 0.00 | 64.03 | 5.81 | 53.70 | 0.70 | 0.70 |
| | 280 | | 0.05 | 0.03 | 57.64 | 6.85 | 46.85 | 0.82 | 0.85 |
| | 300 | | 0.00 | 0.00 | 57.12 | 9.79 | 43.66 | 1.17 | 1.17 |
| | 320 | | 0.00 | 0.00 | 53.45 | 12.27 | 37.99 | 1.47 | 1.47 |
| | 340 | | 0.03 | 0.02 | 56.78 | 5.01 | 47.75 | 0.60 | 0.62 |
| | 360 | | 0.01 | 0.00 | 59.42 | 5.18 | 50.04 | 0.62 | 0.63 |
| | 380 | | 0.00 | 0.00 | 50.38 | 14.35 | 33.23 | 1.72 | 1.72 |
| | 400 | | 0.00 | 0.00 | 70.70 | 9.15 | 56.77 | 1.10 | 1.10 |
| PC-43 | 0 | | 7.71 | 4.48 | 44.61 | 43.15 | 1.35 | 5.18 | 9.66 |
| | 20 | | 5.87 | 3.41 | 78.38 | 77.81 | 0.53 | 9.34 | 12.75 |
| | 40 | Cs.L. | 0.98 | 0.57 | 94.80 | 94.80 | 0.00 | 11.38 | 11.95 |
| | 60 | Cs.M. | 0.98 | 0.57 | 94.60 | 94.60 | 0.00 | 11.35 | 11.92 |
| | 80 | Cs.M. | 1.40 | 0.82 | 88.95 | 88.95 | 0.00 | 10.67 | 11.49 |
| | 100 | Cs.M. | 1.02 | 0.59 | 92.11 | 90.67 | 1.33 | 10.88 | 11.47 |
| | 120 | Cs.M. | 0.81 | 0.47 | 89.93 | 89.93 | 0.00 | 10.79 | 11.26 |
| | 140 | Cs.M. | 0.81 | 0.47 | 85.34 | 84.28 | 0.97 | 10.11 | 10.58 |
| | 160 | Cs.M. | 0.73 | 0.43 | 85.27 | 85.27 | 0.00 | 10.23 | 10.66 |
| | 180 | Cs.P. | 0.57 | 0.33 | 81.20 | 81.20 | 0.00 | 9.74 | 10.07 |
| | 200 | Cs.P. | 0.34 | 0.20 | 72.60 | 72.60 | 0.00 | 8.71 | 8.91 |
| | 220 | Cs.P. | 0.29 | 0.17 | 61.36 | 60.83 | 0.49 | 7.30 | 7.47 |
| | 240 | Cs.P. | 0.19 | 0.11 | 37.89 | 35.56 | 2.15 | 4.27 | 4.38 |
| | 260 | Cs.P. | 0.21 | 0.12 | 46.14 | 45.35 | 0.73 | 5.44 | 5.56 |
| | 280 | Cs.P. | 0.19 | 0.11 | 32.66 | 31.94 | 0.66 | 3.83 | 3.94 |
| | 300 | R.-sbv. | 0.12 | 0.07 | 4.34 | 2.32 | 1.87 | 0.28 | 0.35 |
| | 320 | R.-sbv. | 0.15 | 0.09 | 7.44 | 3.95 | 3.22 | 0.47 | 0.56 |
| | 340 | R.-sbv. | 0.21 | 0.12 | 14.52 | 13.26 | 1.16 | 1.59 | 1.71 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| PC-44 | 0 | | 8.13 | 4.73 | 53.24 | 52.71 | 0.49 | 6.33 | 11.05 |
| | 20 | Cs.L. | 0.55 | 0.32 | 88.83 | 88.83 | 0.00 | 10.66 | 10.98 |
| | 40 | Cs.M. | 0.52 | 0.30 | 95.64 | 95.64 | 0.00 | 11.48 | 11.78 |
| | 60 | Cs.M. | 0.64 | 0.37 | 94.67 | 94.67 | 0.00 | 11.36 | 11.73 |
| | 80 | Cs.M. | 0.60 | 0.35 | 87.38 | 87.38 | 0.00 | 10.49 | 10.83 |
| | 100 | Cs.M. | 0.80 | 0.46 | 88.80 | 88.80 | 0.00 | 10.66 | 11.12 |
| | 120 | Cs.P. | 0.72 | 0.42 | 86.42 | 86.42 | 0.00 | 10.37 | 10.79 |
| | 140 | Cs.P. | 0.54 | 0.31 | 86.94 | 86.43 | 0.47 | 10.37 | 10.68 |
| | 160 | Cs.P. | 0.21 | 0.12 | 81.25 | 81.25 | 0.00 | 9.75 | 9.87 |
| | 180 | Cs.P. | 0.42 | 0.25 | 73.21 | 72.58 | 0.58 | 8.71 | 8.96 |
| | 200 | agr. pv. | 0.35 | 0.20 | 47.92 | 47.92 | 0.00 | 5.75 | 5.95 |
| | 220 | | 0.26 | 0.15 | 51.39 | 51.39 | 0.00 | 6.17 | 6.32 |
| | 240 | | 0.27 | 0.16 | 43.00 | 42.36 | 0.60 | 5.08 | 5.24 |
| | 260 | | 0.28 | 0.16 | 40.05 | 39.58 | 0.44 | 4.75 | 4.91 |
| | 280 | R.-sbv. | 0.25 | 0.15 | 26.91 | 26.18 | 0.67 | 3.14 | 3.29 |
| 300 | R.-sbv. | 0.14 | 0.08 | 26.65 | 25.88 | 0.71 | 3.11 | 3.19 | |
| 320 | R.-sbv. | 0.27 | 0.16 | 25.45 | 25.45 | 0.00 | 3.05 | 3.21 | |
| PC-45 | 0 | | 3.52 | 2.05 | 69.88 | 46.79 | 21.30 | 5.62 | 7.66 |
| | 20 | | 3.53 | 2.05 | 72.15 | 48.78 | 21.55 | 5.85 | 7.91 |
| | 40 | | 2.11 | 1.23 | 75.35 | 54.95 | 18.81 | 6.59 | 7.82 |
| | 60 | | 1.08 | 0.63 | 74.94 | 56.14 | 17.34 | 6.74 | 7.37 |
| | 80 | | 1.70 | 0.99 | 77.43 | 58.96 | 17.03 | 7.08 | 8.07 |
| | 100 | Cs.C. | 0.44 | 0.25 | 78.49 | 61.03 | 16.10 | 7.32 | 7.58 |
| | 120 | M. | 0.25 | 0.15 | 78.52 | 47.75 | 28.38 | 5.73 | 5.88 |
| | 140 | M. | 0.26 | 0.15 | 64.30 | 58.63 | 5.22 | 7.04 | 7.19 |
| PC-46 | 0 | | 3.02 | 1.75 | 47.78 | 34.05 | 12.67 | 4.09 | 5.84 |
| | 20 | | 4.91 | 2.86 | 47.37 | 36.09 | 10.41 | 4.33 | 7.19 |
| | 40 | | 3.53 | 2.05 | 42.59 | 24.04 | 17.11 | 2.88 | 4.93 |
| | 60 | | 2.63 | 1.53 | 49.98 | 40.65 | 8.60 | 4.88 | 6.41 |
| | 80 | | 1.75 | 1.02 | 62.67 | 54.80 | 7.26 | 6.58 | 7.59 |
| | 100 | Cs.L. | 0.86 | 0.50 | 84.40 | 70.04 | 13.25 | 8.40 | 8.90 |
| | 120 | Cs.M. | 0.39 | 0.23 | 75.17 | 39.69 | 32.73 | 4.76 | 4.99 |
| | 140 | Cs.M. | 0.29 | 0.17 | 78.40 | 36.46 | 38.69 | 4.37 | 4.54 |
| | 160 | | 0.21 | 0.12 | 70.68 | 26.12 | 41.10 | 3.13 | 3.25 |
| | 180 | | 0.22 | 0.13 | 72.59 | 31.24 | 38.15 | 3.75 | 3.88 |
| | 200 | | 0.33 | 0.19 | 74.43 | 30.58 | 40.45 | 3.67 | 3.86 |
| | 220 | agr.cem. | 0.26 | 0.15 | 81.32 | 25.73 | 51.28 | 3.09 | 3.24 |
| 240 | agr.cem. | 0.26 | 0.15 | 77.89 | 22.88 | 50.74 | 2.75 | 2.90 | |
| 260 | | 0.22 | 0.13 | 79.43 | 15.47 | 58.99 | 1.86 | 1.98 | |
| PC-47 | 0 | | 4.44 | 2.58 | 35.99 | 26.82 | 8.46 | 3.22 | 5.80 |
| | 20 | | 2.62 | 1.52 | 26.34 | 24.53 | 1.67 | 2.94 | 4.47 |
| | 40 | Cs/k | 1.05 | 0.61 | 91.59 | 25.62 | 60.85 | 3.07 | 3.68 |
| | 60 | M. | 0.52 | 0.30 | 57.89 | 17.66 | 37.11 | 2.12 | 2.42 |
| | 80 | M. | 0.41 | 0.24 | 74.94 | 9.07 | 60.77 | 1.09 | 1.33 |
| | 100 | M. | 0.48 | 0.28 | 77.48 | 5.95 | 65.99 | 0.71 | 0.99 |
| | 120 | M. | 0.27 | 0.16 | 58.94 | 0.44 | 53.97 | 0.05 | 0.21 |
| | 140 | M. | 0.23 | 0.14 | 37.18 | 0.29 | 34.03 | 0.03 | 0.17 |
| PC-48 | 0 | | 2.33 | 1.35 | 42.86 | 37.72 | 4.74 | 4.53 | 5.88 |
| | 20 | Cs.L. | 1.14 | 0.66 | 11.77 | 11.77 | 0.00 | 1.41 | 2.08 |
| | 40 | Cs.M. | 0.95 | 0.55 | 9.92 | 6.29 | 3.35 | 0.76 | 1.31 |
| | 60 | | 0.63 | 0.37 | 14.29 | 9.19 | 4.70 | 1.10 | 1.47 |
| | 80 | | 0.46 | 0.26 | 18.67 | 8.65 | 9.24 | 1.04 | 1.30 |
| | 100 | | 0.82 | 0.48 | 32.48 | 22.90 | 8.84 | 2.75 | 3.23 |
| | 120 | | 0.31 | 0.18 | 21.66 | 3.45 | 16.80 | 0.41 | 0.59 |
| | 140 | | 0.21 | 0.12 | 29.61 | 2.67 | 24.85 | 0.32 | 0.44 |
| PC-49 | 0 | | 3.53 | 2.05 | 70.36 | 70.36 | 0.00 | 8.44 | 10.50 |
| | 20 | | 3.08 | 1.79 | 60.69 | 60.69 | 0.00 | 7.28 | 9.08 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 40 | | 3.69 | 2.15 | 74.47 | 74.47 | 0.00 | 8.94 | 11.08 |
| | 60 | agr.cem. | 3.30 | 1.92 | 79.84 | 79.84 | 0.00 | 9.58 | 11.50 |
| | 80 | Cs.L. | 0.85 | 0.49 | 90.22 | 90.22 | 0.00 | 10.83 | 11.32 |
| | 100 | Cs.C. | 0.49 | 0.29 | 90.75 | 90.75 | 0.00 | 10.89 | 11.18 |
| | 120 | Cs.C. | 0.20 | 0.11 | 94.61 | 94.61 | 0.00 | 11.35 | 11.47 |
| | 140 | Cs.C. | 0.42 | 0.24 | 96.94 | 96.94 | 0.00 | 11.63 | 11.88 |
| | 160 | Cs.C. | 0.37 | 0.21 | 92.98 | 92.98 | 0.00 | 11.16 | 11.37 |
| | 180 | Cs.C. | 0.23 | 0.13 | 93.60 | 93.60 | 0.00 | 11.23 | 11.37 |
| | 200 | Cs.C. | 0.32 | 0.19 | 85.29 | 85.29 | 0.00 | 10.23 | 10.42 |
| | 220 | Cs.C. | 0.36 | 0.21 | 86.27 | 86.27 | 0.00 | 10.35 | 10.56 |
| | 240 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 92.18 | 92.18 | 0.00 | 11.06 | 11.19 |
| | 260 | Cs/k | 0.32 | 0.18 | 90.63 | 90.63 | 0.00 | 10.88 | 11.06 |
| PC-50 | 0 | | 4.01 | 2.33 | 78.43 | 78.43 | 0.00 | 9.41 | 11.74 |
| | 20 | Cs.L. | 1.47 | 0.86 | 90.28 | 90.28 | 0.00 | 10.83 | 11.69 |
| | 40 | Cs.C. | 0.27 | 0.16 | 85.35 | 84.49 | 0.79 | 10.14 | 10.30 |
| | 60 | | 0.67 | 0.39 | 88.27 | 88.27 | 0.00 | 10.59 | 10.98 |
| | 80 | | 0.15 | 0.09 | 90.93 | 90.93 | 0.00 | 10.91 | 11.00 |
| | 100 | | 0.26 | 0.15 | 89.77 | 89.77 | 0.00 | 10.77 | 10.92 |
| | 120 | | 0.07 | 0.04 | 90.06 | 90.06 | 0.00 | 10.81 | 10.85 |
| | 140 | | 0.26 | 0.15 | 77.85 | 77.85 | 0.00 | 9.34 | 9.50 |
| | 160 | | 0.19 | 0.11 | 84.57 | 84.57 | 0.00 | 10.15 | 10.26 |
| | 180 | | 0.37 | 0.21 | 89.97 | 88.87 | 1.02 | 10.66 | 10.88 |
| PC-51 | 0 | | 3.40 | 1.97 | 69.33 | 58.42 | 10.06 | 7.01 | 8.98 |
| | 20 | | 1.35 | 0.79 | 70.37 | 60.31 | 9.28 | 7.24 | 8.02 |
| | 40 | | 0.48 | 0.28 | 81.84 | 61.96 | 18.34 | 7.43 | 7.72 |
| | 60 | | 0.15 | 0.09 | 76.13 | 54.81 | 19.67 | 6.58 | 6.67 |
| | 80 | | 0.19 | 0.11 | 75.61 | 71.41 | 3.87 | 8.57 | 8.68 |
| | 100 | | 0.16 | 0.09 | 54.36 | 43.92 | 9.63 | 5.27 | 5.36 |
| | 120 | | 0.28 | 0.16 | 37.58 | 36.92 | 0.61 | 4.43 | 4.60 |
| | 140 | M.(cem) | 0.47 | 0.28 | 70.72 | 68.15 | 2.37 | 8.18 | 8.45 |
| | 160 | M. | 0.36 | 0.21 | 47.74 | 43.11 | 4.27 | 5.17 | 5.38 |
| | 180 | M. | 0.19 | 0.11 | 63.04 | 60.27 | 2.55 | 7.23 | 7.34 |
| | 200 | M. | 0.20 | 0.11 | 60.75 | 51.38 | 8.64 | 6.17 | 6.28 |
| PC-52 | 0 | | 7.39 | 4.29 | 69.55 | 67.38 | 2.00 | 8.09 | 12.38 |
| | 20 | Cs.L. | 0.46 | 0.27 | 86.82 | 79.60 | 6.66 | 9.55 | 9.82 |
| | 40 | Cs.C. | 0.32 | 0.18 | 84.96 | 84.96 | 0.00 | 10.20 | 10.38 |
| | 60 | Cs.C. | 0.20 | 0.11 | 84.43 | 83.02 | 1.29 | 9.96 | 10.08 |
| | 80 | Cs.C. | 0.54 | 0.31 | 77.58 | 76.63 | 0.87 | 9.20 | 9.51 |
| | 100 | | 0.54 | 0.31 | 67.66 | 66.78 | 0.81 | 8.01 | 8.33 |
| | 120 | | 0.33 | 0.19 | 56.59 | 52.29 | 0.66 | 6.28 | 6.47 |
| | 140 | M.alt. | 0.30 | 0.18 | 76.15 | 76.15 | 0.00 | 9.14 | 9.32 |
| | 160 | M. | 0.12 | 0.07 | 52.18 | 51.44 | 0.68 | 6.17 | 6.24 |
| PC-53 | 0 | | 4.63 | 2.69 | 64.17 | 56.92 | 6.68 | 6.83 | 9.52 |
| | 20 | Cs.C. | 0.92 | 0.54 | 72.11 | 72.11 | 0.00 | 8.65 | 9.19 |
| | 40 | | 0.36 | 0.21 | 68.08 | 65.03 | 2.82 | 7.80 | 8.01 |
| | 60 | | 0.42 | 0.24 | 68.30 | 64.23 | 3.75 | 7.71 | 7.95 |
| | 80 | | 0.21 | 0.12 | 64.80 | 56.63 | 7.53 | 6.80 | 6.92 |
| | 100 | | 0.20 | 0.12 | 58.77 | 52.67 | 5.63 | 6.32 | 6.44 |
| | 120 | | 0.26 | 0.15 | 58.14 | 52.10 | 5.57 | 6.25 | 6.40 |
| | 140 | | 0.15 | 0.09 | 55.60 | 49.64 | 5.50 | 5.96 | 6.05 |
| | 160 | | 0.11 | 0.06 | 57.53 | 52.64 | 4.51 | 6.32 | 6.38 |
| | 180 | M. | 0.22 | 0.13 | 74.79 | 66.21 | 7.91 | 7.94 | 8.07 |
| PC-54 | 0 | | 3.39 | 1.97 | 68.11 | 56.45 | 10.75 | 6.77 | 8.75 |
| | 20 | | 2.80 | 1.63 | 67.65 | 51.93 | 14.50 | 6.23 | 7.86 |
| | 40 | | 2.31 | 1.34 | 74.48 | 70.73 | 3.46 | 8.49 | 9.83 |
| | 60 | Cs.C. | 1.04 | 0.61 | 76.10 | 69.84 | 5.78 | 8.38 | 8.99 |
| | 80 | Cs.C. | 0.59 | 0.34 | 75.49 | 67.44 | 7.42 | 8.09 | 8.43 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 100 | Cs.C. | 0.32 | 0.19 | 67.26 | 60.03 | 6.67 | 7.20 | 7.39 |
| | 120 | | 0.35 | 0.20 | 70.26 | 64.00 | 5.77 | 7.68 | 7.88 |
| | 140 | | 0.19 | 0.11 | 63.41 | 58.67 | 4.38 | 7.04 | 7.15 |
| | 160 | | 0.14 | 0.08 | 62.23 | 57.89 | 4.01 | 6.95 | 7.03 |
| | 180 | | 0.29 | 0.17 | 63.85 | 54.72 | 8.42 | 6.57 | 6.73 |
| PC-55 | 0 | | 5.18 | 3.01 | 52.14 | 36.24 | 14.67 | 4.35 | 7.36 |
| | 20 | | 5.18 | 3.01 | 42.94 | 24.47 | 17.05 | 2.94 | 5.95 |
| | 40 | | 3.55 | 2.06 | 67.57 | 60.28 | 6.72 | 7.23 | 9.30 |
| | 60 | | 2.45 | 1.42 | 72.61 | 57.74 | 13.71 | 6.93 | 8.35 |
| | 80 | Cs.C. | 1.02 | 0.59 | 85.42 | 48.12 | 34.40 | 5.77 | 6.37 |
| | 100 | Cs.C. | 0.35 | 0.20 | 69.38 | 49.87 | 18.00 | 5.98 | 6.19 |
| | 120 | Cs.C. | 0.25 | 0.15 | 62.87 | 41.24 | 19.95 | 4.95 | 5.10 |
| | 140 | | 0.20 | 0.12 | 64.89 | 38.22 | 24.61 | 4.59 | 4.70 |
| | 160 | | 0.30 | 0.17 | 76.96 | 23.07 | 49.71 | 2.77 | 2.94 |
| | 180 | | 0.25 | 0.14 | 71.36 | 58.72 | 11.66 | 7.05 | 7.19 |
| | 200 | | 0.20 | 0.12 | 63.93 | 40.37 | 21.73 | 4.84 | 4.96 |
| | 220 | | 0.13 | 0.07 | 53.11 | 37.09 | 14.78 | 4.45 | 4.52 |
| | 240 | | 0.17 | 0.10 | 64.10 | 36.27 | 25.67 | 4.35 | 4.45 |
| PC-56 | 0 | | 4.25 | 2.47 | 45.69 | 38.13 | 6.98 | 4.58 | 7.04 |
| | 20 | | 3.69 | 2.15 | 66.96 | 59.57 | 6.81 | 7.15 | 9.29 |
| | 40 | | 4.09 | 2.38 | 55.68 | 46.65 | 8.33 | 5.60 | 7.98 |
| | 60 | Cs.L. | 0.95 | 0.55 | 92.75 | 84.66 | 7.46 | 10.16 | 10.71 |
| | 80 | Cs.C. | 0.70 | 0.41 | 81.45 | 75.04 | 5.92 | 9.00 | 9.41 |
| | 100 | Cs.C. | 0.54 | 0.32 | 75.64 | 72.83 | 2.59 | 8.74 | 9.06 |
| | 120 | Cs.C. | 0.48 | 0.28 | 75.52 | 73.30 | 2.05 | 8.80 | 9.07 |
| | 140 | Cs.C. | 0.50 | 0.29 | 87.74 | 86.34 | 1.29 | 10.36 | 10.65 |
| | 160 | Cs.C. | 0.14 | 0.08 | 93.69 | 92.01 | 1.56 | 11.04 | 11.12 |
| | 180 | | 0.14 | 0.08 | 65.04 | 61.70 | 3.08 | 7.40 | 7.48 |
| | 200 | | 0.20 | 0.11 | 75.05 | 64.60 | 9.64 | 7.75 | 7.87 |
| | 220 | | 0.11 | 0.06 | 70.99 | 43.05 | 25.77 | 5.17 | 5.23 |
| | 240 | | 0.16 | 0.09 | 68.47 | 43.95 | 22.62 | 5.27 | 5.37 |
| PC-57 | 0 | | 2.33 | 1.35 | 54.91 | 52.44 | 2.28 | 6.29 | 7.65 |
| | 20 | | 2.04 | 1.18 | 58.58 | 54.12 | 4.12 | 6.49 | 7.68 |
| | 40 | Cs.M. | 0.37 | 0.22 | 75.05 | 67.94 | 6.55 | 8.15 | 8.37 |
| | 60 | Cs.C. | 0.20 | 0.12 | 82.87 | 63.37 | 17.99 | 7.60 | 7.72 |
| | 80 | Cs.C. | 0.24 | 0.14 | 71.09 | 64.86 | 5.75 | 7.78 | 7.93 |
| | 100 | | 0.17 | 0.10 | 78.79 | 68.56 | 9.44 | 8.23 | 8.33 |
| | 120 | | 0.21 | 0.12 | 75.22 | 56.10 | 17.64 | 6.73 | 6.85 |
| | 140 | | 0.20 | 0.12 | 84.47 | 70.95 | 12.47 | 8.51 | 8.63 |
| | 160 | | 0.07 | 0.04 | 74.64 | 59.53 | 13.93 | 7.14 | 7.18 |
| | 180 | | 0.10 | 0.06 | 70.33 | 52.54 | 16.41 | 6.30 | 6.36 |
| | 200 | | 0.13 | 0.07 | 76.70 | 60.92 | 14.56 | 7.31 | 7.38 |
| | 220 | | 0.15 | 0.09 | 69.01 | 56.68 | 11.38 | 6.80 | 6.89 |
| | 240 | | 0.14 | 0.08 | 79.13 | 51.44 | 25.54 | 6.17 | 6.26 |
| | 260 | | 0.13 | 0.07 | 70.89 | 60.31 | 9.76 | 7.24 | 7.31 |
| PC-58 | 0 | | 1.83 | 1.06 | 55.66 | 48.77 | 6.36 | 5.85 | 6.91 |
| | 20 | | 1.84 | 1.07 | 57.67 | 54.61 | 2.82 | 6.55 | 7.63 |
| | 40 | | 0.72 | 0.42 | 64.80 | 60.92 | 3.58 | 7.31 | 7.73 |
| | 60 | Cs.L. | 1.01 | 0.59 | 85.94 | 80.46 | 5.06 | 9.65 | 10.24 |
| | 80 | Cs.C. | 0.85 | 0.49 | 85.14 | 83.40 | 1.60 | 10.01 | 10.50 |
| | 100 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 80.72 | 72.61 | 7.48 | 8.71 | 8.84 |
| | 120 | Cs.C. | 0.13 | 0.07 | 81.10 | 72.77 | 7.69 | 8.73 | 8.81 |
| | 140 | Cs.C. | 0.13 | 0.07 | 76.29 | 67.75 | 7.88 | 8.13 | 8.20 |
| | 160 | Cs.C. | 0.11 | 0.06 | 76.52 | 70.93 | 5.16 | 8.51 | 8.58 |
| | 180 | | 0.17 | 0.10 | 77.39 | 69.16 | 7.59 | 8.30 | 8.40 |
| | 200 | | 0.19 | 0.11 | 76.70 | 67.57 | 8.42 | 8.11 | 8.22 |
| | 220 | | 0.08 | 0.04 | 53.55 | 51.10 | 2.25 | 6.13 | 6.18 |

| Perfil n° | Prof. cm | Tipo mat. | C.Org.(%) | | Carbonatos(%) | | | Carbono Inorg.(%) | C.Total (%) |
|--------------|-------------|--------------|-----------|------|---------------|---------|----------|----------------------|----------------|
| | | | M.O. | C.O. | CO3equiv | Calcita | Dolomita | | |
| | 240 | | 0.09 | 0.05 | 46.00 | 37.41 | 7.92 | 4.49 | 4.54 |
| PC-59 | 0 | | 1.97 | 1.15 | 43.29 | 40.80 | 2.30 | 4.90 | 6.04 |
| | 20 | | 2.18 | 1.27 | 62.33 | 60.35 | 1.83 | 7.24 | 8.51 |
| | 40 | Cs.L. | 0.53 | 0.31 | 75.17 | 60.16 | 13.84 | 7.22 | 7.53 |
| | 60 | Cs.L. | 0.69 | 0.40 | 79.14 | 57.24 | 20.20 | 6.87 | 7.27 |
| | 80 | Cs.C. | 0.21 | 0.12 | 34.38 | 29.03 | 4.93 | 3.48 | 3.61 |
| | 100 | Cs.C. | 0.30 | 0.17 | 43.71 | 39.46 | 3.92 | 4.74 | 4.91 |
| | 120 | | 0.09 | 0.05 | 22.43 | 17.67 | 4.40 | 2.12 | 2.17 |
| | 140 | | 0.08 | 0.05 | 24.12 | 17.48 | 6.12 | 2.10 | 2.15 |
| | 160 | | 0.12 | 0.07 | 17.12 | 12.45 | 4.30 | 1.49 | 1.56 |
| | 180 | | 0.14 | 0.08 | 20.23 | 13.62 | 6.09 | 1.63 | 1.71 |
| | 200 | | 0.13 | 0.07 | 18.43 | 15.65 | 2.57 | 1.88 | 1.95 |
| P-1 | 0 | | 1.58 | 0.92 | 27.61 | 20.04 | 6.99 | 2.40 | 3.32 |
| | 20 | | 3.17 | 1.84 | 27.60 | 21.18 | 5.92 | 2.54 | 4.39 |
| | 40 | | 1.70 | 0.99 | 31.77 | 26.18 | 5.16 | 3.14 | 4.13 |
| | 60 | | 1.10 | 0.64 | 28.93 | 21.76 | 6.61 | 2.61 | 3.25 |
| | 80 | | 0.71 | 0.41 | 27.82 | 22.37 | 5.03 | 2.68 | 3.09 |
| | 100 | | 0.81 | 0.47 | 32.30 | 24.97 | 6.77 | 3.00 | 3.46 |
| | 120 | | 0.43 | 0.25 | 20.11 | 18.04 | 1.91 | 2.16 | 2.41 |
| | 140 | | 0.24 | 0.14 | 10.38 | 4.31 | 5.60 | 0.52 | 0.65 |
| | 160 | | 0.17 | 0.10 | 5.94 | 3.50 | 2.26 | 0.42 | 0.52 |
| P-2 | 0 | | 1.32 | 0.77 | 49.36 | 3.80 | 42.03 | 0.46 | 1.22 |
| | 20 | | 0.70 | 0.41 | 54.08 | 4.29 | 45.92 | 0.51 | 0.92 |
| | 40 | | 0.64 | 0.37 | 55.24 | 1.82 | 49.27 | 0.22 | 0.59 |
| | 60 | M. | 0.38 | 0.22 | 74.52 | 0.00 | 74.52 | 0.00 | 0.22 |
| | 80 | M. | 0.26 | 0.15 | 66.29 | 0.83 | 60.38 | 0.10 | 0.25 |
| | 100 | M. | 0.25 | 0.14 | 79.48 | 0.00 | 79.48 | 0.00 | 0.14 |
| | 120 | M. | 0.18 | 0.10 | 52.20 | 0.24 | 47.92 | 0.03 | 0.13 |
| | 140 | M. | 0.14 | 0.08 | 50.07 | 0.00 | 50.07 | 0.00 | 0.08 |
| | 160 | M. | 0.06 | 0.03 | 64.96 | 59.12 | 5.39 | 7.09 | 7.13 |
| | 180 | M. | 0.24 | 0.14 | 69.12 | 0.80 | 63.03 | 0.10 | 0.23 |
| | 200 | M. | 0.24 | 0.14 | 46.24 | 0.00 | 46.24 | 0.00 | 0.14 |
| P-3 | 0 | | 2.25 | 1.31 | 47.48 | 30.79 | 15.40 | 3.69 | 5.00 |
| | 20 | | 0.82 | 0.48 | 55.82 | 52.86 | 2.73 | 6.34 | 6.82 |
| | 40 | | 0.56 | 0.33 | 54.15 | 52.87 | 1.18 | 6.34 | 6.67 |
| | 60 | M. | 0.26 | 0.15 | 64.83 | 63.75 | 1.00 | 7.65 | 7.80 |
| | 80 | M. | 0.18 | 0.10 | 69.22 | 68.14 | 1.00 | 8.18 | 8.28 |
| | 100 | M. | 0.21 | 0.12 | 62.50 | 61.35 | 1.06 | 7.36 | 7.49 |
| | 120 | M. | 0.13 | 0.07 | 57.94 | 53.00 | 4.56 | 6.36 | 6.43 |
| | 140 | M. | 0.33 | 0.19 | 61.14 | 50.09 | 10.19 | 6.01 | 6.20 |

A N E X O 6:

CURVAS DE DISTRIBUCION EN PROFUNDIDAD DEL CARBONO ORGANICO Y DE LA CALCITA.

LEYENDA:

PA: Perfiles de la Unidad "aluviales"

PB: Perfiles de la Unidad "badlands"

PC: Perfiles de la Unidad "glacis":

S₁ = Superficie Geomorfológica superior

S₂ = Superficie Geomorfológica intermedia

S₃ = Superficie Geomorfológica inferior

Otras: Perfiles de Unidades indiferenciadas



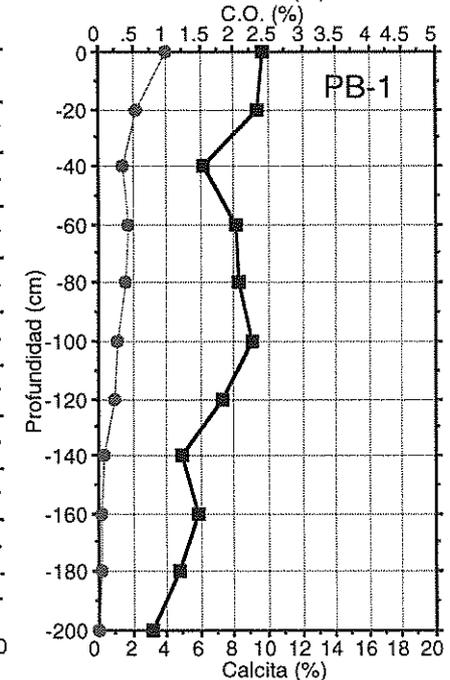
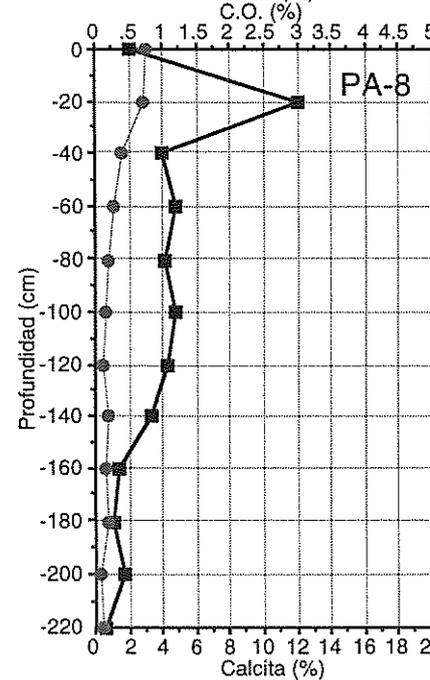
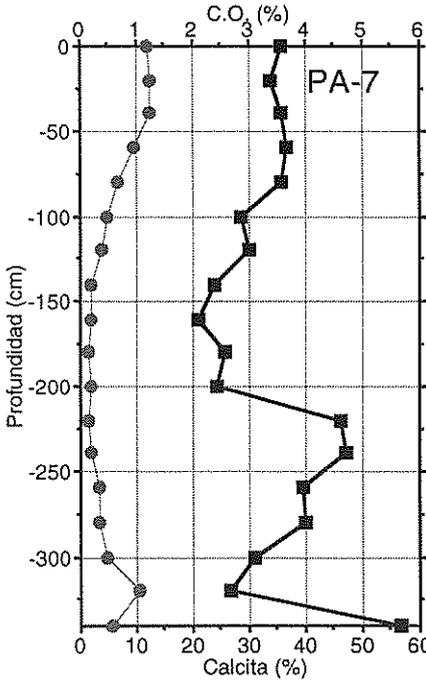
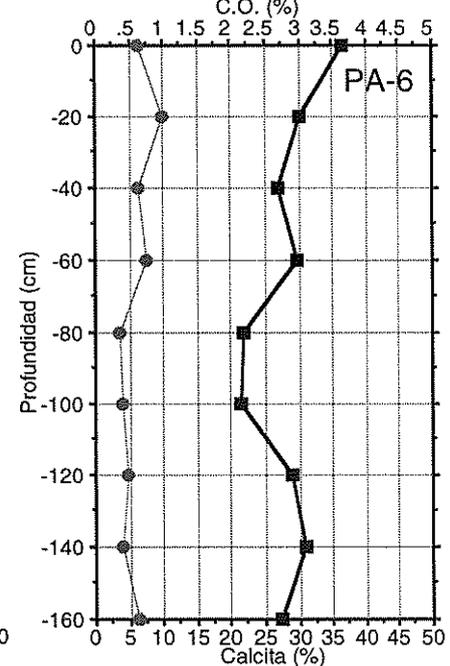
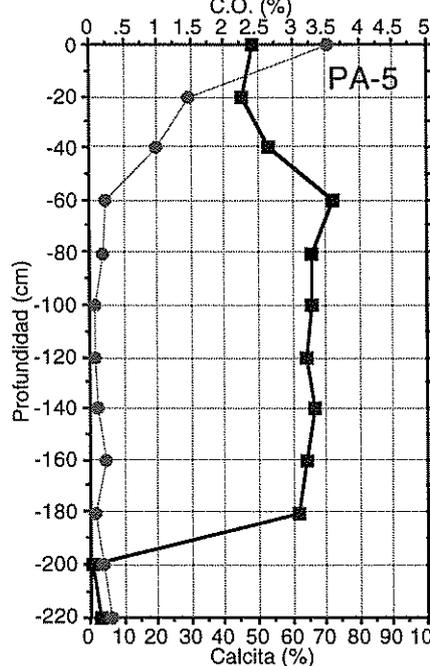
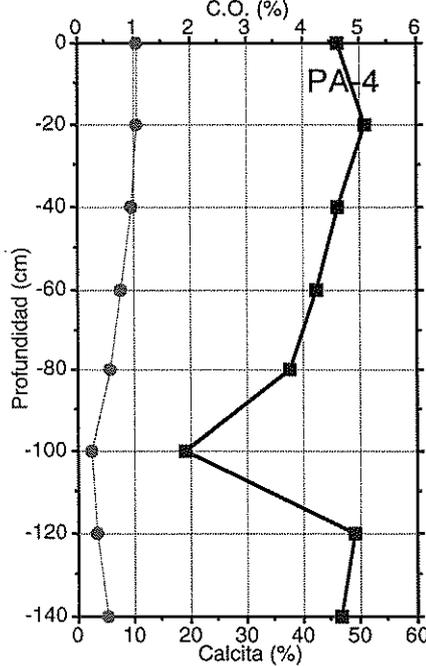
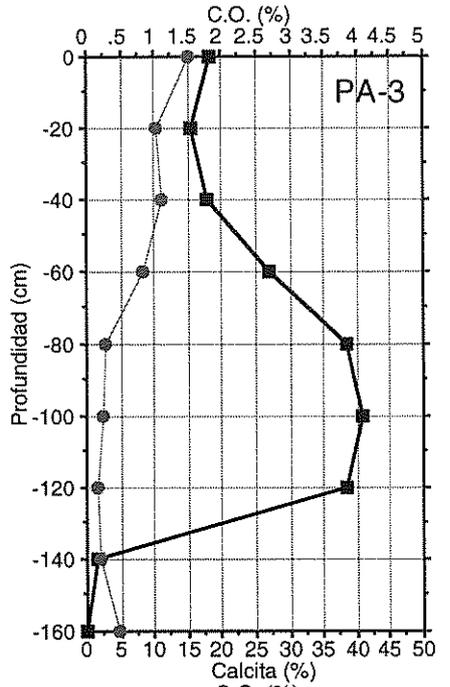
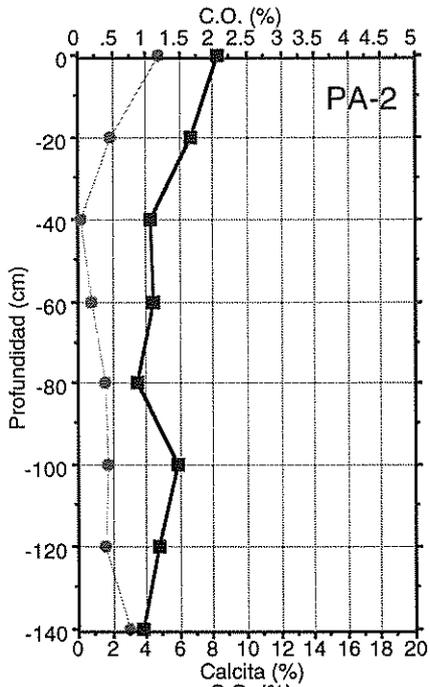
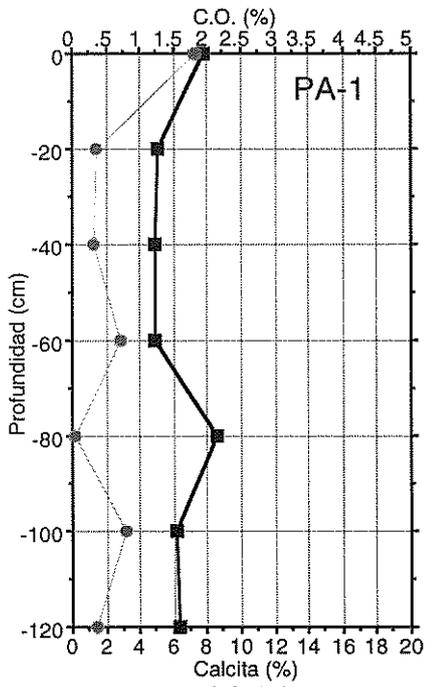
Carbono Orgánico

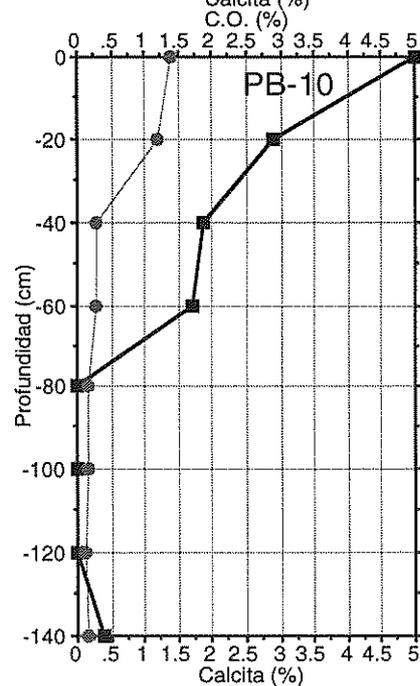
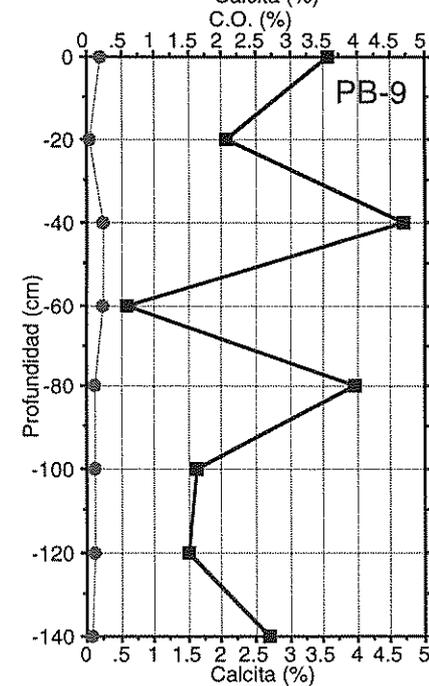
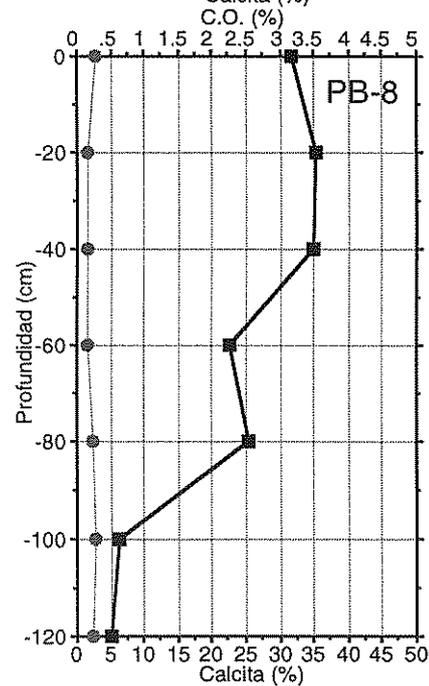
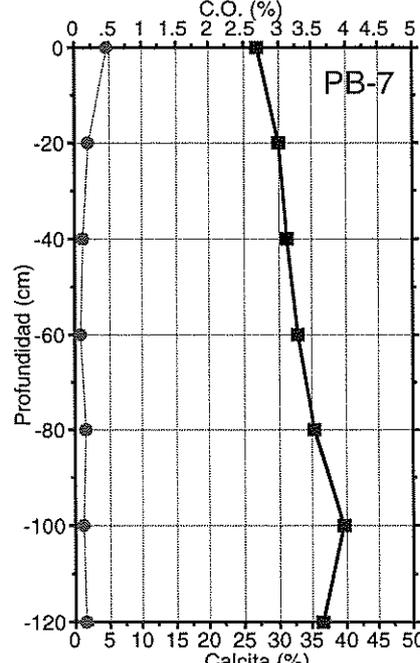
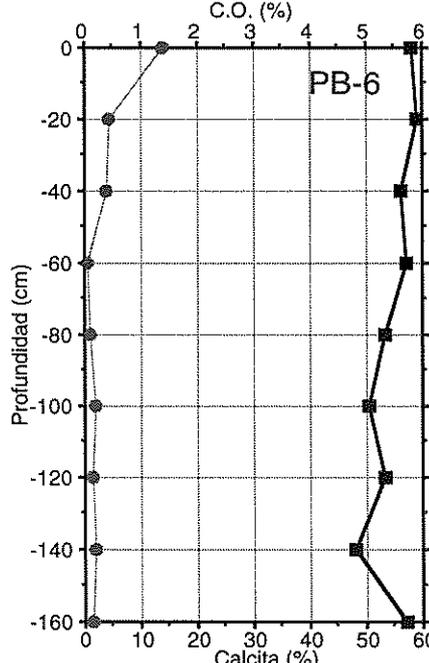
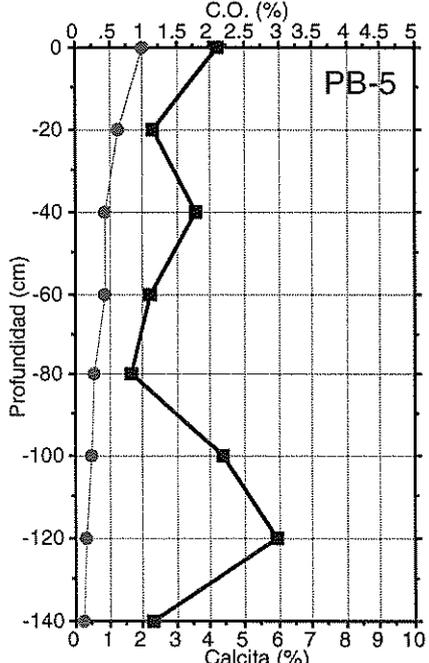
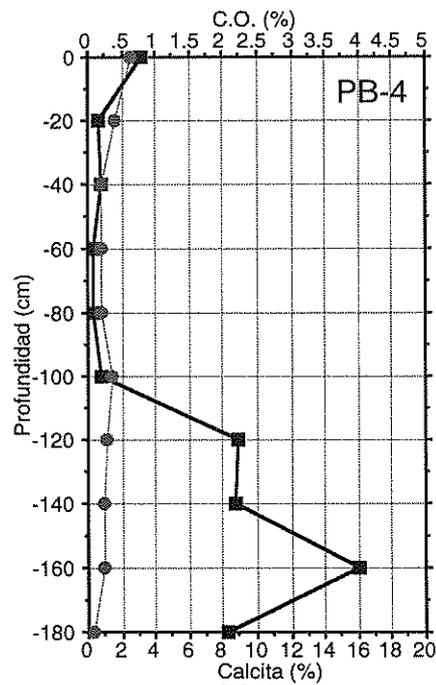
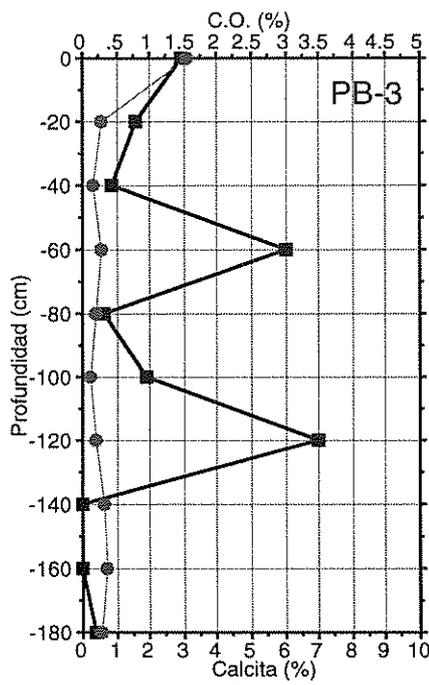
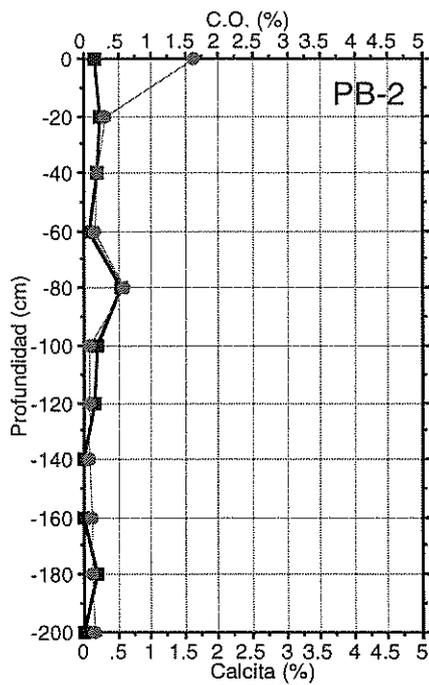


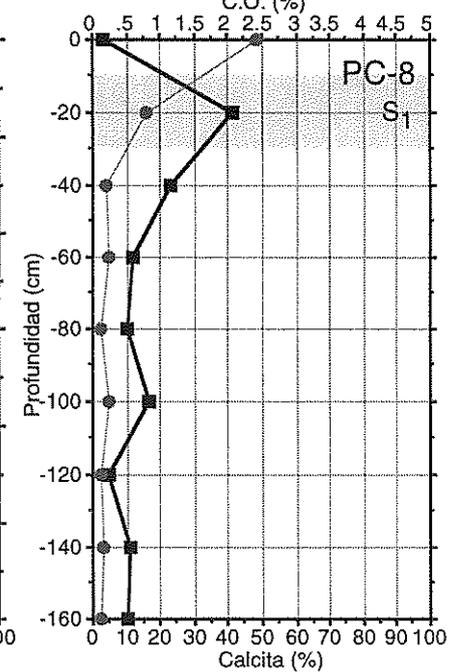
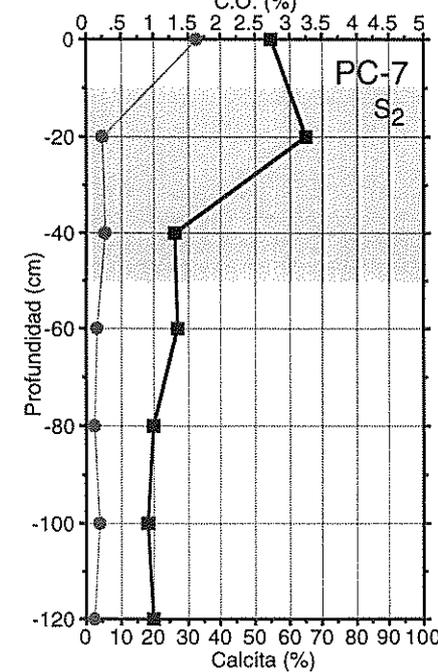
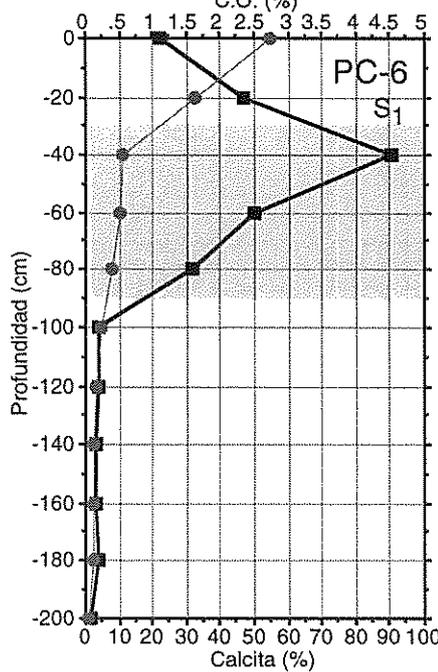
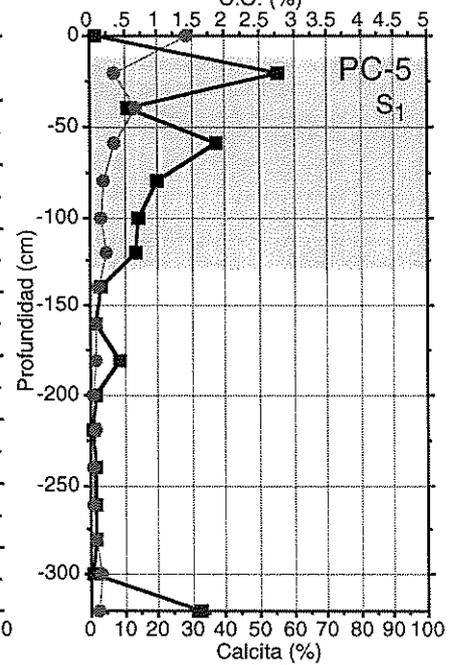
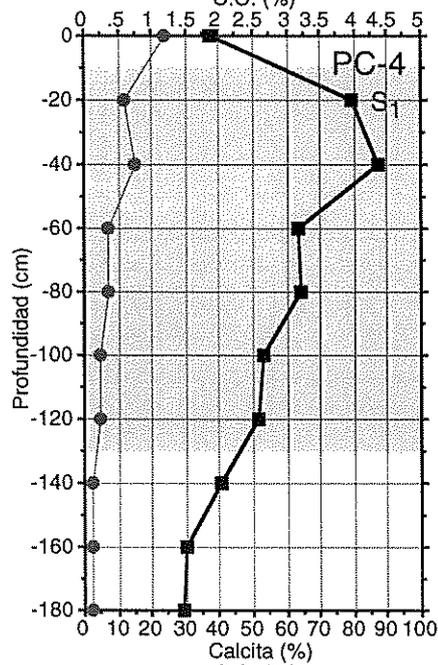
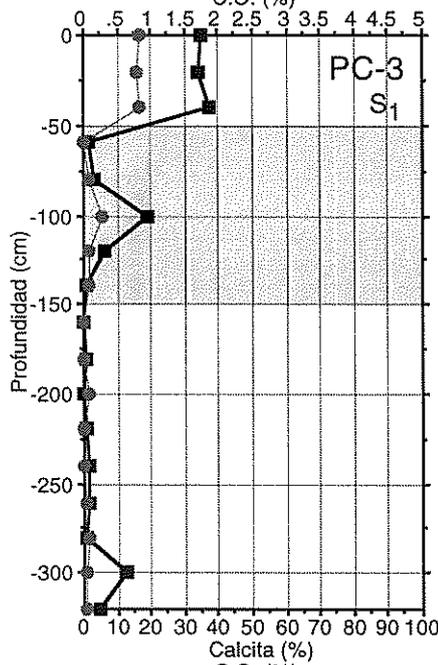
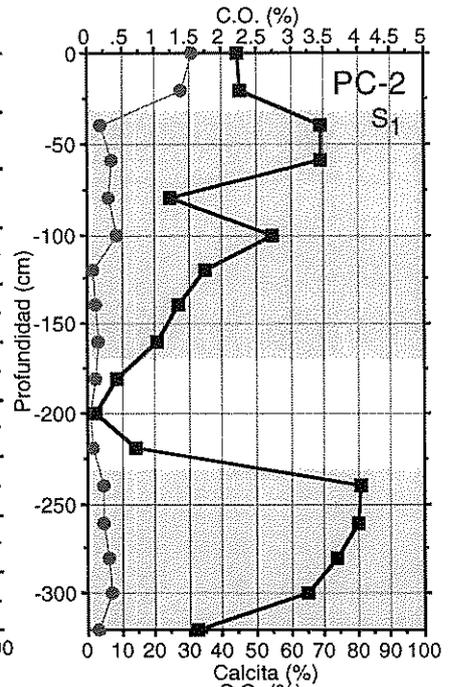
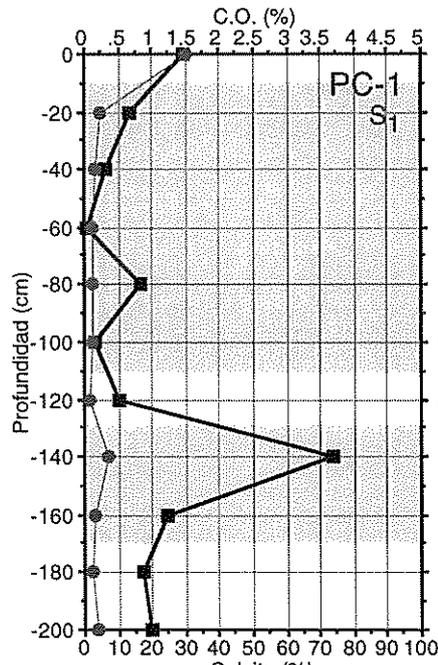
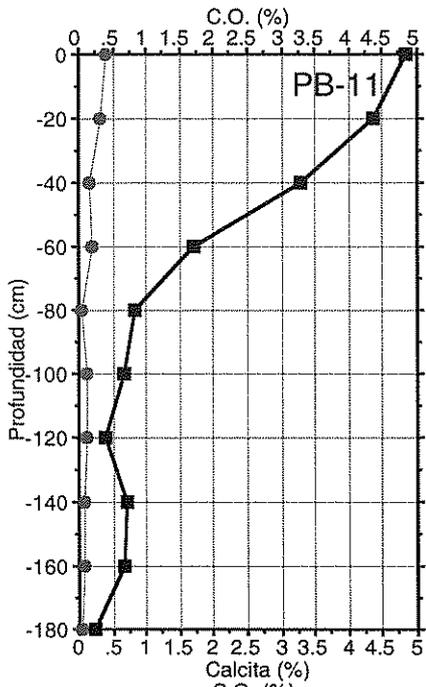
Calcita

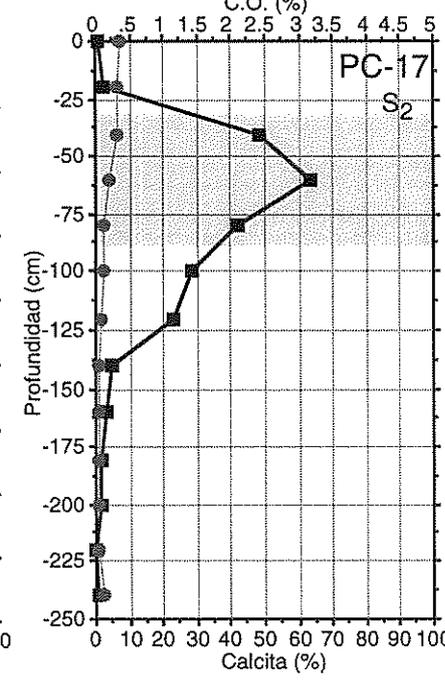
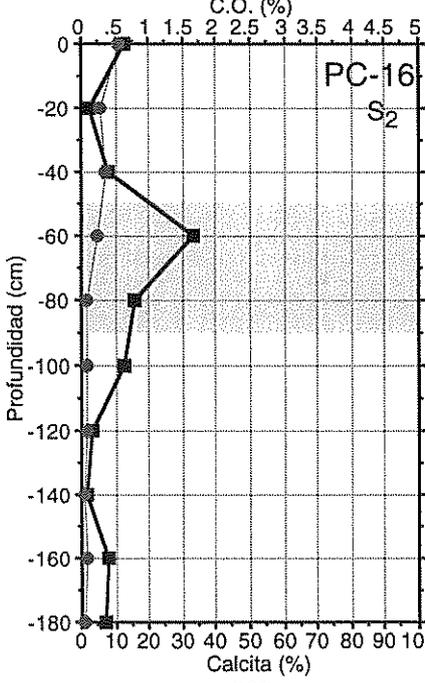
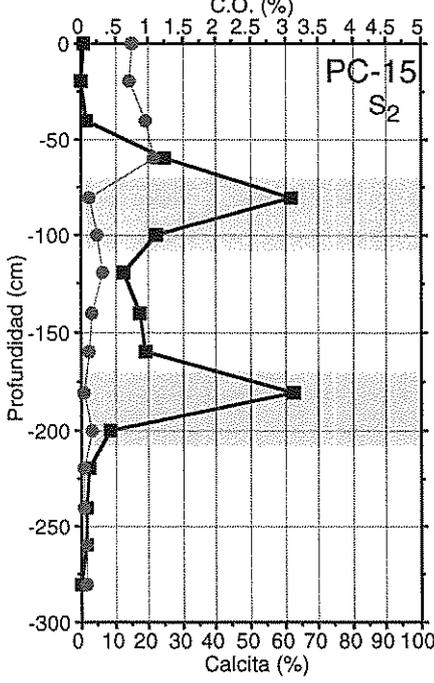
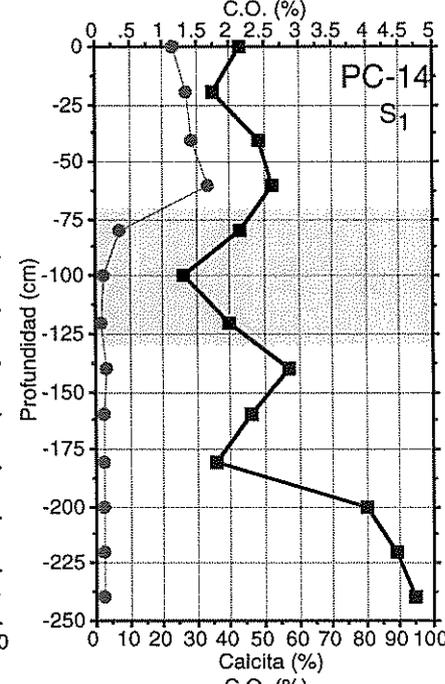
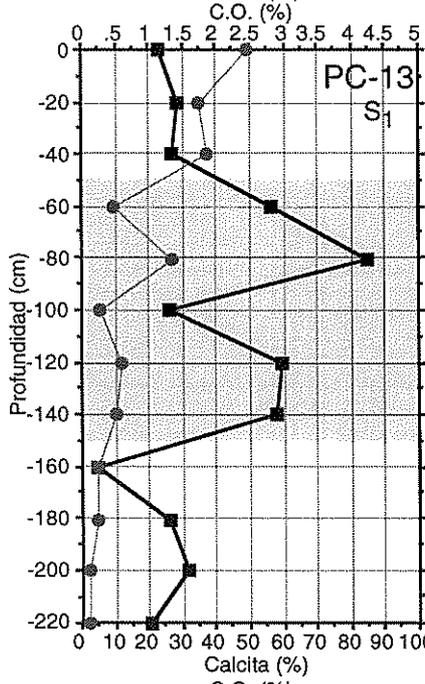
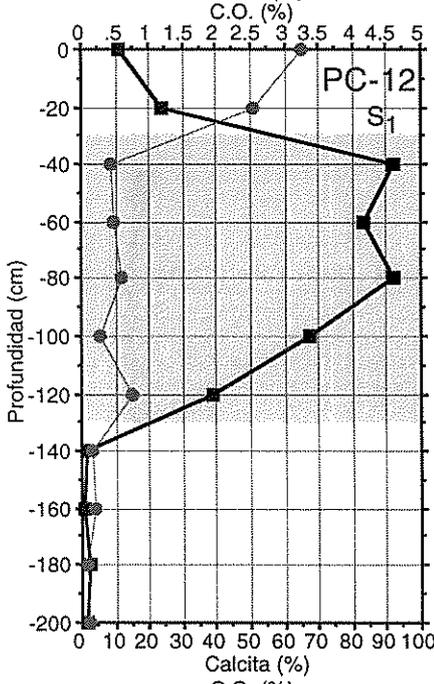
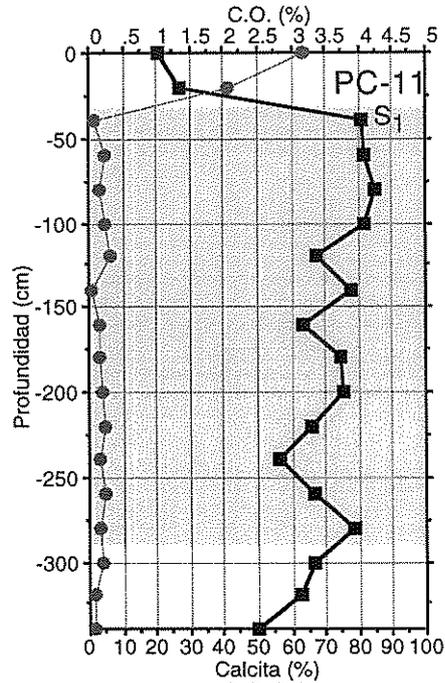
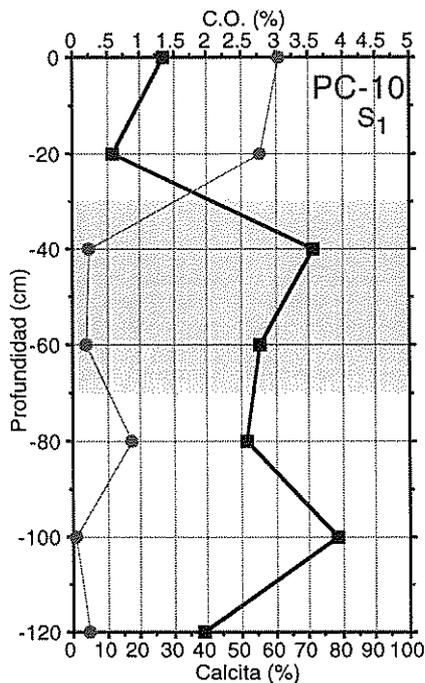
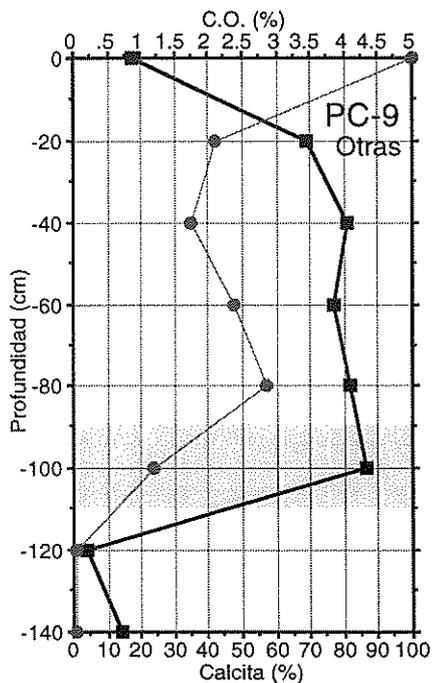


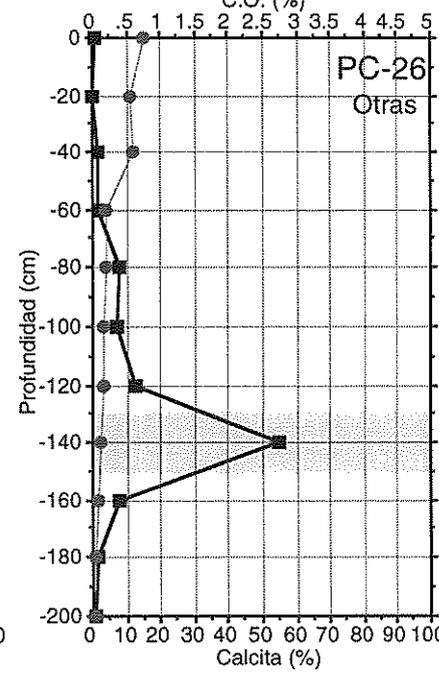
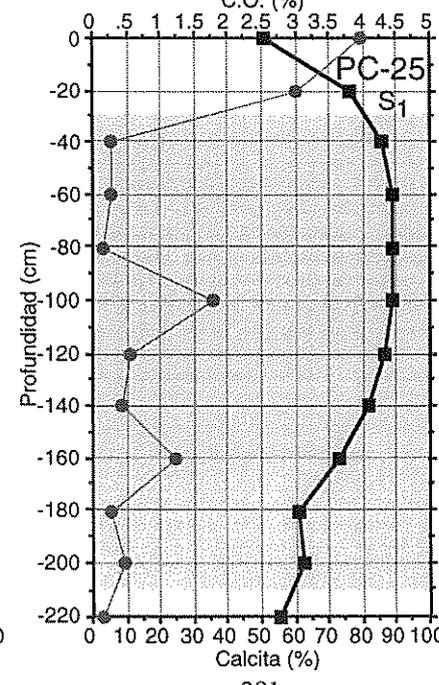
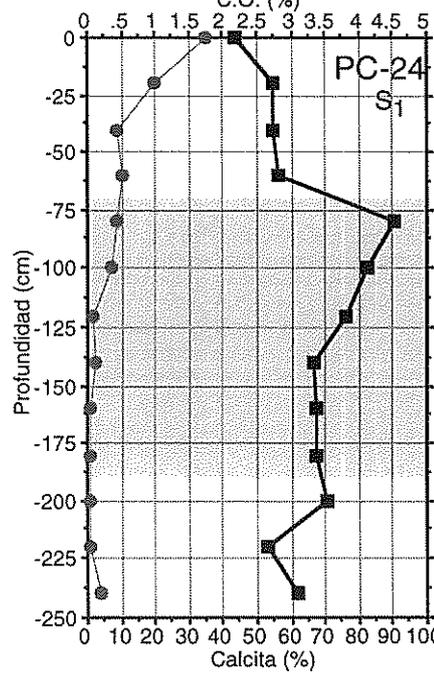
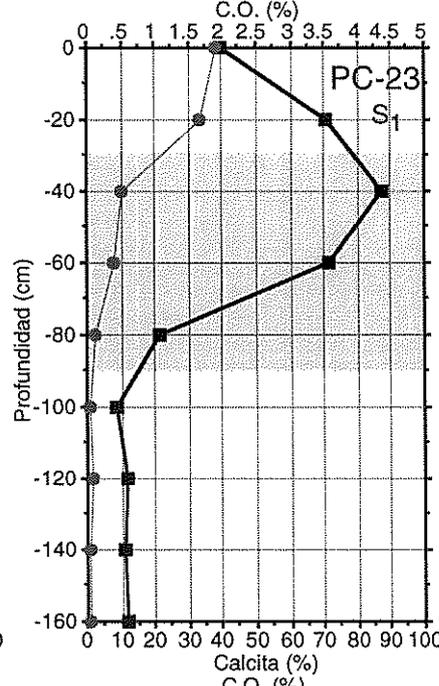
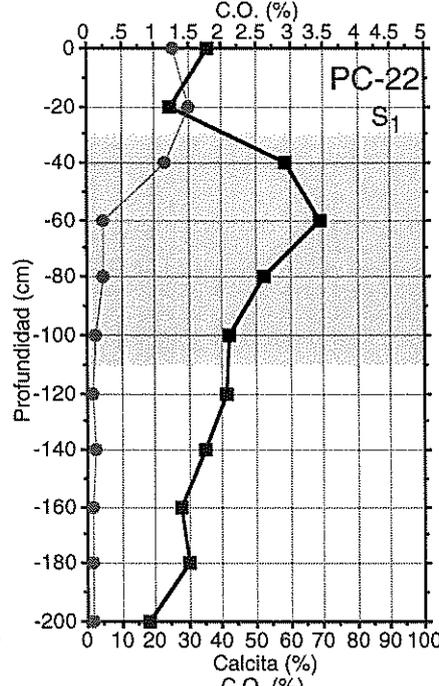
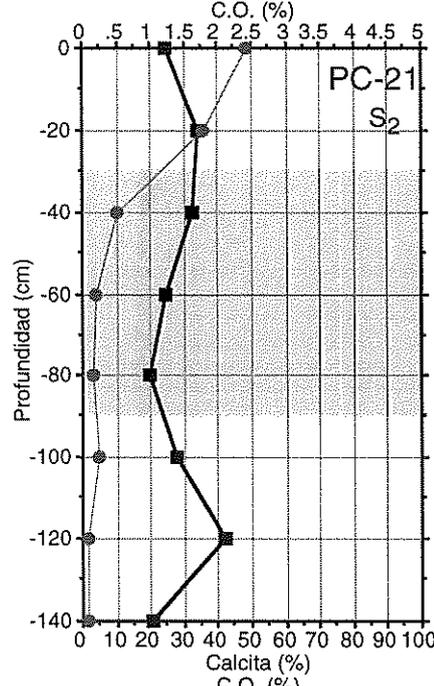
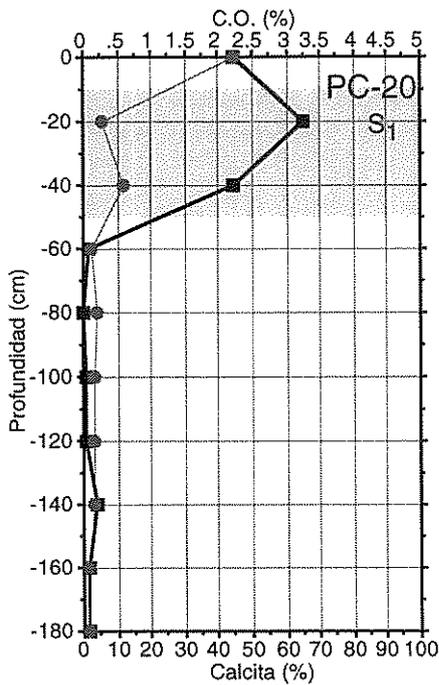
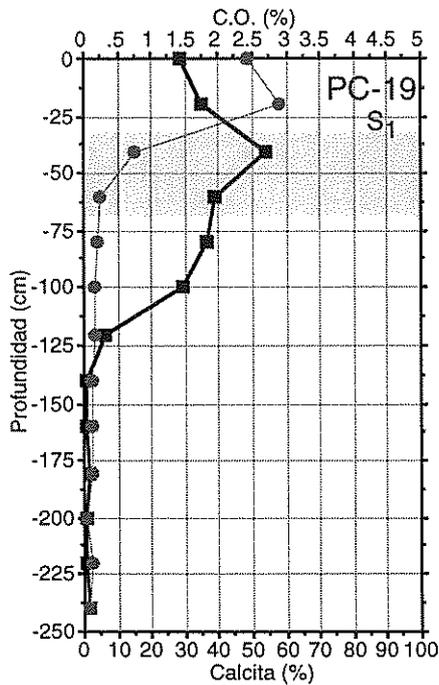
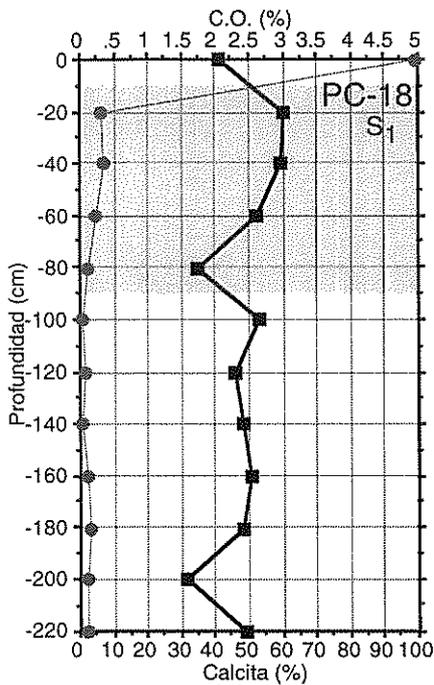
Horizonte petrocálcico

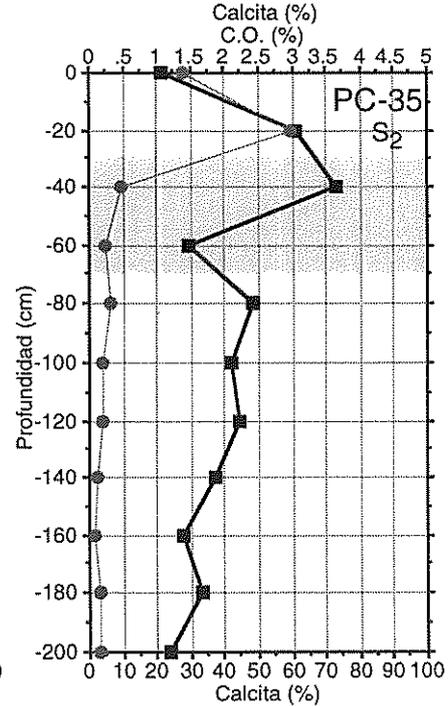
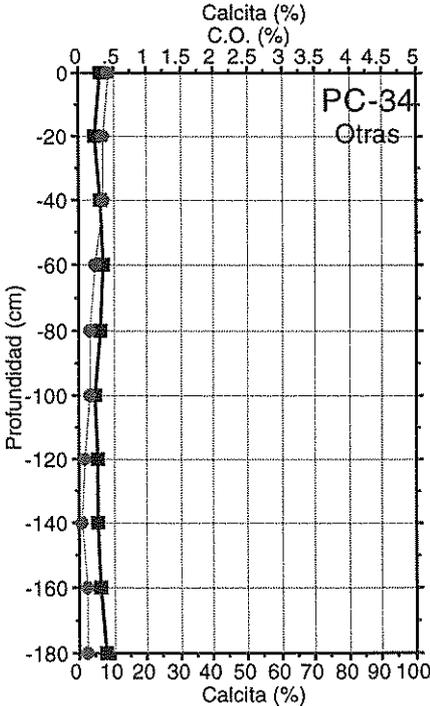
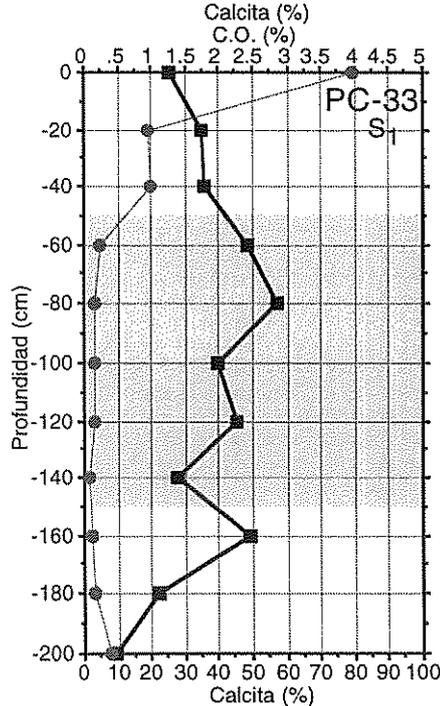
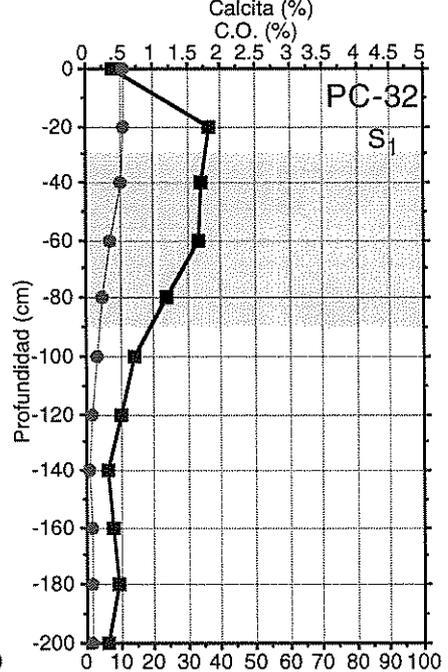
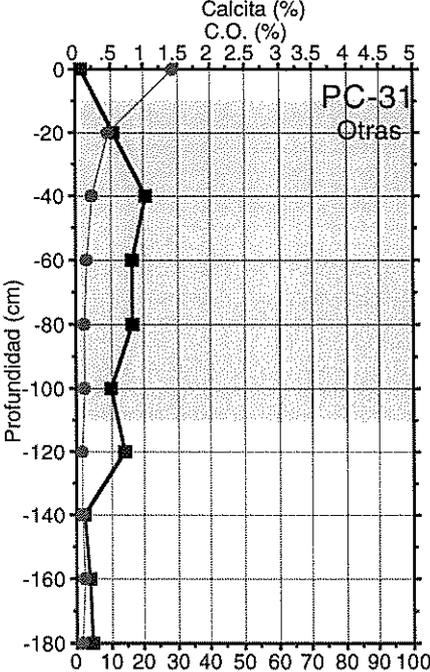
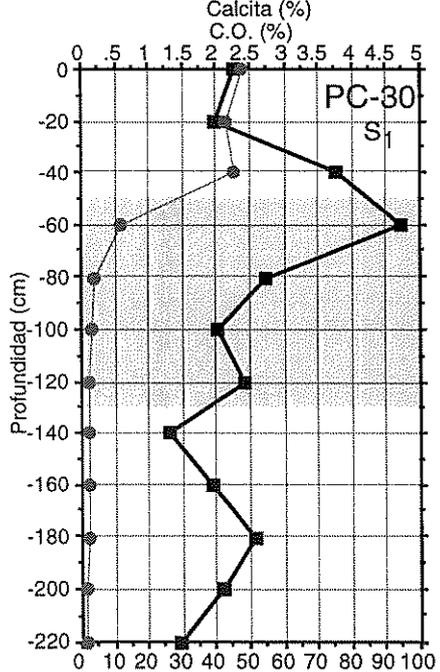
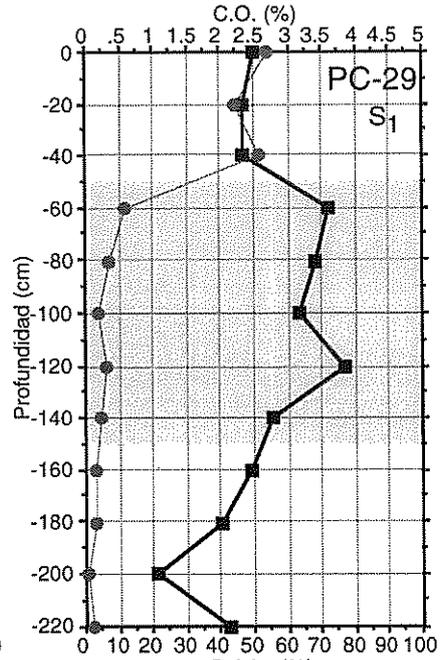
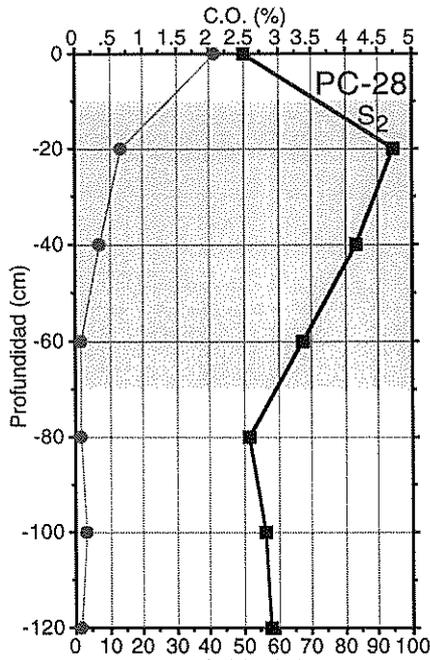
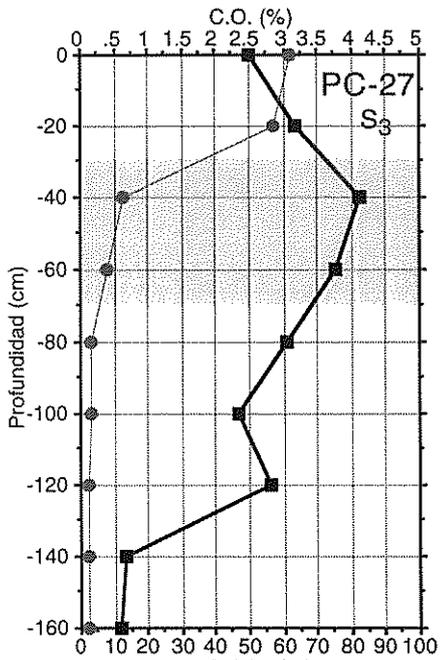


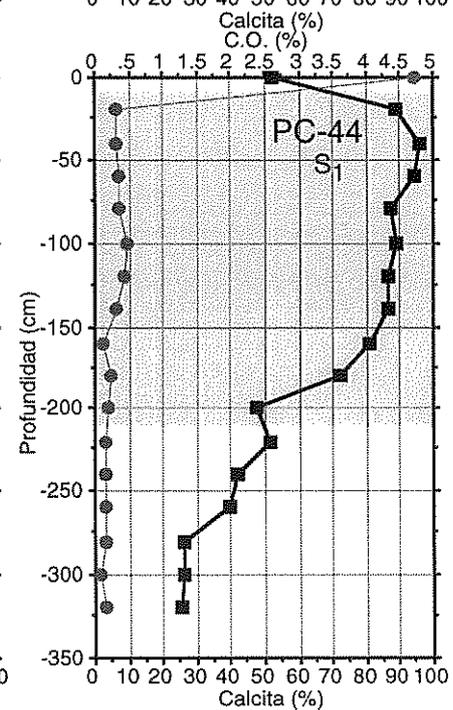
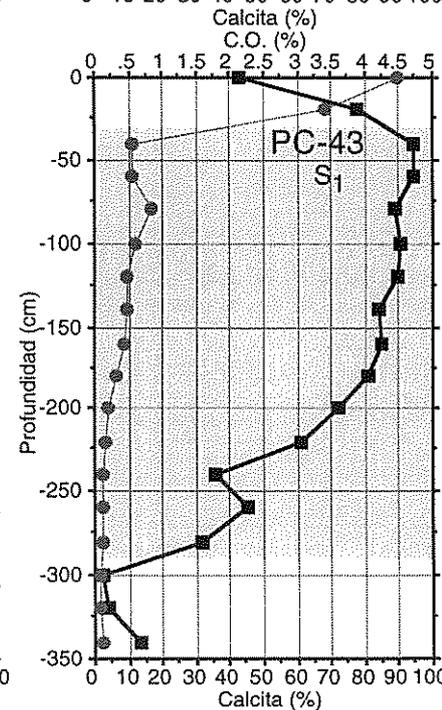
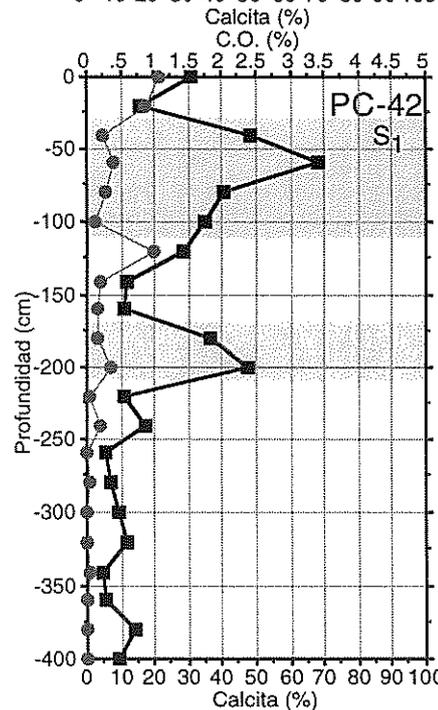
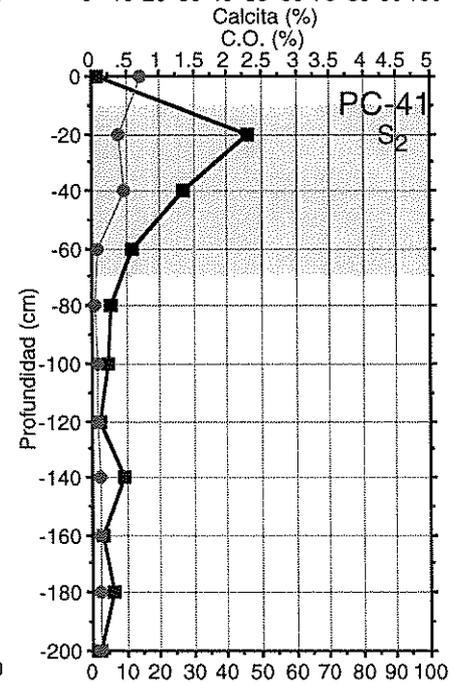
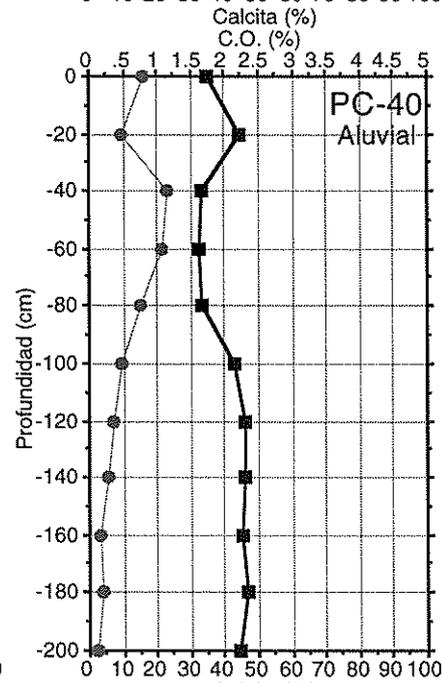
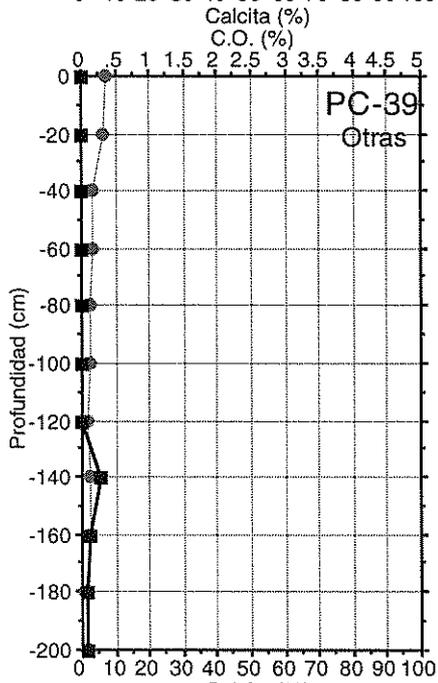
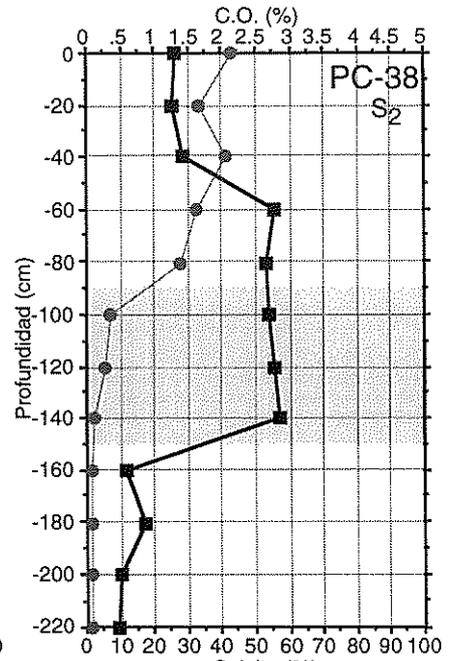
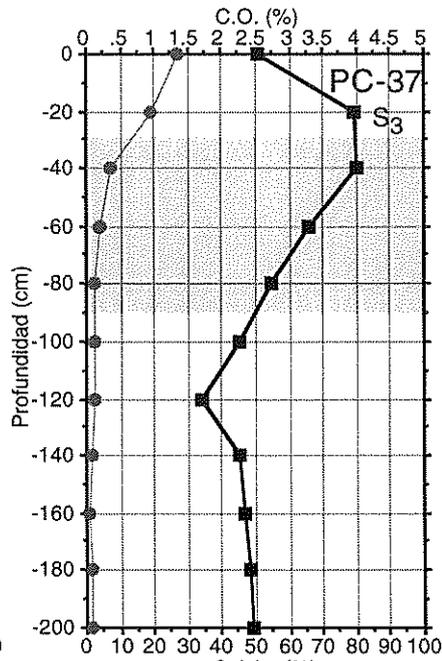
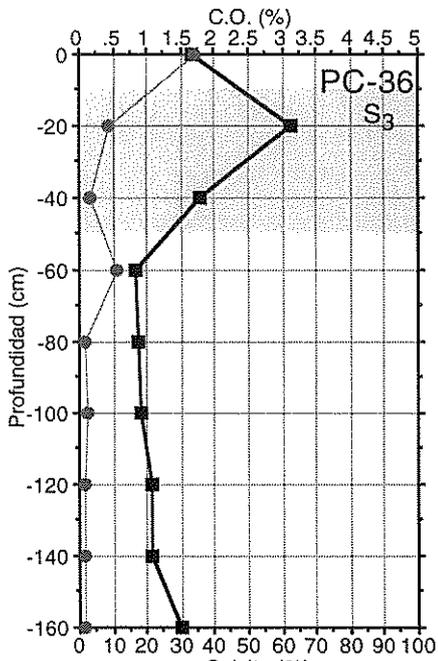


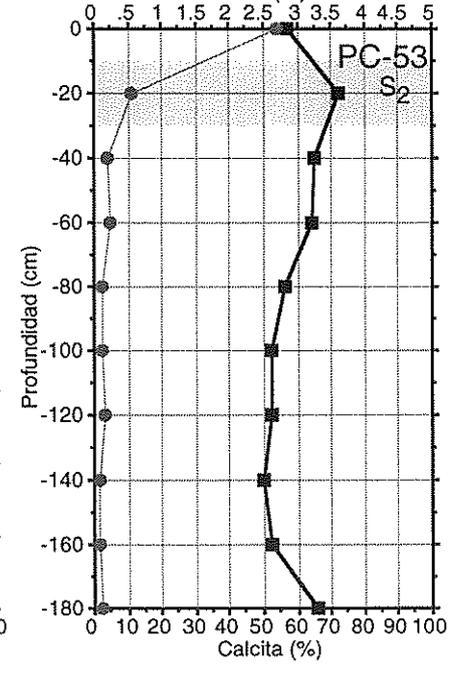
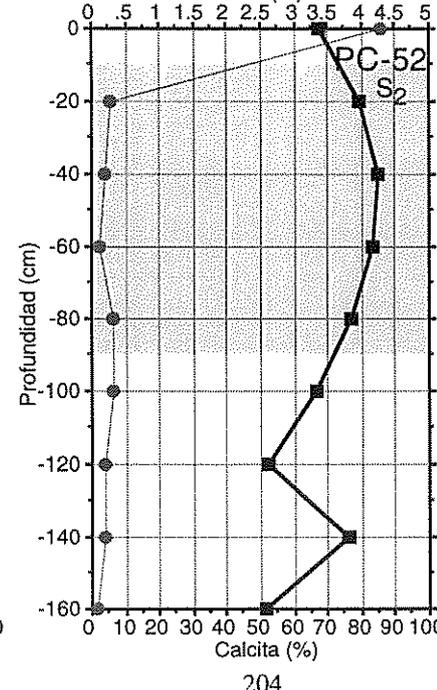
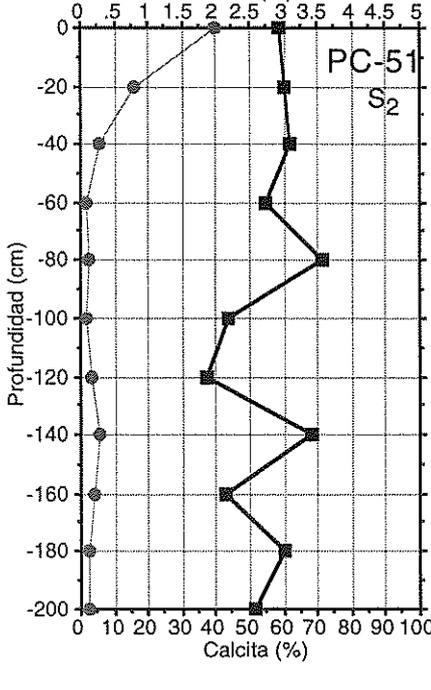
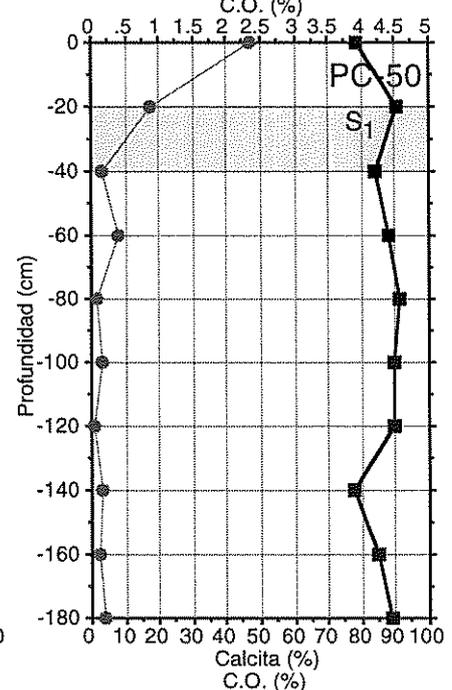
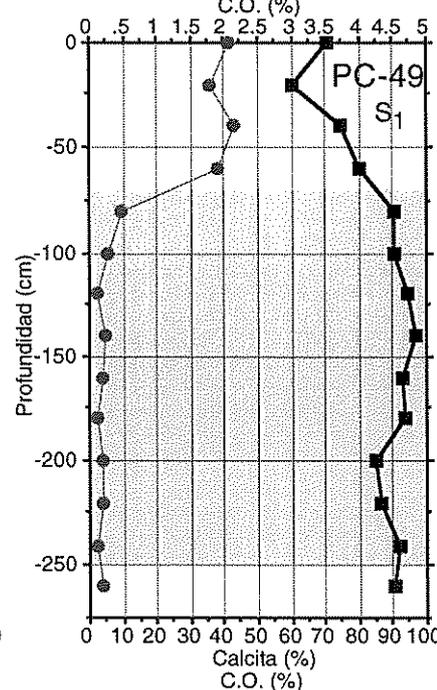
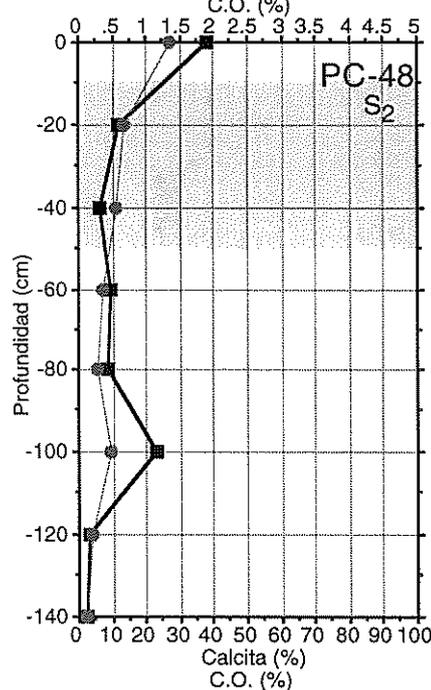
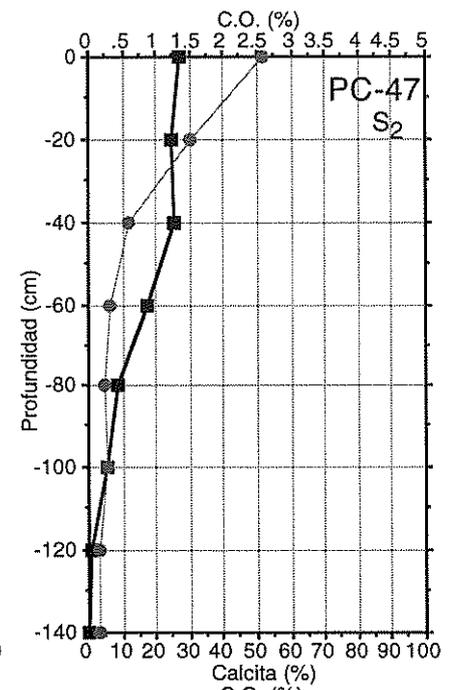
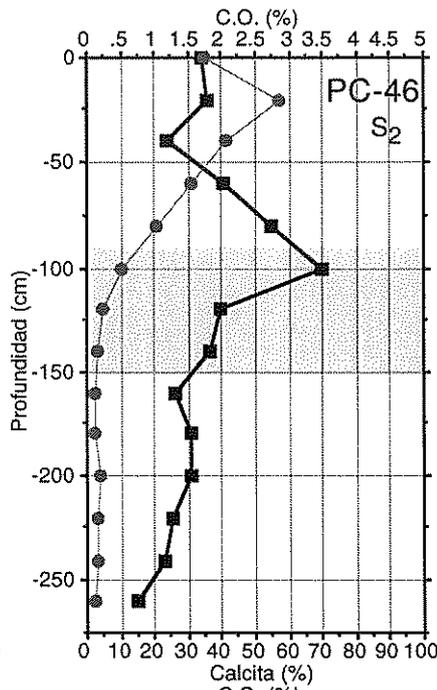
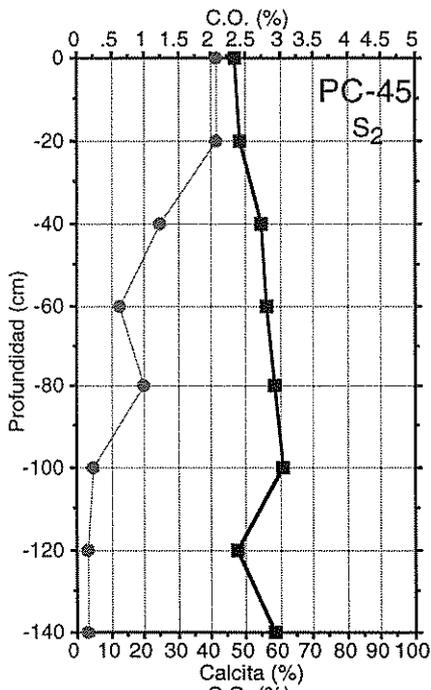


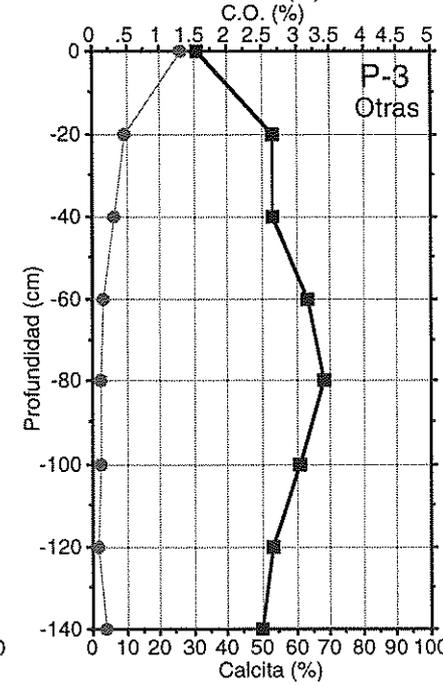
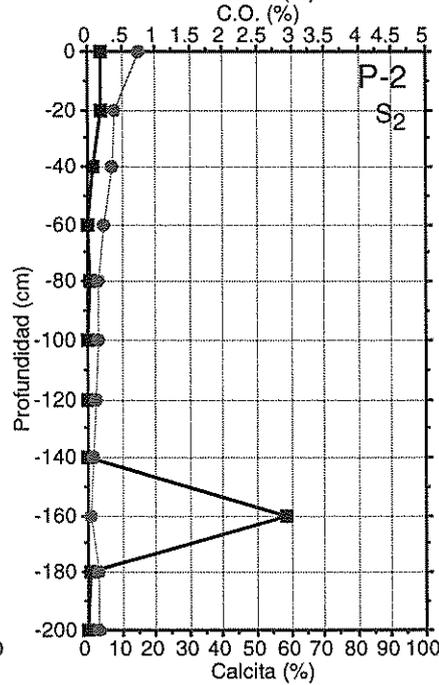
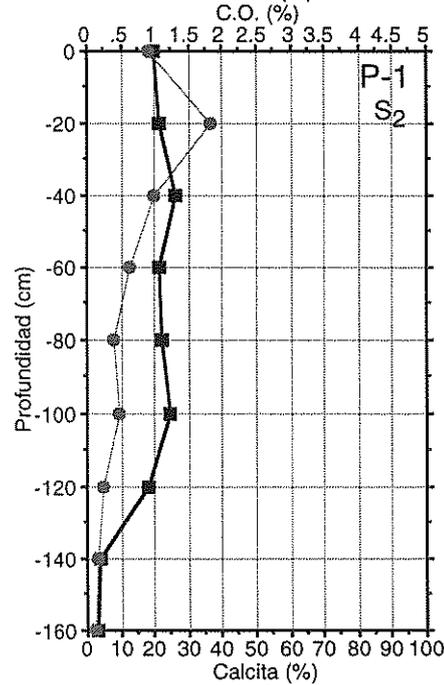
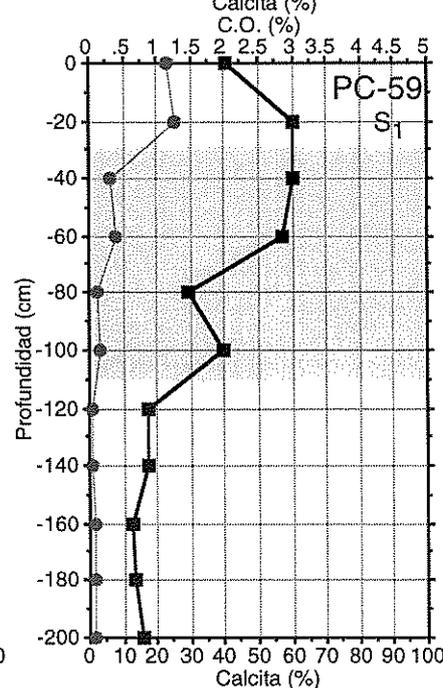
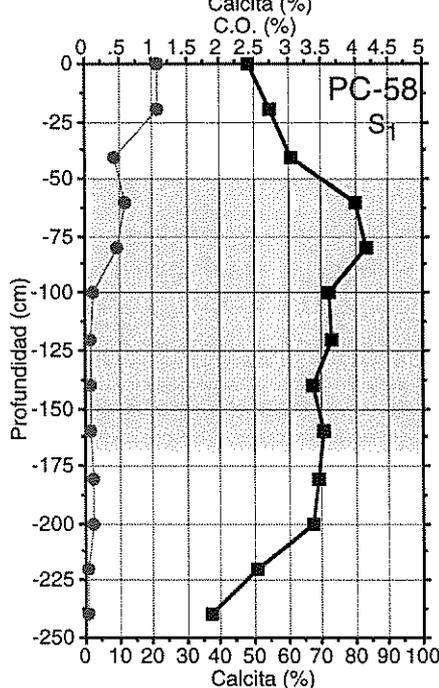
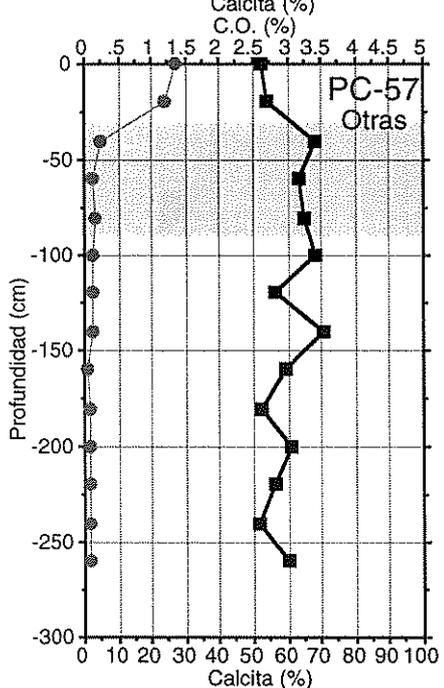
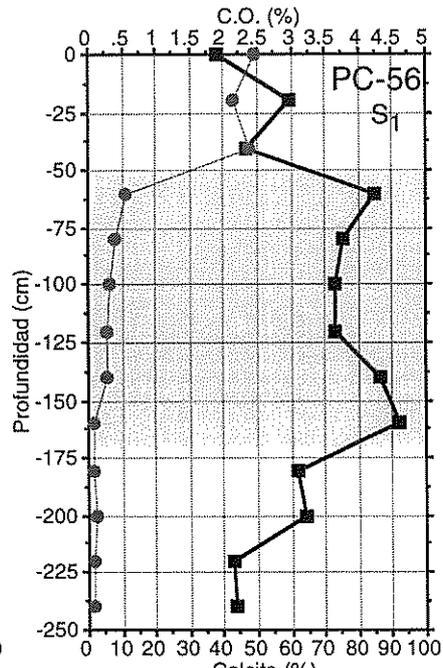
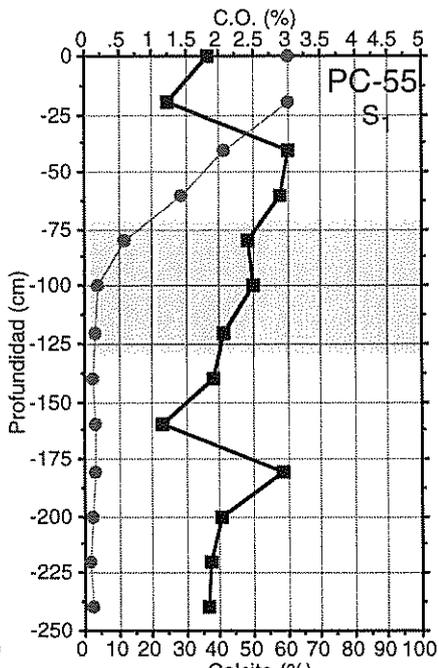
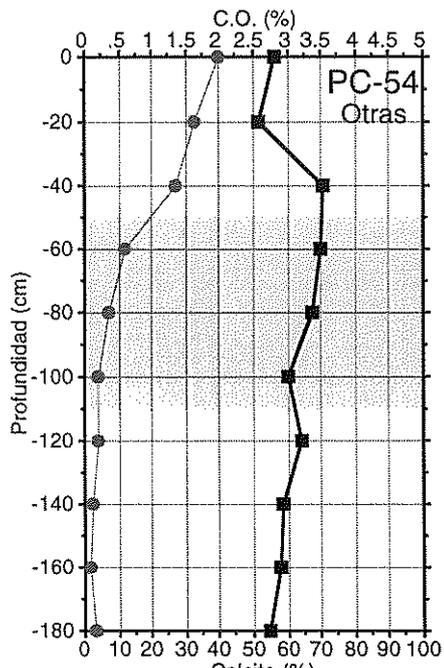












A N E X O 7: CARBONO EN LOS PERFILES DEL MUESTREO ESPECIFICO.

Abreviaturas:

C.I. (C.Inorg.) = Carbono Inorgánico

C.O. (C.Org.) = Carbono Orgánico

Cs = Costra

Dey. = Deyección

Gl. = Glacis

Indif. = Indiferenciada

PA = Perfiles de la Unidad aluviales

PB = Perfiles de la Unidad badlands

PC = Perfiles de la Unidad glácis (con costra)

| Perfil | Unidad Geomorfológica | perfil íntegro (kg/m ²) | | | para el solum (kg/m ²) | | | para 2 m perfil (kg/m ²) | | |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|-------|---------|------------------------------------|-------|---------|--------------------------------------|-------|---------|
| | | C.O. | C.I. | C.Total | C.O. | C.I. | C.Total | C.O. | C.I. | C.Total |
| PA-1 | Aluvial subactual | 8.9 | 12.9 | 21.8 | 8.1 | 11.1 | 19.1 | 12.2 | 20.2 | 32.4 |
| PA-2 | Aluvial subactual | 9.0 | 11.0 | 20.0 | 6.1 | 8.6 | 14.7 | 15.0 | 14.4 | 29.4 |
| PA-3 | Aluvial (2ªterrazza) | 10.9 | 35.0 | 45.9 | 8.8 | 28.4 | 37.2 | 13.6 | 35.0 | 48.5 |
| PA-4 | Aluvial subactual | 16.2 | 123.1 | 139.3 | 13.3 | 84.0 | 97.3 | 21.4 | 177.7 | 199.1 |
| PA-5 | Aluvial (3ªterrazza) | 8.7 | 77.7 | 86.4 | 6.8 | 51.4 | 58.2 | 7.8 | 76.6 | 84.4 |
| PA-6 | Aluvial subactual | 15.8 | 88.7 | 104.4 | 11.1 | 56.2 | 67.4 | 19.6 | 108.7 | 128.3 |
| PA-7 | Aluvial ? | 25.0 | 149.7 | 174.7 | 18.4 | 77.7 | 96.2 | 22.0 | 115.1 | 137.1 |
| PA-8 | Aluvial(conjunción 2 glacis) | 7.3 | 12.5 | 19.8 | 5.5 | 9.5 | 15.0 | 7.0 | 12.2 | 19.2 |
| PB-1 | Badland evolucionado | 9.5 | 25.7 | 35.2 | 4.2 | 6.7 | 10.8 | 9.5 | 25.7 | 35.2 |
| PB-2 | Badland evolucionado | 7.7 | 0.6 | 8.4 | 3.5 | 0.2 | 3.6 | 7.7 | 0.6 | 8.4 |
| PB-3 | Badland evolucionado | 9.5 | 8.1 | 17.6 | 3.8 | 1.5 | 5.2 | 10.3 | 8.2 | 18.6 |
| PB-4 | Badland evolucionado | 7.1 | 20.5 | 27.6 | 2.5 | 1.1 | 3.6 | 7.2 | 24.5 | 31.7 |
| PB-5 | Badland evolucionado | 8.3 | 9.4 | 17.7 | 4.5 | 2.7 | 7.2 | 9.6 | 12.3 | 21.9 |
| PB-6 | Badland evolucionado | 9.2 | 236.9 | 246.1 | 5.6 | 71.3 | 76.9 | 10.4 | 297.3 | 307.7 |
| PB-7 | Badland evolucionado | 3.7 | 92.7 | 96.4 | 1.9 | 31.6 | 33.5 | 5.6 | 151.5 | 157.2 |
| PB-8 | Badland evolucionado | 5.4 | 70.4 | 75.7 | 1.9 | 41.9 | 43.8 | 9.0 | 79.4 | 88.4 |
| PB-9 | Badland evolucionado | 3.3 | 7.4 | 10.7 | 1.1 | 3.2 | 4.3 | 4.2 | 10.6 | 14.8 |
| PB-10 | Badland evolucionado | 7.8 | 2.9 | 10.7 | 5.2 | 2.2 | 7.3 | 9.1 | 3.3 | 12.4 |
| PB-11 | Badland evolucionado | 3.9 | 5.3 | 9.2 | 1.8 | 3.4 | 5.2 | 4.0 | 5.4 | 9.4 |
| PC-1 | Glacis superior S1 | 6.3 | 65.9 | 72.2 | 2.1 | 6.8 | 9.0 | 6.3 | 65.9 | 72.2 |
| PC-2 | Glacis superior S1 | 16.6 | 304.2 | 320.8 | 5.3 | 35.1 | 40.3 | 11.6 | 157.7 | 169.3 |
| PC-3 | Glacis superior S1 | 6.4 | 41.3 | 47.7 | 4.5 | 23.4 | 27.9 | 5.8 | 32.9 | 38.8 |
| PC-4 | Glacis superior S1 | 10.9 | 202.0 | 212.9 | 1.1 | 4.2 | 5.3 | 10.1 | 193.9 | 204.0 |
| PC-5 | Glacis superior S1 | 5.6 | 56.8 | 62.3 | 2.0 | 9.6 | 11.6 | 4.8 | 42.2 | 47.0 |
| PC-6 | Glacis superior S1 | 13.2 | 82.7 | 95.9 | 6.9 | 29.4 | 36.3 | 13.2 | 82.7 | 95.9 |
| PC-7 | Glacis medio S2 | 3.5 | 44.2 | 47.8 | 1.7 | 16.3 | 18.0 | 4.4 | 55.7 | 60.0 |
| PC-8 | Glacis superior S1(raíz) | 10.8 | 69.7 | 80.5 | 3.5 | 1.9 | 5.4 | 11.9 | 83.2 | 95.2 |
| PC-9 | Pie de monte (Indiferenciado) | 24.9 | 115.1 | 139.9 | 17.4 | 102.1 | 119.5 | 19.7 | 155.1 | 174.8 |
| PC-10 | Glacis superior S1 | 12.7 | 113.3 | 126.0 | 8.3 | 13.7 | 22.0 | 15.6 | 175.9 | 191.5 |
| PC-11 | Cono dey.(ápice glacis S1) | 15.7 | 491.0 | 506.8 | 6.4 | 27.9 | 34.3 | 11.4 | 295.5 | 306.9 |
| PC-12 | Glacis superior S1 | 19.3 | 176.9 | 196.2 | 9.3 | 27.8 | 37.1 | 19.3 | 176.9 | 196.2 |
| PC-13 | Glacis superior S1 | 23.0 | 140.3 | 163.3 | 12.9 | 31.5 | 44.4 | 22.9 | 138.9 | 161.8 |
| PC-14 | Glacis superior S1 | 12.6 | 230.5 | 243.1 | 9.5 | 41.7 | 51.2 | 11.7 | 133.0 | 144.7 |
| PC-15 | Glacis medio S2 | 10.8 | 63.2 | 73.9 | 9.2 | 21.2 | 30.4 | 10.3 | 62.1 | 72.4 |
| PC-16 | Glacis medio S2 | 3.6 | 19.7 | 23.4 | 3.4 | 15.6 | 18.9 | 3.7 | 22.5 | 26.2 |
| PC-17 | Glacis medio S2 | 5.5 | 94.9 | 100.4 | 2.4 | 12.2 | 14.6 | 5.3 | 94.6 | 99.9 |
| PC-18 | Glacis superior S1 | 6.7 | 106.2 | 112.8 | 4.3 | 15.0 | 19.4 | 6.6 | 100.5 | 107.0 |
| PC-19 | Glacis superior S1 | 11.9 | 61.8 | 73.7 | 7.6 | 19.6 | 27.2 | 11.5 | 61.4 | 73.0 |
| PC-20 | Glacis superior S1 | 5.8 | 42.6 | 48.4 | 2.0 | 14.2 | 16.2 | 5.9 | 43.2 | 49.1 |
| PC-21 | Glacis medio S2 | 6.6 | 31.5 | 38.2 | 6.2 | 17.7 | 23.9 | 6.9 | 40.2 | 47.1 |
| PC-22 | Glacis superior S1 | 10.8 | 138.3 | 149.0 | 6.2 | 21.8 | 28.0 | 10.8 | 138.3 | 149.0 |
| PC-23 | Glacis superior S1 | 7.4 | 96.7 | 104.1 | 4.2 | 29.4 | 33.6 | 7.7 | 106.6 | 114.3 |
| PC-24 | Glacis superior S1 | 10.1 | 162.8 | 172.8 | 8.2 | 70.5 | 78.7 | 9.4 | 131.8 | 141.2 |
| PC-25 | Glacis superior S1 | 30.2 | 370.0 | 400.1 | 10.7 | 47.7 | 58.3 | 29.6 | 349.6 | 379.2 |
| PC-26 | Glacis superior sin cs (Indif.) | 6.5 | 29.9 | 36.4 | 6.1 | 17.3 | 23.4 | 6.5 | 29.9 | 36.4 |
| PC-27 | Glacis inferior S3 | 9.0 | 87.2 | 96.2 | 6.4 | 28.6 | 35.0 | 9.8 | 96.9 | 106.7 |
| PC-28 | Glacis medio S2 | 3.8 | 72.5 | 76.3 | 2.2 | 17.6 | 19.7 | 4.0 | 91.1 | 95.2 |
| PC-29 | Glacis superior S1 | 15.1 | 119.7 | 134.8 | 12.2 | 35.5 | 47.7 | 15.0 | 117.5 | 132.6 |
| PC-30 | Glacis superior S1 | 11.9 | 120.0 | 131.9 | 9.5 | 46.0 | 55.5 | 11.8 | 114.9 | 126.6 |
| PC-31 | Glacis superior sin cs (Indif.) | 5.2 | 29.6 | 34.8 | 4.1 | 16.5 | 20.7 | 5.3 | 30.7 | 36.1 |
| PC-32 | Glacis superior S1 | 4.1 | 38.0 | 42.1 | 1.8 | 10.7 | 12.5 | 4.1 | 38.0 | 42.1 |
| PC-33 | Glacis superior S1 | 10.8 | 131.7 | 142.5 | 6.5 | 23.2 | 29.7 | 10.8 | 131.7 | 142.5 |
| PC-34 | Glacis superior sin cs (Indif.) | 3.3 | 1.2 | 4.5 | 2.7 | 0.7 | 3.4 | 3.4 | 1.3 | 4.7 |
| PC-35 | Glacis medio S2 | 10.7 | 84.2 | 94.9 | 8.0 | 27.8 | 35.8 | 10.7 | 84.2 | 94.9 |
| PC-36 | Glacis inferior S3 | 4.6 | 52.3 | 56.9 | 2.6 | 15.3 | 17.9 | 5.0 | 74.8 | 79.8 |
| PC-37 | Glacis inferior S3 | 4.6 | 91.0 | 95.6 | 3.4 | 34.3 | 37.7 | 4.6 | 91.0 | 95.6 |
| PC-38 | Glacis medio S2 | 19.9 | 106.6 | 126.5 | 18.0 | 50.3 | 68.2 | 19.8 | 105.4 | 125.2 |

| Perfil | Unidad Geomorfológica | perfil íntegro (kg/m ²) | | | para el solum (kg/m ²) | | | para 2 m perfil (kg/m ²) | | |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|-------|---------|------------------------------------|-------|---------|--------------------------------------|-------|---------|
| | | C.O. | C.I. | C.Total | C.O. | C.I. | C.Total | C.O. | C.I. | C.Total |
| PC-39 | Glacis superior sin cs (Indif.) | 3.1 | 2.3 | 5.5 | 2.5 | 0.1 | 2.6 | 3.1 | 2.3 | 5.5 |
| PC-40 | Depresión endorreica (Aluv.) | 18.9 | 187.4 | 206.2 | 13.2 | 66.4 | 79.6 | 18.9 | 187.4 | 206.2 |
| PC-41 | Glacis medio S2 | 4.4 | 32.5 | 36.9 | 1.6 | 8.7 | 10.3 | 4.4 | 32.5 | 36.9 |
| PC-42 | Glacis superior S1 | 9.4 | 126.5 | 135.9 | 3.2 | 16.9 | 20.0 | 9.2 | 114.5 | 123.7 |
| PC-43 | Glacis superior S1 | 22.7 | 379.8 | 402.5 | 6.7 | 26.8 | 33.5 | 20.3 | 311.9 | 332.3 |
| PC-44 | Glacis superior S1 | 15.7 | 384.1 | 399.9 | 4.4 | 25.3 | 29.8 | 13.4 | 315.3 | 328.8 |
| PC-45 | Glacis medio S2 | 5.2 | 71.6 | 76.8 | 4.6 | 43.4 | 48.0 | 7.0 | 156.1 | 163.1 |
| PC-46 | Glacis medio S2 | 22.8 | 137.8 | 160.3 | 18.9 | 59.8 | 78.7 | 21.4 | 113.2 | 134.6 |
| PC-47 | Glacis medio S2 | 12.6 | 35.3 | 47.8 | 10.9 | 32.9 | 43.7 | 13.9 | 35.6 | 49.5 |
| PC-48 | Glacis medio S2 | 8.6 | 25.5 | 34.1 | 2.6 | 7.8 | 10.4 | 9.6 | 28.3 | 37.9 |
| PC-49 | Glacis superior S1 | 16.3 | 195.3 | 211.6 | 13.8 | 71.8 | 85.6 | 15.3 | 134.0 | 149.3 |
| PC-50 | Glacis superior S1 | 6.4 | 144.3 | 150.7 | 3.5 | 26.0 | 29.5 | 6.6 | 154.4 | 161.0 |
| PC-51 | Glacis medio S2 | 6.5 | 155.8 | 162.3 | 5.8 | 114.6 | 120.4 | 6.5 | 155.8 | 162.3 |
| PC-52 | Glacis medio S2 | 5.5 | 132.7 | 138.3 | 5.3 | 108.8 | 114.1 | 6.1 | 180.7 | 186.8 |
| PC-53 | Glacis medio S2 | 3.7 | 112.8 | 116.6 | 3.2 | 77.2 | 80.4 | 4.2 | 143.4 | 147.6 |
| PC-54 | Indiferenciado | 6.3 | 86.3 | 92.5 | 4.6 | 19.3 | 23.8 | 6.5 | 94.5 | 101.0 |
| PC-55 | Glacis superior S1 | 13.6 | 61.8 | 75.4 | 12.5 | 24.1 | 36.6 | 13.5 | 54.3 | 67.7 |
| PC-56 | Glacis superior S1 | 15.4 | 169.8 | 185.1 | 11.9 | 32.7 | 44.6 | 15.2 | 157.0 | 172.2 |
| PC-57 | Indiferenciado | 5.5 | 121.0 | 126.4 | 4.9 | 66.4 | 71.3 | 5.2 | 96.3 | 101.5 |
| PC-58 | Glacis superior S1 | 7.9 | 162.7 | 170.6 | 6.9 | 59.0 | 65.9 | 7.6 | 124.5 | 132.1 |
| PC-59 | Glacis superior S1 | 5.4 | 81.8 | 87.2 | 1.7 | 7.9 | 9.6 | 5.4 | 81.8 | 87.2 |
| P-1 | Glacis medio S2 | 14.8 | 51.8 | 66.7 | 14.1 | 48.7 | 62.8 | 15.5 | 54.7 | 70.2 |
| P-2 | Glacis medio S2 | 6.4 | 31.4 | 37.8 | 4.9 | 3.1 | 8.0 | 6.4 | 31.4 | 37.8 |
| P-3 | Indiferenciado | 6.8 | 180.2 | 187.0 | 5.9 | 135.2 | 141.1 | 8.9 | 244.8 | 253.6 |

A N E X O 8: ANALISIS ISOTOPICOS.

Abreviaturas:

13Cc = Isótopo del Carbono en la Calcita
13Cd = Isótopo del Carbono en la Dolomita
18Oc = Isótopo del Oxígeno en la Calcita
18Od = Isótopo del Oxígeno en la Dolomita
agr.cem. = Agregados cementados
Ar. = Areniscas
Ar.-lut. = Areniscas lutíticas
Bétic. = Bético
Cs.C. = Costra conglomerática
Cs.L. = Costra laminar
Cs.M. = Costra masiva
Cs.P. = Costra pulverulenta
Cs/R. = Costra o roca (generalmente conglomerados)
G.med. = Grava media
H. A (B, C, D) = Hipótesis A (B, C o D)

H. p. = Hipótesis de partida
Indet. = Indeterminado
Lut. = Lutitas
M. = Margas
Mc.-y = Margocalizas con yesos
PA = Perfiles de la Unidad aluviales
PB = Perfiles de la Unidad badlands
PC = Perfiles de la Unidad glacia (con costra)
Proc. = Procedencia
Prof. = Profundidad
R.-dol. = Roca (dolomías)
R.-k.l. = Roca (calizas lacustres)
R.-sbv. = Roca (subvolcánicas)
Subb. = Subbético

| Perfil | Prof. | Tipo mat. | Tierra fina | | | | G R A V A S | | | | | | % E D A F I C O | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|-------|-------|------|------|-------|------|
| | | | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | Proc. | G.med | H. p. | H. A | H. B | H. C | H.D | Suelo | Subs |
| PA-3 | 0 | | -4.6 | -3.2 | -1.2 | 2.9 | -0.3 | | | | | | 55.7 | 47.1 | | 34.2 | 44.2 | 34.4 | 11.6 |
| PA-3 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-3 | 40 | | -4.3 | -3.2 | -1.3 | 3.8 | -0.3 | | | | | | 51.3 | 43.4 | | 31.5 | 40.7 | | |
| PA-3 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-3 | 80 | | -1.5 | -4.2 | -0.1 | -2.2 | -0.3 | | | | | | 15.2 | 12.9 | | 9.4 | 12.1 | | |
| PA-3 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-3 | 120 | | -1.4 | -4.0 | -0.2 | -2.0 | -0.3 | | | | | | 13.7 | 11.6 | | 8.4 | 10.8 | | |
| PA-3 | 140 | Mc.-y. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-3 | 160 | Mc.-y. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-4 | 0 | | -3.0 | -4.1 | -1.5 | -2.5 | -2.9 | | | | | | 2.5 | 2.0 | | 1.3 | 1.8 | 9.5 | 0.0 |
| PA-4 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-4 | 40 | | -3.4 | -4.4 | -1.8 | -1.4 | -2.9 | | | | | | 8.8 | 6.9 | | 4.5 | 6.3 | | |
| PA-4 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-4 | 80 | | -4.2 | -4.8 | -2.1 | -0.2 | -2.9 | | | | | | 24.9 | 19.5 | | 12.8 | 17.9 | | |
| PA-4 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-4 | 120 | | -2.9 | -4.3 | -1.3 | -2.0 | -2.9 | | | | | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | |
| PA-4 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 0 | | -3.9 | -4.6 | -1.2 | -1.9 | -0.3 | | | | | | 46.2 | 39.0 | | 28.4 | 36.6 | 30.3 | 9.8 |
| PA-5 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 40 | | -3.4 | -4.7 | -0.7 | -1.9 | -0.3 | | | | | | 39.9 | 33.7 | | 24.5 | 31.6 | | |
| PA-5 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 80 | | -2.0 | -4.5 | -0.2 | -2.5 | -0.3 | | | | | | 21.5 | 18.2 | | 13.2 | 17.0 | | |
| PA-5 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 120 | | -1.3 | -4.2 | 0.2 | -2.3 | -0.3 | | | | | | 12.2 | 10.3 | | 7.5 | 9.7 | | |
| PA-5 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 160 | | -1.2 | -4.1 | -0.1 | -2.6 | -0.3 | | | | | | 11.1 | 9.3 | | 6.8 | 8.8 | | |
| PA-5 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 200 | M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA-5 | 220 | M. | | | | | -6.5 | 0.3 | | | | | - | | | - | | | |
| PB-1 | 0 | | -5.2 | -4.9 | | | -2.7 | | | | | | 47.9 | 37.9 | | 25.2 | 34.8 | 46.2 | 22.2 |
| PB-1 | 20 | Lut. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB-1 | 40 | Ar. | -6.3 | -5.3 | | | -2.7 | | | | | | 68.8 | 54.5 | | 36.2 | 50.0 | | |
| PB-1 | 60 | Ar. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB-1 | 80 | Lut. | -6.3 | -6.5 | | | -2.7 | | | | | | 67.7 | 53.6 | | 35.6 | 49.2 | | |
| PB-1 | 100 | Lut. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB-1 | 120 | Ar.-lut. | -4.9 | -6.0 | -2.1 | -3.1 | -2.7 | | | | | | 42.5 | 33.6 | | 22.3 | 30.9 | | |
| PB-1 | 140 | Ar. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB-1 | 160 | Ar. | -2.7 | -4.1 | | | -2.7 | | | | | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | |
| PB-1 | 180 | Ar. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB-1 | 200 | Ar. | -2.8 | -4.5 | | | -2.7 | | | | | | 1.9 | 1.5 | | 1.0 | 1.4 | | |
| PC-4 | 0 | | -7.3 | -7.9 | -4.7 | -6.2 | -0.4 | | | | | -1.0 | 90.7 | 84.1 | 82.9 | 55.5 | 71.8 | 84.1 | 93.0 |
| PC-4 | 20 | Cs.L. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-4 | 40 | Cs.L. | -7.1 | -9.9 | | | -0.4 | | | | | -1.0 | 88.1 | 81.6 | 80.3 | 53.9 | 69.7 | | |
| PC-4 | 60 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-4 | 80 | Cs.M. | -8.4 | -7.6 | -6.4 | -7.5 | -0.4 | | | | | -1.0 | 105.3 | 97.5 | 97.4 | 64.4 | 83.3 | | |
| PC-4 | 100 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-4 | 120 | Cs.C. | -8.0 | -7.1 | -5.4 | -7.0 | -0.4 | | | | | -1.0 | 100.0 | 92.6 | 92.1 | 61.2 | 79.1 | | |
| PC-4 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-4 | 160 | | -8.6 | -8.0 | -1.2 | -5.7 | -0.4 | -6.9 | 0.2 | -5.3 | Betic | -1.0 | 107.9 | 100.0 | 100.0 | 66.0 | 85.4 | | |
| PC-4 | 180 | Cs/R. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-8 | 0 | | -5.5 | -4.8 | 2.8 | 0.0 | -1.0 | | | | | -1.0 | 64.4 | 64.4 | 64.4 | 38.2 | 50.1 | 74.4 | 90.6 |
| PC-8 | 20 | Cs.L. | -6.9 | -9.2 | 0.7 | -1.9 | -1.0 | | | | | -1.0 | 84.3 | 84.3 | 84.3 | 50.1 | 65.6 | | |
| PC-8 | 40 | R.-dol. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-8 | 60 | R.-dol. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-8 | 80 | R.-dol. | -8.0 | -8.9 | 2.2 | -0.2 | -1.0 | | | | | -1.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 59.3 | 77.8 | | |
| PC-8 | 100 | R.-dol. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-8 | 120 | R.-dol. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-8 | 140 | R.-dol. | -6.9 | -8.8 | 2.0 | -0.4 | -1.0 | | | | | -1.0 | 84.3 | 84.3 | 84.3 | 50.0 | 65.6 | | |
| PC-8 | 160 | R.-dol. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-9 | 140 | R.-dol. | | | | | -1.8 | -9.0 | 1.5 | 0.0 | Subb. | | | | | | | | |

| Perfil | Prof. | Tipo mat. | Tierra fina | | | | G R A V A S | | | | | % E D A F I C O | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | | | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | Proc. | G.med | H. p. | H. A | H. B | H. C | H.D | Suelo | Subs |
| PC-41 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-41 | 140 | | -7.1 | -6.9 | | | -0.6 | -8.3 | | | Betic | -1.0 | 87.8 | 82.2 | 81.4 | 53.2 | 69.1 | | |
| PC-41 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-41 | 180 | | -6.9 | -5.5 | | | -0.6 | | | | | -1.0 | 85.1 | 79.7 | 78.7 | 51.6 | 67.0 | | |
| PC-41 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 0 | | -7.5 | -8.1 | -2.0 | -4.7 | 0.9 | | | | | -1.0 | 94.4 | 81.6 | 77.4 | 61.4 | 77.1 | 76.3 | 76.7 |
| PC-42 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 40 | Cs.L. | -6.4 | -8.2 | 1.0 | -3.0 | 0.9 | | | | | -1.0 | 82.1 | 70.9 | 64.4 | 53.4 | 67.0 | | |
| PC-42 | 60 | Cs.C. | -7.2 | -8.1 | -4.4 | -5.3 | 0.9 | | | | | -1.0 | 91.0 | 78.7 | 73.9 | 59.2 | 74.4 | | |
| PC-42 | 80 | Cs.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 100 | Cs.C. | -5.7 | -7.1 | 1.3 | -2.4 | 0.9 | | | | | -1.0 | 74.2 | 64.1 | 56.1 | 48.3 | 60.6 | | |
| PC-42 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 160 | | -8.1 | -7.5 | -1.2 | -3.2 | 0.9 | | | | | -1.0 | 101.1 | 87.4 | 84.6 | 65.7 | 82.6 | | |
| PC-42 | 180 | Cs.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 200 | Cs.C. | -8.8 | -7.0 | -1.9 | -3.9 | 0.9 | -7.4 | 1.7 | -0.2 | Betic | -1.0 | 109.0 | 94.2 | 92.9 | 70.8 | 89.0 | | |
| PC-42 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 240 | | -6.3 | -5.8 | -3.0 | -4.2 | 0.9 | | | | | -1.0 | 80.9 | 70.0 | 63.2 | 52.6 | 66.1 | | |
| PC-42 | 260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 300 | | -3.8 | -5.2 | 0.8 | -3.3 | 0.9 | | 2.0 | -2.7 | | -1.0 | 52.9 | 45.7 | 33.5 | 34.4 | 43.2 | | |
| PC-42 | 320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 340 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-42 | 380 | | -9.4 | -6.5 | 0.8 | -3.4 | -2.0 | -7.8 | 1.1 | -3.6 | Betic | -1.0 | 123.3 | 100.0 | 100.0 | 68.5 | 92.5 | | |
| PC-42 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 70.8 | 79.0 |
| PC-43 | 20 | | -8.8 | -7.3 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 110.4 | 72.5 | 72.5 | 67.9 | 87.6 | | |
| PC-43 | 40 | Cs.L. | -8.4 | -6.8 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 105.2 | 69.1 | 69.1 | 64.7 | 83.4 | | |
| PC-43 | 60 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 80 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 100 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 120 | Cs.M. | -7.9 | -5.5 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 98.7 | 64.8 | 64.8 | 60.7 | 78.3 | | |
| PC-43 | 140 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 160 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 180 | Cs.P. | -8.3 | -6.0 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 103.9 | 68.3 | 68.3 | 63.9 | 82.4 | | |
| PC-43 | 200 | Cs.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 220 | Cs.P. | -8.0 | -5.2 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 100.0 | 65.7 | 65.7 | 61.5 | 79.3 | | |
| PC-43 | 240 | Cs.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 260 | Cs.P. | -10.6 | -6.8 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 134.0 | 88.0 | 88.0 | 82.3 | 106.2 | | |
| PC-43 | 280 | Cs.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 300 | R.-sbv. | -12.0 | -3.9 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 152.2 | 100.0 | 100.0 | 93.6 | 120.7 | | |
| PC-43 | 320 | R.-sbv. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-43 | 340 | R.-sbv. | -11.1 | -5.4 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 140.5 | 92.3 | 92.3 | 86.4 | 111.4 | | |
| PC-44 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 88.1 |
| PC-44 | 20 | Cs.L. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 40 | Cs.M. | -8.1 | -7.4 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 101.3 | 83.8 | 83.8 | 62.3 | 80.3 | | |
| PC-44 | 60 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 80 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 100 | Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 120 | Cs.P. | -8.7 | -6.6 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 109.1 | 90.3 | 90.3 | 67.1 | 86.5 | | |
| PC-44 | 140 | Cs.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 160 | Cs.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 180 | Cs.P. | -8.1 | -5.6 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 101.3 | 83.8 | 83.8 | 62.3 | 80.3 | | |
| PC-44 | 200 | agr. pv. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 220 | | -9.6 | -6.8 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 120.9 | 100.0 | 100.0 | 74.3 | 95.9 | | |
| PC-44 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 260 | | -7.3 | -4.5 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 90.9 | 75.2 | 75.2 | 55.8 | 72.0 | | |
| PC-44 | 280 | R.-sbv. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 300 | R.-sbv. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-44 | 320 | R.-sbv. | -9.2 | -5.6 | | | -0.3 | | | | | -0.3 | 115.7 | 95.7 | 95.7 | 71.1 | 91.7 | | |
| PC-46 | 0 | | -6.8 | -4.8 | -1.2 | -2.7 | 2.3 | | | | | -1.0 | 88.3 | 83.4 | 76.4 | 60.1 | 73.9 | 90.0 | 86.7 |

| Perfil Prof. | Tipo mat. | Tierra fina | | | | G R A V A S | | | | | % E D A F I C O | | | | | | | |
|--------------|-----------|-------------|------|------|------|-------------|-------|------|------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| | | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | 13Cc | 18Oc | 13Cd | 18Od | Proc. G.med | H. p. | H. A | H. B | H. C | H.D | Suelo | Subs | |
| PC-46 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-46 | 40 | -6.3 | -5.0 | -0.3 | -2.2 | 2.3 | | | | | -1.0 | 83.4 | 78.8 | 69.8 | 56.8 | 69.8 | | |
| PC-46 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-46 | 80 | -8.7 | -6.3 | -5.4 | -3.9 | 2.3 | | | | | -1.0 | 106.8 | 100.9 | 101.3 | 72.8 | 89.4 | | |
| PC-46 | 100 Cs.L. | -8.3 | -7.8 | -7.4 | -5.7 | 2.3 | | | | | -1.0 | 102.9 | 97.2 | 96.1 | 70.1 | 86.1 | | |
| PC-46 | 120 Cs.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-46 | 140 Cs.M. | -7.4 | -5.3 | -0.5 | -2.3 | 2.3 | | | | | -1.0 | 94.1 | 88.9 | 84.3 | 64.1 | 78.8 | | |
| PC-46 | 160 | | | | | 2.3 | -4.9 | | | Subb. | | | | | | | | |
| PC-46 | 180 | -7.2 | -5.4 | -1.8 | -1.3 | 2.3 | | | | | -1.0 | 92.2 | 87.1 | 81.6 | 62.8 | 77.1 | | |
| PC-46 | 200 | | | | | -7.2 | -9.3 | | | Kl | | | | | | | | |
| PC-46 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-46 | 240 | -6.3 | -5.1 | -0.9 | -1.6 | 2.3 | | | | | -1.0 | 83.4 | 78.8 | 69.8 | 56.8 | 69.8 | | |
| PC-46 | 260 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-53 | 0 | -8.1 | -6.7 | -6.5 | -5.2 | 2.3 | | | | | -0.3 | 101.0 | 99.0 | 98.7 | 68.8 | 84.5 | 85.4 | 25.0 |
| PC-53 | 20 | -8.2 | -6.1 | | | 2.3 | | | | | -0.3 | 101.9 | 100.0 | 100.0 | 69.5 | 85.3 | | |
| PC-53 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-53 | 60 | -6.5 | -5.4 | | | 2.3 | | | | | -0.3 | 85.4 | 83.7 | 78.4 | 58.2 | 71.5 | | |
| PC-53 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-53 | 100 | -4.6 | -5.0 | -3.5 | -3.9 | 2.3 | | | | | -0.3 | 66.9 | 65.6 | 54.2 | 45.6 | 56.0 | | |
| PC-53 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-53 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-53 | 160 | -2.6 | -4.2 | | | 2.3 | -8.0 | | | Subb. | -0.3 | 47.4 | 46.5 | 28.8 | 32.3 | 39.6 | | |
| PC-53 | 180 M. | -5.5 | -6.9 | -4.4 | -5.8 | -5.4 | -8.0 | -5.2 | -6.9 | Kl | -5.4 | 3.8 | 3.6 | 3.6 | 1.4 | 2.2 | | |
| PC-58 | 0 | -6.9 | -5.9 | -5.4 | -4.7 | -2.2 | | | | | -0.3 | 81.0 | 70.1 | 76.6 | 44.3 | 60.2 | 70.9 | 69.3 |
| PC-58 | 20 | -7.0 | -5.6 | | | -2.2 | | | | | -0.3 | 82.7 | 71.6 | 77.8 | 45.2 | 61.5 | | |
| PC-58 | 40 | -6.9 | -5.8 | | | -2.2 | | | | | -0.3 | 81.0 | 70.1 | 76.6 | 44.3 | 60.2 | | |
| PC-58 | 60 Cs.L. | -7.0 | -6.9 | -7.0 | -5.4 | -2.2 | | | | | -0.3 | 82.7 | 71.6 | 77.8 | 45.2 | 61.5 | | |
| PC-58 | 80 Cs.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-58 | 100 Cs.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-58 | 120 Cs.C. | -8.9 | -6.8 | -4.1 | -4.8 | -3.2 | -6.1 | -0.7 | -0.5 | Subb. | -0.3 | 118.6 | 100.0 | 100.0 | 59.5 | 83.9 | | |
| PC-58 | 140 Cs.C. | | | | | -1.3 | -6.7 | | | Subb. | | | | | | | | |
| PC-58 | 160 Cs.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-58 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-58 | 200 | -4.2 | -5.1 | -2.6 | -3.4 | -2.2 | | | | | -0.3 | 34.3 | 29.7 | 45.1 | 18.8 | 25.5 | | |
| PC-58 | 220 | -6.9 | -4.8 | | | -2.2 | | | | | -0.3 | 81.0 | 70.1 | 76.6 | 44.3 | 60.2 | | |
| PC-58 | 240 | -7.4 | -5.8 | -5.1 | -4.3 | -2.2 | | | | | -0.3 | 89.6 | 77.6 | 82.5 | 49.0 | 66.6 | | |
| PC-59 | 0 | -8.0 | -7.1 | | | -3.2 | | | | | -0.3 | 100.0 | 84.2 | 89.5 | 49.9 | 70.5 | 82.4 | 52.1 |
| PC-59 | 20 | -7.8 | -7.7 | | | -3.2 | | | | | -0.3 | 95.8 | 80.6 | 87.1 | 47.8 | 67.6 | | |
| PC-59 | 40 Cs.L. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PC-59 | 60 Cs.L. | -6.2 | -9.4 | -3.9 | -7.3 | -3.2 | | | | | -0.3 | 61.5 | 42.5 | 59.4 | 30.7 | 43.4 | | |
| PC-59 | 80 Cs.C. | -10.1 | -8.4 | -3.0 | -7.0 | -3.2 | | | | | -0.3 | 144.6 | 100.0 | 100.0 | 72.1 | 101.9 | | |
| PC-59 | 100 Cs.C. | -5.7 | -6.8 | -4.2 | -6.4 | -3.2 | | | | | -0.3 | 51.9 | 35.9 | 54.7 | 25.9 | 36.6 | | |
| PC-59 | 120 | -5.0 | -7.1 | -1.3 | -6.9 | -3.2 | | | | | -0.3 | 36.6 | 25.3 | 47.3 | 18.3 | 25.8 | | |
| PC-59 | 140 | | | | | -3.2 | | | | | | | | | | | | |
| PC-59 | 160 | -4.4 | -7.0 | -1.6 | -6.9 | -2.1 | -10.0 | | | Betic. | -0.3 | 39.2 | 28.8 | 41.6 | 21.6 | 29.2 | | |
| PC-59 | 180 | | | | | -4.3 | -8.6 | 0.7 | -9.4 | Betic. | | | | | | | | |
| PC-59 | 200 | -3.2 | -6.3 | | | -2.1 | | | | | -0.3 | 18.6 | 13.7 | 29.2 | 10.3 | 13.9 | | |