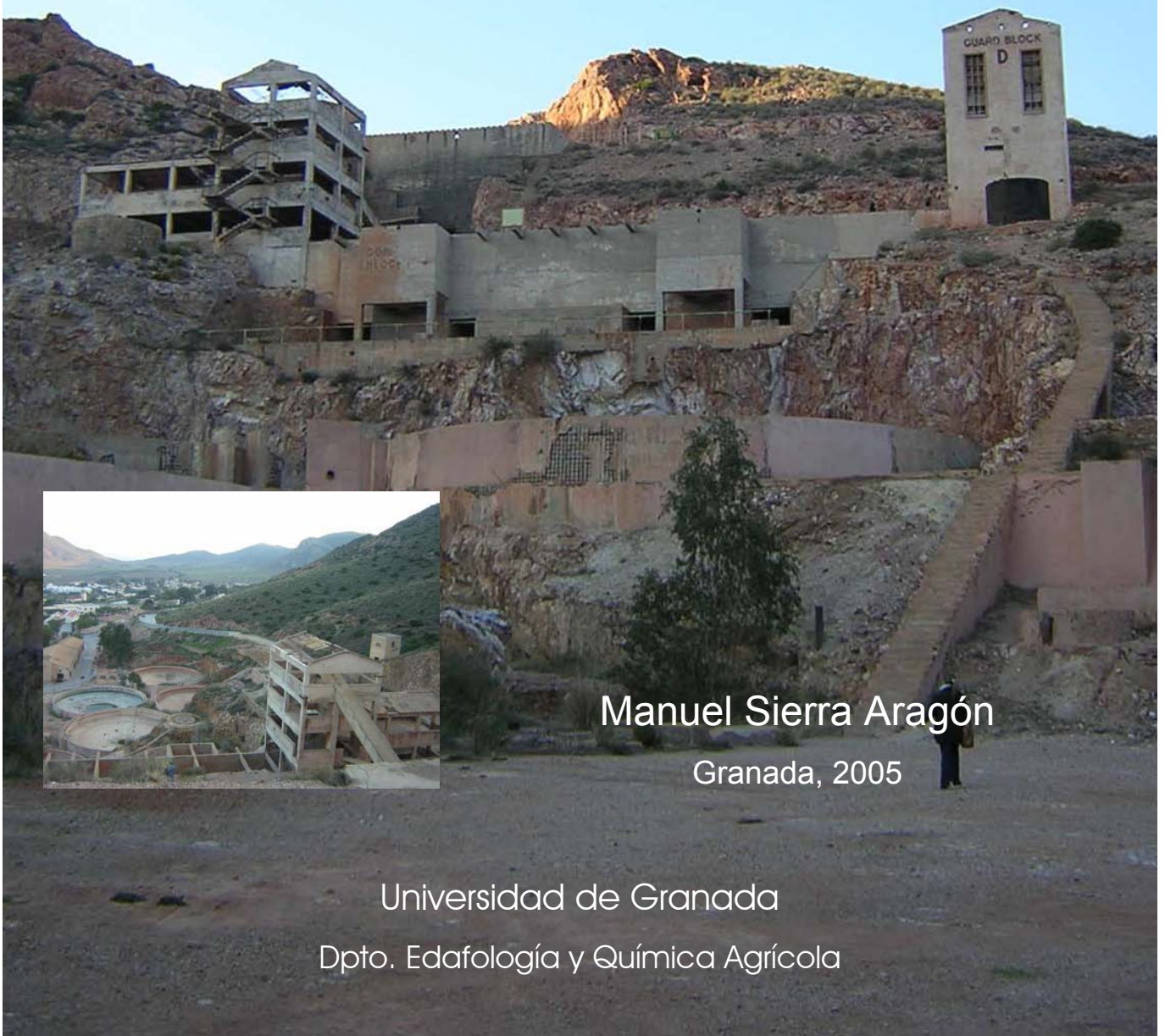


# NIVELES DE METALES PESADOS Y ELEMENTOS ASOCIADOS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA. PARÁMETROS QUE LOS AFECTAN Y RIESGOS DE CONTAMINACIÓN



Manuel Sierra Aragón

Granada, 2005

Universidad de Granada

Dpto. Edafología y Química Agrícola





**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**“NIVELES DE METALES PESADOS Y ELEMENTOS ASOCIADOS EN  
SUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA. PARÁMETROS QUE LOS  
AFECTAN Y RIESGOS DE CONTAMINACIÓN”**

Tesis Doctoral presentada por Manuel Sierra Aragón, licenciado en Farmacia para optar al grado de Doctor en Farmacia.

Fdo. Manuel Sierra Aragón

Directores de la tesis:

Dr. D. José Aguilar Ruiz Catedrático de la Universidad de Granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola

Dr. D. Francisco Javier Martínez Garzón Profesor Titular de la Universidad de Granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola

Fdo. José Aguilar Ruiz

Fdo. Francisco Javier Martínez Garzón



Esta Tesis Doctoral ha sido realizada dentro del convenio específico de colaboración suscrito entre la Consejería de Medioambiente y la Universidad de Granada para la realización del trabajo titulado “DEFINICIÓN DE NIVELES GENÉRICOS DE REFERENCIA PARA ELEMENTOS TRAZA EN LA COMUNIDAD ANDALUZA Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS AFECTADOS POR ESTE TIPO DE CONTAMINANTES”



José Aguilar Ruiz, Catedrático de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada y Francisco Javier Martínez Garzón, Profesor Titular de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada

AUTORIZAN a D. Manuel Sierra Aragón, licenciado en Farmacia, para la presentación del trabajo que con título “NIVELES DE METALES PESADOS Y ELEMENTOS ASOCIADOS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA. PARÁMETROS QUE LOS AFECTAN Y RIESGOS DE CONTAMINACIÓN” ha realizado bajo nuestra dirección como Tesis para optar al grado de Doctor en Farmacia.

Para que conste y a los efectos oportunos en cumplimiento de la legislación vigente, damos nuestra conformidad para la presentación de la mencionada Tesis en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada.

En Granada, a 20 de enero de 2005.

Fdo. José Aguilar Ruiz

Fdo. Francisco Javier Martínez Garzón





## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía por haberme becado para la realización de esta Tesis Doctoral, así como a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía por la financiación del proyecto de investigación nº 2053 "Definición de Niveles de Referencia para Elementos Traza en la Comunidad Andaluza y Procedimiento de Evaluación de Emplazamientos Afectados por este Tipo de Contaminantes" en torno al cual se ha realizado esta memoria.

Quisiera expresar mi agradecimiento hacia mis directores, los profesores Dr. Aguilar Ruiz y Dr. Martínez Garzón, de la Universidad de Granada, con los que ha sido un verdadero placer trabajar y aprender. Gracias por la paciencia que conmigo han tenido y por las horas de trabajo que esta Tesis y yo les hemos quitado.

Gracias al profesor Dr. Sierra Ruiz de la Fuente por la ayuda prestada en el capítulo de edafología y por estar siempre dispuesto a resolverme cuantas dudas le he planteado en cuantos temas han surgido. Gracias a la Dra. Aragón Rueda por su constante apoyo y preocupación por el desarrollo de esta memoria.

También agradezco la ayuda que el profesor Dr. Socorro Abreu (Universidad de Granada) junto con el profesor Dr. Mota Poveda (Universidad de Almería) me han prestado en el capítulo de vegetación.

A los profesores Dr. Martín Ramos, Dr. Roca Roca y Dr. Martín Peinado de la Universidad de Granada, gracias por su colaboración en el capítulo de mineralogía de arcillas.

Le estoy muy agradecido al Dr. Bellver Mancheno, por la ayuda recibida en el capítulo de fondos geoquímicos y por estar siempre dispuesto a resolver las dudas informáticas y geológicas que me han surgido.

Muchas gracias al profesor Dr. Ir. Marc Verloo y al resto de compañeros del Departamento de Química Física Analítica y Aplicada de la Universidad de Gante (Bélgica) por haberme permitido realizar allí una estancia y desarrollar técnicas de fraccionamiento de arsénico.

Agradezco al profesor Dr. Fernández García por compartir conmigo cuanta información me ha sido necesaria para el desarrollo de la tesis.

*Quisiera agradecer a todos los miembros del Departamento de Edafología y Química Agrícola, tanto de Farmacia como de Ciencias, de la Universidad de Granada, por haber hecho este trabajo más liviano gracias a su ayuda y consejos. Gracias a mis compañeros Esteban, Ana, José Francisco, Jesús, María, Paco y Marlon por los buenos ratos que hemos pasado juntos y por los ánimos que de vosotros he recibido.*

*Finalmente, quisiera darle las gracias a mi familia, sobre todo a mis padres por haber estado siempre ahí, aunque no siempre haya sido fácil echarme una mano. Saber que estabais conmigo me ha permitido seguir adelante en las horas bajas.*

*Gracias Lucía por la paciencia que has tenido, sobre todo estos últimos meses, por tu apoyo y palabras de aliento que me han hecho volver cada día al Departamento con renovada energía.*

*A mis directores*

*A mi familia*

*A Lucía*



I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.- OBJETIVOS.....	35
III.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	37
III.1.- Labor de gabinete.....	41
III.2.- Labor de campo.....	42
III.3.- Metodología analítica.....	42
IV.- FACTORES MEDIAMBIENTALES.....	47
IV.1.-Geología y Litología.....	49
IV.2.- Relieve.....	58
IV.3.- Clima.....	64
IV.3.1.- Precipitación.....	64
IV.3.2.- Temperatura.....	66
IV.3.3.- Otros elementos climáticos.....	70
IV.3.4.- Evapotranspiración.....	70
IV.3.5.- Calculo de regímenes de humedad y temperatura.....	71
IV.3.6.- Fichas climáticas.....	72
IV.4.- Vegetación.....	87
IV.4.1.- Series de vegetación climatófilas.....	88
IV.4.2.- Complejos politeselares.....	97
IV.4.3.- Series de vegetación edafohidrífilas.....	101
IV.4.4.- Mapa de vegetación.....	103

IV.5.- Suelos.....	104
IV.5.1.- Grupos y unidades taxonómicas.....	104
IV.5.2.- Mapa de suelos.....	136
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	139
V.1.- Parámetros edáficos.....	141
V.1.1.- Arcilla.....	145
V.1.2.- Carbonato cálcico equivalente.....	155
V.1.3.- pH.....	163
V.1.4.- Materia orgánica.....	171
V.1.5.- Capacidad de intercambio catiónico.....	179
V.1.6.- Hierro libre.....	187
V.1.7.- Consideraciones finales.....	188
V.2.- Elementos traza.....	198
V.2.1.- Distribución espacial de los elementos.....	198
V.2.2.- Extracción secuencial.....	236
V.2.3.- Fondos geoquímicos.....	249
V.2.4.- Niveles genéricos de referencia.....	268
V.2.5.- Protocolo para declarar un suelo como contaminado.....	281
V.2.6.- Estado actual de los suelos de Almería.....	285
VI.- CONCLUSIONES.....	295
VI.- BIBLIGRAFÍA.....	301

# **INTRODUCCIÓN**





La degradación del medio ambiente y sus riesgos son realidades percibidas por sectores sociales cada vez más amplios, lo que ha llevado a que se le preste una mayor atención con objeto de eliminarlos o atenuarlos según las posibilidades de cada caso. El suelo, es una parte fundamental del ecosistema que desempeña funciones básicas en él, ya que sirve de hábitat y soporte de seres humanos, flora y fauna, forma parte del ciclo natural de los nutrientes y del ciclo hidrológico y ejerce funciones de filtro, acumulador y transformador de diversas sustancias.

El hombre atribuye al suelo otras funciones de uso utilizándolo como fuente de materias primas en explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales, para la construcción tanto de viviendas como de áreas recreativas además de otros usos económicos y de infraestructura.

Dada la importancia que tiene el suelo, tanto por las funciones naturales que desempeña, como por las de uso que le atribuye el hombre, es de gran importancia evitar su degradación eliminando o disminuyendo los procesos conducentes a ella: erosión, salinización, contaminación, etc.

La contaminación constituye uno de los aspectos más importantes en la degradación de los suelos. La calidad de un suelo, es decir, su capacidad para desarrollar una serie de funciones, puede verse afectada negativamente por la contaminación.

Macías (1993) define un suelo contaminado como “aquel que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias y, como consecuencia, pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera y/o los organismos. Al mismo tiempo se modifican sus equilibrios biogeoquímicos y aparecen cantidades anómalas de determinados componentes que causan cambios en sus propiedades físicas, químicas y/o biológicas.”

La velocidad de los cambios en las propiedades del suelo debido a la acumulación de contaminantes es lo que conocemos como sensibilidad del suelo, que

será tanto mayor cuanto menor sea la capacidad de amortiguación del suelo frente a los contaminantes.

En definitiva, un suelo contaminado es aquel que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias, de manera que un nuevo aporte de una de ellas produce un efecto dañino reconocible en la estructura, composición o funcionamiento del ecosistema. De todo esto surge el concepto de carga crítica, que se define como “la cantidad máxima de un determinado compuesto que puede ser aportada a un suelo sin que se produzcan en él cambios químicos que originen efectos nocivos sobre la estructura y función del ecosistema” (Hetterlingh et al., 1991).

La aplicación de la carga crítica parte de la idea de que es posible determinar las curvas de respuesta de los sistemas naturales frente a los diferentes contaminantes producidos por las actuaciones humanas. Por tanto, la carga crítica nos va a dar una idea de la sensibilidad de un sistema concreto frente a un contaminante determinado, lo que a su vez nos permitirá poder elegir la localización más adecuada para las distintas actividades humanas, en función de la sensibilidad del sistema frente a los contaminantes que dicha actividad genera.

- -

En el presente trabajo vamos a estudiar el estado actual y la posible contaminación por metales pesados y elementos asociados en los suelos de la provincia de Almería.

Se entiende por metales pesados aquellos elementos cuya densidad es igual o superior a  $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , cuando está en estado elemental, o cuyo número atómico sea superior a 20, sin incluir a los metales alcalinos y alcalinotérreos. Junto a estos metales pesados hay otros elementos químicos que aunque son metales ligeros o no metales se suelen englobar con ellos por presentar orígenes y comportamientos asociados; éste es el caso del As, B, Ba y Se.

Concentraciones anómalas de elementos contaminantes en el suelo pueden deberse a fenómenos naturales, constituyendo el denominado fondo geoquímico. En los procesos de meteorización de la roca se liberan progresivamente los distintos elementos constituyentes de la roca madre o de los materiales originarios del suelo. Unos elementos pasarán a ser solubles, siendo susceptibles de translocaciones (empobrecimiento), mientras que otros permanecerán en el suelo, distribuidos en los distintos horizontes (enriquecimiento). Por tanto, se define el fondo geoquímico de un elemento como “la concentración del elemento en un determinado medio, en ausencia de cualquier aporte externo específico derivado de la actividad humana” (Porta, 1999).

El fondo geoquímico local es el contenido total de elementos que hay en un suelo en ausencia de contaminación antrópica, por tanto es el resultado de fenómenos naturales como son:

- Herencia de la roca madre: es la causa principal, ya que en función de su composición, el suelo será más o menos rico en un elemento u otro (tabla nº I.1).

Elemento	R.Básicas	R.Intermedias	R.Ácidas	R.Arcillosas	Areniscas	R.Calcáreas
<b>Cd</b>	0,13-0,22	0,13	0,09-0,20	0,22-0,30	0,05	0,035
<b>Co</b>	35-50	1-10	1-7	11-20	0,3-10	0,1-3
<b>Cr</b>	170-200	15-50	4-25	60-100	20-40	5-16
<b>Cu</b>	60-120	15-80	10-30	40	5-30	2-10
<b>Hg</b>	0,0x	0,0x	0,08	0,18-0,4	0,04-0,10	0,04-0,05
<b>Mn</b>	1200-2000	500-1200	350-600	500-850	100-500	200-1000
<b>Mo</b>	1-1,5	0,6-1	1-2	0,7-2,6	0,2-0,8	0,16-0,40
<b>Ni</b>	130-160	5-55	5-15	50-70	5-20	7-20
<b>Pb</b>	3-8	12-15	15-24	18-25	5-10	3-10
<b>V</b>	200-250	30-100	40-90	100-130	10-60	10-45
<b>Zn</b>	80-120	40-100	40-60	80-120	15-30	10-25

**Tabla nº I.1.- Fondo geoquímico de algunos elementos según el material original expresados en mg·kg<sup>-1</sup> (Goldschmidt, 1954; Fassbender, 1987 y Kabata-Pendias y Pendias, 1992).**

Así, las rocas eruptivas ultrabásicas y básicas son ricas en Zn, Co, Cu, Cr y Ni y deficientes en Ba, Ce, Sr, Li y Rb. Las eruptivas ácidas, como el granito, son ricas en B y Sn y pobres en Co, Cu, Cr y Ni. Las rocas metamórficas, como gneis y esquistos, son ricas en I, Mo, y Pb y presentan un contenido en elementos traza intermedio entre las rocas eruptivas ácidas y básicas.

- Ciclo biogeoquímico en suelos y plantas: los elementos del suelo son absorbidos por las plantas y posteriormente vuelven a él o a su superficie por la descomposición de las raíces y partes aéreas, respectivamente. Además, por el metabolismo de la planta, el elemento puede volver bajo formas más móviles y biodisponibles que las originales. El reciclaje de los metales en el suelo por este mecanismo va a depender tanto de las características del suelo como de la vegetación existente.
- Transferencias edafológicas verticales: en climas donde las lluvias son abundantes y superan la evapotranspiración, suelen darse fenómenos de iluviación. Esto puede ocasionar que haya un enriquecimiento de metales asociados a partículas de arcilla y de hierro en horizontes más profundos. Además, permite que las formas solubles lleguen rápidamente a las capas freáticas. Por otro lado, elementos como el plomo quedan fuertemente retenidos en horizontes organominerales, que son más superficiales.
- Transferencias edafológicas laterales: el comportamiento previsible de un elemento traza metálico en el suelo depende fundamentalmente de: la herencia mineralógica, de procesos edafogénéticos, de la dinámica del elemento químico y del funcionamiento actual del suelo.

Así, en el caso de los Planosoles, hay migraciones laterales de partículas arcillosas asociadas a óxidos e hidróxidos de hierro durante los periodos lluviosos, ya que estas partículas son arrastradas lateralmente desde los horizontes eluviales por las aguas de los arroyos hasta el mar, o bien pueden acumularse en los valles como aluviones arcillosos.

El paso de elementos como el hierro o el manganeso de formas solubles, muy móviles, a cristalinas, inmóviles, da lugar a una redistribución de estos elementos en los suelos.

En suelos con  $\text{pH} < 5$ , muy ácidos, algunos elementos están en forma soluble, lo que permite una movilidad vertical y horizontal en el suelo.

- Partículas de polvo y aerosoles de origen lejano: son partículas de diámetro muy pequeño que son transportadas por el viento de una parte a otra. Su origen es debido a fenómenos naturales como erupciones volcánicas, meteoritos, etc.

Estas partículas pueden pasar al suelo de forma directa, por deposición, o bien de manera indirecta previa absorción por parte de las partes aéreas de la cubierta vegetal del suelo, que ejerce un papel de filtro que retrasa la deposición de estas partículas.

- -

En función de la contaminación podemos clasificar a los suelos como: contaminados, no contaminados o potencialmente contaminados. A esta última categoría pueden adscribirse de forma provisional, y por un plazo de tiempo determinado, aquellos suelos en los que sea precisa la realización de estudios complementarios para determinar el nivel de contaminación.

Podemos encontrar dos tipos de contaminación: endógena y exógena. En la primera de ellas, los constituyentes normales del suelo se encuentran en una forma no habitual o en cantidades por encima de lo normal, todo ello por causas naturales. La contaminación exógena, por otro lado, es debida a aportes externos que recibe el suelo, de manera indirecta, derivada de la actividad industrial o humana o a la producción energética, o de manera directa como consecuencia de la agricultura.

El análisis de los tipos de contaminación nos revela la existencia de dos fuentes de contaminación, una natural en la que no influye el hombre, y otra antropogénica debida a diversas actividades humanas, tales como:

- Actividades agrícolas: el riego con aguas residuales o de mala calidad y la aplicación de fertilizantes inorgánicos y orgánicos de manera intensiva y excesiva, enmiendas y, sobre todo, las depuradoras de aguas residuales que si bien mejoran la calidad del agua, como contrapartida generan lodos enriquecidos en metales pesados (Cd, Pb, Zn, Cu y Ni) a los cuales hay que buscar una salida para que dejen de ser un problema.

Otro gran problema de la actividad agrícola es la contaminación por nitratos. El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, por lo que se tiene sistemáticamente en cuenta en los planes de fertilización. El problema está en la contaminación por  $\text{NO}_3^-$  de las aguas freáticas y superficiales, ya que en caso de consumo humano puede ocasionar metahemoglobinemia infantil debido a la ingesta de aguas con niveles superiores a  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Hoy en día, la directiva europea (809/778/EC) fija una concentración máxima admisible de  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . La contaminación de estas aguas es debida al lavado de los  $\text{NO}_3^-$ , lo cual va estar condicionado por las propiedades del suelo relacionadas con el movimiento del agua, así, en suelos con textura fina fertilizados y regados habrá poco lavado mientras que en suelos arenosos habrá un problema de contaminación de las capas freáticas (Porta et al., 1999).

- Minería y fundición: implican la extracción de menas, el procesado preliminar, la evacuación de residuos y el transporte de los productos semiprosesados. Todas estas operaciones producen contaminación del aire, agua y suelos de la región. El polvo originado puede ser transportado y depositado a muchos kilómetros de la zona minera. El suelo presentará en su capa superficial altas concentraciones de unos metales u otros, dependiendo del tipo de explotación minera en cuestión.
- Generación de electricidad: la combustión de carbón es una de las principales fuentes de deposición metálica en el suelo. Las centrales térmicas de combustión de petróleo pueden ser fuentes de Pb, Ni y V.

- Actividades industriales: las mayores fuentes de contaminación metálica incluyen las fábricas de hierro y acero, que emiten metales asociados con las menas de Fe y Ni y las fábricas de baterías que suelen emitir cantidades significativas de Pb. A grandes rasgos, las áreas industrializadas incluyen los siguientes elementos: As, Cd, Cr, Fe, Ni, Pb, Zn y Hg.
- Residuos domésticos: aproximadamente el 10% de la basura está compuesta por metales, por ello uno de los problemas serios de las sociedades modernas es cómo deshacerse del gran volumen de basuras que generan sin contaminar. Las dos alternativas más comunes son el enterrado y la incineración, pero la primera implica un riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y la segunda de la atmósfera.

La emisión de contaminantes por cualquiera de las fuentes mencionadas anteriormente y su acumulación en el suelo lleva consigo una serie de efectos desfavorables que Genou et al. (1992) resume de la siguiente forma:

- Destrucción del poder de autodepuración por procesos de regeneración biológica normales debido a la afectación del ciclo biogeoquímico.
- Disminución cualitativa y cuantitativa del crecimiento normal de los microorganismos del suelo.
- Disminución del rendimiento de los cultivos y posible alteración en la composición de los mismos, pudiendo resultar peligroso para el consumo humano.
- Contaminación de aguas superficiales y freáticas por procesos de transferencia.
- Disminución de las funciones de soporte de actividades de ocio, ya que los espacios contaminados pueden presentar problemas de salubridad para el usuario.

El suelo es un sistema acumulador de contaminantes y, a su vez, ejerce una función depuradora ya que es capaz de eliminar o mitigar los efectos negativos de los mismos. La capacidad depuradora depende de la composición y espesor del suelo, la naturaleza de sus componentes activos y las condiciones del medio. Los procesos químicos que se producen en el ejercicio depurador del suelo son numerosos: reacciones de precipitación-disolución, ácido-base, de oxido-reducción, de adsorción-desorción, de complejación y procesos metabólicos.

La cantidad total de contaminantes es poco representativa de la posible toxicidad y resulta fundamental conocer la fracción del suelo en que se presenta, es decir el fraccionamiento, pues los problemas de toxicidad que genera un elemento varía en función de la fracción a la que se encuentra asociada, ya que regula su biodisponibilidad y por tanto su posible paso a la cadena trófica. Es también de gran importancia conocer la forma química en que se encuentra, ya que para un mismo elemento, sus distintas especies químicas presentan distinta toxicidad.

Los elementos traza se encuentran asociados a los distintos constituyentes del suelo estableciéndose las distintas fracciones (Shuman, 1991):

- Fracción soluble: los elementos se encuentran como iones libres o unidos a aniones inorgánicos o ligandos orgánicos constituyendo complejos solubles.
- Fracción cambiante: fijados por fuerzas predominantemente electrostáticas en los sitios cargados negativamente de las arcillas, y otros minerales, en la materia orgánica o en materiales amorfos con bajo pH y carga cero. Por definición, los cationes cambiantes lo son isotópicamente y pueden ser desplazados por otros cationes básicos presentes en la solución del suelo. La velocidad de cambio va a depender de la energía de activación, que será tanto menor cuanto mayor es la participación iónica en el enlace.
- Fracción adsorbida específicamente: se fijan de forma relativamente fuerte mediante uniones en las que predomina el enlace covalente sobre el iónico, por



lo que la energía de activación es mayor y por tanto la velocidad de cambio es más lenta que en el caso anterior.

El proceso de adsorción de metales en suelos suele describirse mediante mecanismos de complejación superficial, de manera que un grupo funcional de superficie reacciona con una molécula presente en la interfase sólido-solución del suelo para formar una unidad estable, un complejo de superficie. Cuando entre la molécula y el grupo funcional de superficie no existe interposición alguna, el complejo se denomina de esfera interna (específicamente adsorbido), mientras que si hay una molécula de disolvente interpuesta el complejo se denomina de esfera externa (adsorción no específica).

Los oxihidróxidos de hierro, aluminio y manganeso son los principales componentes del suelo en las reacciones de adsorción específica. La fuerza de retención de los cationes adsorbidos específicamente puede aumentar con el tiempo, por difusión de los cationes dentro del cuerpo de un precipitado o por redistribuciones locales de los iones en la estructura incrementando su cristalinidad. En otros casos puede ocurrir que en la cristalización de un precipitado amorfo se excluyan cationes extraños que estaban ocluidos, concentrándose en las zonas más externas, todavía amorfas.

La concentración del metal pesado también va a condicionar la adsorción por la superficie reactiva del suelo, de manera que a bajas concentraciones, los metales pesados tienden a ser adsorbidos en posiciones de adsorción específica, no siendo cambiables por los cationes mayoritarios de suelo. En cambio, al aumentar la concentración, los metales se unen a posiciones de cambio, por lo que podrán ser desplazados por otros cationes, lo cual aumenta su potencial movilidad y disponibilidad en el suelo (Mc Clean et al., 1992).

- Fracción fijada en materiales orgánicos insolubles: se trata fundamentalmente de cationes complejados o quelados por materiales orgánicos de reciente síntesis o residuos del metabolismo microbiano. Parte de esta materia orgánica puede ser intrínsecamente insoluble y la otra puede haberse insolubilizado por floculación

o precipitación por cationes complejos (Fe y Al principalmente), pero también por cationes básicos como el calcio o por elementos traza como el cobre. Así, se pueden presentar coloides orgánicos estrechamente asociados con óxidos de hierro o aluminio, que pueden ser dispersados mediante la sustitución de cationes complejos por iones como sodio o potasio; la materia orgánica dispersada puede inmovilizar a otros cationes metálicos por adsorción, siendo los grupos funcionales más activos: los grupos carboxilo, carbonilo, amino, imidazol, OH fenólicos, OH alcohólicos y sulfhidrilos (Sposito, 1989).

- Fracción fijada u ocluida en óxidos de Fe, Al o Mn: estos óxidos contienen elementos traza coprecipitados como elementos menores mientras el óxido permanezca en estado amorfo. En principio los óxidos adsorben los metales en forma cambiante, para luego ir aumentando la fortaleza del enlace a medida que aumenta la participación covalente en el mismo. La superficie de los óxidos hidratados de hierro y manganeso son fuertes “agentes limpiadores” para metales pesados; su capacidad de adsorción depende de su pH y de su cristalinidad. Los cationes fijados pueden llegar a ser ocluidos en la estructura cristalina o bien ser expulsados a capas amorfas.
- Fracción formada por nuevos precipitados: generalmente contienen más de un elemento traza y con frecuencia formas cristalinas mixtas o mezcla de cristales con las correspondientes sales de los elementos principales, normalmente calcio o hierro. Una cantidad menor de cationes metálicos pueden ser incorporados en los nuevos precipitados de compuestos de Ca, Mg, Fe o Al, o pueden ser adsorbidos en las formas amorfas de estos precipitados, por lo tanto pueden ser cambiados o pueden pasar a otros sitios específicos de adsorción cuando las superficies cristalicen.

En definitiva, la forma en que se encuentre el metal retenido en el suelo, marcará la disponibilidad relativa para la planta y por tanto su incorporación a los organismos.

No obstante, por la facilidad y reproducibilidad de la medida, en los estudios de contaminación se utilizan normalmente valores totales para definir los umbrales de

contaminación. Para el reconocimiento de la contaminación se utilizan los “Niveles de referencia”, que conllevan sistemas de alerta, vigilancia y control. Por encima de estas guías se encuentran los “Niveles de intervención”, que obligan a tomar medidas correctoras.

La toxicidad de un suelo, debida a metales pesados y otros elementos asociados, es consecuencia de su concentración en la fase bioasimilable. La fracción asimilable se equipara a la extraída con  $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ , DTPA o por EDTA y a ella se deberían referir los niveles de toxicidad. Pero dada la dificultad de extracción, la normativa prefiere evaluar la cantidad total de elementos tóxicos presentes, ya que se supone existe equilibrio entre la fase soluble y la cantidad total presente; Lindsay (1979), calcula que al menos el 10% del total está en fase soluble. En esta correspondencia intervienen numerosos factores tanto del elemento tóxico como del propio suelo, de manera que una misma concentración de elemento tóxico en el suelo variará en su fase asimilable dependiendo, por ejemplo del pH o de otros factores edafológicos que debemos analizar.

Parece pues correcto indicar que la concentración en la fase asimilable es una medida de peligrosidad real, mientras que la concentración total permite evaluar la peligrosidad potencial o futura, y sólo representa de manera indirecta y aproximada la toxicidad actual del suelo.

No obstante, teniendo en cuenta la variedad de suelos presentes en la provincia de Almería, se deduce que para cada agente contaminante un solo valor no puede representar el nivel de toxicidad válido para todas las tipologías de suelos, para todos los cultivos y para los diferentes usos.

Es evidente que el tipo de utilización del suelo encierra distinto grado de peligrosidad frente a los elementos tóxicos existentes en él. La situación será crítica en los jardines de uso público y será mínima para los suelos de áreas industriales. Es por esto que se consideran tres tipos básicos de usos del suelo: agrícola, parques y zonas forestales y áreas industriales.

Para los suelos de uso agrícola se establecen los siguientes niveles:

#### Fondo geoquímico

Se calcula en función del percentil 50 de los valores correspondientes a los suelos naturales, no contaminados. El percentil 50, o mediana, indica que el 50% de los suelos presentan valores inferiores a él.

#### Nivel de referencia

Representa el máximo valor admisible para los suelos no contaminados. Se establecen atendiendo a dos principios: uso del terreno (residencial, industrial, agrícola o sin restricciones de uso) y riesgo para la salud de las personas u otro tipo de receptores ecológicos (concentraciones de exposición).

#### Nivel de investigación

En este nivel los suelos presentan valores anómalos en el contenido total de alguno de los elementos analizados, por lo que se proponen una serie de determinaciones para la evaluación de la posible toxicidad de dichas anomalías. Aguilar et al. (1999) establecieron dos niveles de investigación: recomendable y obligatoria. Para el primero aconsejan el estudio de propiedades del suelo tales como son: textura, contenido en materia orgánica, carbonato cálcico equivalente, capacidad de intercambio catiónico y óxidos de hierro libre, así como la determinación de elementos traza solubles y bioasimilables. Para el nivel de investigación obligatoria proponen, además de las determinaciones anteriores, los ensayos de fraccionamiento de elementos traza en el suelo.

En un informe posteriormente elaborado por Aguilar et al. (2004) para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, establecen los límites para los niveles de investigación en función del percentil 90 y 95, de manera que el nivel de investigación recomendable se establece para aquellos suelos cuyo contenido en elementos traza esté incluido en el rango entre el percentil 50 y 90. la investigación obligatoria se establece para los valores comprendidos entre el percentil 90 y 95.

### Nivel de intervención

Se establece este nivel para aquellos suelos con valores superiores al percentil 95. A priori, podríamos considerarlos como suelos contaminados, aunque sería necesario establecer comparaciones con el entorno.

En cualquier caso, cuando localizamos un valor anómalo, lo primero que debemos hacer es compararlo con los valores adyacentes que están en su mismo entorno geoquímico, de manera que si el entorno geoquímico es igual o mayor al valor puntual podemos concluir bien que toda la zona está contaminada, bien que se trata de una anomalía geoquímica, que debe valorarse como tal y si procede limitar su uso.

Cuando el valor en el emplazamiento puntual sea mayor que el de su entorno geoquímico, implica una contaminación, siendo recomendable estudios de movilidad tanto para los puntos anómalos como para los del entorno, incluyendo los parámetros edáficos que pueden contribuir en la capacidad de retención e inmovilización de elementos traza, y que por tanto condicionan la capacidad de carga del suelo. Estos son:

- 1.- pH: es un factor esencial ya que condiciona fuertemente la adsorción de metales. En un estudio realizado por Tyler et al. (2001), sobre la movilidad de 60 elementos comprueba que 32 de ellos aumentan su movilidad al incrementar el pH. De los elementos objetos de estudio, arsénico, cromo, cobalto y mercurio presentan un aumento de la movilidad en función del pH, mientras que para el caso del zinc ocurre lo contrario. Níquel y cadmio presentan un comportamiento en forma de “U” en la representación de la concentración en fase soluble frente al aumento del pH, y finalmente el plomo y el cobre se comportan de manera irregular respecto a los cambios de acidez. El pH ácido del suelo favorece el mantenimiento de las formas solubles de los metales, permitiendo su lavado hacia horizontes inferiores. Por otro lado, un aumento del pH aumenta la atracción electrostática entre la superficie reactiva de suelo y el catión metálico.
- 2.- Textura: la arcilla tiende a adsorber a los metales, que pueden quedar retenidos en la superficie o en posiciones de cambio.

- 3.- Mineralogía de arcillas: cada especie mineral tiene determinados valores de superficie específica y descompensación eléctrica. Ambas características son responsables del poder sorcitivo de estos minerales, que es mínimo para la caolinita, baja para la mica y alta para la esmectita y vermiculita.
- 4.- Materia orgánica: reacciona con los metales formando complejos de cambio y quelatos. Los metales una vez que forman complejos pueden migrar con mayor facilidad a lo largo del perfil. La materia orgánica puede adsorber tan fuertemente algunos metales que pueden llegar a no ser disponibles por las plantas, como por ejemplo el Cu. La fortaleza de esta unión puede ocasionar carencias de ciertos elementos necesarios para el metabolismo vegetal en plantas que se desarrollan en suelos ricos en materia orgánica.

Los ligandos orgánicos del suelo que complejan preferentemente a los metales pesados suelen ser compuestos alifáticos y aromáticos de bajo peso molecular, aminoácidos y constituyentes solubles de ácidos fúlvicos (Stevenson et al., 1972).

La estabilidad de muchos de estos complejos frente a la degradación por los organismos del suelo es causa muy importante de la persistencia de la toxicidad. Pero también la existencia de abundantes quelatos puede reducir la concentración de otros iones tóxicos en la solución del suelo. La estabilidad de los complejos tiende a seguir la siguiente secuencia:  $Cu > Fe > Mn = Co > Zn$ .

- 5.- Capacidad de cambio: es función del contenido en arcilla y de la materia orgánica. En general, cuanto mayor sea la capacidad de cambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo para fijar metales. El poder sorcitivo para los distintos metales depende de su valencia y del radio iónico hidratado, de manera que a mayor tamaño y menor valencia la fuerza de retención es menor.
- 6.- Condiciones redox: el potencial de oxidación-reducción es responsable de que el elemento se halle en estado oxidado o reducido (especiación), lo cual va a condicionar su toxicidad y su movilidad (tabla nº I.2), bien de manera directa

por cambio de valencia, bien indirectamente variando la estabilidad de los complejos metálicos.

<b>Movilidad</b>	<b>Oxidante</b>	<b>Ácido</b>	<b>Neutro y alcalino</b>	<b>Reductor</b>
Alta	Zn			
Media	Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au, Cd	Cd	Cd	
Baja	Pb	Pb	Pb	
Muy baja	Fe, Mn, Al, Sn, Pt, Cr, Zr	Al, Sn, Pt, Cr	Al, Sn, Cr, Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au	Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au, Cd, Pb

**Tabla nº I.2.- Movilidad relativa de los metales según el Eh y pH del suelo (Plant et al., 1983).**

Las condiciones redox van a condicionar la solubilidad de los óxidos de hierro, de manera que en medios aerobios los óxidos de Fe(III) son muy estables y muestran una alta capacidad de adsorción, mientras que en condiciones anaerobias, el Fe(II) es muy soluble y es incapaz de retener metales. Por tanto, un cambio en las condiciones redox del suelo pueden provocar el paso de Fe(III) a Fe(II), solubilizándolo y liberando a la solución del suelo los metales adsorbidos.

- 7.- Óxidos e hidróxidos de Fe y Mn: juegan un importante papel en la retención de los metales. Tienen una alta capacidad de fijar a los metales e inmovilizarlos, además estos compuestos se presentan finamente diseminados en la masa del suelo por lo que son muy activos. Los suelos con altos contenidos en Fe y Mn tienen una gran capacidad para adsorber metales divalentes, especialmente Cu, Pb y en menor intensidad Zn, Co, Cr, Mo y Ni.
- 8.- Carbonatos: la presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de altos valores de pH, y en estas condiciones tienden a precipitar los metales. El Cd y otros metales presentan una marcada tendencia a quedar adsorbidos por los carbonatos.

9.- Salinidad: el aumento en la salinidad puede incrementar la movilización de metales y su retención por dos mecanismos:

9.1.- Los cationes asociados a sales (Na y K) pueden reemplazar a los metales que están unidos al complejo de cambio.

9.2.- El anión cloruro es uno de los más eficaces formadores de complejos inorgánicos solubles con los metales pesados en condiciones acuosas tanto naturales como antropizadas (Doner, 1978). Los cloruros pueden formar complejos solubles estables con metales tales como: Cd, Zn y Hg.

Por otro lado hay que tener en cuenta que las sales dan pH alcalinos normalmente, lo cual impide o atenúa la movilidad de los metales.

En definitiva, en función de cómo esté retenido el metal en el suelo va a condicionar su disponibilidad relativa, y en consecuencia, su incorporación a los organismos (tabla nº I.3).

<b>Forma de retención en el suelo</b>	<b>Disponibilidad relativa</b>
Iones en solución del suelo	Fácilmente disponible
Ión en complejo de cambio	Relativamente disponibles, ya que por su pequeño tamaño y alta carga quedan fuertemente adsorbidos
Metales quelados por compuestos orgánicos	Menos disponibles
Metal precipitado o coprecipitado	Disponible si ocurre alguna alteración química
Incorporado a la matriz biológica	Disponible después de la descomposición
Metal en la estructura mineral	Disponible sólo después de la meteorización

**Tabla nº I.3.- Disponibilidad relativa de los metales retenidos en el suelo por las plantas.**

#### METALES PESADOS Y ELEMENTOS ASOCIADOS

Los metales pesados y elementos asociados objeto de estudio en este trabajo son: arsénico (*As*), cadmio (*Cd*), cobalto (*Co*), cobre (*Cu*), cromo (*Cr*), mercurio (*Hg*), níquel (*Ni*), plomo (*Pb*) y zinc (*Zn*).



## ARSÉNICO

Es un elemento altamente tóxico, aunque por otro lado es esencial en pequeñas cantidades para muchos organismos, entre ellos el hombre. Favorece el desarrollo de algunos animales, por lo que se emplea en granjas avícolas.

Las principales fuentes de contaminación por arsénico son la combustión de carbón, el uso de fertilizantes fosfatados, de insecticidas, de fungicidas, etc.

Pese a su alta toxicidad, las formas más tóxicas no son frecuentes en el suelo. La toxicidad varía en función de la especie química, siendo mayor para el As(III) que para el As(V). En el suelo, debido a la actividad microbiana, se pueden formar compuestos volátiles de arsénico, como es el caso del metil arsénico. La volatilidad de estos compuestos es una vía muy importante para la eliminación del arsénico del suelo (Dudas, 1987).

El arsénico presenta gran afinidad por el azufre al que se asocia precipitando como arsenopirita ( $\text{FeSAs}$ ), realgar ( $\text{As}_4\text{S}_4$ ) y oropimente ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ), aunque también lo podemos encontrar como arsenolita ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ). La herencia de la roca madre es en general baja ( $1\text{-}2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), aunque en pizarras y algunas arcillas puede aparecer en cantidades sensiblemente mayores.

La movilidad en el suelo es baja reduciéndose la concentración de arsénico soluble cuando las condiciones de suelo son reductoras. Las principales propiedades del suelo que afectan a la movilidad del arsénico son: los óxidos hidratados de hierro y aluminio, la arcilla y la materia orgánica, observándose diferencias en la sorción del arsénico en virtud de dichas propiedades (Elkhatib et al., 1984). A pH ácido, inferior a 5, aumenta su movilidad y disponibilidad ya que aumenta la solubilidad de los óxidos de hierro y aluminio, por lo que se libera el arsénico retenido por ellos (O'Neil, 1995)

Umbral y niveles de contaminación para el arsénico propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.4).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS				PN	AI
	Nivel 1	Nivel 2 <sub>1</sub>	Nivel 2 <sub>2</sub>	Nivel 3	--	--
<b>As</b>	<20	20-30	30-50	>50	>100	>300

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.      **PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.      **AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.4.- Umbral y niveles de contaminación para el arsénico propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

### CADMIO

Parece ser esencial para el metabolismo de algunos roedores, aunque en general no lo es para el resto de los seres vivos. Es un metal pesado de gran toxicidad y presenta una alta peligrosidad ya que es muy bioacumulable a nivel radicular. Su alta toxicidad se pone de manifiesto en una reducción en la producción del suelo a partir de concentraciones de  $5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Las principales fuentes de contaminación de Cadmio son: la combustión de carbón, el uso de fertilizantes, lodos y aguas residuales, desechos de incineración, el tráfico (por desgaste de los neumáticos), la actividad en las fábricas de hierro y acero, baterías, etc.

Presenta un estado de oxidación estable  $\text{Cd}^{2+}$ , siendo un elemento relativamente raro en la corteza terrestre. Aparece como octavita ( $\text{CdCO}_3$ ), greenokita ( $\text{CdS}$ ) y monteponita ( $\text{CdO}$ ).

La movilidad es media, salvo en condiciones reductoras que es muy baja. Por otra parte, Alloway (1995) indica que el aumento de la fuerza iónica de la solución del suelo reduce la adsorción de cadmio, siendo los cloruros uno de los aniones que más contribuyen a incrementar su movilización.

La solubilidad está influenciada por el pH, Eh y por la cantidad total de cadmio. Presenta una fuerte tendencia a quedar adsorbido por el carbonato cálcico, por lo que en suelos carbonatados su biodisponibilidad se ve muy mermada (Alloway et al., 1988). La

materia orgánica aumenta la capacidad de cambio del suelo, y por tanto, aumenta la adsorción de Cd. La materia orgánica forma complejos con el Cd que son menos estables que los formados con otros metales pesados como Pb y Cu. La arcilla y los óxidos de hierro también adsorben Cd lo que condicionan su biodisponibilidad.

Umbral y niveles de contaminación para el cadmio propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.5).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3		--	--
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
Cd	<2	<3	2-3	3-5	3-7	5-10	>7	>10	>15	>30

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.      **PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.      **AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.5.- Umbral y niveles de contaminación para el cadmio propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## COBALTO

Es un elemento esencial para los organismos, tanto animales como vegetales, a bajas concentraciones que pasa a ser tóxico para el hombre cuando la ingesta diaria supera los 25 mg. Es especialmente tóxico el polvo de cobalto, al que se le atribuyen propiedades cancerígenas.

Se considera un suelo deficiente en cobalto cuando la concentración es menor de 5 mg·kg<sup>-1</sup>, lo que afecta al desarrollo de las plantas; en cambio un exceso del mismo puede ocasionar deficiencias en otros elementos como hierro y cobre.

Las principales fuentes contaminantes son: la extracción y procesado de Ni, Pb, Ag, Fe y Cu, combustión de carbón, fertilizantes,...

El cobalto liberado por la roca madre lo encontramos como Co(II) y Co(III) por la alteración de los minerales de éste. Precipita mayoritariamente como cobaltina

[(Co,Fe)AsS], esmaltina [(Co,Ni)As<sub>2-2,5</sub>], eritrina [Co<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O] y lineita [(Co,Ni)<sub>3</sub>S<sub>4</sub>].

El pH influye de manera determinante en la movilidad del cobalto, ya que en suelos alcalinos y neutros es muy baja, mientras que aumenta significativamente al aumentar la acidez. Por otro lado, la movilidad es muy baja en condiciones reductoras y media cuando estas son oxidantes.

El cobalto es fuertemente adsorbido por los óxidos de hierro y manganeso así como por los carbonatos. Por su parte, la materia orgánica forma quelatos de gran movilidad y disponibilidad para las plantas.

Umbral y niveles de contaminación para el cobalto propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.6).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3			
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
<b>Co</b>	<20	<50	20-50	50-150	50-100	150-300	>100	>300	>300	>400

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.

**PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.

**AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.6.- Umbral y niveles de contaminación para el cobalto propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## COBRE

Es un elemento esencial para los organismos, siendo tóxico sólo a elevadas concentraciones. Las principales fuentes de contaminación son: las minas y fundiciones de cobre, las fábricas de plásticos, las actividades agrícolas, lodos residuales, etc.

En el suelo lo encontramos formando complejos solubles, inorgánicos y orgánicos, y estables, con ligandos de naturaleza orgánica. Precipita como calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>), bornita (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>), calcosita (Cu<sub>2</sub>S), malaquita (Cu<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>), covellina

(CuS), digenita (Cu<sub>9</sub>S<sub>5</sub>) y tetraedrita (Cu<sub>12</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>13</sub>); cabe destacar que, más que formando minerales, el cobre, suele encontrarse unido al complejo de cambio.

Su movilidad aumenta con la acidez, es media en condiciones oxidantes y muy baja en medios reductores. La forma bioasimilable varía en función del pH del suelo, así en medios ácidos es [Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>, mientras que cuando el pH es neutro o alcalino la forma biodisponible es Cu(OH)<sub>2</sub>. Los componentes del suelo que más contribuyen a su adsorción y fijación son la materia orgánica y los óxidos de hierro y manganeso, los cuales tienen un papel más importante que los minerales de la arcilla (Mc Laren et al., 1995).

Umbral y niveles de contaminación para el cobre propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.7).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3			
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
<b>Cu</b>	<50	<100	50-150	100-300	150-300	300-500	>300	>500	>500	>1000

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.

**PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.

**AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.7.- Umbral y niveles de contaminación para el cobre propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## CROMO

Es un elemento esencial, aunque algunos de los compuestos del Cr(VI) son altamente tóxicos debido a su carácter cancerígeno. Presenta varios estado de oxidación, siendo los más estables el Cr(III) y el Cr(VI). Las fuentes de contaminación más relevantes son: la industria química, la combustión de gas natural, los lodos residuales, algunos fertilizantes fosfatados, etc.

Las formas más frecuentes en la naturaleza son Cr(III), que es prácticamente inofensivo, y Cr(VI). Precipita fundamentalmente como cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) y como crocoíta ( $\text{PbCrO}_4$ ).

La movilidad del Cr(VI) es mayor que la del Cr(III), aunque en general es baja, aumentando un poco con el pH. Las condiciones de oxido-reducción modulan poco la movilidad, siendo muy baja tanto en ambientes oxidantes como reductores.

Umbral y niveles de contaminación para el cromo propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.8).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS				PN	AI
	Nivel 1	Nivel 2 <sub>1</sub>	Nivel 2 <sub>2</sub>	Nivel 3	--	--
<b>Cr</b>	<100	100-250	250-450	>450	>500	>1000

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.      **PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.      **AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.8.- Umbral y niveles de contaminación para el cromo propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## MERCURIO

No es un elemento necesario para los organismos. Su toxicidad varía en intensidad en función de las especies químicas, aunque en general se puede considerar como altamente tóxico.

El mercurio suele encontrarse inmovilizado adsorbido en la fracción mineral y/o en la orgánica, quedando sólo una pequeña parte disuelta. También presenta una cierta tendencia a volatilizarse.

En el suelo, las formas químicas del mercurio son:  $\text{Hg}^0$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  y  $\text{Hg}_2^{2+}$ . La presencia de una u otra depende de las condiciones de oxido-reducción, del pH, de la concentración de cloruros y de la actividad microbiana. Debido a su tendencia a formar complejos, el Hg(II) raramente aparece en los suelos en estado iónico, sino que

atendiendo al pH formará  $\text{HgCl}_2$  en medios ácidos y  $\text{Hg(OH)}_2$  en ambientes alcalinos. La actividad biológica afecta al mercurio, que puede sufrir metilaciones, produciéndose ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) mucho más tóxico que el mercurio.

Umbral y niveles de contaminación para el mercurio propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.9).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS				PN	AI
	Nivel 1	Nivel 2 <sub>1</sub>	Nivel 2 <sub>2</sub>	Nivel 3	--	--
<b>Hg</b>	<1	1-2	2-10	>10	>15	>30

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable. **PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria. **AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.9.- Umbral y niveles de contaminación para el mercurio propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## NÍQUEL

Es un elemento esencial para los microorganismos del suelo. En general los compuestos de Ni(II) son moderadamente tóxicos, salvo algunos que son cancerígenos. Niveles elevados de Ni pueden dar lugar a deficiencias en el desarrollo de las plantas y enfermedades como la clorosis e incluso la muerte.

Las fuentes de contaminación más frecuentes son: las refinerías de petróleo, la industria química, la acumulación o incineración de residuos, los lodos residuales, los fertilizantes, el tráfico, la combustión de gasolina, etc.

En el suelo, el níquel se presenta como Ni(II) ya que es la forma químicamente estable en un amplio margen de pH y Eh. Precipita como niquelina ( $\text{NiAs}$ ), gersdorfitita ( $\text{NiAsS}$ ), garnierita ( $(\text{Ni,Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), ullmanita ( $\text{NiSbS}$ ), etc.

La movilidad es media en condiciones oxidantes y muy baja cuando lo son reductoras o cuando el pH es neutro o alcalino, aumentando ésta con la acidez. La materia orgánica es capaz de movilizar el níquel de carbonatos y óxido, así como

disminuir la adsorción en arcillas; aún así, el enlace de este metal con los ligandos orgánicos no es especialmente fuerte. Además, el níquel puede ser bastante móvil en suelos con una capacidad de complejación muy alta, como por ejemplo, en suelos ricos en materia orgánica o contaminados. (Bloomfield, 1981) Su biodisponibilidad aumenta cuando se emplean fertilizantes fosfatados.

Umbral y niveles de contaminación para el níquel propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.10).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3			
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
Ni	<40	<50	40-80	50-100	80-200	100-300	>200	>300	>500	>750

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.

**PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.

**AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.10.- Umbral y niveles de contaminación para el níquel propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## PLOMO

Es un metal pesado de carácter tóxico sobre todo para los microorganismos del suelo, siendo más tolerantes las plantas. Las fuentes más frecuentes de contaminación por plomo son el tráfico, los lodos residuales, la combustión del carbón, la incineración de residuos, etc.

El plomo presenta dos estados de oxidación estables: Pb(II) y Pb(IV), siendo el Pb(II) más frecuente en suelos. Tiene una gran afinidad por el azufre, con el que da uno de los minerales más frecuentes, la galena (PbS). Otros minerales de plomo que encontramos son anglesita (PbSO<sub>4</sub>), cerusita (PbCO<sub>3</sub>) y minio (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).

La movilidad del plomo es baja y aumenta cuando lo hace la acidez. Según Zimdahl (1977), el contenido en materia orgánica y el complejo de cambio son las



propiedades del suelo que más influyen en la fijación del plomo. La gran capacidad inmovilizadora de plomo que tiene la materia orgánica produce un enriquecimiento de éste en los horizontes superficiales, evitándose así la contaminación de las aguas freáticas.

Umbral y niveles de contaminación para el plomo propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.11).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3		--	--
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
<b>Pb</b>	<100	<200	100-250	200-400	250-350	400-500	>350	>500	>1000	>2000

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.

**PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.

**AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.11.- Umbral y niveles de contaminación para el plomo propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## ZINC

Es un elemento esencial para los organismos. Su toxicidad es baja, de manera que son más problemáticas las deficiencias que el exceso. Forma parte de multitud de minerales, entre los más abundantes se encuentran: esfalerita (ZnS), smithsonita (ZnCO<sub>3</sub>), cincita (ZnO), franklinita (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) y numerosas especies sulfatadas y fosfatadas.

Las fuentes de zinc más comunes son las combustiones, el tráfico, los lodos y aguas residuales, las minas de zinc,...

La presencia de zinc en suelos se asocia a la solución del suelo, a formas cambiables ligadas a partículas cargadas eléctricamente, a formas adsorbidas a minerales secundarios de la arcilla y a óxidos metálicos insolubles, y formando parte de minerales primarios (Martín, 2001).

La movilidad es muy baja en medios básicos y neutros y aumenta conforme lo hace la acidez. El potencial de oxidoreducción también modula la movilidad, de manera que en medios oxidantes es alta y muy baja en condiciones reductoras. Es adsorbido principalmente por la materia orgánica, los minerales de la arcilla y los óxidos metálicos hidratados (Lindsay, 1972 y Abd-Elfattah et al., 1981). Además, Farrah et al. (1977) y Peneva (1976), indican que la adsorción de zinc está relacionada directamente con el complejo de cambio en suelos ácidos, mientras que en suelos alcalinos predominan los procesos de quimiosorción por ligandos orgánicos.

Umbral y niveles de contaminación para el zinc propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado (tabla nº I.12).

Elemento	SUELOS AGRÍCOLAS								PN	AI
	Nivel 1		Nivel 2 <sub>1</sub>		Nivel 2 <sub>2</sub>		Nivel 3			
pH	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	5-7	>7	--	--
<b>Zn</b>	<200	<300	200-300	300-500	300-600	500-1000	>600	>1000	>1000	>3000

**Nivel 1:** Valores máximos permitidos.

**Nivel 2<sub>1</sub>:** Investigación recomendable.

**PN:** Valor de intervención en parques naturales y zonas forestales.

**Nivel 2<sub>2</sub>:** Investigación obligatoria.

**AI:** Valor de intervención en áreas industriales.

**Nivel 3:** Tratamiento necesario.

**Tabla nº I.12.- Umbral y niveles de contaminación para el zinc propuestos por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999).**

## ANTECEDENTES

El estudio de los niveles de elementos potencialmente peligrosos en la provincia de Almería surge por la necesidad de conocer el riesgo existente y su intensidad, de forma que se puedan establecer medidas correctoras si proceden o por lo menos tener información suficiente que nos permita actuar de forma adecuada en caso de accidentes medioambientales. Para obtener esa información es necesario conocer las condiciones medioambientales de la provincia: geología y litología, cartografía de suelos y propiedades edáficas, vegetación, etc.

La geología y litología de la provincia de Almería ha sido estudiada y cartografiada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y publicada en el Mapa Geocientífico del Medio Natural de la provincia de Almería (1982). Con mayor detalle el IGME publica los mapas geológicos a escala 1:50.000 de todas las hojas correspondientes a Almería. También encontramos información en el Mapa Geológico-Minero de Andalucía a escala 1:400.000 (Borja et al., 1985).

Los suelos almerienses están ampliamente cartografiados, así desde el clásico Mapa de Suelos de España a escala 1:1.000.000 de Guerra et al. (1968), vamos aumentando en detalle con el Mapa de Suelos de Andalucía a escala 1:400.000 (1989) y más aún con los mapas de suelos escala 1:100.000 que se llevan a cabo en el entorno del Proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertización del Mediterráneo). Todos los mapas de suelos 1:100.000 de la provincia de Almería están publicados e incluso de aquellos que se realizaron en el Dpto. de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada se dispone de los mapas de suelos a escala 1:50.000.

Los trabajos sobre la vegetación almeriense son muy numerosos. Grosso modo podemos destacar los mapas de series de vegetación de Rivas-Martínez (1987), a nivel nacional, y Valle et al. (2003) en Andalucía. De manera más concreta geográficamente encontramos el estudio biogeográfico de la provincia Murciano-Almeriense de Alcaráz et al. (1986) y las notas corológicas sobre la flora almeriense de Mota et al. (1985). Los estudios locales son numerosos destacando los trabajos de Lorite (1995 y 1998a y b) en la zona de Sierra Nevada; Mota et al. (1993 y 1997) en el SE almeriense; Pallarés (1991) y Peñas (1997), en su tesis doctoral, llevan a cabo estudios fitocenológicos y biogeográficos en la sierra de los Filabres; el valor florístico y ecológico de la sierra de las Estancias es tratado por Navarro et al. (1999) y Giménez-Luque (2000), en su tesis doctoral no sólo estudia la vegetación de la sierra de Gádor sino que establece bases para su restauración vegetal.

El clima, como factor formador del suelo, es de gran importancia en zonas de carácter árido como es el SE peninsular, sobre todo Murcia y Almería. Tanto Castillo (1989), a nivel de Andalucía, como Capel (1982 y 1990) en el ámbito provincial,

estudian el clima de Almería así como los factores que lo condicionan. Por otro lado, el Instituto Nacional de Meteorología (1991) edita una síntesis de los datos climáticos de Andalucía, donde se recogen las medidas termopluviométricas de las estaciones meteorológicas de Almería.

La costa de Almería se ha caracterizado por ser tradicionalmente improductiva debido a su aridez. Pese a ello, a partir de los años 60 y sobre todo de los 70, se ha desarrollado la agricultura intensiva bajo plástico, constituyendo hoy uno de los tres pilares básicos de la economía almeriense, junto con la minería y el turismo (Montoya et al., 1999). El desarrollo de este tipo de agricultura trae consigo una fuerte problemática medioambiental que Gómez (2003) las resume en tres: sobreexplotación de recursos y materias primas, contaminación y ocupación o transformación de espacios. Se da la paradoja de que en una de las provincias más áridas de España, casi el 50% de la población que trabaja vive de la agricultura de regadío (Gavira et al., 2001).

Uno de los principales problemas que se presenta es la sobreexplotación de los acuíferos debido a la elevada demanda de agua que requieren los invernaderos ( $5.500\text{m}^3/\text{año}$ ) (Migueiz et al. 2002), así, el acuífero del Campo de Dalías se declaró sobreexplotado en 1984. La sobreexplotación de los acuíferos impide su recarga obligando a perforar a mayor profundidad (Alonso, 2001). Además, la excesiva extracción de agua provoca la intrusión marina, que conlleva una salinización de las aguas subterráneas (Pulido, 1988). El poder contaminante de los invernaderos es debido a la cantidad de residuos que genera, de manera que Almería produce  $900.000\text{Tm}$  de restos vegetales,  $45.000\text{Tm}$  de plásticos y  $5.000\text{Tm}$  de otros materiales (Cara et al., 1999). Además del impacto paisajístico, los residuos plantean problemas de tipo sanitario, tanto para cultivos como para personas, y de contaminación del entorno. Son habituales prácticas como la quema de los plásticos de los invernaderos, que originan dioxinas que son cancerígenas, persistentes y bioacumulables (Gómez, 2003); tirar los restos vegetales de las cosechas a las ramblas; o depositar los envases vacíos de los productos fitosanitarios en cualquier lugar. Para paliar en cierta medida los efectos contaminantes de la agricultura bajo plástico García (2003), propone algunas soluciones basadas en el uso de materiales menos contaminantes, mejoras de los sistemas de riego

y adopción de técnicas de cultivo que disminuyan la demanda de agua y de fertilizantes, y racionalización en el control de plagas y enfermedades, disminuyendo el uso de fitosanitarios y fomentando el control biológico (empleo de enemigos naturales para el control de plagas) y el uso de trampas de feromonas y cromáticas.

La minería es otro de los pilares económicos tradicionales de Almería. 3500 años a. C., la cultura de los Millares comienza el uso del cobre para la fabricación de útiles en sus asentamientos en el Sureste peninsular. La zona de Adra desde el 700 a. C. se establece como el primer enclave en fundición de metales, los cuales se extraían de los yacimientos situados en las sierras de Gádor y Contraviesa, fundamentalmente de hierro y plomo y minoritariamente oro y plata. La actividad minera continuaría hasta mediados del siglo XIX.

Otra zona minera de gran importancia socioeconómica es la que se localiza en sierra Almagrera, entorno al filón de plomo y plata descubierto en 1838 en el barranco del Jaroso. En una primera etapa se extrae plomo y plata hasta que en 1885 se produce un hundimiento internacional del precio de los metales al entrar otros países productores en competición. A finales del siglo XIX se produce un cambio en la minería de sierra Almagrera comenzándose la explotación del hierro, aunque dadas las condiciones desfavorables que se dan en el mercado del hierro, en 1912 cesa su extracción, quedando actividades residuales hasta 1956 ya que se llega a la zona de sulfuros primarios donde desaparecen los metales nobles, plata, galena, blenda, etc. Posteriormente se ha intentado obtener plomo, zinc y barita a partir de las antiguas escombreras.

Desde sierra Almagrera hasta Cabo de Gata se localizan otras zonas mineras con distinto grado de interés. Podemos destacar en sierra Cabrera la explotación de plomo, hierro y cinabrio; la extracción de hierro en la zona de Bédar desde 1950 hasta 1970; los yacimientos yesíferos de Sorbas; la extracción de bentonitas en Carboneras y Cabo de Gata, donde además se extrajo plomo, zinc y plata; y las minas de Rodalquilar donde se realizaron las labores extractivas más intensas de mineral aurífero.

Los únicos vestigios existentes de los que en el pasado fueron zonas de una frenética actividad extractiva son unas cuantas ruinas y millones de toneladas de residuos. De todos los impactos ambientales de una explotación minera descritos por Dudka et al. (1997), el impacto sobre el suelo y las aguas subterráneas es quizá el más importante (Collado, 2001). Los suelos afectados por la minería metálica o por actividades relacionadas con ésta pueden incorporar cantidades elevadas de sustancias contaminantes: reactivos empleados en el tratamiento de menas, metales pesados, etc., tóxicos la mayoría de ellos y con un tiempo de retención alto (Collado, 2001).

Los efectos de la minería en sierra Almagrera han sido estudiados por Collado et al. (1996 y 1999), Collado (2001) y Navarro et al. (1999). Collado, en su tesis doctoral (2001), incide en que el foco principal de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas del Valle Bajo y Delta del río Almanzora es la actividad minera que, desde hace siglos, se lleva a cabo en la zona, destacando por su volumen y potencial contaminante los fangos de flotación de El Arteal, que alcanzan valores muy elevados de Pb, As, Ba, Sb y Zn entre otros.

Las actividades industriales son otro de los focos contaminantes de interés medioambiental. En el entorno de Villaricos coexisten suelos contaminados por actividades mineras pasadas con zonas industrializadas que, en el desarrollo de su actividad normal, pueden ser fuentes de contaminantes. En esta zona destaca la factoría DMS Deretil, enclavada en el sector de la química fina, dedicada a la obtención de productos primarios para la industria farmacéutica. Navarro et al. (1999), estudia la calidad de estos suelos de uso industrial en áreas afectadas por la actividad minera e industrial, caracterizando el efecto que sobre el terreno tienen estas actividades y analizando el posible uso, como medida de remediación en caso de vertido accidental, la técnica conocida como SVE (Soil Vapor Extraction). El impacto de los vertidos hídricos industriales al litoral es evaluado por Moreno et al (1999), que estudia el grado de regresión de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) y el área de influencia del vertido de la factoría DMS Deretil. Con objeto de paliar las alteración marinas por vertidos residuales, Muñoz et al. (1999) propone y desarrolla la depuración biológica para la

reducción del contenido de nitrógeno en las aguas de desecho de la factoría química DMS Deretil.

El 22 de abril de 2002, el portavoz del grupo IU.LV-CA solicita que la Diputación Provincial de Almería inste al Gobierno de la Nación a la no autorización de la ampliación del parque industrial que ENDESA tiene en Carboneras. Para ello argumenta que la central térmica de ENDESA es el mayor foco de contaminación de la provincia, ya que a través de su chimenea arroja miles de toneladas de agentes contaminantes como son: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y partículas con elementos tóxicos: Hg (más de 500 kg/año), As, Cd, Cr, Co, Pb, Mn, Ni y P. En este mismo complejo industrial se ubica la cementera HOLCIM que libera a la atmósfera dioxinas, furanos y otros productos tóxicos generados en la combustión incompleta de residuos. Todos estos compuestos pueden llegar a los seres humanos por vía respiratoria o por contaminación de suelos de cultivos y acuíferos.

Otra actividad de interés económico y ambiental que se desarrolla en la provincia de Almería es la ganadería, siendo mayoritario el ganado porcino respecto al bovino, caprino y ovino. La provincia de Almería se divide en ocho comarcas ganaderas, siendo la costa de levante la que mayor número de cabezas porcinas aglutina. La ganadería porcina tiene el inconveniente ambiental que representa la contaminación por purines, cuya toxicidad es bien conocida. En esta comarca destacamos la valoración sobre el impacto ambiental de los residuos ganaderos realizado por Fernández et al. (1999).





## **OBJETIVOS**



El medio físico de la provincia de Almería se caracteriza por la heterogeneidad de actividades que dejan su impronta en el paisaje. Destacan entre ellas las actividades agrícolas con diversidad de técnicas de cultivo, tanto al aire libre como en invernaderos; actividades mineras abandonadas y otras en explotación, fundamentalmente de áridos; centrales térmicas (Carboneras); actividades industriales (Michelín, Campsa, Endesa, etc.); actividades turísticas que naturalmente generan residuos domésticos. Todas ellas pueden ser fuentes de contaminación del suelo.

En el presente trabajo, se pretende determinar los niveles de metales pesados y elementos asociados, presentes en los suelos almerienses, plasmando los resultados en mapas de distribución espacial elaborados mediante el tratamiento estadístico de los datos y la utilización del sistema de información geográfica IDRISI 2.0.

Los suelos de la provincia han sido ampliamente estudiados en el proyecto LUCDEME, donde se han elaborado las cartografías de suelos a escala 1:100.000, tras su estudio a escala 1:50.000. Los datos tomados de este proyecto, junto con los obtenidos en el presente trabajo, nos permiten la elaboración de una base de datos para realizar los mapas de distribución areal de las propiedades edáficas que mayor influencia presentan en la movilidad y fijación de los elementos objeto de este estudio: pH, contenido en carbonatos, contenido en materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y contenido en arcilla, así como su relación con los tipos de suelos y las litologías.

En los suelos seleccionados se realizarán estudios específicos: mineralogía de arcillas, pH de oxidación y hierro extraíble con ditionito, para ver la relación existente entre los elementos contaminantes y estas propiedades.

El estudio estadístico que correlaciona los niveles de metales pesados y elementos asociados en el suelo con las propiedades edáficas, nos indicará la mayor o menor influencia de dichas propiedades respecto a la capacidad de retención de los elementos en el suelo.

Como ya hemos mencionado, los niveles totales de elementos en el suelo son indicativos del riesgo potencial de contaminación, mientras que la concentración de la fracción bioasimilable alerta de la peligrosidad actual de los mismos. Por tanto, será necesario realizar ensayos de fraccionamiento para conocer donde están retenidos y poder evaluar el riesgo actual de contaminación.

Finalmente, se pretende desarrollar un protocolo de actuación para declarar un suelo como contaminado, así como señalar aquellos puntos o áreas que consideramos contaminadas en la provincia de Almería.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**



### **Labor de gabinete.**

Los datos topográficos se obtienen a partir del Mapa Provincial de Almería a escala 1:200.000 editado por el Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento (1999). El análisis geológico se basa en el Mapa Geocientífico del Medio Natural escala 1:100.000. de la provincia de Almería (IGME, 1982). El estudio botánico se apoyó en el Mapa de Series de Vegetación de Andalucía editado por la Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía (2003). La elaboración de los mapas monográficos, se ha realizado con el Sistema de Información Geográfica (SIG) IDRISI para Windows, complementado con los software COREL 10 y Microsoft Power Point.

A partir del Modelo Digital de Elevaciones de Andalucía se extrae el modelo digital del terreno de la provincia de Almería, que será la base para la elaboración de los distintos mapas temáticos. Se introducen en una base de datos los valores de cada parámetro estudiado y se les asignan las coordenadas correspondientes de los puntos muestreados. La importación de los datos a IDRISI permite la elaboración de los mapas mediante la interpolación en función del inverso del cuadrado de la distancia de los valores puntuales, relacionando cada uno de ellos con los seis vecinos más próximos. Los mapas así generados son de difícil interpretación, por lo que se lleva a cabo una reclasificación aplicando márgenes que se definen en función de cada propiedad.

El muestreo de suelos se diseña sobre el mapa topográfico provincial a escala 1:200.000, buscando una distribución lo más homogénea posible de las muestras, ya que hay que contar con los impedimentos orográficos y de accesibilidad. Así, se establecen 106 puntos, aproximadamente uno por cada 100Km<sup>2</sup>, en los que se toman muestras a dos profundidades, de 0 a 20cm y de 20 a 40cm. En este muestreo se pretende realizar un “screening” para la detección de zonas con niveles significativos de metales pesados y elementos asociados. Tras el análisis de las muestras y el estudio de los resultados se lleva a cabo un segundo muestreo, con el que aumentamos la densidad de puntos muestrales estudiados en aquellas zonas en las que se detectaron elevadas concentraciones en los elementos estudiados. En este segundo muestreo también seleccionamos puntos localizados en zonas potencialmente contaminadas por las

actividades que allí se desarrollan (Central térmica de Carboneras, Minersa, RENFE, SEVILLANA, Deretil,...).

### **Labor de campo.**

La localización de los puntos muestrales se lleva a cabo con la ayuda de un dispositivo GPS (Sistema de Posicionamiento Global), anotando las coordenadas UTM definitivas del punto muestral para su posterior traslado al Sistema de Información Geográfica.

Se tomaron aproximadamente 1.5kg de muestra, en ambas profundidades, siempre y cuando la potencia del suelo lo permitía. La cantidad de muestra final es el resultado de la unión de 5 submuestras tomadas en el centro y extremos de una cruz de 1m de brazo, mediante el uso de una barrena tipo Edelman. Las muestras en bolsas de plástico, convenientemente etiquetadas, fueron trasladadas al laboratorio para su procesado.

### **Metodología analítica.**

Las muestras de suelo fueron desecadas al aire, hasta humedad ambiental y sobre superficie no absorbente, con desmenuzamiento de los agregados mediante rodillo de madera y tamizado con malla de 2mm; posterior molienda, para análisis específicos, de parte de la tierra fina con molino de ágata tipo Retsch. A continuación se llevaron a cabo los siguientes análisis:

#### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Después de destruir la materia orgánica con peróxido de hidrógeno y calentamiento intermitente, se realizó la dispersión empleando un ultrasonidos Labsonic 1.510, añadiendo como agente dispersante hexametafosfato sódico.

Las fracciones arenosas se separaron por tamización mediante un juego de tamices en cascada.



Las fracciones finas (arcilla y limo) se aislaron por sedimentación y determinaron con la técnica de la pipeta de Robinson (Soil Conservation Service, 1972).

#### pH EN AGUA

Se realizó en una suspensión de tierra fina con agua (1:2.5) y se midió en pH-metro Crison Digilab S-17 con electrodo de vidrio.

#### pH DE OXIDACIÓN

Para la detección de sulfuros a 5g de tierra fina se le añaden 10mL de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) al 15% pH=5.5, midiendo el pH a los 2min, 30min, 120min y 6hrs.

#### CONTENIDO EN $CaCO_3$ EQUIVALENTE

La determinación de carbonatos se llevó a cabo por volumetría de gases. (Barahona et al., 1984)

#### CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA

Se oxidó la materia orgánica con dicromato potásico en medio ácido, valorándose el exceso con sulfato ferroso amónico, según describe el método de Tyurin (1951).

#### CAPACIDAD DE CAMBIO Y BASES DE CAMBIO.

Se determinaron sobre la misma muestra y de forma sucesiva, con los siguientes pasos:

- Lixiviación del suelo con acetato amónico (1N y pH=7) en columna y utilizando como obturador lana de vidrio.

- Lavado con alcohol y saturación del complejo de cambio con sodio por lixiviación con acetato sódico (1N y pH=8.2).

- Lavado con alcohol y desplazamiento del sodio del complejo de cambio con acetato amónico (1N y pH=7). La capacidad de cambio se determinó con la valoración de sodio por fotometría de llama Richard (1954).

- En los lixiviados se determinaron las bases de cambio. Sodio y potasio por fotometría de llama, en fotómetro Meteor-Nak II, mientras que calcio y magnesio se determinaron por absorción atómica, en espectrofotómetro PERKIN-ELMER 305-B; Soil Conservation Service USDA, (1972).

#### TOTAL DE ÓXIDOS DE HIERRO.

El total de óxidos de hierro libre se extrae con citrato y ditionito sódicos (Holmgren, 1967). A continuación, en los extractos se miden por espectrofotometría de absorción atómica en un equipo PERKIN-ELMER 305-B. Los resultados se expresan en tanto por ciento.

#### MINERALOGÍA DE LA FRACCIÓN ARCILLA.

El estudio cualitativo y semicuantitativo de los minerales de la fracción arcilla se ha llevado a cabo mediante difracción de rayos X en agregados orientados, solvatados con etilenglicol (Brunton, 1955), con dimetilsulfóxido (González et al., 1968) y tratamiento térmico a 550 °C (Martín Vivaldi et al., 1961). Se emplea un difractor Philips PW-1710 con rendija de ventana automática. Los poderes reflectantes empleados para el cálculo semicuantitativo son los de Schultz (1969) y Barahona (1974).

Los resultados fueron interpretados empleando el software X-Powder realizado por Martín Ramos (2004).

#### CONTENIDO EN ELEMENTOS TRAZA

La determinación del contenido total en elementos traza se realiza mediante las técnicas de ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emisión Spectrometry) e INNA (Instrumental Neutron Activation Analysis). Estas determinaciones se han

llevado a cabo en los laboratorios Actlabs (Ontario, Canadá), siguiendo el protocolo (1H - Au + 48).

ICP-OES es una técnica de determinación multielemental capaz de medir hasta 70 elementos con un nivel de detección del orden de  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Pueden determinarse varios elementos a la vez con mayor sensibilidad que la fluorescencia de rayos-X. Se extraen los elementos de la matriz del suelo mediante un ataque ácido ( $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3\text{-HCl-HF}$ ) en caliente ( $200^\circ\text{C}$ ). La solución de la muestra se diluye apropiadamente con “aqua regia” y se introduce en un plasma excitado con radiofrecuencia ( $\approx 8000^\circ\text{K}$ ). Los átomos extraídos de la muestra se excitan hasta el punto de emitir una radiación de una longitud de onda característica de cada elemento. La radiación producida es medida y relacionada con la concentración del elemento en la muestra. Con esta técnica vamos a cuantificar la concentración de Cd, Cu, Ni, Pb y Zn.

INNA es una técnica no destructiva para la determinación de más de 35 elementos hasta concentraciones del orden de  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Se basa en la medida de la radiación gamma que emiten los isótopos radioactivos producidos por la irradiación de la muestra en un reactor nuclear. Cada elemento que es activado emite una radiación gamma característica que puede ser medida y cuantificada (Hoffman, 1992). Mediante esta técnica determinamos la concentración de As, Cr, Co y Hg.

## FRACIONAMIENTO

Se han realizado dos técnicas de fraccionamiento distintas:

1. Técnica propuesta para el fraccionamiento del As por Manful (1991). Se obtienen 5 fracciones más el residual:

- La primera extracción se realiza con  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1M cuantificándose el As fácilmente soluble
- Con  $\text{NH}_4\text{F}$  0.5M pH=8.2 extraemos la fracción unida al aluminio.
- Usando  $\text{NaOH}$  0.1M se extrae la fracción del As unido al hierro.

- Con una mezcla de citrato sódico 0.3M,  $\text{NaHCO}_3$  1M y  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y calentamiento obtenemos la fracción de arsénico soluble reductor.
- El As unido al calcio se extrae con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.25M.
- Para la determinación del As residual se realiza una digestión ácida con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y HCl concentrados y calentamiento con un sistema de reflujo.

Los lixiviados obtenidos se conservan en frascos de polietileno y en frío hasta su posterior medida mediante técnicas de espectroscopia de absorción atómica con generación de hidruros.

2. BCR: es un método de extracción secuencial de metales en tres pasos propuesto por Community Bureau of References (Ure, 1993). Se establecen tres fracciones: solubles y cambiables, reducible y cambiable.

- La extracción de la fracción soluble y cambiante se lleva a cabo con ácido acético 0.11M.
- El residuo se trata con cloruro de hidroxilamonio 0.1M, ajustando el pH a 2, extrayendo la fracción reducible (óxidos de hierro y manganeso).
- En el tercer paso, usando peróxido de hidrógeno 8.8M seguido de acetato amónico 1M pH=2, se extrae la fracción oxidable (materia orgánica y sulfuros)

# **FACTORES MEDIOAMBIENTALES**



#### IV.1.- GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

Desde el punto de vista geológico, la provincia de Almería participa de dos de las tres grandes unidades que Fallot (1948) distingue en las Cordilleras Béticas: zona Bética y zona Prebética. Además aparecen materiales postorogénicos, neogenos-cuaternarios, que cubren parcialmente las citadas zonas y al SE, en Cabo de Gata, los afloramientos de rocas volcánicas constituyen la litología más característica.

IGME (1998) identifica en la provincia de Almería cuatro dominios geológicos (Fig. nº IV.2):

1. Zonas Internas de las Cordilleras Béticas: es la más extensa y en ella se presentan los tres complejos que la identifican: Maláguide, Alpujárride y Nevado-Filábride, estando superpuestos entre sí debido a una estructura de corrimiento (IGME, 1982).

El complejo Nevado-Filábride es el más profundo y se ubica en la zona central de la provincia, en Sierra Nevada y sierra de los Filabres (Fig. nº IV.1 y IV2). Está compuesto por dos unidades, una inferior compuesta por micaesquistos y cuarcitas y otra superior con mayor variedad litológica: mármoles, neises, anfibolitas y micaesquistos.

El complejo Alpujárride se desliza sobre el anterior, aflorando en las sierras de Gádor, Alhamilla, Cabrera, Almagro y Estancias. Está formado por materiales paleozoicos y del Trías. En los materiales paleozoicos se hallan dos niveles: inferior con dominio de micaesquistos y cuarcitas, y superior con pizarras, cuarcitas, filitas, mármoles y grauvacas; los materiales del Trías presentan un tramo inferior de filitas con lentejones de cuarcitas, y uno superior de rocas carbonatadas.

El complejo Maláguide corre sobre los otros aflorando en el borde norte de la sierra de la Estancias, entre los materiales del Subbético y el complejo Alpujárride del Bético, y algunos retazos en sierra Cabrera. Desde un punto de vista estratigráfico es significativamente diferente respecto a los complejos anteriores: el Paleozoico presenta dos unidades, una inferior con calizas alabeadas y otra superior con

areniscas; el Permotrias con areniscas y conglomerados; el Jurásico contiene calizas oolíticas; el Cretácico, cuando aparece, es margoso o margocalizo; y el Eoceno presenta margas y calizas.

2. Zonas externas de las Cordilleras Béticas: se sitúan en el extremo norte de la provincia y en ellas cabe destacar el dominio de facies calizas y margosas con intercalaciones de areniscas y rocas volcánicas básicas.
3. Cuencas Postorogénicas: se asientan entre las zonas anteriores, Bética Externa e Interna, cubriéndolas parcialmente. Son cuencas sedimentarias, fundamentalmente de origen marino, ligadas al dominio Mediterráneo durante el Mioceno.
4. Rocas Volcánicas: las rocas volcánicas del cenozoico están localizadas en el SE de Almería. Este vulcanismo se desarrolló principalmente desde el Oligoceno al Cuaternario, a lo largo de una franja de 150 x 25 Km, entre Almería (Cabo de Gata) y Cartagena (Manga del Mar Menor) y se ha denominado “Faja volcánica de Almería-Cartagena” (Oyarzun et al., 1995) o “Provincia Volcánica del SE” (López et al., 2002).

Bellón et al. (1977), López et al. (1980) y López et al. (2002), agrupan las rocas magmáticas de esta faja en tres series: serie calcoalcalina, serie calcoalcalina de alto-K y shoshonítica y serie ultrapotásica y basaltos alcalinos. Destacamos la primera de las series como la representativa de la zona de Cabo de Gata, apareciendo las otras dos de forma puntual en la zona de Vera.

Litológicamente, en la provincia de Almería, hemos cartografiado 7 unidades atendiendo fundamentalmente a la naturaleza química de los materiales. Así levantamos un mapa litológico escala 1:100.000 (Fig. nº IV.3) a partir de la información extraída de Borja et al. (1985) e IGME (1982).

Las unidades cartográficas del mapa litológico se detallan a continuación:

**Unidad I:** está compuesta principalmente por esquistos, filitas y cuarcitas, que son las litologías dominantes en una extensa área de la provincia de Almería que



incluye: sierra de las Estancias, sierra de los Filabres, Sierra Nevada, sierra Almagrera, sierra Alhamilla y, de forma puntual, en pequeñas zonas diseminadas por toda la provincia.

Junto con la litología dominante encontramos intercalaciones de otros materiales que han de ser detallados para cada una de las zonas, así en las partes bajas de la sierra de las Estancias dominan cuarcitas y micaesquistos con intercalaciones de materiales carbonáticos, puntualmente triásicos, mientras que las partes más altas abundan las pizarras, filitas y cuarcitas con niveles de grauvacas y mármoles.

En la sierra de los Filabres abundan las filitas y las cuarcitas que presentan ocasionalmente intercalaciones de calizas, yesos y micaesquistos grafitosos con granates. En el extremo oriental de esta sierra aflora una extensa mancha de neises con una gama de colores más o menos claros en función de la cantidad de feldespatos y cuarzo.

En Sierra Nevada afloran micaesquistos grafitosos con granates y micaesquistos feldespáticos asociados a cuarcitas micáceas, neises y yesos, y a veces a mármoles cipolínicos. Destaca también, en Sierra Nevada, el afloramiento de anfibolitas, metabasitas y serpentinitas que se localiza al sur del Cerro del Almirez.

En sierra Almagrera destaca la abundancia de cuarcitas y micaesquistos, grafitosos o con granates, siendo minoritarias las filitas. En sierra Alhamilla son frecuentes los afloramientos de filitas y cuarcitas que presentan ocasionalmente a modo de inclusión niveles de calizas y yesos.

**Unidad II:** presenta un dominio de litologías de naturaleza carbonática, calizas y dolomías. Se localiza principalmente en la sierra de Gádor, aunque aparecen otras zonas de menor extensión diseminadas por la provincia.

En la zona de sierra de Gádor dominan fundamentalmente las calizas y las dolomías, apareciendo puntualmente afloramientos de calcarenitas, margas, filitas, calcoesquistos y yesos.

En sierra Alhamilla, pese a su naturaleza básicamente filitosa y cuarcítica, se localizan pequeños afloramientos de calizas y calizas dolomíticas, fundamentalmente localizados en la vertiente sur. En la sierra de Almagro se localizan zonas dominadas por calizas y dolomías con niveles de yesos, filitas y pizarras. En la sierra Cabrera junto con los materiales calizos aparecen intercalaciones de filitas, cuarcitas y yesos.

En la vertiente norte de la sierra de los Filabres, entre el dominio de los materiales silíceos, se localizan afloramientos de mármoles cipolínicos, calizas, dolomías con niveles de filitas y cuarcitas. La sierra de las Estancias, en su zona central, está dominada por calizas y sobre todo dolomías, orladas por materiales cuarcíticos y micaesquistosos.

En la zona norte de la provincia se localizan diversas áreas de naturaleza carbonática, destacando por su mayor extensión una banda que se extiende en dirección EO, desde Vélez Rubio hasta Chirivel, donde dominan las dolomías, calizas, calizas oolíticas y calcarenitas. En este conjunto destacan margocalizas de tonos blancos y grises con intercalaciones de tonos rojizos compuestas por calcilutitas margosas y capas de calcarenitas.

**Unidad III:** está constituida por formaciones básicamente conglomeráticas que se distribuyen a lo largo de la provincia.

Se localiza una banda de depósitos conglomeráticos, delimitada por la sierra de las Estancias y las sierras de los Filabres y de Almagro, con matriz lutítico-arenosa rojiza y cantos de rocas metamórficas, de angulosos a subredondeados y muy heterométricos. Son frecuentes las intercalaciones de margas, calcarenitas, areniscas y puntualmente margocalizas.

Otra amplia zona se localiza entre sierra Alhamilla y sierra de los Filabres, en la cual la litología dominante son conglomerados con una matriz arenoarcillosa mal consolidada que incluye cantos de rocas del complejo Nevado-Filábride.

En los alrededores de Alhama de Almería y al sur de sierra Alhamilla se localizan conglomerados con distintos niveles de arena, limo y arcilla y grado de cementación.

**Unidad IV:** esta unidad se caracteriza por su riqueza en yeso, localizándose zonas en el norte y este de la provincia.

Al sur de Huércal Overa, en las estribaciones de la sierra de Almagro, se encuentra una formación de yesos con intercalación de filitas abigarradas, metaargillitas, pizarras y cuarcitas.

En Sorbas se localizan afloramientos de yeso cristalino que dan lugar a una formación kárstica de interés turístico y espeleológico. Otros afloramientos de yeso cristalino se ubican en la zona de Tabernas y al sur de sierra Cabrera.

**Unidad V:** unidad constituida por rocas volcánicas, cuya área principal se ubica en Cabo de Gata y La Serrata. El vulcanismo de la serie calcoalcalina está restringida a este área, y los magmas hicieron erupción en distintas pulsaciones con períodos de inactividad. Durante las erupciones las cenizas, tobas y brechas, alternan con otros fenómenos explosivos. La naturaleza de esta serie es de andesitas basálticas, andesitas, dacitas y riolitas, fundamentalmente. Puntualmente, como ocurre en El Hoyazo y Vera, aparece la serie calcoalcalina de alto-K y shoshonítica constituida por andesitas potásicas, toscanitas y banakitas.

**Unidad VI:** son depósitos cuaternarios que se encuentran representados significativamente por toda la provincia. En las zonas interiores con relieves suaves, como son los glácis de las formaciones montañosa, los más frecuentes son los depósitos aluviales y coluviales. Estos son derrubios y cantos sueltos o mal cementados acompañados por gravas, arenas y arcillas cuya naturaleza esta relacionada con las áreas fuentes. Aparecen también costras calcáreas y travertinos, mientras que en las márgenes de los ríos los depósitos cuaternarios constituyen terrazas fluviales. En las zonas costeras, estos depósitos forman playas, dunas, depósitos marismales o terrazas marinas.

**Unidad VII:** está formada por afloramientos margosos, abundantes en la provincia de Almería.

En la parte norte de la provincia se localiza una extensa área, coincidente con la zona subbética, donde los materiales presentan edades comprendidas entre el Trías medio y el Nummulítico. En conjunto tiene: margas y margocalizas con niveles conglomeráticos junto con algunas areniscas y calizas e intercalaciones de rocas volcánicas básicas. Pertenecientes al Keuper se localizan varios afloramientos de margas abigarradas con arcilla, areniscas y algunos yesos.

En la franja comprendida entre las sierras de los Filabres y Almagro y la sierra de las Estancias, son frecuentes los afloramientos de margas con niveles de calcarenitas y areniscas, y puntualmente margocalizas.

En la parte oriental de la provincia son abundantes los afloramientos de margas, acompañadas en ocasiones puntuales de concreciones de margocalizas y calcarenitas en la zona de Vera. Al sur de Sorbas es muy frecuente la presencia de niveles arenosos que se intercalan en los afloramientos margosos. En la parte sureste de la provincia, en el Campo de Níjar y en dirección a sierra Cabrera, se ubican masas de margas y areniscas intercaladas con rocas volcánicas, yesos y sedimentos cuaternarios.

Entre Sierra Nevada y sierra de Gádor se localizan manchas de margas y areniscas con intercalaciones de microconglomerados, margocalizas y finos lechos de yeso cristalino. Al sur de sierra de Gádor, en el Campo de Dalías se localizan afloramientos de margas, areniscas y calcarenitas.

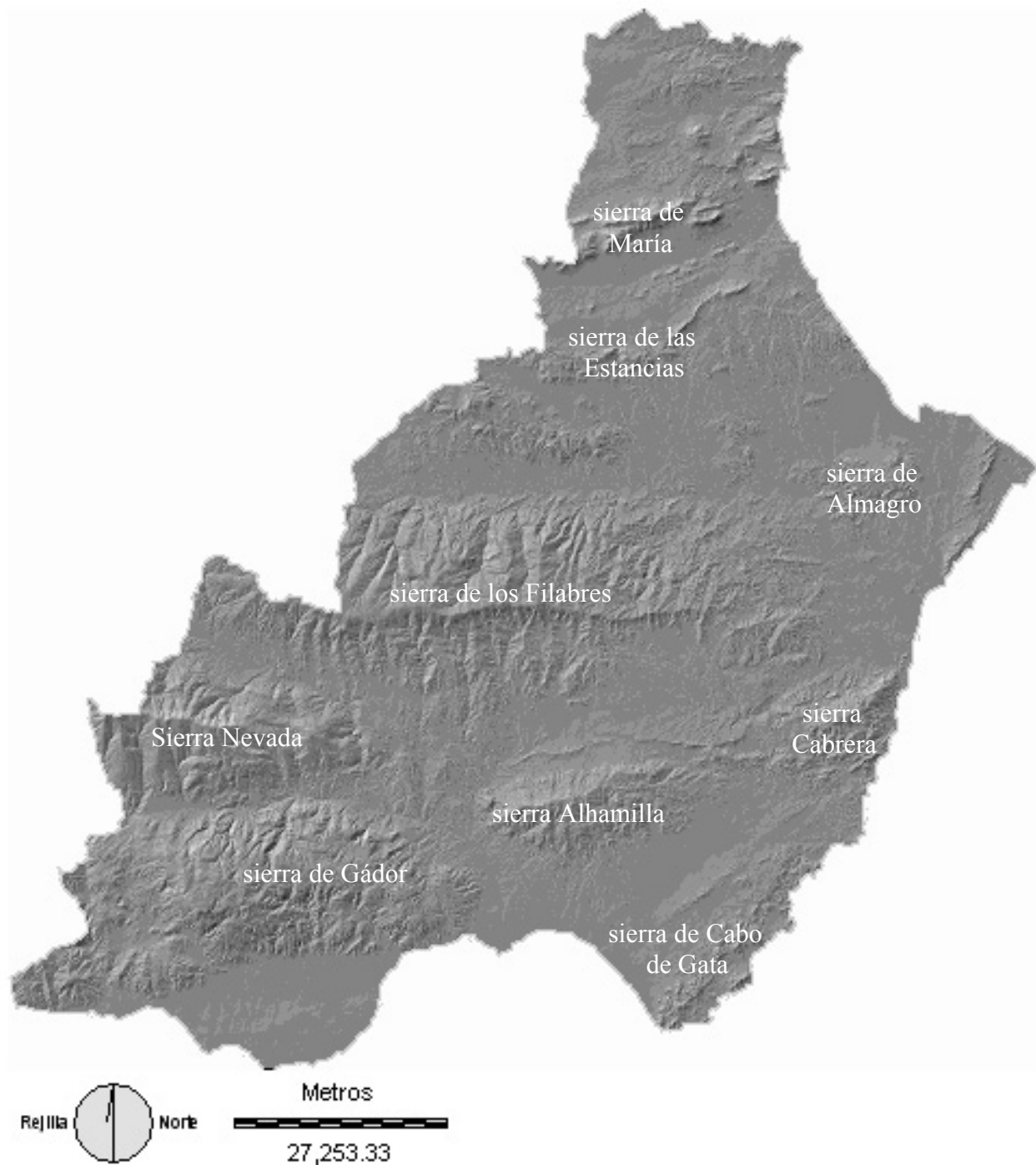
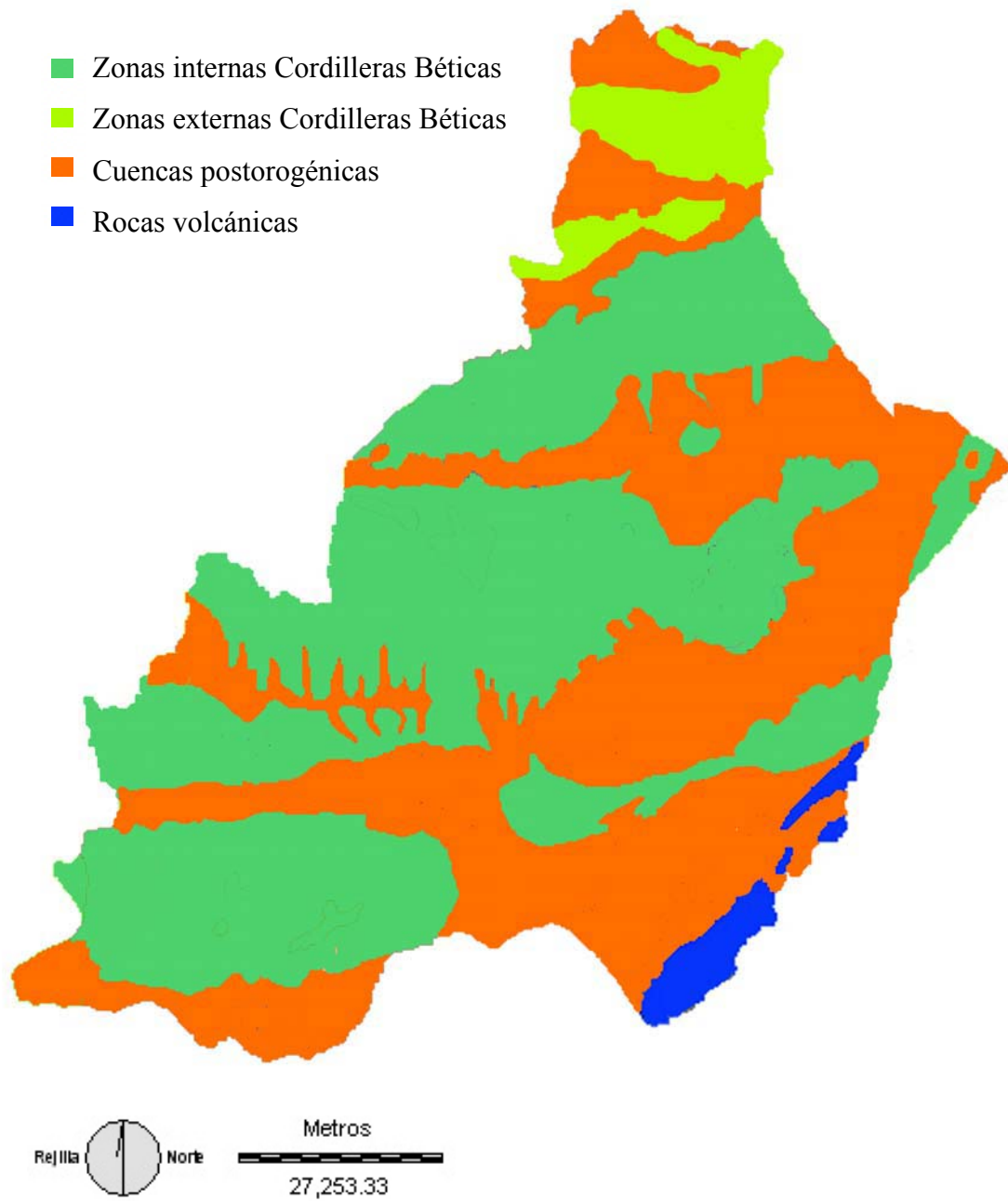


Fig. nº IV.1.- Modelo digital del terreno de Almería



**Fig. nº IV.2.- Mapa dominio geológicos de Almería**

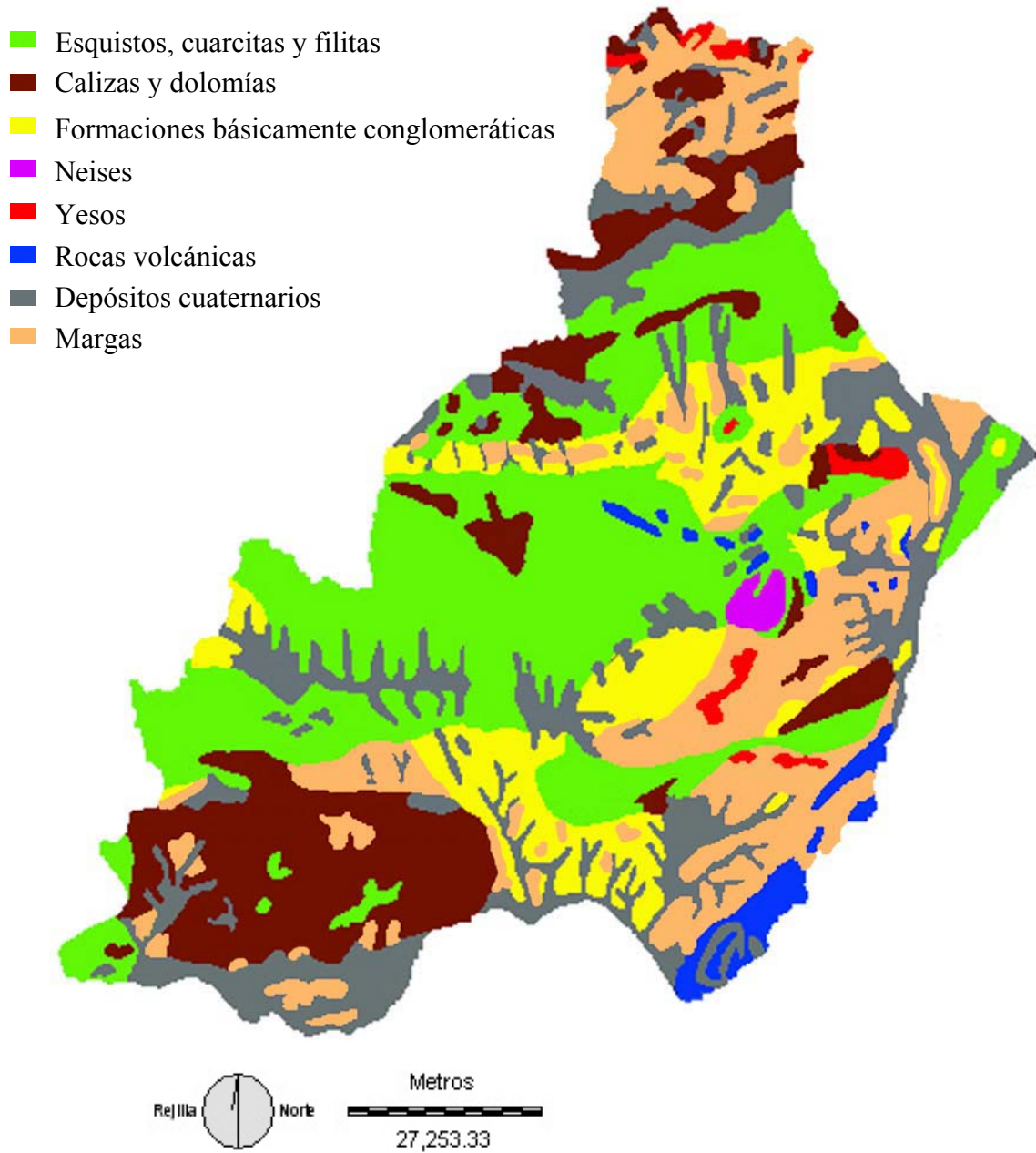


Fig. nº IV.3- Mapa de dominios litológicos de Almería

#### IV.2.- RELIEVE

En las zonas semiáridas, como indica Ollier (1976), el clima y la topografía influyen decisivamente en la formación y dinámica de los suelos. Cooker et al. (1973), asienten en éste sentido indicando que el relieve es un factor crítico, de forma que los suelos más jóvenes se ubican donde las pendientes son mayores, como consecuencia del constante rejuvenecimiento a causa de la erosión, mientras que en las zonas bajas, de acumulación, los suelos tienen mayor espesor y una evolución particular (vertisólización, gleización,...).

En el ámbito mediterráneo es frecuente la formación de superficies suavemente inclinadas, conocidas como piedemontes o conos aluviales, que se originan por procesos de erosión y de acumulación sucesivos. Estas superficies se encuentran cubiertas por coluvios más o menos angulosos, procedentes de los relieves circundantes y están disectadas en las zonas más perturbadas por barrancos acarcavados y ríos actuales, constituyendo el material original de los suelos más evolucionados de la provincia de Almería: Luvisoles y Calcisoles pétricos, en general con cierto grado de pedregosidad (tamaño grava) que no impide la labranza.

El estudio del relieve, como tal, es básico para la definición de cualquier complejo geográfico-paisajístico. La altitud y la pendiente son elementos que definen la posición fisiográfica e intervienen decisivamente en los procesos edafogenéticos, erosivos y uso de los suelos.

La provincia de Almería se caracteriza por su relieve accidentado con numerosas formaciones montañosas, que se alinean en sentido EO en el área interior y SO-NE en el litoral, conformando un paisaje a modo de acordeón con valles profundos entre las alineaciones montañosas (Fig. nº IV.1).

En la zona norte destacan la sierra de María, en la que se llegan a alcanzar altitudes en torno a los 2000m (El Cabezo, 1948m; Cerro Pollo, 2045m) y la sierra de las Estancias donde no se superan los 1500m. En esta zona también se localizan serranías de menor entidad que las anteriores, como son la sierra del Oso, sierra del



Gigante y sierra de Periate. Entre las sierras de María y las Estancias se localiza la depresión de la Rambla de Chirivel con pendientes suaves que han permitido la construcción de la carretera N-342 que atraviesa la provincia pasando por Chirivel y Vélez Rubio.

Al sur de la sierra las Estancias encontramos pequeños relieves montañosos pertenecientes a la sierra de Lúcar, y entre ella y la sierra de los Filabres se extiende la depresión del río Almanzora que cruza la provincia en dirección EO, dándose unas condiciones topográficas adecuadas para la construcción de la carretera N-334 y la vía de ferrocarril, que paralelas al río permiten la comunicación directa entre pueblos como Serón, Purchena, Olula del Río, Cantoria, Albox y Huércal-Overa. Al sur de ésta última localidad se encuentra la sierra de Almagro, que aunque no alcanza cotas superiores a los 1000m, tiene pendientes que oscilan entre el 25 y el 55%.

La sierra de los Filabres es uno de los relieves montañosos más significativos de la provincia. Se extiende en dirección EO y alcanza alturas máximas alrededor de los 2000m, sin superar los 2200m (Calar Alto, 2168m; Las Hoyas, 2017m; Cerro de M<sup>a</sup> Antonia, 1932). Las pendientes escarpadas dominan en ellas, y en algunas zonas las pendientes llegan a superar el 55% de inclinación.

Entre la sierra de Baza y Sierra Nevada se localiza la cuenca del río Nacimiento, que permite a su vez la entrada de la carretera N-324, procedente de Guadix, en la provincia de Almería. Sierra Nevada localiza sus cotas máximas en la provincia de Granada, por encima de los 3000m, mientras que en la provincia almeriense la máxima altitud ronda los 2600m (Chullo, 2609m), y disminuyen conforme nos desplazamos en dirección este (Cerro del Almirez, 2512m; Buitre 2467m; La Polárida, 2252m). Las pendientes dominantes oscilan entre el 25 y el 55%, y en algunas zonas superiores.

Sierra Nevada vierte sus aguas de escorrentía al río Nacimiento en su vertiente norte y al río Andarax en la sur. La cuenca del río Andarax también se nutre de aguas que proceden de la Alpujarra almeriense y de la sierra de Gádor. El río Nacimiento es afluente del Andarax uniéndose ambos cerca de Terque, a partir de ahí desciende

bordeando la sierra de Gádor hasta Almería y desemboca en Punta del Río, al este de Almería capital.

La sierra de Gádor se localiza en la zona SO de la provincia, al norte del Campo de Dalías, donde se extiende paralela al mar. Llega a alcanzar altitudes superiores a los 2200m (Punta del Sabinar, 2236m) y el porcentaje de pendiente es frecuentemente superior al 25%. El Campo de Dalías, se extiende desde la costa hasta las montañas de sierra de Gádor, con un gradiente de porcentaje de pendiente que disminuye desde el interior (6-13%) hacia la línea de costa (0-2%).

Otras dos zonas en las que las pendientes oscilan entre llanas o casi llanas y suavemente inclinadas se localizan en la zona del Campo de Níjar, limitada al norte con sierra Alhamilla y al sur con el mar y la sierra de Cabo de Gata, y el Campo de Tabernas, que se extiende entre sierra Alhamilla y sierra de los Filabres.

La formación montañosa de sierra Alhamilla no supera los 1400m (Colativí, 1387m) con pendientes escarpadas y ocasionalmente muy escarpadas. La sierra de Cabo de Gata se extiende paralela a la costa levantina almeriense con picos máximos próximos a los 500m (Rellana, 479).

Siguiendo la línea de costa en dirección Murcia encontramos sierra Cabrera entre Carboneras y Mojacar. No presenta cotas superiores a 1000m (Cerro del Arráez, 919m) y son frecuentes las pendientes escarpadas y muy escarpadas. A continuación, entre Palomares y el límite de la provincia se localizan las sierras Almagrera, de los Pinos y del Aguilón, de escasa altura ya que sólo ocasionalmente se superan los 450m.

En el conjunto se pueden observar cambios en la morfología del terreno y del paisaje, a lo largo del tiempo, transformación inducida por pérdida de la carga vegetal (encinares y matorrales propios de la España mediterránea), que van quedando relegados exclusivamente a los cerros más altos e inaccesibles, donde los afloramientos líticos alternan con suelos lépticos. Es importante mencionar que los cultivos de secano, almendro como principal exponente en las zonas de interior, y los cultivos bajo plástico en la zona litoral son los grandes protagonistas del cambio paisajístico.

## PENDIENTES

En sentido estricto, la pendiente se define como la inclinación de un terreno respecto al plano horizontal. Pedraza (1996) dice que el análisis del terreno debe estar basado en su unidad de referencia y esta no es otra que la pendiente del terreno.

En la definición de este factor se deben establecer baremos de medida cuantitativos o cualitativos. Los cuantitativos son más usuales y se expresan en grados (0° a 90°) o en tanto por ciento, donde el 100% representa un ángulo de 45°. Se suele utilizar el término cualitativo en un sentido más general, para definir unidades geomorfológicas complejas, en la estimación de las unidades cartográficas de suelos y en la definición del paisaje.

Para la realización del mapa de pendientes existen diferentes métodos: del círculo y la malla; del círculo móvil; de los intervalos móviles; de la cuadrícula; descomposición en sectores y mediciones en el campo, todos ellos recogido en la obra de M.M.A. (2000). En el presente trabajo hemos seguido un cálculo de pendientes basado en el programa informático IDRISI, mediante el cual se pueden establecer distintos grados de pendiente según la clasificación elegida y levantar el correspondiente mapa (Fig. nº IV.4). Tras el levantamiento del mapa, realizamos un estudio estadístico que permite porcentual la frecuencia de cada clase.

La clasificación de las pendientes establecida por FAO (1977) y la superficie que ocupa cada una de ellas en la provincia de Almería se detallan en la tabla nº IV.1:

<b>Clase de pendiente</b>	<b>% Pendiente</b>	<b>Extensión (%)</b>
Llano o casi llano	0-2	13,8
Suavemente inclinado	2-6	14,3
Inclinado	6-13	14,2
Moderadamente escarpado	13-25	18,9
Escarpado	25-55	32,4
Muy escarpado	>55	6,4

**Tabla nº IV.1.- Clasificación de las pendientes según FAO (1977) y superficie que ocupa cada una de ellas en la provincia de Almería**

**Clase 1:** Pendientes comprendidas entre 0 al 2%. Se trata de un terreno llano o casi llano al que la clasificación agroecológica de López Cadenas et al. (1976) le asignaría un uso agrícola cerealista, cultivo que estuvo implantado de forma mayoritaria hasta principios de los años 60 y que a partir de esa década fueron los cultivos bajo plástico colonizándola, sobre todo en las franja litoral mediterránea, alternándose en los valles con cítricos y vides. Representa el 13.8 % del área total.

**Clase 2:** Pendientes del 2 al 6%. Se trata de un terreno suavemente inclinado que ocupa el 14.3% de la superficie total de la provincia y en ella aparecen, junto a los invernaderos, cultivos de huerta al aire libre, algunos cereales, vides y leguminosas, intercaladas sobre todo en el interior de la provincia con almendros y algunos olivos. Las laderas comienzan a presentar cicatrices de deslizamientos y finos regueros, que se minimizan con la construcción de amplias terrazas.

**Clase 3:** Laderas cuya inclinación oscila entre el 6 y 13%, cualificando el terreno como inclinado. En esta clase se acentúan los deslizamientos en razón a la pendiente, material edáfico y sustrato geológico, siendo los regueros frecuentes aunque se pueden controlar mediante labores agrícolas.

Junto al almendro hay otras plantaciones hortofrutícolas mientras que prácticamente desaparecen los cultivos semillados, fundamentalmente por abandono de la actividad agrícola.

**Clase 4:** La inclinación de las laderas está englobada entre el 13 y 25%. Se caracteriza por el incremento de problemas de transporte, erosivos y de mecanización en general. Representa el 18,9% de la provincia del Almería y es el límite actual de explotación agrícola intensiva, a partir del cual domina la agricultura extensiva del almendro.

**Clase 5:** Corresponde a intervalos de pendiente del 25 al 55% definida como terreno escarpado, donde los deslizamientos y desplomes se acentúan, la escorrentía es mayor y los regueros más persistentes, todo ello en función de la litología. Por este motivo se conservan, entre pequeñas masas de almendros, restos de la vegetación

natural, donde el esparto es la especie dominante, la cual representó una importante industria textil, hoy en decadencia. Es la clase más ampliamente representada en la provincia con un 32.4% de superficie.

**Clase 6:** Las superficies atribuibles a esta clase presentan una inclinación superior al 55%. El terreno es muy escarpado y configura un paisaje donde contrastan algunas antiguas roturaciones con fines agrícolas con dispersión de chaparros, encinas, y repoblación de pinos con matorral mediterráneo. (6.4% del área).

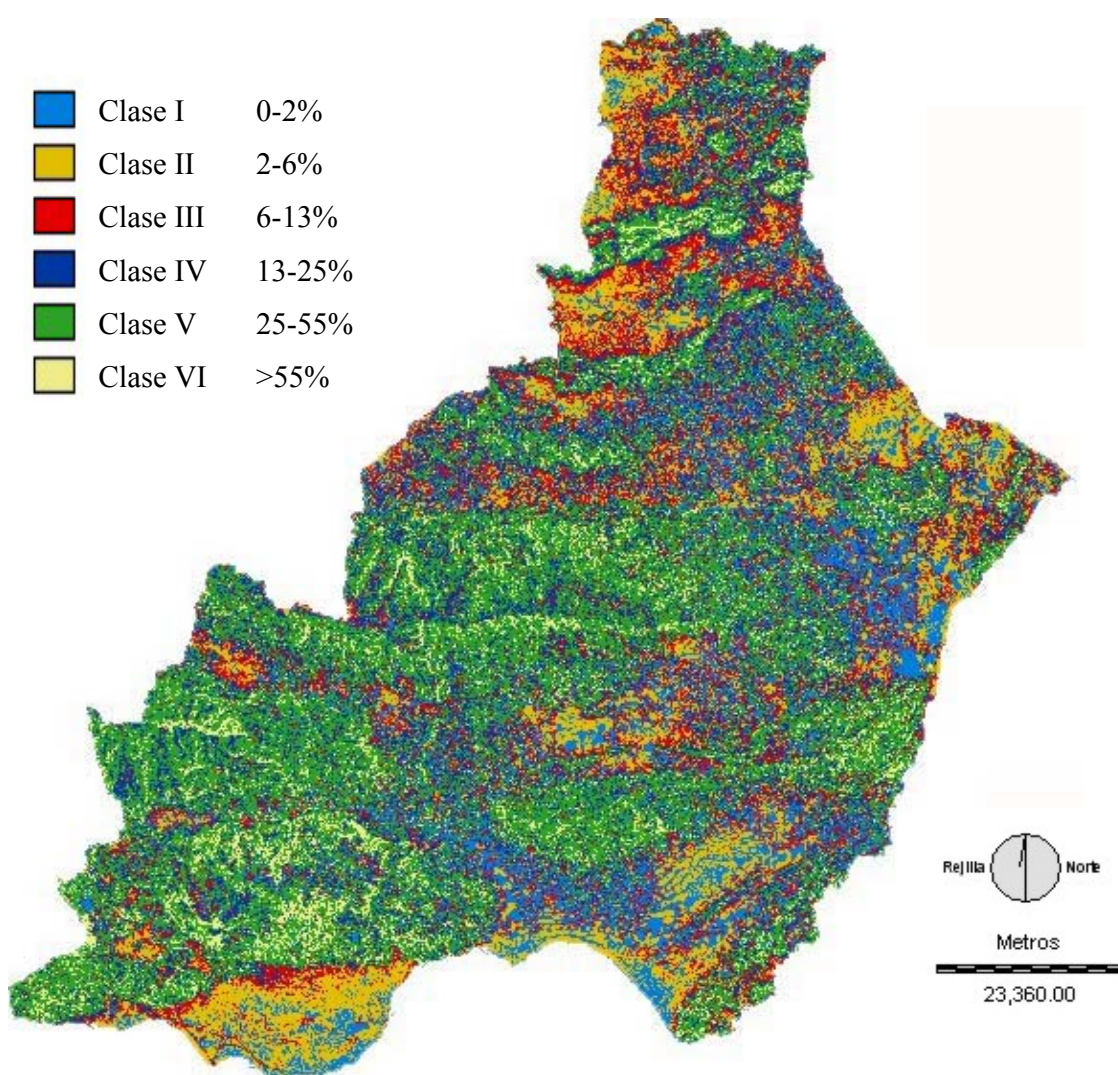


Fig. nº IV.4.- Mapa de pendientes de Almería (elaboración propia)

### IV.3.- CLIMA

El clima de la provincia de Almería es intermedio entre los climas de latitudes medias y tropicales. Ahora bien, hay que destacar en la actualidad el cambio climático que se está produciendo, de forma que la provincia almeriense actúa de ventana por donde entra el desierto africano y avanza hacia el levante español.

El clima, en todo lugar, está condicionado por sus dos elementos fundamentales: precipitación y temperatura, efecto que en la zona de Almería están mediatizados por su relieve. El sistema Bético divide Andalucía en dos partes, oriental y occidental, marcadas por una disimetría termopluviométrica.

Almería está localizada en la zona oriental y su aridez es muy alta dado que las precipitaciones se desligan de los frentes atlánticos, al ser desviados por la gran frontera montañosa que los aísla de dichos frentes. Las escasas lluvias hay que relacionarlas con las borrascas mediterráneas y se deben a la mayor calidez de sus aguas a causa de la intensidad de la insolación y de las temperaturas medias, hechos que se unen a la morfología cerrada de su pequeña cuenca, circunstancias que favorecen la evaporación y la acumulación pluviométrica en los meses otoñales, que es moderada en el litoral y se incrementa en el interior debido a la orografía del terreno.

Para desarrollar el estudio climático en el área de estudio, analizaremos los datos de precipitación y temperatura suministrados por el Instituto Nacional de Meteorología, definiendo las distintas estaciones termopluviométricas consultadas en la tabla nº IV.2 y matizando su localización en el mapa de la provincia (Fig. nº IV.5).

#### IV.3.1.- PRECIPITACIONES

La tabla nº IV.2 recoge la ubicación de las estaciones meteorológicas consultadas y la tabla nº IV.3 recoge los valores pluviométricos del Instituto Nacional de Meteorología (1991).

ESTACIÓN	Coordenadas UTM	Altitud	Tipo	Registros
Abrucena	518258-4109683	975	P	61-87
Adra-Faro	497223-4066832	10	TP	71-90
Albox	575440-4138355	420	TP	61-90
Almería	548623-4076522	7	TP	61-81
Bacares	548475-4123825	1200	TP	61-80
Balerna	510170-4064681	4	P	61-90
Bayárcal	500371-4098108	1260	P	65-90
Berja	504408-4077617	350	TP	61-89
Cabo de Gata-Faro	572059-4064361	41	P	61-90
Canjáyar	523057-4095828	610	TP	65-90
Carboneras	598299-4095134	19	P	66-90
Chirivel	564565-4161224	1038	TP	53-68
Félix	530526-4080444	812	TP	64-90
Fernán Pérez	583264-4085574	200	P	61-90
Gafarillos	587304-4101794	340	P	61-90
Garrucha-Faro	604362-4114687	12	P	61-90
Gérgal a Nacimiento	535623-4104869	730	TP	65-88
Huércal Overa-Inst. Laboral	594012-4137927	230	TP	61-90
La Mojonera	526344-4071802	190	TP	61-90
Laujar	509961-4094261	921	TP	61-90
Lucainena de las Torres	571144-4099640	550	P	61-90
Macael	561595-4131770	536	TP	74-90
María	573598-4174122	1200	TP	68-89
Níjar	570792-4091470	356	TP	61-90
Roquetas de Mar-Faro Sabinal	526629-4060094	7	P	61-90
Serón-Estación	542634-4134117	800	TP	70-90
Tabernas	554164-4100901	490	TP	65-90
Vera-Inst. Laboral	600837-4122595	100	TP	61-90
Uleila del Campo-Los Filabres	570576-4117356	820	TP	72-90
Vélez Blanco-Topares	567927-4190686	1192	TP	51-89

**Tabla nº IV.2.- Estaciones meteorológicas consultadas**

La precipitación anual se distribuye de forma errática y tormentosa de forma que la agresividad pluvial es intensa (ICONA, 1982) y los riesgos erosivos altos, incentivados por la escasa densidad y porte de la cobertera vegetal.

Del análisis de la figura nº IV.4 se pueden establecer cuatro zonas pluviométricas: la más árida abarca el litoral y una cuña territorial que compone el “Desierto de Tabernas”. La segunda, mantiene una pluviosidad superior a los 250mm y ocupa el sector que hay entre la mencionada zona casi desértica de Tabernas y el litoral

oriental. Las dos áreas más húmedas se localizan en las tierras del interior y la pluviometría está condicionada por la posición fisiográfica y la cota altitudinal, de forma que las lluvias superiores a los 400mm se sitúan en las cotas más altas.

La ausencia de precipitaciones en el largo período estival y las elevadas temperaturas, provocan un déficit hídrico bastante elevado que hace de la provincia de Almería la región más seca de la península.

#### IV.3.2.- TEMPERATURAS

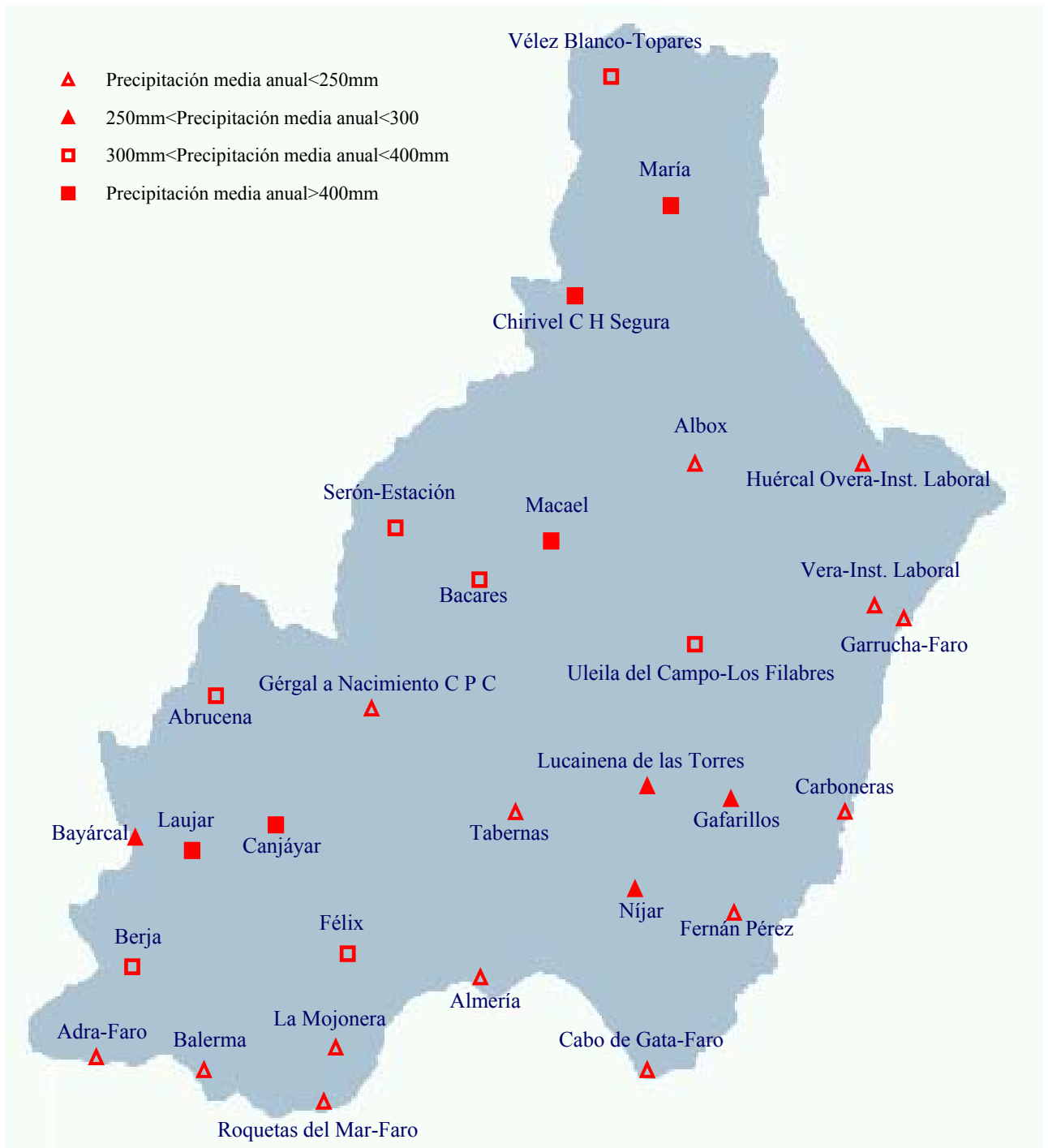
La influencia de la temperatura en la dinámica edafológica y más concretamente en la mineralización de la materia orgánica del suelo es clara; las bajas temperaturas ralentizan esta dinámica, acumulándose la materia orgánica, con distintos grados de humificación, dando características especiales a los suelos de montaña.

Los datos de temperaturas medias mensuales y anuales, para cada una de las estaciones termopluviométricas seleccionadas de Almería, se detallan en la tabla nº IV.4. En ella se puede ver cómo los valores medios superiores a 17°C se alcanzan en el litoral, zona que se caracteriza por una gran suavidad térmica invernal de forma que las temperaturas medias de este período oscilan entre 12 y 17°C debido a la influencia del mar y a la protección que ejerce el relieve ante los frentes atlánticos. Los veranos son poco severos con temperaturas medias próximas a los 25°C.

La continentalidad del tramo interior se traduce en condiciones más extremas, con veranos calurosos e inviernos fríos, con temperaturas medias alrededor de los 7°C. Estas condiciones térmicas son las más extendidas en la provincia. Donde la altitud supera los 1000m s.n.m., la temperatura media no supera los 13°C y los riesgos de heladas son frecuentes (temperatura media mínima próximas a 4°C en el mes de enero).

Resumiendo, la provincia de Almería se encuadra dentro del clima mediterráneo seco, matizado por las diferencias termopluviométricas y grado de humedad, estableciéndose dos amplias zonas: una litoral, con precipitaciones medias anuales bajas y temperaturas suaves y otra interior más continental.





**Fig. nº IV.5.- Distribución de las estaciones meteorológicas seleccionadas de la provincia de Almería e identificación de las precipitaciones**

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ABRUCENA	44.0	25.7	35.8	42.5	36.6	15.0	1.9	2.7	9.1	34.7	31.0	47.9	326.9
ADRA-FARO	30.6	17.0	22.4	27.5	13.3	4.9	3.0	1.2	4.2	30.4	38.1	24.9	217.5
ALBOX	22.2	17.1	17.4	25.7	10.5	8.7	1.3	1.1	12.4	27.5	30.8	14.8	189.5
ALMERIA	28.2	18.7	24.7	26.1	14.3	9.9	1.1	1.2	7.8	24.0	21.5	30.8	208.3
BACARES	21.3	24.0	40.2	48.3	43.1	26.7	7.9	6.4	15.9	38.9	47.3	57.0	377.0
BALERMA	44.9	33.0	24.9	28.7	19.2	4.4	2.4	1.2	8.1	30.9	44.4	38.6	280.7
BAYARCAL	55.8	55.5	49.0	63.3	35.8	20.0	4.0	7.0	24.0	48.7	88.2	49.3	500.6
BERJA	58.9	35.3	43.5	37.7	27.0	12.7	2.6	2.4	14.0	44.0	42.0	57.1	377.2
CABO DE GATA FARO	18.2	14.4	19.0	15.1	10.2	2.2	0.1	0.3	4.1	27.2	24.3	22.2	157.3
CANJÁYAR	50.2	43.9	29.0	31.8	21.0	13.3	3.6	4.3	9.1	35.5	46.8	32.3	320.8
CARBONERAS	27.6	19.3	24.4	29.6	22.7	4.0	3.4	3.0	13.7	42.3	23.8	38.8	252.6
CHIRIVEL C H SEGURA	30.1	42.3	34.8	44.0	40.2	48.3	17.2	10.2	17.1	42.1	39.9	53.0	419.2
FELIX	58.7	41.2	42.8	48.9	29.9	13.2	3.5	2.6	13.2	42.2	64.0	48.3	408.5
FERNAN PEREZ	24.0	21.0	24.7	26.1	18.1	6.9	0.3	1.8	15.7	39.2	31.3	31.9	241.0
GAFARILLOS	27.9	21.9	37.2	27.8	20.5	7.2	2.6	1.7	15.2	36.0	34.6	39.0	271.6
GARRUCHA,FARO	20.7	13.6	29.3	20.9	22.2	4.0	3.1	3.3	13.5	45.2	33.3	30.0	239.1
GÉRGAL A NACIMIENTO C P C	16.5	17.9	28.1	21.6	16.0	9.6	6.2	3.4	6.5	34.9	21.5	36.5	218.7
HUERCAL OVEA-INST.LABORAL	18.5	16.8	26.2	26.8	25.6	12.1	5.7	3.8	13.3	46.9	32.3	21.6	249.6
LA MOJONERA	29.9	25.1	22.6	21.1	17.8	5.4	1.3	0.8	4.0	24.7	29.0	28.0	209.7
LAUJAR	68.5	62.4	57.9	64.4	35.4	13.5	3.2	3.3	28.7	56.8	67.2	82.8	544.1
LUCAINENA DE LAS TORRES	28.0	26.4	31.7	32.7	25.9	7.6	2.1	4.7	19.9	37.0	42.6	40.0	298.6
MACAEL	33.7	37.3	50.5	47.9	43.1	16.4	11.8	4.6	28.6	61.2	45.3	51.3	431.7
MARIA	38.8	39.1	41.4	36.9	47.5	21.9	6.3	13.3	23.9	66.4	56.4	32.6	424.5
NIJAR	32.4	24.3	33.2	28.8	17.8	8.4	0.2	5.1	17.0	35.2	33.9	31.8	268.1
ROQUETAS DE MAR-FARO SABINAL	31.6	24.4	25.7	23.2	13.4	4.1	1.0	0.8	13.1	31.6	29.8	30.2	228.9
SERON,ESTACION	26.6	21.4	32.2	30.6	26.7	18.3	4.5	12.2	19.6	47.6	48.5	21.5	309.7
TABERNAS	20.2	21.7	19.3	24.0	18.7	10.2	2.1	2.6	10.9	36.7	32.5	21.8	220.7
VERA-INSTITUTO LABORAL	17.7	19.7	31.0	26.9	24.3	7.7	3	6.3	13.9	40.8	35.3	29.8	256.8
ULEILA DEL CAMPO LOS FILABRES	36.4	30.1	70.2	41.9	46.7	12.9	3.9	6.6	33.4	63.3	52.7	27.3	425.4
VELEZ-BLANCO, TOPARES	29.8	33.3	32.9	48.6	43.1	23.1	6.6	8.7	27.2	40.3	42.8	45.8	382.2

Tabla nº IV.3.- Datos pluviométricos mensuales y anuales medidos en (mm)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ADRA FARO	13.5	13.8	14.9	15.9	18.1	21.5	25	25.9	24.2	20.2	16.8	14.5	18.7
ALBOX	11.1	11.9	14.0	15.8	19.1	23.2	27	27.1	24.5	19.7	14.7	11.9	18.3
ALMERIA	12.2	12.7	14.3	15.8	18.9	21.8	25	25.6	23.4	19.5	15.6	13.0	18.2
BACARES	4.6	5.6	7.6	10.0	14.2	17.7	23	22.8	18.2	13.3	7.6	4.7	12.4
BERJA	11.1	11.9	13.5	15.6	18.9	22.2	26	26.1	23.3	18.6	14.6	11.8	17.8
CANJÁYAR	9.7	10.9	13.6	15.9	19.2	23.4	27	27.0	23.8	19.3	14.3	10.2	17.8
CHIRIVEL C H SEGURA	4.5	5.8	9.0	12.4	16.6	19.0	22	22.3	18.8	14.5	10.4	6.3	13.5
FELIX	10.5	11.1	12.3	14.2	17.5	21.6	25	26.0	22.6	17.4	14.0	11.6	17.0
GÉRGAL A NACIMIENTO C P C	9.6	10.6	11.0	14.5	16.9	22.3	24	24.1	20.3	15.8	12.4	9.8	15.9
HUERCAL OVERA-INST.LABORAL	9.2	10.4	12.5	14.7	18.7	22.7	26	26.1	23.0	17.9	12.7	9.7	16.9
LA MOJONERA	12.3	12.8	14.8	16.4	18.7	22.6	26	26.4	24.8	20.6	16.6	14.0	18.8
LAUJAR	7.7	8.7	10.2	11.9	15.5	19.1	24	23.5	20.4	14.9	10.7	8.0	14.5
MACAEL	9.4	11.1	12.8	14.7	18.0	22.9	26	26.2	23.4	18.0	13.6	10.3	17.2
MARIA	4.0	4.8	6.8	9.5	13.1	17.8	22	21.4	17.4	12.0	7.4	4.5	11.7
NIJAR	11.5	11.8	13.4	15.0	18.2	22.2	26	25.7	23.2	18.7	15.1	12.1	17.7
SERON,ESTACION	7.1	8.4	9.8	12.2	15.5	20.4	24	23.4	20.1	14.9	10.3	7.6	14.5
TABERNAS	10.7	11.5	13.2	15.5	18.8	23.3	27	26.9	23.8	19.0	14.3	11.1	17.9
VERA-INSTITUTO LABORAL	10.8	11.8	13.5	15.3	18.6	22.3	26	25.8	23.2	19.3	14.6	11.7	17.7
ULEILA DEL CAMPO LOS FILABRES	8.8	9.3	11.9	13.4	16.0	19.6	23	23.3	20.6	16.4	11.8	8.9	15.2
VELEZ-BLANCO, TOPARES	5.1	5.2	7.1	9.4	13.3	17.8	24	22.5	17.7	13.1	7.8	5.6	12.4

Tabla nº IV.4.- Datos termométricos mensuales y anuales medidos en (°C)

### IV.3.3.- OTROS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

En este apartado hay que mencionar el alto grado de insolación, ya que se superan las 3000 horas/año, la humedad relativa que es muy elevada en el litoral y los riesgos de heladas unidos a precipitaciones en forma de nieve que se dan en las cotas superiores de Sierra Nevada, sierra de María, sierra de Gádor y sierra de los Filabres.

### IV.3.4.- EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP)

Thornthwaite (1948), utiliza como base para definir el clima la evapotranspiración potencial (ETP), calculada mediante una ecuación que relaciona la precipitación, temperatura, latitud y cultivos. A partir de ella define los siguientes índices: Índice hídrico anual (Im), Índice de aridez (Ia), e Índice de humedad (Ih).

En función de estos índices se establecen los términos que definen los tipos climáticos, añadiéndole un último valor que corresponde a la concentración de la eficacia térmica durante los meses estivales.

Finalmente, define el clima general compatibilizando los cuatro índices mediante una fórmula con dos letras mayúsculas y otras dos minúsculas (tabla IV.5).

ESTACIÓN	Formulas climáticas de Thornthwaite
Albox	E A' d b <sub>4</sub> '
Huércal Overa-Inst. Laboral	E A' d b <sub>4</sub> '
Tabernas	E A' d b <sub>4</sub> '
Gérgal a Nacimiento	E A' d a'
Almería	E A' d a'
Níjar	E A' d a'
Vera-Inst. Laboral	E A' d a'
Adra-Faro	E A' d a'
La Mojonera	E A' d a'
Canjáyar	D A' d b <sub>4</sub> '
María	D A' d b <sub>4</sub> '
Serón-Estación	D A' d b <sub>4</sub> '
Uleila del Campo-Los Filabres	D A' d a'

**Tabla nº IV.5.-Formulas climáticas de Thornthwaite (1948) para las estaciones meteorológicas seleccionadas de Almería**

De acuerdo con los datos obtenidos, podemos clasificar el clima de la provincia de Almería según la clasificación de Thonhwaite (1948) como árido (E) o semiárido (D), en función de los valores de precipitación y ETP medidos en cada punto, siendo generalmente mayores las precipitaciones en el interior y menores los valores de ETP. La eficacia térmica a lo largo de toda la provincia se clasifica como megatérmica (A') y el índice de aridez indica que el exceso de humedad es nulo o casi nulos (d). La concentración de la eficacia térmica durante el verano es, en la zona costera, baja (a') mientras que en el interior es generalmente moderada (b4').

Faniran et al. (1978), utilizan la relación P/ETP para mostrar el estado hídrico de los suelos, como función del balance entre ganancias de agua y pérdidas por evapotranspiración. (Tabla nº IV.6)

P/ETP	Tipos de suelo
<0.20	(A) Extremadamente árido
0.21-0.40	(B) Árido
0.41-0.75	(C) Moderadamente árido
0.76-1.20	(D) Moderadamente húmedo
1.21-1.95	(E) Húmedo
1.96-2.90	(F) Muy húmedo
>2.90	(G) Extremadamente húmedo

**Tabla nº IV.6.- Estado hídrico de los suelos según Faniran (1978)**

Aplicando el criterio de Faniran (1978) a los suelos de la provincia de Almería (tabla nº IV.7), se observa un tipo climático dominante, el árido, salvo enclaves situados por encima de los 1200 m, donde pasan a moderadamente áridos (María, 1200m).

#### IV.3.5.- CALCULO DE REGÍMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

Teniendo en cuenta que la humedad correspondiente a la capacidad de retención no se aplica a un suelo específico, tomamos el valor estándar de 100 para este parámetro (Thornthwaite, 1948). De cualquier forma, en las monografías del proyecto LUCDEME correspondientes a la provincia de Almería, se encuentran todas las fichas climáticas correspondientes a los perfiles que en ellas se estudian, donde los valores de la reserva se calculan según la fórmula:  $R = pF(\frac{1}{3} - 15atm) \cdot d.a. \cdot \text{espesor hasta la profundidad}$

*de las raíces.* Hay que tener en cuenta la distribución errática de las lluvias, tanto a lo largo del año como para cada uno de sus meses, de forma que la definición de los regímenes hídricos dados por Soil Taxonomy (1975), tendrían que matizarse hacia condiciones de mayor aridez. La sección control se considera hasta la profundidad en que desarrollan las raíces de forma significativa, tal como se aplica en el proyecto LUCDEME.

ESTACIÓN	P	ETP	P/ETP
Adra-Faro	217.5	917.1	0,23 (B)
Albox	296.0	939.4	0,31 (B)
Almería	208.3	903.3	0,23 (B)
Canjáyar	320.8	929.5	0,34 (B)
Gérgal a Nacimiento	218.7	814.9	0,26 (B)
Huércal Overa-Inst. Laboral	249.6	876.4	0,28 (B)
La mojonera	206.1	947.2	0,21 (B)
María	424.5	677.9	0,62 (B)
Níjar	268.1	891.3	0,30 (B)
Serón-Estación	309.7	766.1	0,40 (B)
Tabernas	220.7	923.4	0,23 (B)
Vera-Inst. Laboral	256.8	895.9	0,28 (B)
Uleila del Campo-Los Filabres	425.1	782.6	0,54 (C)

**Tabla nº IV.7.- Datos de P/ETP para las estaciones seleccionadas**

Para el cálculo del régimen de temperaturas seguimos la referencia de Soil Taxonomy (1975), que adiciona 1°C a la temperatura media del aire para estimar la del suelo; además en los suelos con buen drenaje, cultivados y cubiertos de vegetación, puede estimarse la media de verano restando 0.6°C a la media estival del aire (junio, julio y agosto); finalmente se estima que la temperatura del suelo a 50cm de profundidad durante el solsticio de invierno, es un grado superior a la del aire durante los meses de diciembre, enero y febrero.

#### IV.3.6.- FICHAS CLIMÁTICAS

La mecánica aritmética para el cálculo empírico, los datos meteorológicos y la vegetación la recogemos del Instituto Nacional de Meteorología (1991), Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y Metodología (2000) y Tratado de

Fitotecnia de Urbano (1992). La ETP, calculada de esta forma, es independiente del tipo de vegetación que puebla el suelo y sólo depende de factores climáticos.

Con los datos climáticos de Almería y considerando una reserva estándar de 100, elaboramos las fichas climáticas.

En el balance hídrico final consideramos cuatro etapas: recarga (R), saturación (S), utilización de la reserva y déficit, lo que se traduce en un estado de la sección control saturado en agua (S), parcialmente mojado (R y U) y totalmente seco (D).

Tanto la humedad como la temperatura deberían ser medidas en el campo, pero dada su dificultad y los propios fines del trabajo permiten efectuar aproximaciones, a partir de los datos meteorológicos, válidos para la clasificación, génesis y cartografía de los suelos, bien entendido que en este caso el edafoclima corresponderá a los suelos modales.

Estación: Albox.

Coordenadas UTM: 575440-4138355

Altitud: 420m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	11.1	24.4	21.3	21.3	3.1	3.1		
Febrero	11.9	22.8	23.8	23.8	2.1	-1.0		
Marzo	14.0	34.4	40.1	36.5	0.0	-2.1	3.6	
Abril	15.8	31.9	54.2	31.9	0.0	0.0	22.3	
Mayo	19.1	27.4	86.9	27.4	0.0	0.0	59.5	
Junio	23.2	20.0	127.9	20.0	0.0	0.0	107.9	
Julio	26.5	3.4	168.3	3.4	0.0	0.0	164.9	
Agosto	27.1	7.6	164.6	7.6	0.0	0.0	157.0	
Septiembre	24.5	17.6	119.1	17.6	0.0	0.0	101.5	
Octubre	19.7	50.4	73.4	50.4	0.0	0.0	23.0	
Noviembre	14.7	34.6	36.4	34.6	0.0	0.0	1.8	
Diciembre	11.9	21.5	23.5	21.5	0.0	0.0	2.0	
<b>TOTALES</b>		<b>296.0</b>	<b>939.4</b>	<b>296.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>643.4</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

T<sup>a</sup> media del suelo a 50cm: 18.9

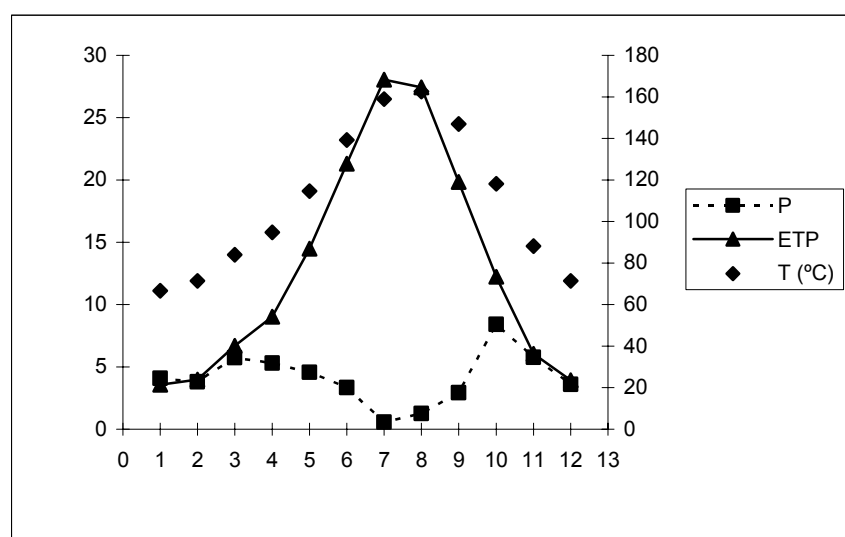
Régimen de humedad: Árido

T<sup>a</sup> media de invierno del suelo: 13.3

Régimen de temperaturas: Térmico

T<sup>a</sup> media de verano del suelo: 25.4

Clasificación de Thornthwaite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.  
E A' d b<sub>4</sub>'





Estación: Canjáyar. Coordenadas UTM: 523057-4095828

Altitud: 610m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	9.7	50.2	17.2	17.2	58.3	33.0		
Febrero	10.9	43.9	21.0	21.0	81.2	22.9		
Marzo	13.6	29.0	39.1	39.1	71.1	-10.1		
Abril	15.9	31.8	56.2	56.2	46.7	-24.4		
Mayo	19.2	21.0	89.1	67.7	0.0	-46.7	21.5	
Junio	23.4	13.3	130.8	13.3	0.0	0.0	117.5	
Julio	27.0	3.6	174.4	3.6	0.0	0.0	170.8	
Agosto	27.0	4.3	163.2	4.3	0.0	0.0	158.9	
Septiembre	23.8	9.1	113.1	9.1	0.0	0.0	104.0	
Octubre	19.3	35.5	71.6	35.5	0.0	0.0	36.1	
Noviembre	14.3	46.8	35.5	35.5	11.3	11.3		
Diciembre	10.2	32.3	18.3	18.3	25.3	14.0		
<b>TOTALES</b>		<b>320.8</b>	<b>929.5</b>	<b>320.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>608.7</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 18.5

Régimen de humedad: Xérico

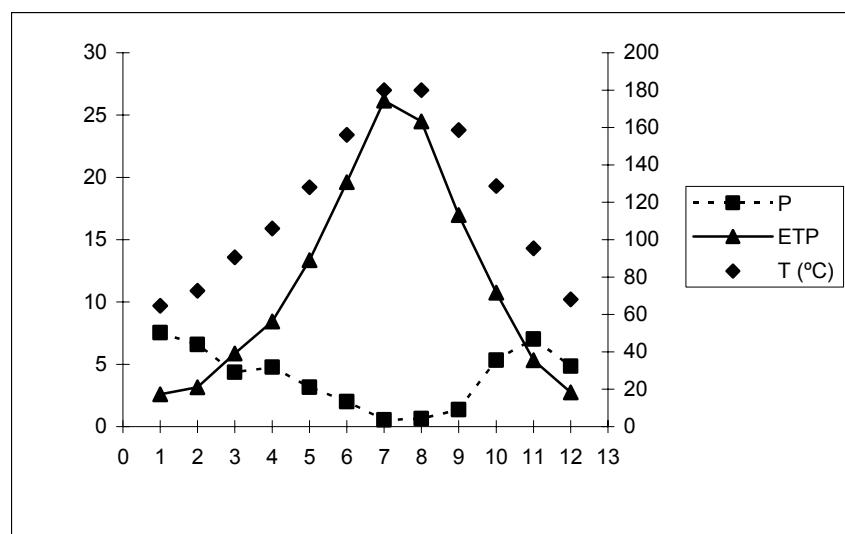
Tª media de invierno del suelo: 12.4

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 25.3

Clasificación de Thornthwaite: Clima semiárido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

D A' d b₄'



Estación: Gérgal a Nacimiento Coordenadas UTM: 535623-4104869 Altitud: 730m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	9.6	16.5	21.9	21.9	9.2	-5.4		
Febrero	10.6	17.9	25.2	25.2	1.9	-7.3		
Marzo	11.0	28.1	32.8	30.0	0.0	-1.9	2.8	
Abril	14.5	21.6	55.1	21.6	0.0	0.0	33.5	
Mayo	16.9	16.0	78.6	16.0	0.0	0.0	62.6	
Junio	22.3	9.6	124.8	9.6	0.0	0.0	115.2	
Julio	23.8	6.2	141.2	6.2	0.0	0.0	135.0	
Agosto	24.1	3.4	134.9	3.4	0.0	0.0	131.5	
Septiembre	20.3	6.5	89.6	6.5	0.0	0.0	83.1	
Octubre	15.8	34.9	56.0	34.9	0.0	0.0	21.1	
Noviembre	12.4	21.5	33.0	21.5	0.0	0.0	11.5	
Diciembre	9.8	36.5	21.9	21.9	14.6	14.6		
<b>TOTALES</b>		<b>218.7</b>	<b>814.9</b>	<b>218.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>596.2</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 16.5

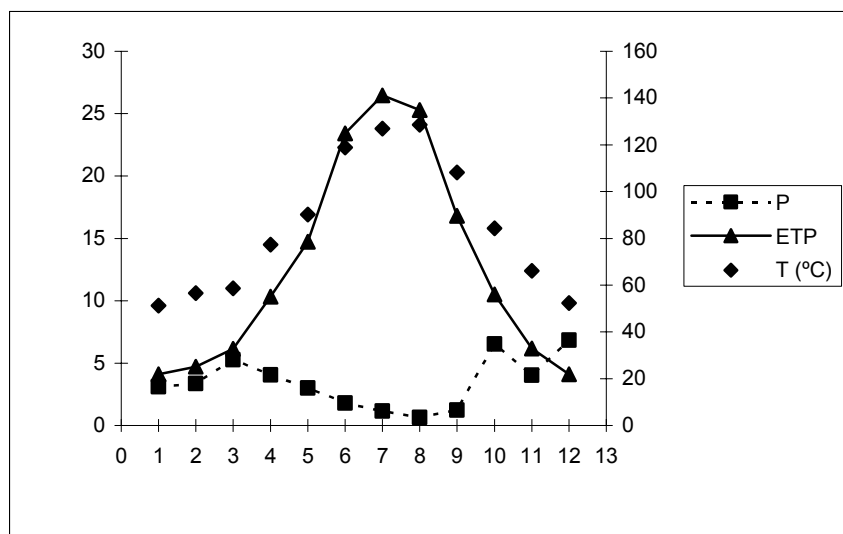
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 11.4

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 22.1

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'



Estación: María

Coordenadas UTM: 573598-4174122

Altitud: 1200m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	4.0	38.8	10.9	10.9	99.2	27.9		
Febrero	4.8	39.1	13.4	13.4	100.0	0.8		24.9
Marzo	6.8	41.4	25.4	25.4	100.0	0.0		16.0
Abril	9.5	36.9	41.2	41.2	95.7	-4.3		
Mayo	13.1	47.5	68.3	68.3	74.9	-20.8		
Junio	17.8	21.9	101.1	96.8	0.0	-74.9	4.3	
Julio	21.5	6.3	130.2	6.3	0.0	0.0	123.9	
Agosto	21.4	13.3	121.1	13.3	0.0	0.0	107.8	
Septiembre	17.4	23.9	82.3	23.9	0.0	0.0	58.4	
Octubre	12.0	66.4	48.7	48.7	17.7	17.7		
Noviembre	7.4	56.4	23.3	23.3	50.9	33.1		
Diciembre	4.5	32.6	12.2	12.2	71.3	20.4		
<b>TOTALES</b>		<b>424.5</b>	<b>677.9</b>	<b>383.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>294.3</b>	<b>41.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 12.3

Régimen de humedad: Xérico

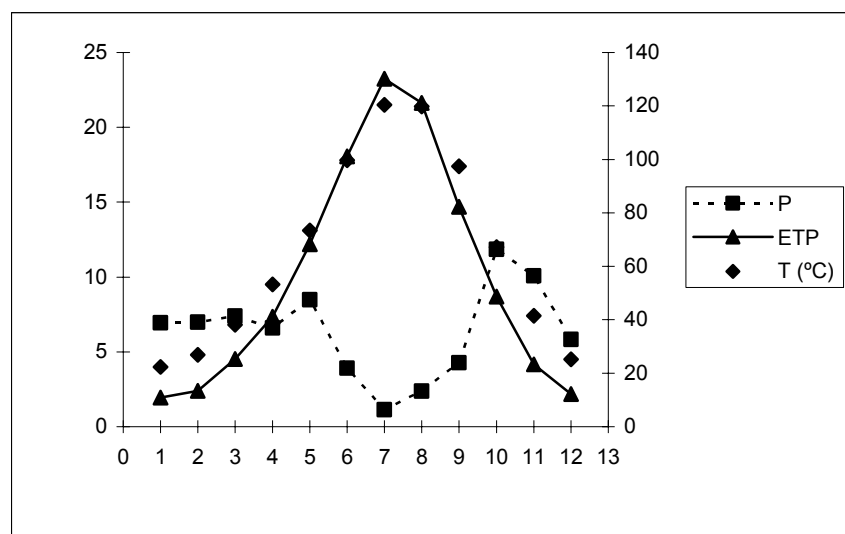
Tª media de invierno del suelo: 6.2

Régimen de temperaturas: Mésico

Tª media de verano del suelo: 19.5

Clasificación de Thornthwite: Clima semiárido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

D A' d b<sub>4</sub>'



Estación: Serón-Estación

Coordenadas UTM: 542634-4134117

Altitud: 800m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	7.1	26.6	16.2	16.2	35.1	10.4		
Febrero	8.4	21.4	20.4	20.4	36.2	1.0		
Marzo	9.8	32.2	31.4	31.4	36.9	0.8		
Abril	12.2	30.6	46.6	46.6	21.0	-16.0		
Mayo	15.5	26.7	73.9	47.7	0.0	-21.0	26.2	
Junio	20.4	18.3	112.2	18.3	0.0	0.0	93.9	
Julio	23.6	4.5	141.8	4.5	0.0	0.0	137.3	
Agosto	23.4	12.2	131.1	12.2	0.0	0.0	118.9	
Septiembre	20.1	19.6	91.9	19.6	0.0	0.0	72.3	
Octubre	14.9	47.6	55.4	47.6	0.0	0.0	7.8	
Noviembre	10.3	48.5	27.9	27.9	20.6	20.6		
Diciembre	7.6	21.5	17.3	17.3	24.7	4.2		
<b>TOTALES</b>		<b>309.7</b>	<b>766.1</b>	<b>309.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>456.4</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 15.0

Régimen de humedad: Xérico

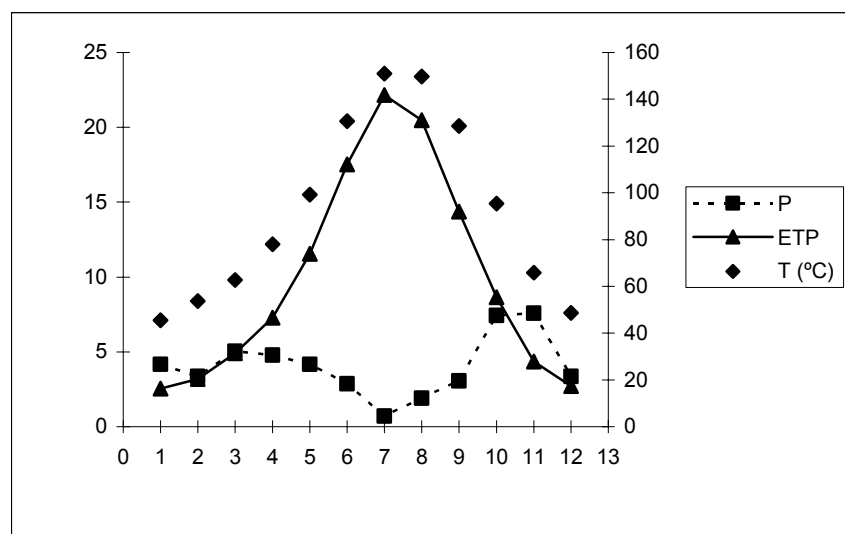
Tª media de invierno del suelo: 9.4

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 21.8

Clasificación de Thornthwite: Clima semiárido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

D A' d b₄'



Estación: Uleila del Campo Coordenadas UTM: 570576-4117356 Altitud: 820m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	8.8	36.4	20.7	20.7	44.4	15.7		
Febrero	9.3	30.1	22.1	22.1	52.4	8.0		
Marzo	11.9	70.2	39.8	39.8	82.8	30.4		
Abril	13.4	41.9	51.1	51.1	73.6	-9.2		
Mayo	16.0	46.7	74.8	74.8	45.5	-28.1		
Junio	19.6	12.9	103.5	58.4	0.0	-45.5	45.2	
Julio	22.8	3.6	133.2	3.6	0.0	0.0	129.6	
Agosto	23.3	6.6	129.0	6.6	0.0	0.0	122.4	
Septiembre	20.6	33.4	93.7	33.4	0.0	0.0	60.3	
Octubre	16.4	63.3	61.8	61.8	1.5	1.5		
Noviembre	11.8	52.7	32.4	32.4	21.8	20.3		
Diciembre	8.9	27.3	20.4	20.4	28.7	6.9		
<b>TOTALES</b>		<b>425.1</b>	<b>782.6</b>	<b>425.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>357.5</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 15.8

Régimen de humedad: Xérico

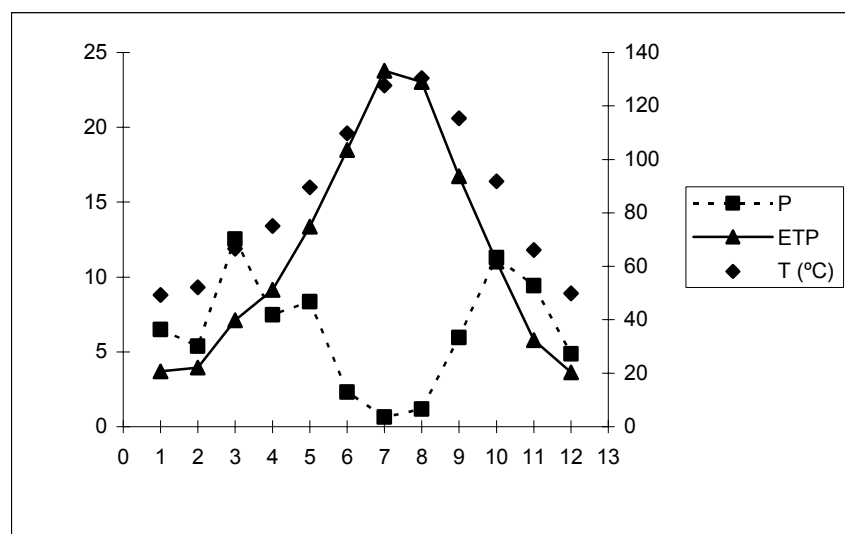
Tª media de invierno del suelo: 11.0

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 21.6

Clasificación de Thornthwite: Clima semiárido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano.

D A' d a'



Estación: Almería

Coordenadas UTM: 548623-4076522

Altitud: 7m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	12.2	28.2	26.4	26.4	3.9	1.8		
Febrero	12.7	18.7	27.8	22.6	0.0	-3.9	5.3	
Marzo	14.3	24.7	42.8	24.7	0.0	0.0	18.1	
Abril	15.8	26.1	55.3	26.1	0.0	0.0	29.2	
Mayo	18.9	14.3	86.2	14.3	0.0	0.0	71.9	
Junio	21.8	9.9	114.1	9.9	0.0	0.0	104.2	
Julio	25.0	1.1	150.6	1.1	0.0	0.0	149.5	
Agosto	25.6	1.2	147.5	1.2	0.0	0.0	146.3	
Septiembre	23.4	7.8	109.4	7.8	0.0	0.0	101.6	
Octubre	19.5	24.0	72.8	24.0	0.0	0.0	48.8	
Noviembre	15.6	21.5	41.7	21.5	0.0	0.0	20.2	
Diciembre	13.0	30.8	28.8	28.8	2.0	2.0		
<b>TOTALES</b>		<b>208.3</b>	<b>903.3</b>	<b>208.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>695.0</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 18.8

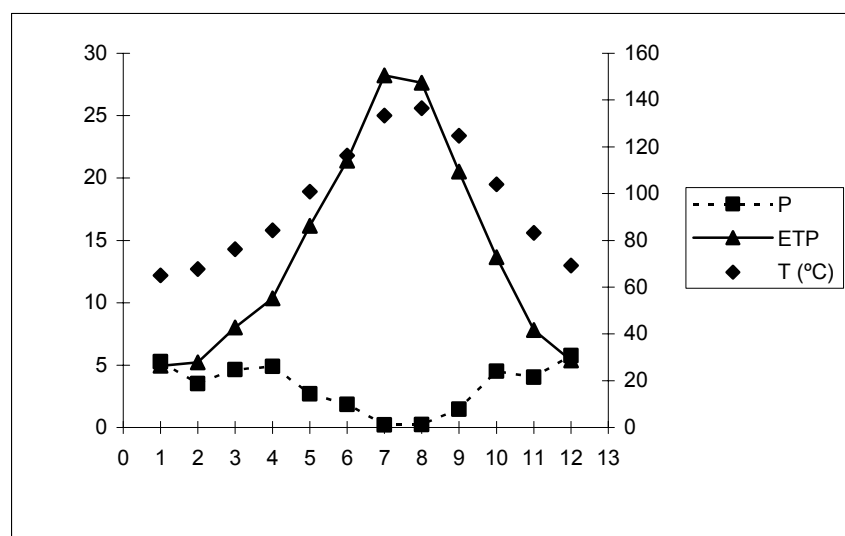
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 14.1

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 24.1

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'



Estación: Huércal Overa

Coordenadas UTM: 594012-4137927

Altitud: 230m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	9.2	18.5	17.7	17.7	4.9	0.8		
Febrero	10.4	16.8	21.5	21.5	0.2	-4.7		
Marzo	12.5	26.2	36.6	26.4	0.0	-0.2	10.2	
Abril	14.7	26.8	52.0	26.8	0.0	0.0	25.2	
Mayo	18.7	25.6	88.5	25.6	0.0	0.0	62.9	
Junio	22.7	12.1	125.8	12.1	0.0	0.0	113.7	
Julio	25.6	5.7	158.2	5.7	0.0	0.0	152.5	
Agosto	26.1	3.8	153.3	3.8	0.0	0.0	149.5	
Septiembre	23.0	13.3	107.8	13.3	0.0	0.0	94.5	
Octubre	17.9	46.9	65.1	46.9	0.0	0.0	18.2	
Noviembre	12.7	32.3	31.0	31.0	1.3	1.3		
Diciembre	9.7	21.6	18.8	18.8	4.1	2.8		
<b>TOTALES</b>		<b>249.6</b>	<b>876.4</b>	<b>249.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>626.8</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 17.5

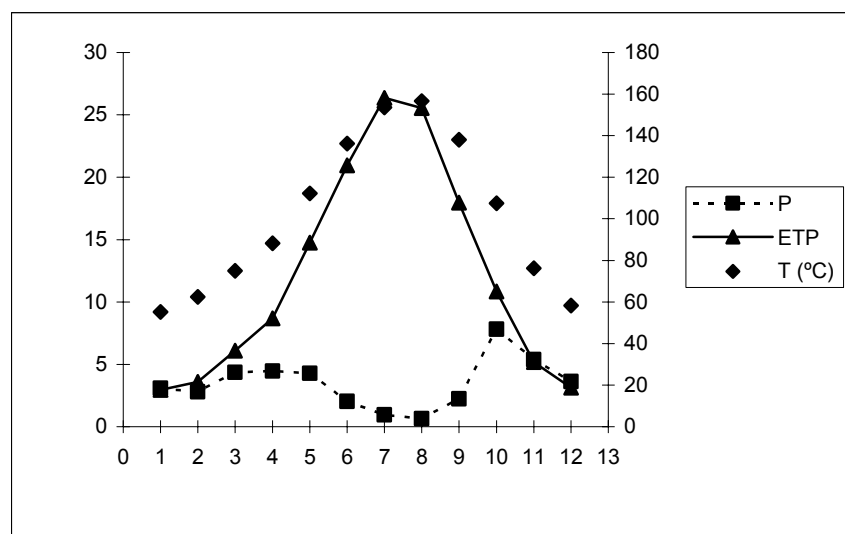
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 11.7

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 24.3

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

E A' d b<sub>4</sub>'

Estación: Níjar

Coordenadas UTM: 570792-4091470

Altitud: 356m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	11.5	32.4	24.6	24.6	13.5	7.8		
Febrero	11.8	24.3	25.2	25.2	12.6	-0.9		
Marzo	13.4	33.2	39.1	39.1	6.6	-5.9		
Abril	15.0	28.8	51.5	35.4	0.0	-6.6	16.1	
Mayo	18.2	17.8	81.8	17.8	0.0	0.0	64.0	
Junio	22.2	8.4	119.2	8.4	0.0	0.0	110.8	
Julio	25.6	0.2	157.8	0.2	0.0	0.0	157.6	
Agosto	25.7	5.1	148.8	5.1	0.0	0.0	143.7	
Septiembre	23.2	17.0	108.3	17.0	0.0	0.0	91.3	
Octubre	18.7	35.2	68.4	35.2	0.0	0.0	33.2	
Noviembre	15.1	33.9	40.3	33.9	0.0	0.0	6.4	
Diciembre	12.1	31.8	26.1	26.1	5.7	5.7		
<b>TOTALES</b>		<b>268.1</b>	<b>891.3</b>	<b>268.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>623.2</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 18.3

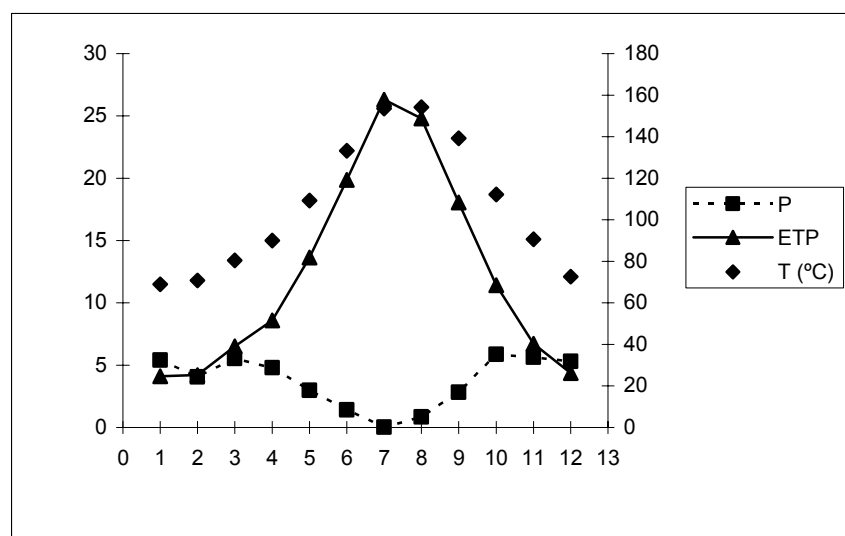
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 13.2

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 24.2

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'





Estación: Tabernas Coordenadas UTM: 554164-4100901 Altitud: 490m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	10.7	20.2	20.7	20.5	0.0	-0.3	0.2	
Febrero	11.5	21.7	23.2	21.7	0.0	0.0	1.5	
Marzo	13.2	19.3	37.0	19.3	0.0	0.0	17.7	
Abril	15.5	24.0	53.6	24.0	0.0	0.0	29.6	
Mayo	18.8	18.7	85.7	18.7	0.0	0.0	67.0	
Junio	23.3	10.2	129.7	10.2	0.0	0.0	119.5	
Julio	26.8	2.1	171.9	2.1	0.0	0.0	169.8	
Agosto	26.9	2.6	162.1	2.6	0.0	0.0	159.5	
Septiembre	23.8	10.9	113.1	10.9	0.0	0.0	102.2	
Octubre	19.0	36.7	69.5	36.7	0.0	0.0	32.8	
Noviembre	14.3	32.5	35.5	32.5	0.0	0.0	3.0	
Diciembre	11.1	21.8	21.5	21.5	0.3	0.3		
<b>TOTALES</b>		<b>220.7</b>	<b>923.4</b>	<b>220.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>702.7</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 18.5

Régimen de humedad: Árido

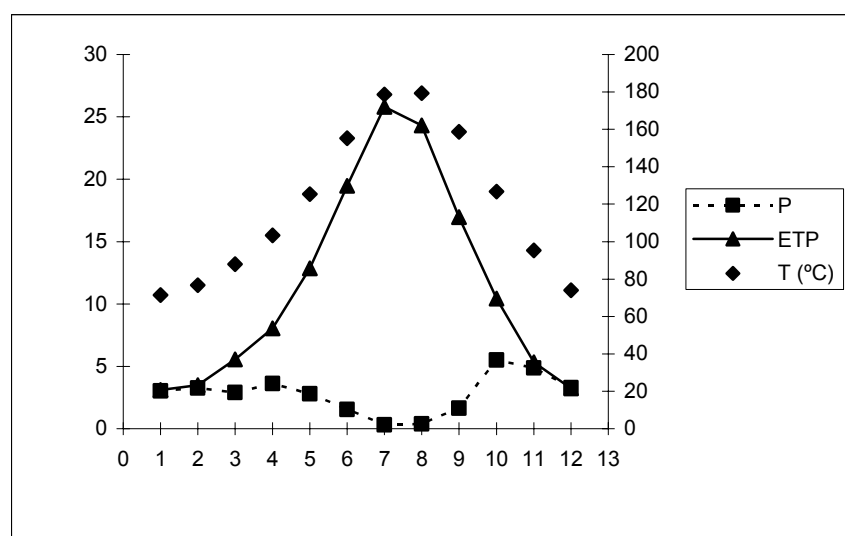
Tª media de invierno del suelo: 12.8

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 25.2

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

E A' d b<sub>4</sub>'



Estación: Vera

Coordenadas UTM: 600837-4122595

Altitud: 100m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	10.8	17.7	21.8	21.8	1.2	-4.1		
Febrero	11.8	19.7	25.2	20.9	0.0	-1.2	4.3	
Marzo	13.5	31.0	39.6	31.0	0.0	0.0	8.6	
Abril	15.3	26.9	53.4	26.9	0.0	0.0	26.5	
Mayo	18.6	24.3	85.1	24.3	0.0	0.0	60.8	
Junio	22.3	7.7	120.2	7.7	0.0	0.0	112.5	
Julio	25.6	3.4	157.8	3.4	0.0	0.0	154.4	
Agosto	25.8	6.3	149.9	6.3	0.0	0.0	143.6	
Septiembre	23.2	13.9	108.3	13.9	0.0	0.0	94.4	
Octubre	19.3	40.8	72.4	40.8	0.0	0.0	31.6	
Noviembre	14.6	35.3	37.8	35.3	0.0	0.0	2.5	
Diciembre	11.7	29.8	24.5	24.5	5.3	5.3		
<b>TOTALES</b>		<b>256.8</b>	<b>895.9</b>	<b>256.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>639.1</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 18.3

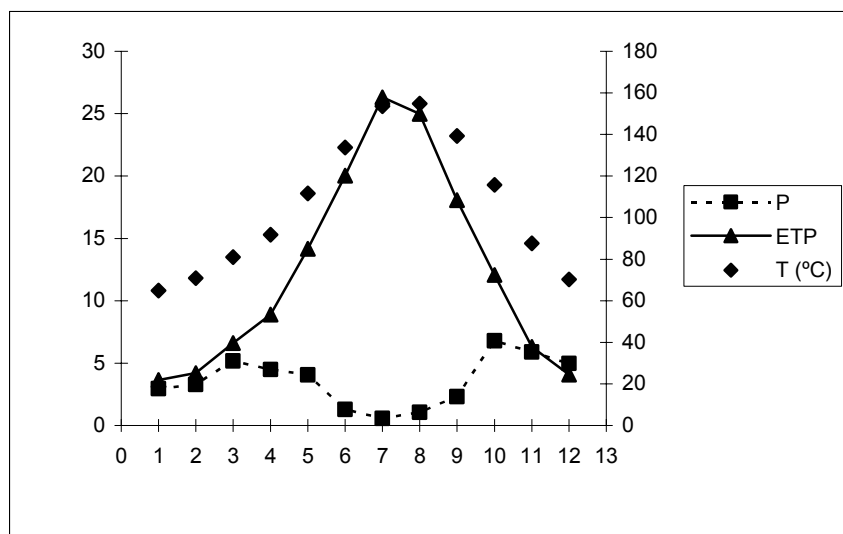
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 13.0

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 24.3

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'



Estación: Adra-Faro Coordenadas UTM: 497223-4066832

Altitud: 10m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	13.5	30.6	30.7	30.6	0.0	0.0	0.1	
Febrero	13.8	17.0	31.3	17.0	0.0	0.0	14.3	
Marzo	14.9	22.4	44.6	22.4	0.0	0.0	22.2	
Abril	15.9	27.5	54.1	27.5	0.0	0.0	26.6	
Mayo	18.1	13.3	77.5	13.3	0.0	0.0	64.2	
Junio	21.5	4.9	109.7	4.9	0.0	0.0	104.8	
Julio	24.6	3.0	145.4	3.0	0.0	0.0	142.4	
Agosto	25.9	1.2	150.6	1.2	0.0	0.0	149.4	
Septiembre	24.2	4.2	116.0	4.2	0.0	0.0	111.8	
Octubre	20.2	30.4	76.5	30.4	0.0	0.0	46.1	
Noviembre	16.8	38.1	46.6	38.1	0.0	0.0	8.5	
Diciembre	14.5	24.9	34.1	24.9	0.0	0.0	9.2	
<b>TOTALES</b>		<b>217.5</b>	<b>917.1</b>	<b>217.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>699.6</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 19.3

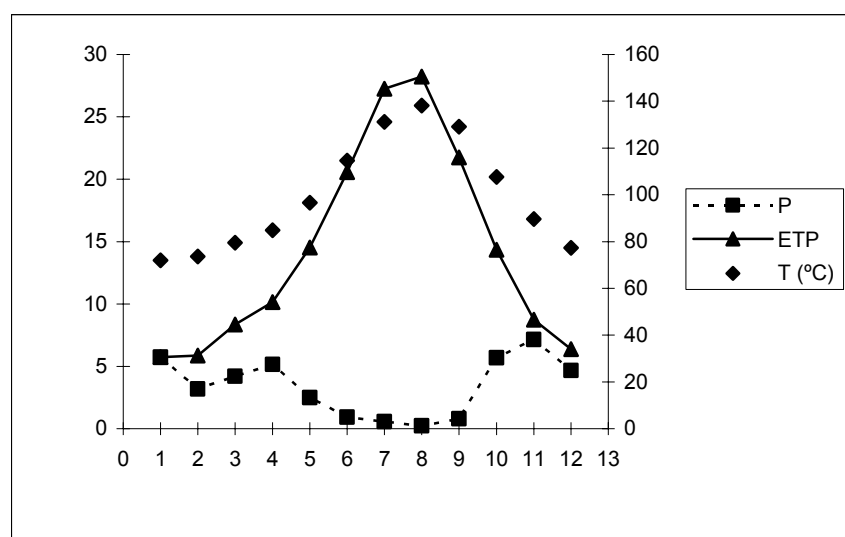
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 14.3

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 25.1

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'



Estación: La Mojонера

Coordenadas UTM: 528638-4067496

Altitud: 80m

	T (°C)	P	ETP	ETR	Reserva	Var. Reserva	Déficit	Exceso
Enero	12.3	28.5	24.8	24.8	3.7	3.7		
Febrero	12.8	19.5	26.2	23.2	0.0	-3.7	3.0	
Marzo	14.8	24.9	43.1	24.9	0.0	0.0	18.2	
Abril	16.4	21.8	56.5	21.8	0.0	0.0	34.7	
Mayo	18.7	19.9	81.6	19.9	0.0	0.0	61.7	
Junio	22.6	5.1	120.4	5.1	0.0	0.0	115.3	
Julio	26.0	0.4	162.1	0.4	0.0	0.0	161.7	
Agosto	26.4	1.3	156.4	1.3	0.0	0.0	155.1	
Septiembre	24.8	3.5	121.5	3.5	0.0	0.0	118.0	
Octubre	20.6	19.5	78.8	19.5	0.0	0.0	59.3	
Noviembre	16.6	44.1	44.8	44.1	0.0	0.0	0.7	
Diciembre	14.0	17.6	31.0	17.6	0.0	0.0	13.4	
<b>TOTALES</b>		<b>206.1</b>	<b>947.2</b>	<b>206.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>741.1</b>	<b>0.0</b>

Los datos de precipitaciones (P), evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), reserva, variación de la reserva y exceso, están expresados en mm.

Capacidad de campo estándar: 100

Tª media del suelo a 50cm: 19.4

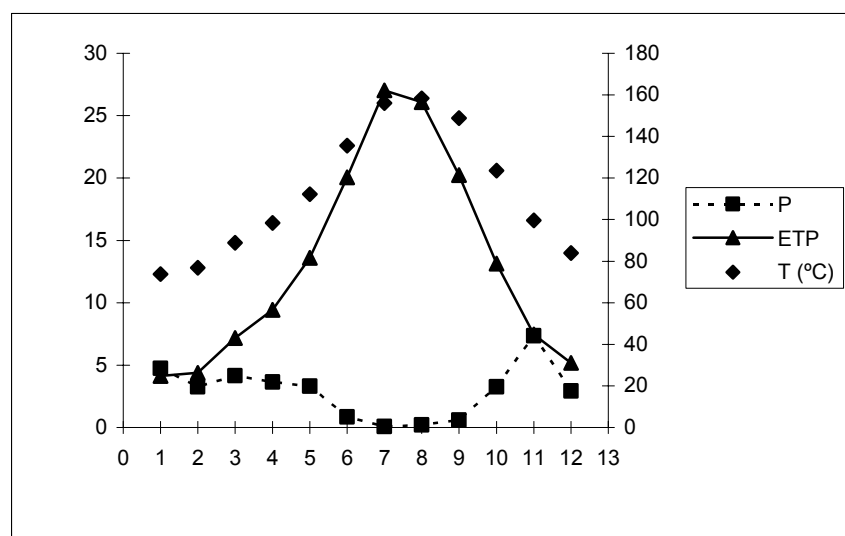
Régimen de humedad: Árido

Tª media de invierno del suelo: 14.3

Régimen de temperaturas: Térmico

Tª media de verano del suelo: 25.1

Clasificación de Thornthwite: Clima árido, megatérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad y baja concentración de la eficacia térmica durante el verano. E A' d a'



#### IV.4.- VEGETACIÓN

El desarrollo vegetal está condicionado por diversos factores: clima, topografía, suelo, etc. lo que conlleva a un agrupamiento por el que se forman comunidades vegetales con características y necesidades físico-biológicas semejantes, son las fitocenosis.

Los criterios que definen cada fitocenosis son (Mota, 2004):

- Dinámica: sucesión vegetal.
- Estructura: aspecto o fisiognomía.
- Ecología: requerimientos ambientales e interacciones bióticas.
- Composición florística: catalogo de especies que incluyen.
- Biogeografía: interacción de todos los aspectos anteriores con los centros de endemismos y distribuciones de las especies.

La vegetación está sujeta a un dinamismo constante en función de cambios de los factores del medio físico, así como de las alteraciones antrópicas que sufre. Este dinamismo se caracteriza en las series de vegetación, que Rivas Martínez (1987) define como: “unidad geobotánica, sucesionista y paisajística que trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales que pueden hallarse en espacios teselares afines como resultado del proceso de la sucesión, lo que incluye tanto los tipos de vegetación representados de la etapa madura del ecosistema vegetal como de las etapas iniciales o subseriales que los reemplazan”.

La nomenclatura de las series de vegetación indica tanto la especie dominante en el ecosistema maduro (climax), como características ecológicas que definen el espacio biogeográfico que ocupa, tipo de suelo, aspectos climáticos (ombroclima y termoclima), etc.

Las series de vegetación se dividen en dos grandes grupos: climatofitas y edafófilas. En las primeras, las comunidades vegetales se asientan sobre suelos normales, quedando condicionados los fenómenos hídricos a la climatología. En las series edafófilas, a su vez, se distinguen dos grupos: edafoxerófilas, en las que el suelo es responsable de la xericidad (arenas, roquedos) y edafohidrófilas, que se desarrollan sobre suelos con aporte hídrico adicional como sucede en las riberas fluviales, salinas, etc. (Valle et al., 2003).

Para la descripción de la vegetación existente en la provincia de Almería nos vamos a basar en el Mapa de Series de Vegetación de Andalucía (2003) a escala 1:400.000 (Fig.nº IV.6). Los mapas de series de vegetación son una herramienta válida para cartografiar el paisaje vegetal y aporta información sobre las comunidades integradas en ellos (Mota, 2004). En la provincia de Almería se cartografían 22 unidades: 13 series de vegetación climatofitas, 5 complejos politeselares y 4 series edafohidrófilas:

#### IV.4.1.- SERIES DE VEGETACIÓN CLIMATOFITAS

**SmQr**.- Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.

Se distribuye en la zona basal de la sierra de Gádor hasta una altitud máxima de 500 a 600m, sobre suelo calizo.

Como cabeza de serie se presenta un bosque de encinas bien estructurado con tres estratos: arbustivo, trepador y herbáceo. La primera etapa de sustitución es un coscojar-espinar-lentiscal (*Asparago-Rhamnetum oleoidis*, *Bupleuro-Pistacietum lentisci*). En suelos con poca potencia (leptosoles), o bien tras la degradación de la formación anterior, aparece la siguiente etapa serial, un romeral-tomillar (*Micromerio-Coridothymion capitati*).

En general las formaciones boscosas de encinares son escasas y mal estructuradas, dominando en la zona las formaciones retamoides, dominadas por *Genista spartioides*, espartales y tomillares-retamales.

**RIQr.- Serie termo-mesomediterránea murciano-almeriense, valenciano-tarraconense y setabense de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae S.***

Los encinares levantinos alcanzan puntualmente la provincia de Almería por lo que esta serie de vegetación está muy poco representada en la provincia, localizándose dos pequeñas áreas en las sierras de Bédar y Cabrera. A diferencia de zonas más septentrionales, esta serie se caracteriza por compartir las etapas subseriales con series típicamente murciano-almerienses, que presentan como comunidades climácicas cambronales, azufaifales, etc.

**PcQr.- Serie mesomediterránea bética, seco-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S.***  
**Faciación típica.**

En la provincia de Almería localizamos esta serie de vegetación en las siguientes zonas: en las estribaciones de sierra de Gádor, estribación sur de Sierra Nevada, estribación norte de la sierra de los Filabres y la parte occidental de la sierra de las Estancias.

El climax de vegetación corresponde a un bosque de encinas típico mediterráneo bien estructurado. El estrato arbustivo es rico en enebros (*Juniperus oxycedrus*), majuelos (*Crataegus monogyna*), torvizco (*Daphne gnidium*), etc. El estrato trepador está bien representado por *Lonicera implexa*, *Rubia peregrina*, *Hedera helix*, etc. Finalmente, en el estrato herbáceo podemos encontrar *Paeonia broteroi*. Como primera etapa de sustitución encontramos a los coscojales (*Crataego-Quercetum cocciferae*), a la que le sigue formaciones arbustivo-retamoides (*Genisto speciosae-Retametum sphaerocarphae*). La siguiente etapa es un espartal (*Thymo gracile-Stipetum tenacissimae*), cuando la potencia del suelo sea mayor, o un romeral-tomillar

(*Lavandulo-Echinopartion boissieri*) sobre suelos leptosólicos. Finalmente, en zonas de actividad ganadera se desarrollan comunidades de caméfitos de carácter nitrófilo (*Artemisio glutinosae-Santolinetum canescentis*).

Actualmente es raro encontrar encinares o coscojales en la zonas donde se extiende esta serie, siendo lo más frecuente las siguientes etapas de sustitución: retamales y romerales.

**BrQr.- Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae* S.**

Esta serie se ubica en la zona norte de la provincia, extendiéndose desde el límite con la comunidad murciana en dirección sur hasta las estribaciones de la sierra de María.

La comunidad climácica es un encinar, semejante al anterior pero más pobre florísticamente, ya que carece de elementos béticos. Lo mismo ocurre con las distintas etapas de sustitución, siendo más patente el matorral serial, dominado por *Genista pumila* Subsp. *mugronensis*.

Debido a la intensa influencia antrópica en la zona, dominan el paisaje las asociaciones seriales de romerales (*Paronychio aretioides-Astragaletum-tumidi*) y tomillares (*Aremisio herba-albae-Santolinetum squarrosae*).

**AdQr.- Serie supra-mesomediterránea filábrica y nevadense de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Adenocarpo decorticantis-Querceto rotundifoliae* S. Faciaciones: (AdQr.s) típica supramediterráneas con *Adenocarpus decorticans* y (AdQr.m) típica mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa*.**

Esta serie participa de dos pisos bioclimáticos, meso y supramediterráneo, por lo que distinguimos dos faciaciones.

La faciación típica supramediterránea con *Adenocarpus decorticans* se localiza en Sierra Nevada y sierra de los Filabres en la franja altitudinal comprendida entre los



1500 y los 2000m. Presenta como estadio maduro un encinar abierto, más pobre florísticamente que los que se desarrollan sobre suelos calizos. Las etapas de sustitución son espinales y escobonales (*Cytiso scoparii-Adenocarpum decorticantis*), jarales *Thymo gadorensis-Cistetum laurifolii*, lastonares (*Dactylido hispanicae-Festucetum scariosae*) y tomillares subnitrófilos (*Artemisio-Santolinetum rosmarinifoliae*).

La faciación típica mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa* se ubica entre los 1000 y los 1500m de altitud y se extiende ampliamente en las sierras Nevada y de los Filabres y, en menor medida en las sierras Alhamilla, Gádor y de las Estancias. La vegetación climácica es un encinar, que en la actualidad es escaso y mal estructurado. La serie de sustitución comienza con un escobonal (*Retamo sphaerocarphae-Adenocarpum decorticantis*) seguido de jarales-bolinales (*Lavandulo stoechadis-Genistetum equisetiformis*), lastonares (*Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae*) y tomillares subnitrófilos (*Artemisio glutinosae-Santolinetum canescentis*).

**BhQr.- Serie supramediterránea bética basófila seco-subhúmeda de la encina (*Quercus rotundifolia*): Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae S.**

Se localiza esta serie entre los 1500 y los 1900m de altitud en zonas de las sierras de Gádor, Nevada, Filabres y María.

La vegetación climácica es un encinar más abierto y menos estructurado que el mesomediterráneo, e intercala especies caducifolias, por lo general espinosas. En las zonas en las que la xericidad estival es menos acusada, el encinar puede ser desplazado por bosques caducifolios dominados por el quejigo (*Quercus faginea*). Cuando aumenta la xericidad, el encinar es desplazado por una arbusteda espinosa (*Genisto-Cytisetum reverchonii*). Las etapas de sustitución difieren también de los encinares mesomediterráneos, estando dominada la primera etapa de sustitución por el agracejo (*Berberis hispanica*) debido al aumento del ombroclima y disminución del termoclima; los retamales incorporan el endemismo bético *Cytisus reverchonii*; los espartales son sustituidos por lastonares (*Festuca scariosa*); y el matorral serial está constituido por caméfitos leñosos como *Salvia lavandulifolia*, *Lavandula lanata*, *Satureja intricata*,

*Teucrium webbianum*, *Echinopartum boissieri*, etc. en sierra de Gádor y sierra de María.

El uso pascícola y el relieve escarpado hace que el encinar bien estructurado sea infrecuente, apareciendo con frecuencia las distintas etapas seriales.

**RIJp.**- Serie edafoxerófila castellano-maestrazgo-manchega y bética nororiental sobre calizas duras de la sabina mora (*Juniperus phoenicea*): *Rhamno lycioidis-Junipereto phoeniceae S.*

Se localizan zonas puntuales al norte de la provincia, intercaladas con encinares de la serie *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae S.*

La cabeza de serie es un sabinar de la asociación *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae*, al que acompañan los matorrales propios de los encinares basófilos mesomediterráneos.

**DoPs.**- Serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera (*Juniperus sabina*): *Daphno hispanicae-Pineto nevadensis S.* (= *Daphno oleoidis-Pineto sylvestris S.*)

Se localiza en los sistemas montañosos calizos por encima de los 1900m, así encontramos zonas en las sierras de María, Filabres y Gádor.

La etapa madura es un pinar-sabinar (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) abierto, heliófilo y con una estratificación simple correspondiente a un manto, más o menos continuo, de sabinas (*Juniperus sabina*) y enebros rastreros (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*). Las etapas de sustitución son: un matorral serial de aspecto almohadillado (*Thymus serpyllion* subsp. *gadorense*, *Erinacea anthyllis*, etc.); lastonares de *Festuca scariosa* y *Helictotichon filifolium*; y pastizales de *Astragalus incanus* subsp. *nummularioides*.

En la provincia no se encuentra bien representada esta serie ya que para su óptimo desarrollo requiere altitudes mayores a las alcanzadas por las formaciones montañosas almerienses.

**GbJn.- Serie oromediterránea filábrico-nevadense silicícola del enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *nana*): *Genisto baeticae(versicoloris)-Junipereto nanae S.***

Se localiza en Sierra Nevada y sierra de los Filabres, por encima de los 2000m.

La comunidad climácica es un piornal-enebral. El piornal se desarrolla sobre suelos con mayor potencia tipo Regosol o Cambisol y en él encontramos especies como *Genista versicolor* y *Cytisus oromediterraneus*. El enebral presenta especies como *Juniperus communis* subsp. *nana* y subsp. *hemisphaerica* y *Juniperus sabina* var. *humilis*.

En la actualidad la representación de esta serie de vegetación es buena en Sierra Nevada, no así en sierra de los Filabres. Los principales riesgos a los que se enfrenta este tipo de vegetación son el sobrepastoreo, la repoblación inadecuada con pinos y el desarrollo de actividades recreativas.

**RIQc.- Serie mesomediterránea guadiciano-becense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de las coscoja (*Quercus coccifera*): *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae S.* Faciación guadiciano-bacense y almeriense con *Ephedra fragilis*.**

Se localiza en las sierras de las Estancias y de Lúcar.

La etapa madura está constituida por un pinar-coscojal, denso y con una altura media que oscila entre 80cm y 2,5m. En zonas con relieve acusado se produce un enriquecimiento en *Pinus halepensis* que desplaza a la coscoja y se establece un pinar con una fisiognomía más abierta y dominado por gimnospermas de mayor resistencia frente al stress hídrico. Donde las condiciones de humedad son más severas hay una pérdida de elementos sensibles a la xericidad, como son la coscoja, el lentisco y

*Rhamnus lycioides*. Las etapas subseriales son formaciones retamoides, espartales, romerales y albardares.

Hoy en día, debido a la intensa actividad humana, la cabeza de serie es prácticamente inexistente. Además, la regeneración de la vegetación climácica tras su destrucción es muy lenta, debido fundamentalmente a las condiciones climáticas desfavorables y a la xericidad edáfica, ya que esta serie se desarrolla generalmente sobre suelos arcillosos, compactos e impermeables.

**MePa.- Serie termomediterránea inferior almeriense semiárido-arida del cornical (*Periploca laevigata* subsp. *angustifolia*): *Maytemo europaei-Periploceto angustifoliae* S.**

Esta serie de vegetación tiene un hábitat restringido, que se extiende a lo largo de la costa levantina almeriense.

La comunidad cabeza de serie es un palmital-espinal, también denominado vulgarmente como “vernáculo de sarguitales”. Junto a especies típicas de los matorrales esclerófilos arborescentes del SE ibérico (*Chamaerops humilis*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus horridus*, *Ephedra fragilis*, etc.) destaca la presencia del cornical (*Periploca laevigata*), taxón bien caracterizado ecológicamente por su dependencia del hálito marino. La primera etapa de sustitución es la formación retamoide de palaín (*Genista spartioides* subsp. *retamoides*). Más frecuente es el matorral dominado por *Genista cinerea* subsp. *murcica*. Los pastizales vivaces están formados por: espartales, de gran cobertura y muy extendidos, por lo que juegan un papel protector frente a la erosión; albadinales, que se desarrollan sobre sustratos con cierto grado de salinidad, presididos por *Anthyllis termiflora* endemismo del SE peninsular; y yesquerales.

Actualmente, esta serie se encuentra perfectamente caracterizada en las sierras del Cabo de Gata y Cabrera. Su principal amenaza es sobrepastoreo, los incendios y la implantación de urbanizaciones.

**Zl.- Serie termomediterránea almeriense semiárido-árida del azofaifo (*Ziziphus lotus*): *Zizipheto loti* S.**

Se localiza en la zona Cuevas de Almanzora, el Campo de Níjar y en las proximidades del parque natural de Cabo de Gata-Níjar, caracterizadas por la ausencia de relieves significativos y por una sensible influencia marina.

La comunidad climácica es un espinal denso caducifolio xerófilo dominado por el azofaifo (*Ziziphus loti*). El elevado porte del azofaifo permite que se le asocien diversas especies (*Whitania frutescens*, *Osyris quadripartita*, *Asparagus horridus*, *Lycium intricatum*, *Launacea arborescens*, etc.) sobre las que ejerce un efecto nodriza. Como etapas de sustitución, en suelos profundos, se desarrollan espartales (*Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissima*) y formaciones de gramíneas dominadas por la atocha o el esparto. Cuando los suelos presentan cierto grado de salinidad, los espartales son sustituidos por albardinales (*Dactylo hispanicae-Lygeetum sparti*). Los matorrales y tomillares presentan gran diversificación en función de las características ambientales.

Hoy en día, pese a las actividades agrícolas y ganaderas, prácticas forestales inadecuadas e introducción de especies exóticas, su representación en la zona es buena.

**Mzl.- Serie termomediterránea inferior almeriense occidental semiárida del arto (*Maytenus senegalensis* subsp. *europaeus*): *Mayteno europaei-Zizipheto loti* S.**

Esta serie se extiende desde Adra hasta el límite del parque natural de Cabo de Gata.

El climax de esta serie de vegetación corresponde a una arbustada espinosa xerófila de elevado porte dominada por *Maytenus senegalensis* subsp. *europaeus* y *Ziziphus lotus*, a las que se asocian otras de menor tamaño y sobre las que ejercen efecto nodriza. Las etapas de sustitución son espartales (*Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissima*); yesquerales (*Teucrio pseudochamaepitys-Brachypodietum retusi*); comunidades de cerrilla (*Hyparrhenia hirta*); y caméfitos (*Helianthemo almeriensis-*

*Sideritetum pusillae*) cuando el sustrato es carbonatado y *Limonio insignis-Anabasetum hispanicae* sobre margas subsalinas.

La representación de esta serie es muy escasa dado la intensa proliferación de invernaderos en la zona.

**ChRI**.- Serie termomediterránea superior murciano-almeriense semiárida del lentisco (*Pistacia lentiscus*): *Chamaeropo humilis-Rhamneto lycioidis* S.

Se extiende por la parte E y SE de la provincia de Almería, dentro siempre de la zona semiárida.

La comunidad cabeza de serie es un palmitar-espinal que forma comunidades gregarias densas separadas entre sí, originando la típica estructura dispersa de las zonas áridas. Es un matorral esclerófilo de elevado porte, en el que encontramos, entre otras especies: *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, *Ephedra fragilis*, *Aristolochia baetica*, *Clematis flammula*, *Asparagus horridus*, etc. Comparte la mayor parte de las etapas de sustitución del azufaifo (*Zizipheto loti* S.) y del cornical (*Mayteno-Peiploceto angustifoliae* S.).

**BgPI**.- Serie termo-mesomediterránea alpujárride-gadoreense, filábrico-nevadense y almeriense, semiárido-seca del lentisco (*Pistacia lentiscus*): *Bupleuro gibraltari-ci-Pistacieto lentisco* S. Faciaciones: (**BgPI**) típica y (**BgPI.w**) con *Salsola webbi*.

Faciación típica:

Se ubica al N de Sierra Nevada y sierra Alhamilla y al S de la sierra de los Filabres; constituye la formación potencial cuando el ombroclima no permite el desarrollo del encinar.

La comunidad climácica es un lental, formación de alto matorral y elevada cobertera, donde predominan arbustos esclerófilos. La primera etapa de sustitución es un retamal-escobonal (*Genisto retamoidis-Retametum sphaerocarphae*), seguida de:

espartales (*Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae*); pastizales dominados por *Hyparrhenia hirta* o *Brachypodium retusum*; y romerales-tomillares (*Odontito purpureae-Thymetum baetici*).

Actualmente, debido a la influencia humana, dominan las etapas seriales de sustitución en el paisaje de este territorio, y es infrecuente localizar restos de la comunidad climax.

Faciación con *Salsola webbi*:

Se localiza entre los 500 y los 800m de altitud en algunas zonas de sierra Alhamilla y sierra de Gádor.

La etapa madura corresponde a un lentiscal que se caracteriza por la presencia de *Salsola webbi*. La primera etapa de sustitución es un retamal-escobonal que, a diferencia de la faciación típica, está dominado por la asociación (*Asparago horridi-Genistetum retamoidis*). El resto de las etapas de sustitución son iguales en ambas facitaciones.

#### IV.4.2.- COMPLEJOS POLITESELARES Y COMUNIDADES PERMANENTES SOBRE SUSTRATOS ESPECIALES

En los complejos politeselares no se reconoce un único dominio climático, sino que conviven varias comunidades vegetales distribuidas a modo de mosaico (Valle et al., 2003). En los afloramientos de yesos y sustratos subsalinos de la provincia de Almería, el suelo actúa como agente limitante de las comunidades vegetales, condicionando su dinámica y distribución.

**Yc.- Complejo de vegetación edafoxerófila sobre yesos de la sierra de Cabrera.**

Se localiza en los afloramientos de yesos de sierra de Cabrera, donde se desarrolla sobre margas yesíferas.

La mayor representatividad paisajística se corresponde con formaciones de matorral gipsícola de la asociación *Astragalo grosii-Santolinetum viscosae*. Las formaciones de mayor porte son retamales pertenecientes a la asociación *Thymelaeo tartonrairae-Genistetum ramosissimae* y espartales (*Lapiedro-Stipetum tenacissimae*). Entre estas formaciones se intercalan pastizales terófitos y comunidades crasuláceas de baja cobertura.

Dado que este complejo de vegetación se localiza en el parque natural de Cabo de Gata-Níjar, es de suponer que su conservación será óptima.

#### **Yt.- Complejo de vegetación edafoxerófila tabernense sobre yesos.**

Se localiza una pequeña extensión de este complejo en la zona de Venta de los Yesos, en la comarca de Tabernas.

La comunidad de mayor porte y representación coincide con el matorral gipsícola de la asociación *Santolito viscosae-Gypsophiletum struthii*. En las zonas de mayor potencia edáfica, debido a la meteorización de los yesos, aparecen espartales englobados en la asociación *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae*. Entre estas asociaciones se desarrollan pastizales terófitos de la asociación endémica almeriense *Plantagini ovatae-Chaenorrhinetum grandiflorii* y extensas costras de líquenes.

Este complejo se encuentra mal representados debido a las canteras de yesos existentes en la zona y la implantación de nuevos cultivos, olivares.

#### **Ys.- Complejo de vegetación edafoxerófila sobre yesos de Sorbas**

Se localizan dos áreas próxima entre sí en los alrededores de Sorbas, dentro del paraje natural del karst de yesos.

La formación más representativa de la zona es un matorral abierto de la asociación *Helianthemo alypoidis-Gypsophiletum struthii*. Sobre suelos más profundos aparecen espartales (*Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae*) y yesqueras (*Teucrio pseudochamaepitys-Brachypodietum retusi*). Entre estas asociaciones se intercalan



pastizales terófitos endémicos almerienses (*Plantagini ovatae-Chaenorrhinetum grandiflorii*).

La presencia de canteras de yesos, la inadecuada repoblación y las visitas incontroladas al espacio natural protegido son la causa de la mala representación de este complejo.

**Mt.- Complejo politeselar de vegetación edafoxerófila tabernense sobre margas subsalinas**

Se extiende a lo largo de la zona conocida como Desierto de Tabernas, localizado en la cuenca delimitada al S por las sierras de Gádor y Alhamilla al y N por Sierra Nevada y sierra de los Filabres.

La vegetación típica es un matorral formado por especies pertenecientes a la asociación *Anabasio hispanicae-Euzomodendretum bourgaeani* que se desarrollan sobre margas miocenas. Se localizan varios endemismos como son: *Euzomodendron bourgeanum* (mayoritario en la zona), *Salsola papillosa*, *Helianthemum almeriense*, *Launaea lanifera*, *Herniaria fontanesii* subsp. *almeriana*, *Anabasis articulata*, etc. Cuando el suelo se desarrolla sobre conglomerados, la vegetación dominante es un espartal de la asociación *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae*. Junto a las ramblas, y en función de la permeabilidad del suelo, encontramos comunidades de la alianza *Frankenio-Arthrocnemetum fruticosi* cuando el drenaje es bueno, mientras que en los suelos con mantos freáticos próximos a la superficie la vegetación dominante pertenece a la alianza *Cistancho-Arthrocnemetum fruticosi*. Finalmente en zonas muy alteradas, como cultivos abandonados, abundan especies de las asociaciones *Artemisia barrelieri-Salsoletum genistoidis* y *Suaedo fruticosae-Salsoletum oppositifoliae*.

La construcción de la autovía Almería-Granada y los desmontes para la construcción de invernaderos son los principales factores que en actualidad amenazan a este ecosistema, que presenta su mayor grado de conservación en las proximidades de sierra Alhamilla.

**Psl.- Geoserie edafoxerófila litoral psammófila termomediterránea mediterráneo-ibero-levantina**

Se desarrolla en las zonas costeras, sobre arenales poco estabilizados y con influencia del hálito marino. Se localiza en dos bandas litorales, la primera se extiende desde la Punta del Sabinar hasta Roquetas del Mar, y la segunda va desde Retamar hasta Almadraba de Montelva, dentro del parque natural de Cabo de Gata-Níjar.

La vegetación se distribuye en franjas paralelas a la costa, variando su composición específica en función de la estabilidad del sustrato y del aporte de restos orgánicos por el mar. Así se establecen 5 franjas desde el mar hacia el interior:

- En la zona más próxima al mar se ubican especies nitrohalófilas de la asociación *Salsolo kali-Cakiletum maritimae*.
- Más hacia el interior encontramos una franja de dunas embrionarias en las que la influencia del hálito marino es significativo y donde la consistencia del sustrato es baja. En ella localizamos especies de la asociación *Cypero mucronato-Elymetum farcti*.
- Tras las dunas embrionarias encontramos otra franja en la que el sustrato se presenta un poco más estable, en él aparece el barronal (*Medicagini marinae-Ammophiletum australis*).
- Zona de dunas semifijas: se encuentran colonizadas por matorrales caméfitos senescentes de la asociación *Loto cretici-Crucianelletum maritimae*.
- La franja más interior corresponde a las dunas estabilizadas en las que la comunidad de mayor desarrollo es un lentiscar-sabinar (*Rhamno angustifoliae-Juniperetum turbinatae*).

La conservación de la vegetación en esta zona es mala debido fundamentalmente a la actividad turística de la costa almeriense.

#### IV.4.3.- SERIES EDAFOHIDRÓFILAS

##### **Eh4.- Geoserie edafohidrófila meso-supramediterránea nevadense silicícola**

Se localiza en las márgenes de los afluentes del río Almanzora que proceden de la sierra de los Filabres.

Esta geoserie aparece en los pisos bioclimáticos supramediterráneo (EH4a) y mesomediterráneo (EH4b) en los cursos fluviales, preferentemente en zonas poco soleadas. La vegetación se distribuye en tres bandas, la primera y más próxima al cauce del río, corresponde a una vegetación helofítica herbácea que requiere la presencia de cursos de agua permanentes. Es una vegetación de elevado porte en la que destacan los cárices de la asociación *Carictum camposii-cuprinae*, que son sustituidos por formaciones de berros (*Apietum nodilori-Eleocharitetum palustris*) donde las aguas son más someras. La segunda banda es una saucedada atrocinera-aliseda de la serie *Carici-Saliceto atrocinerae S.*, y la tercera una fresneda de la serie *Aceri-Fraxineto angustifoliae S.*

##### **Eh8.- Geoserie edafohidrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética basófila.**

Se localiza en la parte baja de los afluentes del Almanzora que provienen de la sierra de los Filabres.

Se ubican en las proximidades de los ríos bajo termotipo mesomediterráneo y sobre sustratos carbonatados. Al igual que en la descripción de la geoserie anterior, en ésta se distinguen tres bandas, una saucedada de escasa altura dominada por *Salix neotrichia*, una chopera blanca (*Populus alba*) y un olmedo (*Ulmus minor*). Generalmente el olmedo está destruido por el desarrollo de actividades agrícolas.

**EH18.- Geoserie edafohidrófila termomediterránea murciano-almeriense y mulullense basófila**

Se localiza a lo largo de los ríos Almanzora, Aguas, Antas, y Andarax, desembocadura del río Adra y rambla Morales.

Presenta una gran variedad de comunidades vegetales, que difieren entre sí tanto en su fisiognomía como en su composición florística. Su presencia es de carácter puntual debido a las limitaciones que presentan para su desarrollo; evita la influencia marina y está condicionada por las características hídricas del medio. La vegetación se distribuye en dos bandas: una formación helofítica en la que domina un espadañal (*Typho-Schoenoplectetum glauci*) y una chopera blanca del *Lonicero-Populetum albae*.

**EH19.- Microgeoserie edafohidrófila termomediterránea murciano-almeriense hiperhalófila**

Se localiza en el litoral formando parte de saladares: Salinas de San Rafael (Roquetas de Mar) y Salinas Viejas y Salinas de Cerrillos (Cabo de Gata).

La etapa madura es un tarayal (*Inulo-Tamaricetum boveanae*) que en la mayoría de los casos está ausente, apareciendo comunidades de caméfitos suculentos (*Cistancho-Arthrocnemetum fruticosi*, *Frankenio-Arthrocnemetum macrostachyi* y *Sarcocornietum alpini*) formando los sapinares. Otras comunidades que se ubican en este ambiente son las praderas de saladillos (*Limonietum angustibracteati-delicantuli*) y los albardinales halófilos (*Limonio insignis-Lygeetum sparti*).

IV.4.4.- MAPA DE VEGETACIÓN

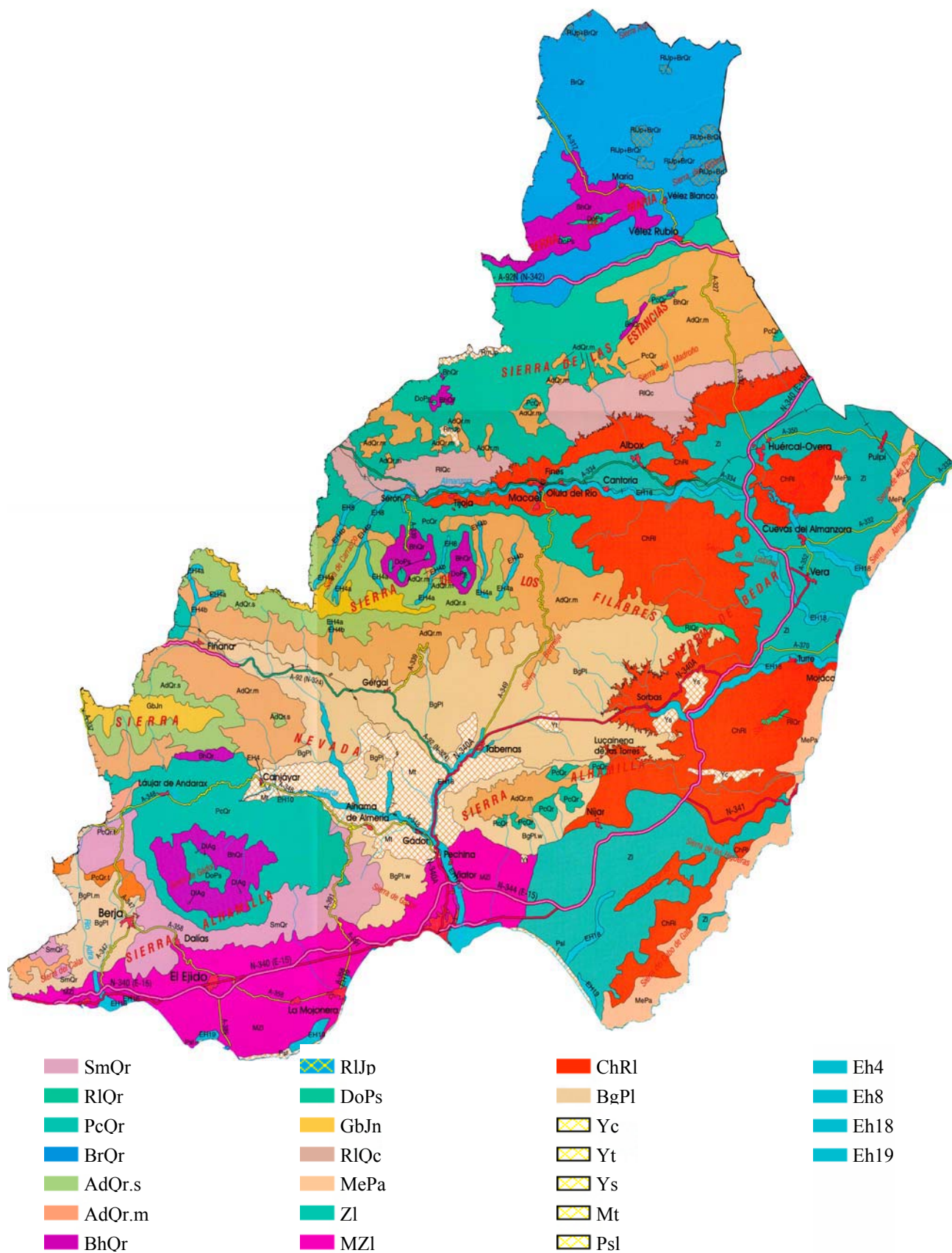


Fig. nº IV.6.- Mapa de Series de Vegetación de Almería (Valle et al., 2003)

## IV.5.- SUELOS

### IV.5.1.- GRUPOS Y UNIDADES TAXONÓMICAS

Se incluye en este apartado la descripción de los grupos y unidades taxonómicas reflejadas en las unidades cartográficas que figuran en el mapa de suelos de la provincia de Almería (Fig.- IV.7). Se tomaron como base las cartografías edáficas realizadas dentro del proyecto LUCDEME, con las modificaciones necesarias para adaptar la terminología de la Leyenda Revisada del Mapa de Suelos del Mundo de FAO (1974 y 1988) a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, 1998). Se describen, manteniendo la secuencia de prioridad, los grupos de suelos de referencia existentes en la provincia de Almería: Antrosoles, Leptosoles, Fluvisoles, Solonchacks, Gléysoles, Kastanozems, Phaeozems, Gipsisoles, Calcisoles, Luvisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Arenosoles y Regosoles.

#### **Antrosoles**

Estos suelos se caracterizan por presentar un horizonte antropodogénico de más de 50cm, que en la provincia de Almería se aproxima por sus características al horizonte térrico.

La acción antropedogénica sólo se observa en parte del horizonte antrópico y del epipedón subyacente que pertenece al suelo autóctono. En el relleno se identifican al menos dos subhorizontes: uno superior con arenas de playa y otro inferior enriquecido con materiales orgánicos.

La existencia de este grupo queda representada por **Antrosoles térricos**, unidad que comienza a extenderse a partir de la década de los 60 y continúa en expansión, con ciertas variantes, que tienden a mejorar la calidad y cantidad de los productos hortofrutícolas cultivados y a optimizar el momento de recolección. En 1974 la superficie enarenada se estipuló en 11750ha y en la actualidad se superan ampliamente las 30000ha.

Los enarenados se preparan de la forma siguiente: se nivelan los eriales retirando incluso el escaso suelo existente (Regosoles, Calcisoles, Solonchaks, etc.); seguidamente se extiende una capa de 30 a 40cm de material impermeable, encima se pone una capa de estiércol y sobre este horizonte nutritivo se coloca una capa protectora de arena de más de 10cm.

Todo el sistema está concebido para el aprovechamiento máximo del agua, evitando pérdidas por drenaje. La parte aérea se cubre con plásticos con una disposición que permita aumentar o disminuir la aireación en determinadas épocas del ciclo vegetativo. Actualmente el problema grave es la utilización de aguas de mala calidad que están provocando salinizaciones edáficas en los acuíferos de la zona por entrada de agua de mar.

Los nuevos rasgos edafogénicos que identifican al horizonte antropodogénico se ligan al efecto de la materia orgánica incorporada al epipedón antrópico y a la posible salinización o sodización de los horizontes epipedónicos y de los suelos enterrados, inducidos por el riego con aguas de baja calidad. En la actualidad, para favorecer el cultivo y frenar los efectos del fuerte viento reinante en toda la zona litoral, se imponen los cultivos bajo plástico que marcan de forma genuina el paisaje de las tierras costeras almerienses, componiendo lo que se conoce como “mar de plásticos”.

### **Leptosoles**

El grupo representa a un conjunto de suelos muy erosionados debido a su propia fragilidad, la fuerte pendiente de las laderas y la distribución errática de las escasas lluvias, que provocan un constante rejuvenecimiento del suelo, de forma que su profundidad está limitada por roca dura y coherente a menos de 25cm de la superficie o suprayace a un material fuertemente calcárico o que contiene menos del 10% en peso de tierra fina hasta los 75cm. Están caracterizados por un perfil del tipo A-R.

Las unidades del grupo observadas en la provincia son: **Leptosoles líticos** asociados con calcáricos, eútricos o dístricos y **réndzicos**, **móllicos** o **úmbricos**. La mayoría presentan un epipedón ócrico cuyo contenido en materia orgánica es muy

variado e incluso puede contener cantidades significativas, pero por su escaso espesor no puede considerarse como móllico o úmbrico. Se desarrollan principalmente sobre rocas carbonatadas duras (sierras del Saliente, Gabar, Muela, Pericay, Madroño, Estancias, Lúcar, Partalao, Lisbona, Demián, Talavera, Alhamilla, Gádor y María, y afloramientos de Macael). También se encuentran sobre materiales metamórficos (sierra de las Estancias, Partalao, Castillarico, Almagrera, Bédar, Cabrera, Madroño y estribaciones de Sierra Nevada en la provincia de Almería). Sobre conglomerados, areniscas o coluvios los Leptosoles tienen textura más gruesa y pueden ser igualmente calcáricos o eútricos. Finalmente sobre rocas ígneas (andesitas, dacitas,...) los Leptosoles son eútricos si la roca volcánica es básica o calcáricos si es carbonatada.

Las pendientes son mayoritariamente abruptas, comprendidas entre el 25-55%. Se asocian con afloramientos rocosos y pueden tener alto grado de pedregosidad (**Leptosoles líticos**). En los ambientes calizo-jurásicos es posible la karstificación y los Leptosoles son rojos, decarbonatados y discontinuos lateralmente (Leptosoles líticos o eútricos), asociados con Cambisoles y Luvisoles crómicos que han desarrollado sobre los depósitos de terra rossas; igual composición podemos encontrar sobre roca volcánica básica.

La vegetación está representada por un pastizal-matorral de escasa cobertura (15-20%), formado por tomillo, aulaga, esparto, retama o romero en los ambientes más térmicos, pasando en los pisos bioclimáticos superiores a chaparros con encinas y pinares autóctonos o de repoblación, culminando en el piso oromediterráneo con enebros y sabinas rastreras.

Concretando, la unidad más frecuente en los terrenos montañosos son los **Leptosoles líticos**, caracterizados por la presencia de roca continua y dura dentro de los primeros 10cm superficiales. En aquellas zonas donde las condiciones fisiográficas dificultan la erosión y posibilitan suelos con más de 10cm de profundidad, las unidades identificadas dependen de la naturaleza del roquedo y del epipedón, de forma que si el grado de saturación se sitúa por encima del 50% son Leptosoles eútricos y si no dísticos.



Otros Leptosoles están caracterizados por la presencia de un horizonte Ah móllico, que son **Leptosoles réndzicos**, si desarrollan sobre materiales fuertemente calcáreos y están ampliamente representados en las sierras de Gádor, Lisbona, Almagro, de Lúcar y Partalao; o los **Leptosoles móllicos** si desarrollan sobre rocas básicas, calcáricas o no.

La textura de estos suelos es variable y tiende a arenosa cuando desarrollan sobre dolomías o es más fina si lo hacen sobre calizas; el carbono orgánico oscila entre valores muy amplios (1 al 7%); el pH es básico, con valores medios de 7.5; la capacidad de cambio está relacionada con el contenido en materia orgánica y suele ser baja a moderada; el complejo de cambio está saturado y es dominado por el calcio, con cantidades de magnesio que aumentan considerablemente en los ambientes dolomíticos.

En la zona coluvial los suelos son pedregosos y difícilmente desarrollan otro horizonte de diagnóstico diferente al ócrico, componiendo la unidad cartográfica con distintas unidades de Leptosoles, Regosoles lépticos y Regosoles calcáricos; de forma excepcional y en zonas resguardadas puede haber horizontes de alteración, de forma que darían inclusiones de Cambisoles calcáricos. En las zonas de umbría y con vegetación espesa los Leptosoles réndzicos se asocian a Phaeozems calcáricos y lépticos o eútricos, cuando el solum supera los 25cm y contiene en el primer caso epipedón móllico.

Sobre roca ácida las unidades del grupo corresponden a **Leptosoles líticos**, dístricos o **úmbricos**, dependiendo de la identidad del epipedón. La inclusión de **Leptosoles úmbricos** se hace en las unidades de alta montaña con regímenes de humedad xéricos y de temperatura crícos (Soil Taxonomy, 1999), que desarrollan sobre micaesquistos con cuarcitas del complejo Nevado-Filábride; suelen mostrarse integrados con Leptosoles dístricos y en su forma más evolucionada con Cambisoles dístricos o Umbrisoles lépticos si el solum supera los 25cm.

### **Vertisoles**

El grupo de suelos está representado en la provincia por la unidad de **Vertisoles crómicos**. Son suelos que se caracterizan por tener un horizonte vértico marcado por el

elevado porcentaje en arcilla hinchable, que se mantiene desde la superficie hasta más de 100cm, hecho que los separa de los Cambisoles vérticos con los que se asocia cartográficamente.

Son suelos litomorfos que evolucionan sobre arcillas y limos cuaternarios o margas miocenas. Su textura va de arcillo-limosa a arcillosa y la estructura es fuerte en bloques subangulares a angulares. Son calcáreos y la consistencia es muy dura a dura en seco, que se torna plástica o muy plástica y adherente o muy adherente cuando húmeda. El contenido en fósforo es bajo; moderada la presencia de materia orgánica y nitrógeno en el epipedón, bajando sensiblemente en el vértico; el potasio es alto en todo el perfil; la capacidad de intercambio de cationes supera los  $21 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y la conductividad del extracto de saturación es baja, hecho que contrasta con los Solonchaks o Fluvisoles salicálicos adyacentes. Se incluyen dentro de los Vertisoles crómicos por tener un hue de 7.5YR y croma en húmedo mayor de 4.

### **Fluvisoles**

Son suelos poco desarrollados y lo hacen a partir de materiales flúvicos recientes, constituyendo vegas y ramblas. Se han cartografiado unidades calcáricas, eútricas y dístricas, que se asocian de manera irregular con unidades hiposálicas, por lo que no se incluyen en las unidades cartográficas. En las ramblas los suelos se cartografían como esqueleti-arénicos.

### **Fluvisoles esqueleti-arénicos**

Unidad de suelos ligada a zonas fluviales compuesta de aportes aluviales heterométricos y discontinuos, que destacan en el paisaje por el tamaño, naturaleza y forma de los cantos arrastrados, relacionados a su vez con el régimen pluviométrico errático y a menudo torrencial imperante en la provincia. La vegetación es variada, de forma que si el material es arenoso se coloniza por pastizales sabanoides ricos en risca (*Imperata cylindrica*) y carrizos (*Erianthus ravenae*). Los terrenos margosos subsalinos colindantes presentan como especie dominante la adelfa (*Nerium oleander*) y constituyen el material definido por la asociación *Rubus ulmifolii-Merietum oleander*. En

áreas con cierta salinidad la comunidad de tarays ponen de manifiesto esta circunstancia.

### **Fluvisoles calcáricos**

Se asimilan a los cursos fluviales que transitan entre materiales calcáricos y la textura oscila entre gruesa en las ramblas y más fina en las vegas. Tienen un epipedón ócrico como único horizonte diagnóstico y son calcáreos en todo el perfil, con una distribución textural y de materia orgánica irregular en todo el solum.

Según el contenido y tamaño de las fracciones más gruesas estos Fluvisoles pueden catalogarse además como esqueléticos, o si la fracción de tierra fina tiende a arenosa como arénicos; ambas unidades se ligan con las ramblas antes mencionadas. Si la textura es más fina tenemos los suelos de vega, con uso hortofrutícola, que a veces presentan un horizonte hiposálico, hecho que exige el acondicionamiento antes de su utilización: vides, naranjos, nísperos, etc.

El pH es alcalino en todos los perfiles estudiados y mayor en los horizontes donde la conductividad eléctrica supera el valor de los  $3\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . El contenido en materia orgánica es pequeño en todo el perfil, al igual que el nitrógeno y el potasio, los porcentajes en fósforo son variables. La capacidad de cambio es media, como corresponde a su textura y contenido en materia orgánica; el complejo de cambio está siempre saturado y es el calcio el catión dominante, acompañado de pequeñas cantidades de magnesio potasio y sodio, con importantes variaciones del último.

### **Fluvisoles eútricos**

Estos suelos evolucionan sobre materiales no calcáreos y flúvicos y mantienen una saturación en bases semejante a los suelos anteriormente descritos, pero con capacidad de cambio ligeramente inferior. Se cultivan con frutales, cereales y otros cultivos herbáceos.

La textura es franco-arenosa, o algo más fina, con gravas que aumentan en profundidad; la estructura es en bloques subangulares o masiva.

Se concentran en los “Llanos de Tabernas” y a veces se asocian con Fluvisoles calcáricos o dístricos, según sea la naturaleza de los materiales por los que transitan ríos y arroyos. Hay evidentes signos de erosión eólica e hídrica.

### **Fluvisoles dístricos**

Sólo se identifica este taxón en el sector almeriense de las sierras de Baza, Nevada y de los Filabres. Se acompaña cartográficamente con Gléysoles dístricos.

Se asimila su presencia al curso de los arroyos que inician su camino en alguna de las surgencias del lugar y van tallando su cauce entre cuarcitas y micaesquistos, desembocando finalmente en pequeñas lagunas donde el agua se estanca temporalmente.

La consistencia del material lítico hace que la potencia del suelo sea inferior a 50cm. Además la ligera pendiente facilita el drenaje lateral de forma que no se producen fenómenos de oxi-reducción.

Tienen un epipedón ócrico, próximo a úmbrico y subyacen varias secuencias de material de suelo flúvico. El complejo de cambio está desaturado y la capacidad de cambio varía irregularmente con la profundidad y se relaciona con los cambios texturales. El contenido en potasio es elevado en el epipedón y desciende bruscamente en profundidad. El pH es ácido y el catión dominante en el complejo de alteración es el calcio seguido del magnesio; todas las bases disminuyen con la profundidad aunque el pH se mantiene prácticamente constante.

### **Solonchaks**

Ocupan los terrenos más áridos de la provincia en unión de taxones calcisólicos y gipsisólicos. Se significan por presentar un horizonte sálico superficial o subsuperficial somero, dentro de los 50cm desde la superficie del suelo, sin que haya otro horizonte de diagnóstico.

El horizonte A tiene un contenido elevado en sales más solubles que el yeso, que se manifiesta con un valor de conductividad eléctrica de  $8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  para valores de pH entre 8.5 y 9, o valores superiores a  $15\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . En todos los casos se puede hablar de Solonchaks externos que se caracterizan por presentar una vegetación halofítica, que se corresponde con una etapa de degradación muy acusada de los carrascales.

La ausencia de unidades sódicas se debe al importante contenido de ión calcio, que se relaciona con el carácter débil o moderadamente calcáreo de la mayoría de los suelos.

Las sales precipitan cuando el suelo se seca lo que provoca su desplazamiento según sea el régimen hídrico mensual y dada la aridez climática es frecuente observar la formación de una fina costra blanquecina en superficie.

En general desarrollan sobre materiales cuaternarios de origen marino.

Se han cartografiado unidades gléycas y arídicas.

### **Solonchaks gléyicos**

Estos suelos están circunscritos a la banda costera y su característica fundamental es poseer un alto grado de salinidad, pudiendo alcanzar la conductividad eléctrica valores mayores de  $90\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Se localizan entre las Salinas de Acosta y el Cortijo de Pujaire y otras entre Aguadulce y Guardias Viejas o en el delta del río Andaráx asociados con Fluvisoles calcáricos.

Son suelos profundos, desarrollados sobre depósitos marinos, que están casi siempre húmedos en profundidad, hecho que indica la inexistencia de procesos de lavado favorecidos por la textura limo-arenosa y la estructura masiva. A partir de los 50cm de la superficie se presentan manchas de óxido-reducción, difusas, ocreas a rojizas, dispuestas sobre una matriz verdosa-azulada, marcando un nivel freático estacionario. El elevado contenido en sales del suelo y la probabilidad de inundaciones por aguas salobres permiten la presencia de una vegetación muy particular, con dominio de especies adaptadas a eliminar el exceso de sales, destacando las conocidas vulgarmente

por barrilleras. En general se corresponden a ecosistemas que representan un bosque poco denso de tarays (*Tamarix canariensis*), correspondiente a la alianza *Lycio intricati-Tamaricetum canariensis*. Pese a esto, las comunidades más extendidas son las denominadas *Sarcocornia fruticosa* y *Arthrocnemum macrostachyum*.

### **Solonchaks arídicos**

Se desarrollan estos suelos sobre conglomerados heterométricos cementados por una matriz arcillo-arenosa, de calcarenitas o margas con intercalaciones de yeso del Mioceno y ocupan amplias extensiones al sureste de la provincia. Una de las características básicas para establecer su perímetro es el fuerte acarcavamiento que presenta toda el área, debido a la erosión hídrica y eólica a que están sometidas las tierras, desarrollando el típico paisaje de bad-land y zonas desérticas, donde destacan diversas especies del género *Limonium* (*Limonietum aungustibracteato-Delicatuli*). Se trata de suelos con un horizonte hiperótrico, de textura franca a franco-limosa, calcáreos, alcalinos y de salinidad alta. El contenido en materia orgánica puede ser superior al 1% dada la alta salinidad de los suelos; los valores de la capacidad de cambio son bajos. Los suelos de la unidad se organizan asociados con Regosoles calcáricos allí donde el carácter salino se muestra por debajo de la profundidad de diagnóstico. La vegetación es muy escasa y difícilmente cubre más del 10% de la superficie; está constituida por un pastizal-matorral, donde el tomillo es dominante y son frecuentes las especies halófitas.

### **Gléysoles**

Son suelos con propiedades hidromórficas dentro de los 50cm superficiales, sin que en la provincia se hayan observado otras unidades con horizontes de diagnóstico que no sea un ótrico y sólo se han cartografiado **Gléysoles dístricos**.

Su presencia se restringe a zonas cacuminales correspondientes al piso oromediterráneo, donde las heladas y nieves comienzan en septiembre y pueden prolongarse hasta junio. A este piso corresponde potencialmente una vegetación

climática con coníferas de montaña, que en la actualidad está esquilada y prácticamente sólo queda un pastizal asociado con enebros y piornos rastreros.

Se trata de un área con avenamiento endorreico y la presencia de aguas superficiales proceden del deshielo y las surgencias naturales. Los suelos están mal drenados, de forma que se generan condiciones reductoras, puestas de manifiesto por la presencia de manchas grisáceas dentro del horizonte g.

Se han cartografiado en el macizo de Sierra Nevada, en altitudes superiores a los 1800m, y en las cumbres de las sierras de Baza y los Filabres. Los suelos desarrollan sobre rocas cuarcíticas y esquistos de distinta naturaleza y se asocian cartográficamente con los Fluvisoles dísticos, de los que se diferencian por que los depósitos fluviales no superan los 50cm.

Se trata de suelos profundos, con pocas piedras y un epipedón ócrico rico en materia orgánica, con estructura entre migajosa y granular en los horizontes superficiales, que pasa a masiva o en bloques subangulares en profundidad. A veces presentan en superficie una estructura con tendencia laminar, que pone de manifiesto la acumulación sucesiva de depósitos. La textura es variable y oscila de franco-arenosa a franco-arcillo-limosa. Son suelos con una capacidad de intercambio catiónico variable, alta en el epipedón y desciende bruscamente en los horizontes Cg. El complejo de cambio tiene un grado de saturación inferior al 50%, con porcentajes medios de calcio y magnesio equivalentes. El pH es ácido y no supera el valor de 6 en ninguno de los horizontes y aumenta con la profundidad.

### **Kastanozems**

Son suelos con escasa representación en la provincia y sólo se han cartografiado a nivel de inclusión, a causa de las especiales condiciones ecológicas en que se desarrollan. Evolucionan sobre coluvios calizos, en zonas de umbría con cubierta vegetal densa y mejorante. Son suelos con epipedón móllico de color pardo oscuro, cuyo croma en húmedo es mayor que 2, al que subyace un horizonte hipocálcico o cálcico.

Se cartografían Kastanozems cálcicos y lúvicos.

### **Kastanozems cálcicos**

Ocupan pequeñas manchas en los sistemas montañosos de naturaleza caliza o dolomítica o sobre rocas volcánicas calcáricas (coluvios andesíticos que al alterarse dan lugar a carbonatos). Se sitúan sobre pendientes diversas, asociados a Regosoles calcáricos y Calcisoles háplicos. Los epipedones tienen textura franca o franco-arcillosa y la estructura es granular a migajosa; el contenido en carbonatos en dicho horizonte, es ligero a nulo y el de materia orgánica alto, generando un humus tipo mull. El porcentaje de fósforo es bajo y las cantidades de nitrógeno y potasio altas. La capacidad de cambio catiónico es moderadamente alta y decrece en el horizonte cálcico, presentando el complejo de cambio saturado por calcio, fundamentalmente.

### **Kastanozems lúvicos**

Se diferencia de la unidad anterior por tener un horizonte árgico entre el epipedón mólico y el horizonte cálcico, mostrando rasgos físico-químicos similares a la unidad anterior, si bien la capacidad de cambio es algo mayor.

El horizonte cálcico subyace a un horizonte árgico, moderadamente desarrollado, con leves signos de iluviación de arcilla. El suelo en su conjunto puede considerarse como un intergrado con Phaeozems lúvicos.

### **Phaeozems**

Son suelos con horizonte mólico y saturación en bases mayor del 50%. Se han cartografiado tres unidades: lépticos, lúvicos y calcáricos. Ocupan los pisos bioclimáticos meso y supramediterráneo, donde la vegetación madura es un chaparral rico en lentisco, enebros y espinos, incluíble en la asociación *Ramno lycioides-Qercetum cocciferae*. Una ligera degradación permite el desarrollo de espartales (*Helictotrichon filifolium*), que en los suelos con hidromorfía temporal son sustituidos por los albardinales. La degradación más intensa da paso a pastizales del *Teucrio-*



*Brachypodium ramosi*. La reforestación básica es con pino carrasco, que prospera bien salvo en las unidades leptosólicas.

### **Phaeozems lépticos**

Se localizan en zonas de montaña, con humedad moderada, que le confieren ciertos criterios de diagnóstico, marcados por un contenido en materia orgánica alto y desarrollo estructural suficiente para ser catalogado como móllico. A este hecho hay que unir que el espesor del solum oscila entre los 25 y 50cm, de ahí que no puedan ser incluidos como Leptosoles móllicos y se encasillen en el grupo de los Phaeozems dentro de la unidad léptica. Además la mayoría de los suelos no son calcáricos pero no pueden clasificarse como eútricos porque la consistencia de la roca y su superficialidad incluyen la mayoría de los suelos con estas características dentro de la unidad léptica.

Dadas las condiciones medioambientales que favorecen la mineralización húmica estos suelos se asocian cartográficamente con otros taxones con horizonte móllico y en situaciones menos óptimas con Leptosoles eútricos.

Son por tanto suelos poco profundos, con un epipedón ligeramente oscuro y estructura bien desarrollada, ligeramente calcáreos o no calcáreos y básicos. Las pendientes son fuertes y pueden superar el 30%. Los contenidos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio son moderados a altos. La capacidad de cambio oscila entre 7 y 15cmol<sub>c</sub>·kg<sup>-1</sup>; el grado de saturación en bases es del orden del 80-100%, con el calcio como catión dominante. El pH está comprendido entre 6 y 7.5.

### **Phaeozems lúvicos**

Se localizan los suelos de esta unidad sobre calizas y a cotas superiores a 1400m; también se cartografían en la zona de Vera, donde evolucionan sobre micaesquistos, cuarcitas, anfibolitas, etc. El horizonte subsuperficial es árgico y con evidentes huellas de iluviación de arcillas que se conservan en las diaclasas que fracturan al material original.

El perfil es de tipo Ah-Bt-R. La textura es franco-limosa en superficie y pasa a franco-limo-arcillosa o más fina en el horizonte árgico. Los colores son rojos oscuros, cuyo hue oscila entre 5YR en el horizonte Ah y 2.5YR en los horizontes Bt. El horizonte iluvial está decarbonatado, mientras que el epipedón puede presentar una ligera recarbonatación debida, posiblemente, a efectos eólicos.

### **Phaeozems calcáricos**

Se han cartografiado asociados con los Phaeozem lúvicos y se desarrollan sobre calizas y calcoesquistos.

Se posicionan en laderas con fuerte pendiente y orientación norte, donde la vegetación es más densa compuesta por matorrales de naturaleza variada, con dominio de los chaparros y encinas.

El perfil es de tipo Ah-C-R y se asocian con Phaeozems y Regosoles lépticos o con Leptosoles calcáricos donde la erosión rejuvenece el solum. En las zonas menos erosionadas se asocian con unidades de Cambisoles.

### **Gipsisoles**

Las unidades de este grupo de suelos se caracterizan en el área almeriense, y de forma más específica en los alrededores del karst de yesos de Sorbas, por tener un horizonte gípsico con desigual desarrollo, sin que haya más horizontes de diagnóstico que un epipedón ócrico y, eventualmente, cámbico o cálcico. Se han cartografiado dos unidades: hiperócricas e hipergípsicas.

Se asocian a climas áridos-semiáridos y desarrollan sobre sedimentos margosos yesíferos, donde el yeso se presenta en bancos de potencia e intensidad variable, alternando con calizas y areniscas. La morfología se relaciona con formaciones de tipo glacis, más o menos ondulados, debido a procesos geotectónicos y/o halocinéticos.

Coinciden con los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneos y destacan en el paisaje por la presencia de microseries halófitas y gipsófitas almerienses, destacando

especies como *Ononis tridentata*, *Gipsofila struthium*, *Astragalus clusii*, *Lepidium subulatum*.

### **Gipsisoles arídicos**

Son suelos propios de ambientes áridos que tienen un perfil de tipo A-Bw-Cy-R o A-Cy-R. En la unidad cartográfica se acompaña de otros taxones del grupo, Calcisoles y Regosoles, algunos de ellos con entidad propia como serían los Gipsisoles cálcicos que no se incluyen en la memoria por su carácter más restringido.

El epipedón es hiperótrico y por tanto tiene un color claro en seco que oscurece algo en húmedo. El contenido en materia orgánica está próximo al 1% y la textura es gruesa. La estructura muestra ciertos rasgos laminares y culminan, frecuentemente, en una costra fina superficial. El horizonte cámbico, cuando existe, está un poco más estructurado y el color es más pardo.

Los suelos son calcáreos a ligeramente calcáreos y básicos, rasgos que heredan del material original yesífero. Circunstancialmente pueden formar horizonte gípsico que es simultáneamente cálcico y pueden igualmente presentar un horizonte endohiposálico.

En la provincia de Almería se localizan mayoritariamente entorno a Tabernas y se cubren de un manto vegetal definido por un tomillar gipsófilo, encuadrado en la alianza *Gypsophilo-Santolinetum vicosae*. Concretamente, en la zona se han observado especies como la *Santonina viscosa*, *Coris hispanica*, *Trisetum loeflingianum*, *Lpidium subulatum*, etc.

### **Gipsisoles hipergípsicos**

Son suelos de ambientes semiáridos-áridos, que tienen un horizonte ótrico o hiperótrico al que subyace un horizonte gípsico dentro de los 100cm superficiales, cuyo contenido en yeso es superior al 60%. Puede estar acompañado de un horizonte B con escaso desarrollo y a veces con indicios de salinidad.

El perfil es de tipo A-C-Cy o A-B-Cyz, que desarrolla sobre margas verdosas o gris-azuladas muy yesíferas, hecho que se justifica por la conductividad del extracto de saturación que oscila entre 2 y  $3\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , en el caso de suelos exclusivamente yesíferos, y supera los  $4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  si hay horizonte endohiposálico. A veces pueden presentar un horizonte petrogíptico.

Se han cartografiado varias manchas en el noroeste de la provincia, asociadas con otras unidades de Leptosoles, Regosoles y Calcisoles. Son suelos profundos (100-120cm), poco pedregosos y textura franca a franca-arenosa. El pH es alcalino y están imperfectamente drenados, sin que por ello muestren huellas de hidromorfía.

La vegetación es muy escasa y la cubierta vegetal se aproxima al 15%, que está definida por un pastizal-matorral muy heterogéneo, con esparto, tomillo, romero, aulagas o retamas, asociadas a especies propias de las comunidades gipsófitas almerienses.

### **Calcisoles**

Los suelos de este grupo aportan, con Leptosoles y Regosoles, las unidades taxonómicas con mayor representación en el área almeriense, integrándose con unidades de otros grupos o entre ellas, para formar las composiciones cartográficas que identifican mayoritariamente el mosaico edáfico de la provincia.

Las unidades de Calcisoles se concentran en las zonas áridas y semiáridas de la provincia, de forma que el régimen pluviométrico, con menos de 300mm al año, provoca con las altas temperaturas (medias anuales alrededor de los  $17^{\circ}\text{C}$  y máximos próximo a  $30^{\circ}\text{C}$  en los meses estivales), pérdidas por evapotranspiración que fácilmente superan los 500mm al año, facultando el desarrollo de horizontes cálcicos a diferente profundidad y con distinta intensidad en las acumulaciones de caliza secundaria. Otro hecho a considerar es la identidad del horizonte superficial, de forma que se pasa del horizonte ócrico al hiperócrico en aquellas situaciones donde el perfil hídrico marca bajos índices de humedad (punto de marchitamiento) gran parte del año, matizado por la alta mineralización orgánica y la fuerte deshidratación epipedónica. Estos hechos

provocan la decoloración superficial del suelo y la formación de una fina costra externa, con cierto desarrollo laminar y textura algo más gruesa que en el resto del perfil, por pérdidas de material fino debidas a la erosión hídrica y eólica.

Las altas temperaturas no incentivan la alteración química por causa del déficit hídrico, de manera que difícilmente se puede catalogar el horizonte B como de diagnóstico, salvo en situaciones donde el solum mantiene más tiempo el grado de humedad de campo (ambientes semiáridos-húmedos o zonas de umbría).

Cuando el horizonte cálcico adquiere la categoría de hipercálcico, su transformación en petrocálcico es relativamente rápida, de forma que su ubicación en el perfil dependerá del frente de humectación (endo y epipetrocálcico) y de los contrastes térmicos estacionales.

Algunos Calcisoles tienen un horizonte árgico calcáreo, en cuyo caso hay que hablar de suelos policíclicos, ya que el horizonte Bt responde a la existencia de un período de biostasia que permitió la iluviación y neoformación de arcillas, contrastando con la fase reexistásica actual que faculta la recarbonatación secundaria del horizonte árgico; este hecho puede deberse a procesos de turbación asociados con eventos geotectónicos o antropomórficos (áricos) en unos casos, y en otros a la edafización con movilización hídrica de los carbonatos en forma de bicarbonato.

En la provincia de Almería se han cartografiado las siguientes unidades de suelos: endopétricas, epipétricas, lúvicas, arídicas y háplicas.

### **Calcisoles endopétricos**

Se localizan en zonas semiáridas con pendientes casi llanas (glacis) o moderadamente escarpadas en laderas. Son suelos con horizonte ócrico al que subyace un horizonte cálcico por debajo de los 50cm, cuya potencia media oscila entre 10-20cm, y puede definirse como una costra laminar, de colores blancos a rosas, que forma una losa homogénea y discontinua en el área de la unidad cartográfica.

El perfil central es de tipo A-Ckm o A-Bw-Ckm, pudiendo estar también carbonatado el horizonte cámbico, monopoliza con su presencia gran parte del sector norte de la provincia y penetra profusamente en la de Murcia. Son suelos de textura entre franco y franco-limosa o más fina, que contienen gravas en porcentajes inferiores al 20%. La capacidad de cambio es baja y el pH básico, con un contenido en macronutrientes pequeño en todo el perfil. Son en general terrenos bastantes esquilados a causa del déficit hídrico y de ahí su escaso valor agrícola, con uso cerealista o almendros de poco rendimiento, por lo que algunas parcelas están siendo abandonadas en la actualidad.

La vegetación natural es un matorral xerofítico de escaso porte, compuesto por distintas especies de tomillo, aulagas, esparto y retamas, junto a repoblaciones con pinos (*Pinus halepensis*).

### **Calcisol epipétrico**

Los suelos de la unidad se sitúan preferentemente en los ambientes más áridos de la provincia lo que hace al clima responsable de la composición del perfil. Tiene un epipedón hiperótrico y otro petrocálcico dentro de los 50cm superficiales, que ha desarrollado a partir del coluvio basal o sobre un material fino que ralentiza el avance del frente de humectación y provoca la acumulación intensa de caliza activa y su cementación posterior, relacionada con los contrastes térmicos estacionales.

Son suelos con menos del 1% de materia orgánica, textura franco-arenosa o más fina, básicos ( $7.5 < \text{pH} < 8.5$ ) y evidencian signos de erosión eólica en superficie, manifiestos por la redondez de arenas y gravas y la aclaración del color en el epipedón, que tiende a su vez a encostrarse laminarmente en superficie.

La circunstancias climáticas y el poco espesor del solum hacen que el hábitat edáfico sea duro y la vegetación rala, formando un matorral de poco porte y escasa densidad, con especies de bajo interés salvo por la presencia de algunas plantas aromáticas. Excepcionalmente, encinas y chaparros ocupan pequeñas áreas que constituyen verdaderas reliquias de la vegetación climática que pobló estas tierras en el

S. XIX, que fueron roturadas para uso agrario y eran la base de la economía rural dedicadas a cultivos de secano y almendros, muchos de los cuales están siendo abandonados mientras que se ensaya con nuevos cultivos a base de especies aromáticas, de mayor valor al objeto de frenar la erosión que acucia al territorio.

### **Calcisoles lúvicos**

La unidad está bastante diseminada por la provincia y sus suelos se desarrollan principalmente sobre conglomerados en pendientes llanas o suavemente inclinadas (glacis). En la zona del Cabo de Gata lo hacen sobre andesitas en laderas con pendientes de hasta el 20%.

Todos ellos tienen un perfil A-Btk-R. Su desarrollo puede atribuirse fundamentalmente a un proceso de terrificación por antropización del horizonte árgico del antiguo Luvisol. Poseen, por tanto, un horizonte A ócrico que procede del antiguo Bt y un horizonte Btk con muestras de iluviación de arcilla y elevada acumulación de caliza secundaria.

La vegetación natural es escasa y gran parte del territorio de la unidad se cultiva con cereales, pistachos y almendros, o menos frecuentemente con olivos. Se asocian con otras unidades de Calcisoles y Luvisoles ródicos en las zonas no perturbadas y a Regosoles antrópicos (áricos) cuando si lo están.

### **Calcisoles arídicos**

Unidad de suelos desarrollados sobre superficies con poca pendiente, que compone un perfil con un epipedón hiperócrico y subyacente a él hay un horizonte cálcico o hipercálcico; están asociados cartográficamente con otros Calcisoles y bien representados en las inmediaciones de Huércal Overa, Albox, Garrucha, Carboneras y se extienden por el litoral hasta el Cabo de Gata.

Suelen ser suelos poco pedregosos que se dedican al cultivo de cereales o se conservan como eriales a los que se aplican nuevas formas de cultivo (enarenados o invernaderos). La textura es franca y el contenido en arcilla aumenta ligeramente con la

profundidad. Son suelos pobres en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. La reacción es básica (pH alrededor de 8) y la conductividad del extracto de saturación llega a superar los  $4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , de ahí su asociación en ciertas zonas con Solonchaks. La capacidad de cambio de cationes tiene valores medios a bajos y el complejo de cambio está dominado por el ión calcio, junto con cantidades importantes de magnesio y sodio, que pueden superar el 50% de las bases de cambio, componiendo intergradados con Calcisoles hiposódicos o sálicos. Son evidentes las huellas de erosión eólica: aeroturbaciones y ventifactos.

### **Calcisoles háplicos**

Los suelos de la unidad se desarrollan en ambientes semiáridos e incluyen suelos de perfil muy variado, con uno o varios niveles cálcicos, que podrían incluso afectar al horizonte cámbico si éste existiera.

Se trata de suelos profundos, en pendientes variables, color en seco que va de pardo claro a pardo rojizo, desarrollados sobre materiales muy diversos de los que suelen heredar la composición textural: gruesa en areniscas calcáreas y dolomías o arcillosa sobre margas miocenas, con episodios intermedios, francos a franco-arcillosos, cuando desarrollan sobre conglomerados de piedemonte o en laderas con calcoesquistos.

El contenido en materia orgánica es bajo pero superior al 1%, con valores de capacidad de cambio próximos a  $10\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Los suelos presentan rasgos diagnósticos generales para Calcisoles, sin que destaquen otras propiedades u horizontes diagnóstico, salvo la posible presencia de un horizonte cámbico sobreyacente al horizonte cálcico, de forma que esta unidad se asocia con los cambisoles calcáricos sin solución de continuidad, hecho que nos lleva a unificar la presencia de ambas tipologías dentro de la unidad dominante, que son los Cambisoles calcáricos.



Se cultivan con cereales del tipo avena, trigo o cebada que alternan con almendros y olivos cuando el solum es más potente y el ambiente edáfico más húmedo.

### **Luvisoles**

Los suelos de este grupo, presentes en el área provincial, se corresponden con las unidades cálcicas y crómicas. Por definición son suelos con acumulación subsuperficial de arcilla en cantidad suficiente para configurar un horizonte de diagnóstico árgico, cuya capacidad de intercambio catiónica es mayor de  $24\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$  de arcilla en todo su espesor. Presentan color rojo, de ahí que pueden ser catalogados como ródicos o crómicos.

#### **Luvisoles cálcicos**

Son suelos muy rojos, con un horizonte árgico sobreyacente al cálcico, que presenta orientación iluvial de arcillas, de ahí que podrían definirse como Luvisoles rodi-cálcicos (cutánicos).

Se ubican en zonas llanas al oeste de Gérgal, noroeste de la sierra de las Estancias y sureste de Vélez-Rubio. En la unidad cartográfica suelen ir acompañados de Calcisoles lúvicos e hipercálcicos.

El material original es un conglomerado poligénico cuaternario. La vegetación natural ha desaparecido y ha sido sustituida por cultivos de almendros, vides y olivos.

El perfil modal del Luvisol cálcico presenta una secuencia de horizontes Ap-Bt1-Bt2-Bt3k que está decarbonatado, salvo el horizonte Ap que puede ser ligeramente calcárico. El número de fragmentos rocosos y su tamaño también aumentan con la profundidad y son de naturaleza muy variada (calizas, micaesquistos y cuarcitas), reflejando en su composición la naturaleza de los materiales circundantes.

#### **Luvisoles crómicos**

Los suelos de esta unidad se diferencian de la anterior en su color rojo menos intenso y por carecer de horizonte cálcico. Se desarrollan sobre materiales metamórficos

del complejo Nevado-Filábride y también sobre un conglomerado esquistoso-cuarcítico con matriz arcillosa no calcárea, que conforma el basamento de las formaciones de glaciais próximas a Padules, Guadix y Baza, o en pequeñas vaguadas al oeste de la sierra de Gádor.

El relieve es suave y los suelos se cultivan con almendros, vid u olivo. El perfil consta de un epipedón ócrico y varios horizontes texturales; la estructura pasa de granular a bloques subangulares o angulares. El contenido en carbono orgánico suele ser bajo y decrece con la profundidad; el pH está próximo a la neutralidad y el suelo está ausente de carbonatos, salvo la clásica y pequeña recarbonatación superficial inducida por los fuertes vientos y el carácter calcárico del roquedo circundante.

La presencia de cútanos en el horizonte árgico permite clasificar a estos Luvisoles crómicos como cutánicos.

### **Umbrisoles**

El grupo está definido por la presencia de un horizonte úmbrico, espesor del solum superior a los 25cm y puede presentar un horizonte cámbico.

La única unidad presente en el ámbito almeriense es el **Umbrisol léptico** ya que la mayoría de los suelos del entorno no superan los 50cm y ello se debe a la consistencia del material lítico (esquistos, micaesquistos y cuarcitas). Son suelos que se ubican en los ambientes más fríos y húmedos de la provincia (cota superior a 1800m) y presentan un perfil de tipo Ah-C-R o Ah-Bw-C-R, desaturado, ácido y con capacidad de cambio muy baja en los horizontes profundos.

Se asocian cartográficamente con Regosoles dístricos y Leptosoles úmbricos, pudiendo acompañarse en situaciones especiales con Phaeozem eútricos y Cambisoles húmicos.

## **Cambisoles**

Los suelos de este grupo presentan un horizonte cámbico, cuyos rasgos de alteración química se manifiestan por cambios de color, textura, estructura o lavado de carbonatos. Hay una unidad que muestra exclusivamente un horizonte móllico, sobreyacente a un material cuyo grado de saturación en bases es menor al 50% en alguna parte del perfil, dentro de los 100cm. Hay otros Cambisoles, cuya presencia puede considerarse testimonial, que tienen horizonte sálico entre 50 y 100cm, en ausencia de textura arenoso-franca o más gruesa por encima de este horizonte, pero sólo se ha observado en áreas dominadas por Solonchaks y Calcisoles.

Las unidades cartografiadas son Cambisoles: vérticos, gléycos, calcáricos, crómicos, dístricos y eútricos.

### **Cambisoles vérticos**

Unidad con un horizonte vértico que sólo se ha cartografiado mayoritariamente en el valle del Almanzora, sobre margas y margocalizas verdes o amarillentas. Alternan cartográficamente con unidades de Regosoles calcáricos, ricos en arcillas hinchables, que presentan ciertas propiedades vérticas, sin llegar a constituir un horizonte vértico.

Su posición fisiográfica y el contenido en arcillas esmectíticas los asocian también con los Vertisoles, de los que se diferencian por que las propiedades vérticas no se extienden a todo el solum. Los rasgos vérticos se identifican por el número y tamaño de las grietas. Son suelos plásticos a muy plásticos y adherentes a muy adherentes, que se tornan muy duros cuando están secos, condicionando el uso agrícola. La salinidad puede presentarse a cierta profundidad pero sin sobrepasar significativamente los límites que permitirían dar un horizonte sálico.

### **Cambisoles gléycos**

Se han cartografiado en el sector denominado “Llanos de Caparridán”, al NO de la sierra de Gádor. El paraje constituye una cuenca endorreica rodeada de suaves laderas y con pendientes menores del 2%.

El material original es un depósito de sedimentos finos provenientes de la erosión de los terrenos circundantes. La pedregosidad es muy escasa y los afloramientos rocosos nulos. El suelo ha estado sometido a cultivo, aunque en la actualidad está abandonado y la vegetación sustituyente es un tomillar nitrófilo asociado a un pastizal con otras especies como el junco, que denuncian el mal drenaje.

El carácter fundamental de la unidad es la existencia de hidromorfía en una profundidad superior a 50cm. En la época seca la superficie del suelo esta fuertemente agrietada, apareciendo en profundidad manchas rojizas y grises correspondientes a nódulos de Fe y Mn, redondeados y compactos. Todo el perfil está carbonatado, saturado en bases y con pH entre 7 y 8.

### **Cambisoles cálcáricos**

Se originan fundamentalmente a partir de coluvios calizo-dolomíticos, margas o conglomerados. Se sitúan en laderas moderadamente inclinadas a inclinadas, donde se asocian con Regosoles y Leptosoles calcáricos. Otros se ubican en terrenos suavemente inclinados, asociados en este caso con Calcisoles, Gipsisoles y Solonchaks. Están bien representados en las proximidades de la sierra de Gádor, a partir de 400-500m; en los relieves suaves del margen izquierdo del río Almanzora; al oeste de Albox y en zonas próximas a las sierras de las Estancias, de Maimón, del Gigante, Larga, etc. Se asocian, en diferentes unidades cartográficas, con Regosoles y Leptosoles calcáricos, Calcisoles y Gipsisoles.

Su utilización está basada en el cultivo de almendros, viñas y olivos; los suelos sin cultivar se cubren de una vegetación natural definida por matorrales heliófilos y proliferan las repoblaciones de pinos en las zonas más accidentadas.

Son suelos relativamente profundos, de textura media franca, bien drenados y con una capacidad de retención de agua útil moderada, que no sobrepasa los 100mm. En la parte superior del perfil se aprecia un horizonte A ócrico de color pardo, más o menos claro, a pardo rojizo, con estructura que va de granular a bloques subangulares, poco desarrollados. Subyacente está el horizonte cámbico, de color más nítido y con

estructura algo más desarrollada. La capacidad de cambio media está próxima a  $10\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$  y el complejo está saturado en calcio. El pH de estos suelos es alcalino y próximo a 8.

Cuando se desarrollan sobre materiales esquistosos carbonatados los suelos tienen colores pardo-grisáceos y la capacidad de cambio junto con el pH decrecen respecto de la unidad anterior. Esta unidad se puede considerar como un intergrado con los Cambisoles lépticos, de forma que en la definición cartográfica este hecho debe ser tenido en cuenta ya que no se incluye en razón a la escala del mapa.

### **Cambisoles crómicos**

Los suelos de esta unidad son de color rojizo, presentan un horizonte Bw que tiene un hue de 7.5YR a la vez que el croma, en húmedo, es mayor de 4, o, en general, el hue es más rojo de 7.5YR sin llegar a ródico.

Se desarrollan sobre materiales muy diversos: esquistos, peridotitas, mármoles, etc., en pendientes muy variadas y con abundantes afloramientos rocosos. Dominan sobre micaesquistos en las estribaciones orientales de la sierra de los Filabres, a altitudes superiores a los 700m (piso mesomediterráneo); sobre las peridotitas piroxénicas del manto del Mulhacén, entre 1800 y 2300m (pisos supra y oromediterráneos); en la sierra de Gádor sobre arcillas de decalcificación; y en sierra Cabrera sobre materiales silíceos (piso supramediterráneo).

El horizonte de alteración tiene textura franco-arenosa a franco-arcillo-arenosa y la estructura es fuerte en bloques subangulares y angulares. Los contenidos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio son por lo general bajos. La capacidad de cambio es media y el grado de saturación del 100% o está próximo a este valor; calcio y magnesio son los cationes dominantes y el pH es neutro o ligeramente alcalino (7-7,5). Son suelos no o sólo ligeramente carbonatados en superficie.

### **Cambisoles dístricos**

Se caracterizan por presentar un epipedón ócrico y un horizonte cámbico con un grado de saturación inferior al 50% en alguna parte del horizonte Bw.

Se sitúan por encima de los 1800m, en pendientes fuertes que varían del 20 al 40%. Suelen ser pedregosos y forman intergrados con los Cambisoles lépticos desarrollados sobre esquistos y cuarcitas o coluvios de solifluxión en la vertiente sur de Sierra Nevada, dentro del piso oromediterráneo. Soporta una vegetación de piornal, a veces esquilhada al introducir pinos de repoblación con aterrazamientos.

La textura dominante es franco-arenosa y varía poco con la profundidad; la estructura es granular y se constituye en bloques subangulares en el horizonte Bw; los contenidos en materia orgánica y nitrógeno del epipedón suelen ser moderados y el complejo de cambio está desaturado, condicionando un pH entre 5 y 6. Están asociados a unidades dístricas de otros grupos de suelos.

### **Cambisoles eútricos**

Unidad que se diferencia de la tipología calcárica por carecer de carbonatos, de la crómica por el color rojo de la matriz y de la dístrica por su mayor grado de saturación.

Se ubican en cotas superiores a 1000m donde ocupan posiciones fisiográficas diferentes. Se desarrollan sobre micaesquistos de composición variada: grafitosos, feldespáticos, con distena, etc.; también se han cartografiado sobre micaesquistos y gneis o puntualmente sobre depósitos coluviales (dominan en Sierra Nevada a cotas inferiores a 1800m, ya que por encima esta unidad pasa a dístrica). También se cartografian al norte de la sierra de las Estancias sobre filitas y micaesquistos, en pendientes suaves (6 - 13%) o sobre micaesquistos con granate en la zona de Macael.

La pedregosidad y los afloramientos rocosos son variables y de hecho podrían asociarse con Cambisoles lépticos y esqueléticos.

La textura tiende a franco-arenosa y es franca o más fina en el horizonte Bw, la estructura es granular fina en superficie y en bloques subangulares a angulares en el horizonte Bw. Los contenidos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio son moderados y la capacidad de cambio es media, con un grado de saturación que supera el 60%. El pH está comprendido entre 6 y 7.5. La vegetación natural es un encinar-adenocarpal-piornal, que en numerosas zonas es sustituido por pinos, hecho que está favoreciendo la degradación y erosión de los suelos, integrándose en las unidades cartográficas con Regosoles. Los Cambisoles desarrollados bajo encinar suelen ser más potentes y mejor estructurados.

### **Arenosoles**

Ocupan estos suelos terrazas marinas o se desarrollan sobre otros materiales de textura arenosa.

En el área de estudio son suelos profundos, de tipo A-C, con textura arenosa-franca o más gruesa hasta una profundidad de 100cm, hecho que conlleva una estructura débilmente desarrollada. El contenido en carbonato cálcico equivalente es en la mayoría de los casos inferior al 10%.

Se han cartografiado dos unidades: Arenosoles arídicos y álbicos.

### **Arenosoles arídicos**

Se restringe su presencia al litoral almeriense y están en contacto o próximo a las arenas de playa. Se diferencian porque los suelos de la unidad muestran un principio de edafización, manifiesto por la presencia de un epipedón hiperótrico y subhorizontes C. Son suelos profundos que desarrollan sobre antiguas terrazas marinas o en zona de dunas. El contenido en materia orgánica es bajo en el horizonte A y decrece aún más con la profundidad. La capacidad de cambio es muy baja y el calcio domina el complejo de alteración, seguido del magnesio y sodio, con escasa presencia de potasio. Los suelos pueden ser calcáreos o no y el pH oscila entre 8 y 8.5. Algunos taxones muestran valores en su conductividad eléctrica superiores a los  $4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . El paisaje es casi

desértico y la vegetación la componen tomillares caracterizados por la presencia de *Teucrium charidemi*, *Lavandula multifida*, *lapiedra martinefii*, *asteriscus maritimus*, etc.).

### **Arenosoles álbicos**

Los suelos de esta unidad presentan una textura arenoso-franca o más gruesa y están constituidos por material cuyo value se sitúa entre 7 y 8, y el croma es menor a 3, debido a la falta de recubrimiento alrededor de los granos de arena. Tienen un horizonte de diagnóstico ócrico y otro subyacente hiposálico o sálico. Poseen un perfil de tipo A-C o A-Cz, con el horizonte A ócrico ligeramente enriquecido en materia orgánica y contenido en carbonato cálcico inferior al 10%. Los valores de pH se aproximan a 8.5 y la conductividad eléctrica oscila entre valores inferiores a la unidad y mayores de  $4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , al menos en algún horizonte. La capacidad de cambio es muy baja y el grado de saturación en bases del 100%, con calcio como catión dominante, seguido del sodio o magnesio según la localización del perfil. Son suelos relativamente ricos en fósforo y nitrógeno pero pobres en potasio. La vegetación natural es de carácter xerofítico, dominada por un tomillar con especies que requieren rasgos edáficos halófilos, destacando la presencia de *Limonium insigne* y *Anabasis articulata*, que son especies de pequeño porte y con escasa cobertura, hecho que incentiva la erosión eólica aproximando los suelos de la unidad a Arenosoles arídicos.

### **Regosoles**

Son suelos formados a partir de materiales no consolidados que tienen, exclusivamente, un horizonte de diagnóstico ócrico. Son formaciones edáficas poco evolucionadas cuyo perfil es de tipo A-C o A-C-R. La roca sobre la que se desarrollan es muy variada, incluyendo materiales calcáreos, silicios y básicos, que pueden estar consolidados dentro de los 100cm.

Las unidades representadas son: Regosoles lépticos, antrópicos, gipsíricos, calcáricos, dístricos y eútricos.



### **Regosoles lépticos**

Incluyen suelos que tienen un horizonte ócrico y un contacto lítico que se sitúa dentro de los primeros 50cm. El material original es muy variable y está representado por todas las rocas consolidadas que afloran en la superficie provincial: esquistos, cuarcitas, mármoles, calizas, conglomerados, brechas, etc. Generalmente se desarrollan en laderas con fuertes pendientes y la escasa diferenciación del perfil se debe al constante rejuvenecimiento del suelo a causa de la fuerte erosión hídrica, de ahí que se asocien cartográficamente con distintas unidades de Leptosoles.

Son suelos más o menos pedregosos, con textura de franco-arenosa a arenosa-franca y a veces más fina, con un contenido en materia orgánica de moderado a bajo, relacionado con el piso bioclimático en que se hallen ubicados. El contenido en carbonato cálcico es variable y depende de la roca madre, asociándose con Regosoles calcáricos o eútricos y Leptosoles calcáricos, móllicos o réndzicos, según sea la naturaleza del horizonte A. En las laderas con menos pendiente y dentro de los pisos termo y mesomediterráneo pueden asociarse con Cambisoles calcáricos y diferentes unidades de Calcisoles y Gipsisoles.

En los pisos supra y oromediterráneo el material lítico es a menudo más ácido y la asociación en la unidad cartográfica es con Leptosoles y Regosoles dístricos o excepcionalmente con otros tipos de suelos que tengan epipedón úmbrico.

### **Regosoles antrópicos**

Esta unidad de suelos se constituye a partir de materiales antropogeomórficos de distinta entidad, que permiten establecer las siguientes variantes: áricos, gárbicos, spólicos y úrbicos.

La unidad de Regosoles antrópicos-redúcticos no se cartografían dada la poca extensión de los vertederos de basuras.

Los Regosoles antrópicos-spólicos desarrollan sobre un material antropogeomórfico procedente de actividades mineras, componiendo un relleno que

contiene más del 35% en volumen de residuos procedentes de las minas que en su día fueron explotadas en Almería (plomo, hierro, mercurio, etc.). También se cartografían en áreas como la Virtud y Palomares donde se localizan restos de fundiciones.

Los Regosoles antrópicos-áricos son suelos fuertemente perturbados por el hombre que ha provocado una fuerte translocación de horizontes descomponiendo la organización pedónica modal. Se debe a una intensa actividad agrícola con importantes labores de subsolado que se pone de manifiesto en las áreas con dominio de Calcisoles. Otros suelos con estas características se deben a rellenos y perturbaciones, ligadas a aterrazamientos con secuencias de repoblaciones forestales o bien realizados para frenar la erosión en nuevas zonas agrícolas.

Los Regosoles antrópicos-gárbicos son muy puntuales y se manifiestan como rellenos de terrenos dominados por desechos orgánicos.

Finalmente los Regosoles antrópicos-úrbicos se relacionan con zonas con fuerte remoción de materiales debidas a nuevas urbanizaciones y planificaciones urbanas que llevan como factor diagnóstico el contener más del 35% en volumen de escombros.

Estas unidades han sido estudiadas en algunas muestras y su presencia se generaliza, en muchos casos, con el nombre genérico de Regosoles antrópicos.

### **Regosoles gipsíricos**

Suelos con un epipedón ócrico al que subyacen distintos subhorizontes margosos (verdosos y grisazulados), depositados a su vez sobre diferentes formaciones con yeso cristalino.

Se cartografían diferentes manchas donde la unidad gipsírica actúa tanto a nivel de asociación como de inclusión con Calcisoles áridicos, Leptosoles líticos y calcáricos o Regosoles calcáricos, ubicadas en el sector noroeste de la provincia. Son suelos bastante potentes con cristales de yeso en los horizontes inferiores, sin llegar a constituir horizonte gipsico, hecho que se pone de manifiesto por la conductividad eléctrica, que

en los sedimentos basales adquieren valores próximos a  $2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , mientras que en los niveles saprolíticos y en el epipedón ócrico no superan el valor de  $1\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

Son suelos básicos, calcáricos, con capacidad de cambio moderada y saturados en calcio. El epipedón es poco orgánico y en algunos puntos muestra huellas de erosión hídrica y eólica.

La vegetación natural es un matorral, de porte medio, constituido por abundantes caméfitos ligados al sustrato margoso yesífero, que fitosociológicamente se encuadra en la asociación *Thymelaeo-Genistetum ramosissimae*, cuyas especies características son las *Thymalaea tartoriara*, *Genista ramosissima*, acompañada de la variante gipsófita *Ononis tridentata* (Garbancillo) y *Ligneum spartium* (Albardín). Gran parte de la superficie se encuentra cultivada con almendros y olivos

### **Regosoles calcáricos**

Unidad de suelos muy extendida por toda la provincia, que se relaciona con afloramientos calcáreos no consolidados: conglomerados, margas, margocalizas, derrubios y calcoesquistos. Se localizan en diversas áreas próximas a las sierras de María, Alhamilla, el Saliente, Gabar, Larga, la Muela, Pericay, del Oso, Lúcar, Cabrera, Gádor y de las Estancias, así como en extensas zonas comprendidas entre Sorbas y Tabernas o Nijar y Viator. En las inmediaciones de Albox y Máchale configuran una morfología colinada de laderas inclinadas a moderadamente escarpadas, componiendo el típico paisaje de “badland”.

Son suelos con profundidad variable, cuyo signo diagnóstico es el ser calcáreos entre los 20 y 50cm. El contenido en materia orgánica del horizonte superficial es variable y en general bajo; la capacidad de cambio es igualmente baja salvo en los suelos de textura más fina desarrollados sobre margas; el complejo de cambio está siempre saturado y es el calcio el catión dominante; el pH oscila entre valores de 7 y 8.5.

Cartográficamente se asocia con diversas unidades de suelos, componiendo diferentes unidades cartográficas con Leptosoles, Cambisoles, Calcisoles y Gipsisoles.

La actividad agrícola se relaciona con la textura e indirectamente con la capacidad de retención de agua, cultivándose olivos cuando la textura es más fina y almendros o cereales donde es franca o más gruesa.

Donde la termicidad es mayor se mantiene la vegetación climácica compuesta por un pastizal-matorral que cubre menos del 40% de la superficie, mientras que en zonas menos térmicas y montañosas proliferan encinares y son frecuentes las repoblaciones con pinos.

### **Regosoles dístricos**

Se localiza esta unidad en los relieves más orientales del macizo de Sierra Nevada, a cotas situadas a más de 1800m de altitud donde se desarrollan sobre rocas ácidas (esquistos y cuarcitas de las unidades de la Ragua y Mairena, pertenecientes a los mantos del Veleta y Mulhacén, respectivamente). Se asocian con Regosoles lépticos y Leptosoles dístricos, suelos todos ellos muy afectados por la erosión.

La pedregosidad y rocosidad son altas; el pH es ácido en todo el perfil; y la cobertura vegetal es un piornal o un pinar de repoblación con *Pinus sylvestris*.

### **Regosoles eútricos**

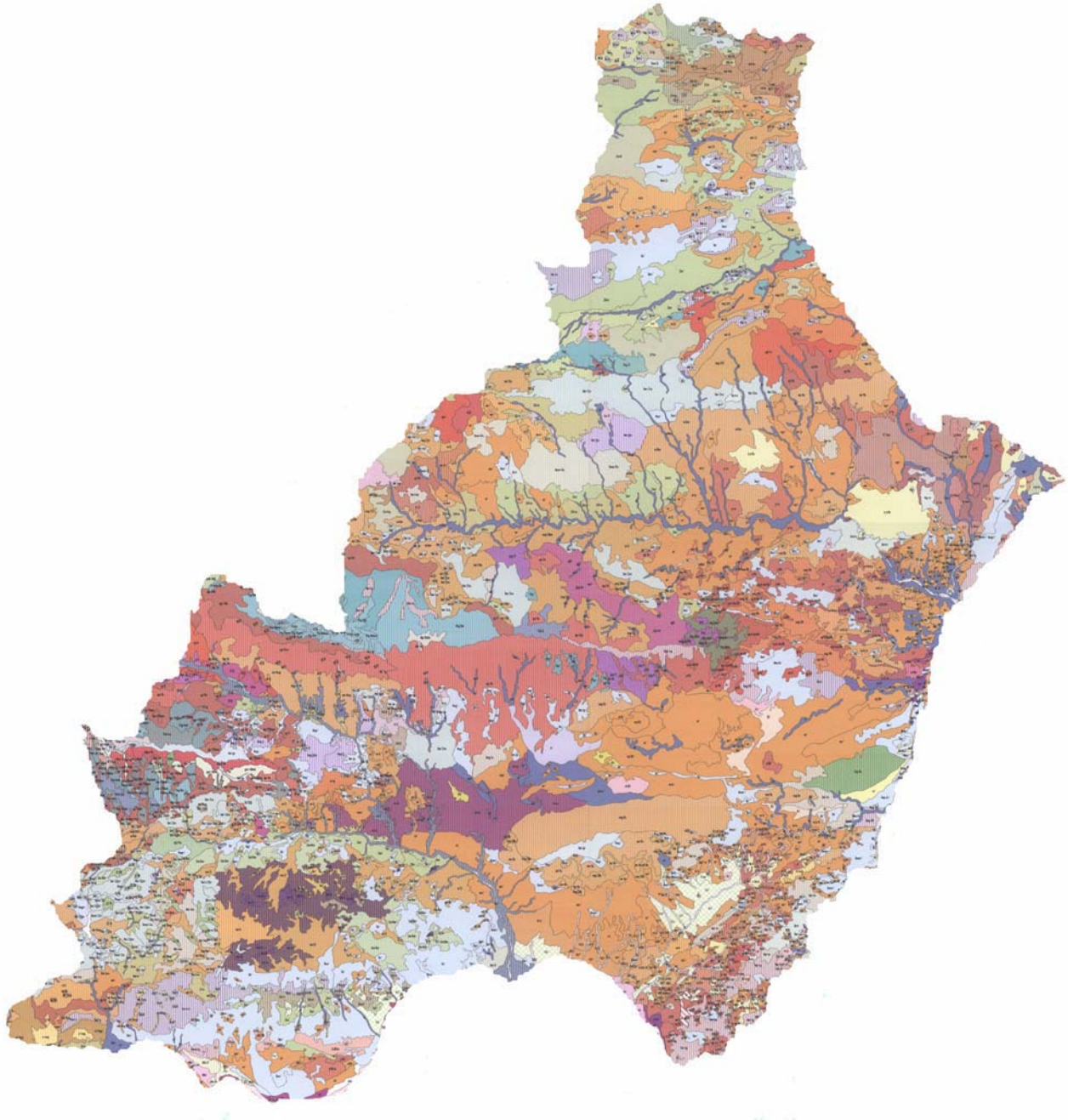
La unidad está muy repartida por toda la provincia de Almería, dominando en Sierra Nevada (por debajo de los 1800m) y en las sierras de la Atalaya, Cabrera, del Gigante y de las Estancias. Se desarrollan sobre micaesquistos grafitosos, filitas, rocas volcánicas y ultrabásicas.

Se corresponden con terrenos montañosos y la vegetación es muy variable dependiendo del piso bioclimático en que se hallen (pinos, encinas y distintos matorrales); hay áreas que están cultivadas, siendo el uso por excelencia el almendro.











































































Su perfil es muy simple, como sucede en todos los suelos del grupo, ya que consta de un horizonte ócrico cuyo contenido en materia orgánica oscila entre 1 y 3%; a continuación aparecen distintos niveles de saprolita que dan lugar a diferentes subhorizontes C. Son suelos decarbonatados o ligeramente calcáreos en el epipedón, ligeramente ácidos o básico y el complejo de cambio está saturado en más del 50%.

Calcisoles, Leptosoles y Regosoles son las unidades taxonómicas con mayor representación en el área almeriense. Los Leptosoles constituyen la unidad más frecuente en terrenos montañosos. Los Regosoles calcáricos son los suelos más extendidos de todos y junto con los Calcisoles constituyen las unidades más frecuentes en áreas con menos de 300mm de precipitación anual. La dominancia de estos tipos de suelos nos permite afirmar que los procesos degradativos superan a los edafogénicos en la provincia.

#### IV.5.2.-MAPA DE SUELOS DE ALMERÍA



**Fig. nº IV.7.- mapa de suelos de Almería (Martín et al., 2005)**

	0.- Arenosoles áricos		0.- Arenosoles áricos
	1.- Arenosoles álbicos		2.- Cambisoles calcáricos
	2.- Cambisoles calcáricos		3.- Cambisoles crómicos
	3.- Cambisoles crómicos		4.- Cambisoles dístricos
	4.- Cambisoles dístricos		5.- Cambisoles eútricos
	5.- Cambisoles eútricos		6.- Cambisoles gléycos
	6.- Cambisoles gléycos		7.- Umbrisoles lépticos
	7.- Umbrisoles lépticos		8.- Calcisoles endopétricos
	8.- Calcisoles endopétricos		9.- Cambisoles vérticos
	A.- Calcisoles áplicos		A.- Calcisoles áplicos
	B.- Calcisoles lúvicos		B.- Calcisoles lúvicos
	C.- Calcisoles epipétricos		C.- Calcisoles epipétricos
	D.- Gipsisoles arídicos		a.- Fluvisoles calcáricos
	E.- Regosoles gipsíferos		b.- Fluvisoles dístricos
	F.- Embalses		c.- Fluvisoles eútricos
	G.- Antrosoles térricos		f.- Kastanozems cálcicos
	H.- Regosoles antrópicos (spólicos)		g.- Kastanozems lúvicos
	I.- Regosoles Antrópicos (úrbicos)		h.- Leptosoles líticos
	J.- Arenas del playa		i.- Luvisoles cárcicos
	K.- Fluvisoles esqueleti-arénicos		j.- Luvisoles crómicos
	L.- Núcleos urbanos		i.- Phaeozems calcáricos
	a.- Fluvisoles calcáricos		m.- Phaeozems lépticos
	c.- Fluvisoles eútricos		n.- Phaeozems lúvicos
	e.- Gléysoles dístricos		o.- Regosoles calcáricos
	h.- Leptosoles líticos		p.- Regosoles dístricos
	i.- Luvisoles cálcicos		q.- Regosoles eútricos
	j.- Luvisoles crómicos		r.- Regosoles lépticos
	i.- Phaeozems calcáricos		s.- Leptosoles réndzicos
	m.- Phaeozems lépticos		t.- Leptosoles móllico
	n.- Phaeozems lúvicos		w.- Solonchaks arídicos
	o.- Regosoles calcáricos		y.- Calcisoles arídicos
	p.- Regosoles dístricos		z.- Gipsisoles hipergípsicos
	q.- Regosoles eútricos		ñ.- Leptosoles úmbricos
	r.- Regosoles lépticos		
	s.- Leptosoles réndzicos		
	u.- Solonchaks gléycos		
	w.- Solonchaks arídicos		
	x.- Vertisoles crómicos		
	y.- Calcisoles arídicos		
	z.- Gipsisoles hipergípsicos		
	ñ.- Leptosoles úmbricos		





## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## V.1.- PARAMETROS EDÁFICOS

Hemos analizado los parámetros edáficos que pueden tener mayor influencia en el bloqueo y movilidad de los metales pesados, que marcan además el desarrollo de los suelos en la provincia de Almería. Son: textura, carbonato cálcico equivalente, pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (anexo I); en muestras seleccionadas hemos analizado además el hierro extraíble con ditionito.

Para el comentario general se organizan los datos obtenidos por clases (5 como máximo), establecidas en base a los histogramas de frecuencias y a partir de 679 puntos muestrales superficiales y 529 subsuperficiales. Esta simplificación se realiza por dos motivos: en primer lugar, para que el mapa resultante pueda ser combinado con otros mapas paramétricos sin superar las 256 posibles combinaciones que permite IDRISI 2.0. En segundo lugar, se pretende dar una visión de conjunto para cada parámetro edáfico en la provincia de Almería.

Los puntos muestrales corresponden a 14 grupos de suelos con 43 unidades diferentes, que se detallan en la tabla nº V.1, observando que los grupos más representados en el área de estudio son Regosoles (205) y Leptosoles (123), hecho que permite considerar que los procesos degradativos superan a los edafogénéticos en esta provincia, dato confirmado por Lozano (1992), en el área de Baza, próxima a la provincia de Almería, cuando dice que este efecto se comprueba tras la fuerte degradación del bosque climácico que favoreció los procesos erosivos (eólicos e hídricos) y por la fuerte acción antropozoógena. Las unidades más frecuentes son las calcáricas (202) y eútricas (107). Los suelos con pH ácido se incluyen dentro de los Umbrisoles lépticos o en diferentes unidades dístricas, sumando ambos bloques 21 puntos muestrales, entorno a los pisos bioclimáticos supra y oromediterráneo (Rivas Martínez, 1982, 1984 y 1987). El resto de grupos de suelos se relacionan con el clima local, árido a semiárido, que en muchos casos nos permite hablar de paleosuelos.

En la tabla nº V.2 se reúnen los suelos según grupos litológicos y nos servirá de soporte para analizar su incidencia en los parámetros edáficos y suelos de forma más

general. Las tablas V.3 y V.4 corresponden a matrices de correlación de Pearson referidas a todos los puntos muestreados en las capas superior e inferior de los suelos, dentro de los 40cm superficiales.

123 LEPTOSOLES	{ 23 líticos 30 réndzicos 14 mólicos 3 úmbricos 23 calcáricos 3 dístricos 27 eútricos	89 CALCISOLES	{ 18 epipétricos 12 endopétricos 14 lúvicos 6 áridicos 39 háplicos
2 VERTISOLES	{ 2 crómicos	34 LUVISOLES	{ 11 cálcicos 23 crómicos
41 FLUVISOLES	{ 32 calcáricos 1 dístrico 8 eútricos	8 UMBRISOLES	{ 8 lépticos
18 SOLONCHAKS	{ 6 gléycos 12 arídicos	79 CAMBISOLES	{ 1 vértico 44 calcáricos 13 crómicos 3 dístricos 18 eútricos
1 GLÉYSOL	{ 1 dístrico		
10 KASTANOZEMS	{ 9 cálcicos 1 lúvico	26 ARENISOLES	{ 21 arídicos 5 álbicos
36 PHAEZOZEMS	{ 18 calcáricos 9 háplicos 7 lépticos 2 lúvicos	205 REGISOLES	{ 48 lépticos 14 antrópicos 11 gipsíricos 85 calcáricos 2 dístricos 45 eútricos
7 GIPSISOLES	{ 6 arídicos 1 hipergíptico		

Tabla nº V.1.- Relación de grupos y unidades de suelos presentes en la provincia de Almería

75 Calizas y dolomías	2 Calcisoles	2 háplicos	89 Conglomerados	28 Calcisoles	3 arídicos		
	14 Cambisoles	1 calcáricos			3 endopétricos		
		3 crómicos			7 epipétricos		
	3 Kastanozems	3 cálcicos			9 háplicos		
	32 Leptosoles	5 calcáricos			6 lúvicos		
		7 líticos			10 calcáricos		
		1 móllico			1 crómico		
		19 réndzicos			1 eútrico		
	3 Luvisoles	3 cálcicos			2 kastanozems	1 cálcico	
	12 Phaeozems	10 calcáricos				1 lúvico	
1 háplicos							
9 Regosoles	1 lúvico		19 Leptosoles	5 calcáricos			
	4 calcáricos			1 eútrico			
	5 lépticos			4 líticos			
74 Coluvios calcáreos	37 Calcisoles	2 arídicos	134 Cuarcitas, pizarras y esquistos	20 Cambisoles	7 réndzicos		
		7 endopétricos			5 Luvisoles	5 calcáricos	
		9 epipétricos			1 Phaeozem	1 calcárico	
		17 háplicos			22 Regosoles	12 calcáricos	
		2 lúvicos				2 eútricos	
	14 Cambisoles	13 calcáricos				8 lépticos	
		1 crómico					
	2 Kastanozem	2 calcicos				37 Leptosoles	4 crómicos
	4 Leptosoles	4 calcáricos					3 dístricos
	1 Luvisol	1 cálcico					22 eútricos
4 Phaeozems	4 calcáricos			4 líticos			
11 Regosoles	7 calcáricos			5 móllicos			
	4 lépticos			3 úmbricos			
1 Solonchak	1 arídico						
20 Coluvios no calcáreos	4 Cambisoles	4 eútricos		15 Luvisoles	15 crómicos		
	4 Leptosoles	3 eútricos		8 Phaeozems	6 háplicos		
		1 móllico			2 lépticos		
	7 Luvisoles	7 crómicos		47 Regosoles	2 dístricos		
	4 Regosoles	2 eútricos			34 eútricos		
		2 lépticos			11 lépticos		
1 Umbrisoles	1 léptico		7 Umbrisoles	lépticos			
26 Arenas	26 Arenosoles	5 álbicos	25 Rocas volcánicas básicas	4 Cambisoles	4 crómicos		
		21 arídicos			2 móllicos		
56 Esquistos calcáreos	4 Calcisoles	2 háplicos		2 Leptosoles	1 Luvisol	1 crómico	
		2 lúvicos				7 Phaeozems	2 háplicos
	4 Cambisoles	4 calcáricos		4 lépticos			
	2 Kastanozems	2 cálcicos		1 lúvico			
	17 Leptosoles	7 calcáricos			11 Regosoles	6 eútricos	
		2 eútricos				5 lépticos	
		6 líticos					
		2 móllicos					
	1 Phaeozem	1 léptico	19 Rocas volcánicas carbonatadas	7 Calcisoles	2 endopétricos		
	28 Regosoles	21 calcáricos			1 epipétricos		
1 eútrico				1 háplico			
6 lépticos		3 lúvicos					
34 Margas	4 Calcisoles	4 háplicos			2 Cambisoles	2 calcáricos	
	5 Cambisoles	4 calcáricos			1 Kastanozem	1 cálcico	
		1 vértico					
	24 Regosoles	24 calcáricos			1 Leptosol	1 calcárico	
	1 Vertisol	1 crómico			2 Luvisoles	2 cálcicos	
				6 Regosoles	2 calcáricos		
				4 lépticos			

Tabla nº V.2.- Distribución de las unidades de suelos según grupos litológicos

	Arcilla	Arcilla+L. fino	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	Na	Ca
Arcilla	1							
Arcilla+L. fino	0.871**	1						
CaCO <sub>3</sub>	0.217**	0.309**	1					
pH	0.183**	0.172**	0.457**	1				
M.O.	0.150**	0.114**	0.118**	-0.183**	1			
CIC	0.455**	0.446**	0.158**	0.025	0.430**	1		
Na	0.030	0.047	0.024	0.116**	-0.040	-0.017	1	
Ca	0.034	0.126**	0.383**	0.343**	0.167**	0.295**	0.038	1

La correlación es significativa al nivel 0.05 bilateral\* La correlación es significativa al nivel 0.01 bilateral\*\*

**Tabla n° V.3.- Correlaciones bivariadas entre los parámetros edáficos y climáticos. Nivel superficial (0-20cm).**

	Arcilla	Arcilla+L. fino	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	Na	Ca
Arcilla	1							
Arcilla+L. fino	0.848**	1						
CaCO <sub>3</sub>	0.116**	0.237	1					
Ph	0.065	0.085	0.483**	1				
M.O.	-0.099	-0.022	0.030	-0.156**	1			
CIC	0.616**	0.361**	0.054	-0.048	0.298**	1		
Na	0.031	0.101*	0.053	0.123**	-0.069	0.057	1	
Ca	-0.042	0.039	0.275**	0.247**	0.119*	0.164**	0.187**	1

La correlación es significativa al nivel 0.05 bilateral\* La correlación es significativa al nivel 0.01 bilateral\*\*

**Tabla n° V.4.- Correlaciones bivariadas entre los parámetros edáficos y climáticos. Nivel subsuperficial (20-40cm).**

### V.1.1.- Arcilla

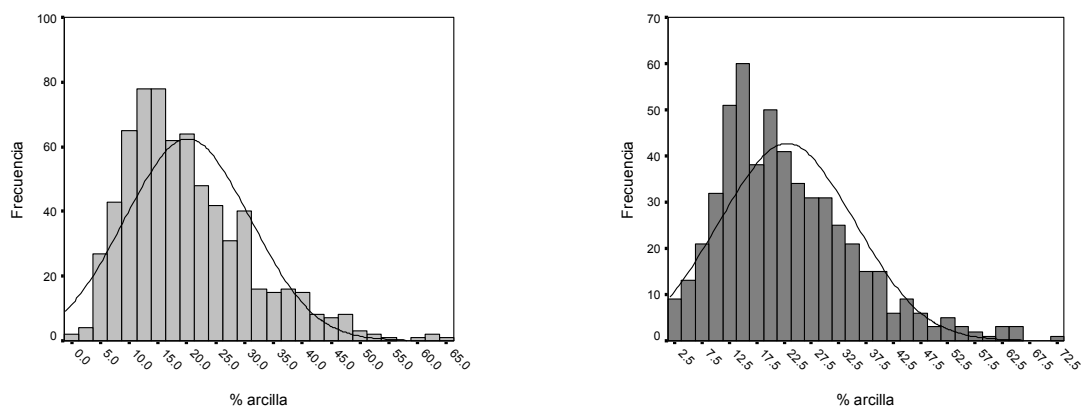
Los suelos presentan mayoritariamente texturas francas y son dominantes los franco-arenosos, seguido de franco-arcillo-arenosos y franco-limosos o francos.

En referencia a la fracción más fina, tanto el contenido como la naturaleza de las arcillas influyen en la movilidad, dispersión y actividad de ciertos metales pesados como: cobre, cobalto, cromo, mercurio, plomo, níquel, cadmio y zinc, seleccionados en este estudio por que presentan valores anómalos en el área de trabajo. Guerrero et al. (1990), Collado et al. (1996, 1999 y 2000) y Navarro et al. (1997 y 1999a), en sus estudios en la provincia de Almería corroboran la dinámica de estos elementos y la importancia de la textura. Se incorpora también el arsénico que es posiblemente el elemento, a pesar de su movilidad media (Lin et al., 2000 y Collado, 2001), que mayores problemas de contaminación y toxicidad puede presentar en la provincia.

En los estadísticos e histogramas de frecuencias (Fig. nº V.1) se observa que los valores medios de arcilla, en superficie y profundidad, son del 20.12% y 23.04%, respectivamente, manifestando así una ligera acumulación en profundidad.

Los valores de las medianas son inferiores a las medias respectivas (17.90% y 20.80%), de modo que la distribución es asimétrica positiva, alcanzando valores de 1.01 en el nivel superior y 0.96 en el inferior.

El rango es de 65.10% en superficie, con máximo y mínimo iguales a 65.60% y 0.50%. En el nivel subsuperficial el rango es mayor, alcanzando un valor de 72.30% y los extremos son 73.70% y 1.40%. La dispersión es superior en profundidad y la desviación típica es del 12.34% frente al 10.82% en superficie.



Prof.	Media	Mediana	D. típica	Varianza	Asimetría	Rango	Máximo	Mínimo
0-20cm	20.12	17.90	10.83	117.22	1.011	65.10	65.60	0.50
20-40cm	23.05	20.80	12.34	152.32	0.969	72.30	73.70	1.40

**Fig. n° V.1.- Histogramas de y estadísticos de arcillas (superficie y profundidad)**

De acuerdo con los gráficos de frecuencias se establecen cinco clases, de forma que las clases 4 y 5 corresponden mayoritariamente a texturas entre franco-arcillosas y arcillosas; las clases 2 y 3 son franco-arenosas y franco-limosas y la clase 1 está integrada en un conjunto compuesto de texturas arenosas, arenoso-francas y limosas. Estas son:

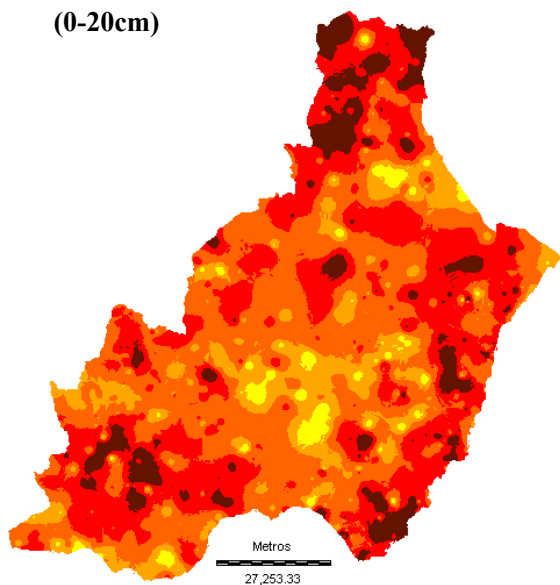
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
% de arcilla	<7.5	7.5-12.5	12.5-20	20-30	>30

En los dos mapas temáticos referidos a la distribución de arcillas (Fig. n° V.2), se aprecia el dominio de las clases 3 y 4, con porcentajes de material fino entre el 12.5 y 30%. La clase 3 es dominante en superficie y en profundidad lo hace la clase 4.

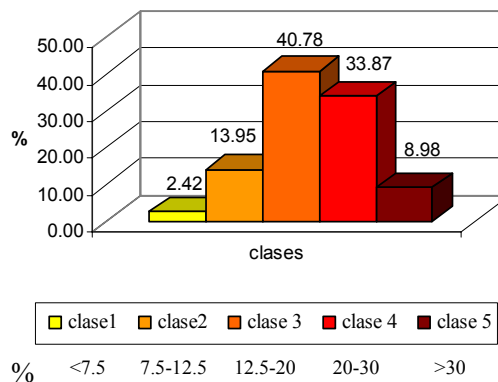
Zonas con bajos porcentajes de arcilla, clases 1 y 2, se hallan en el Campo de Tabernas, estribaciones surorientales de la sierra de las Estancias y en otras áreas del litoral, asimilables a los grupos litológicos de rocas volcánicas no calcáreas y arenas.



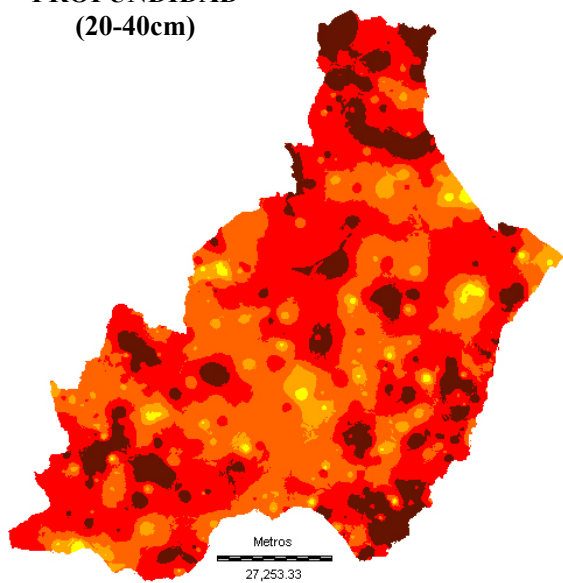
**SUPERFICIE  
(0-20cm)**



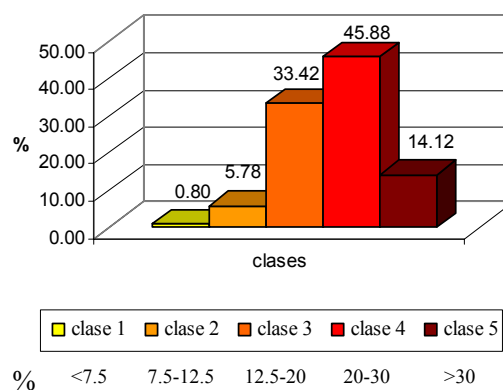
Frecuencia de clases



**PROFUNDIDAD  
(20-40cm)**



Frecuencia de clases



**Fig. nº V.2.- Mapas de distribución de arcillas**

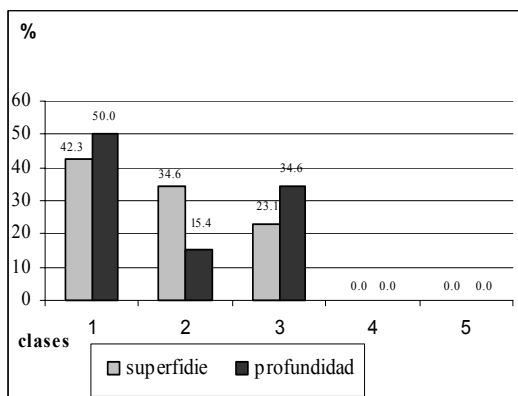
La clase 5 engloba los terrenos más arcillosos y coincide con áreas del norte de la provincia, Cabo de Gata y sierra de Gádor, asociados a litologías dominadas por depósitos cuaternarios, margas y calizas o calizodolomías.

De acuerdo con las tablas V.3 y V.4, se aprecia una correlación alta entre este parámetro y el contenido en carbonatos, en ambos niveles muestrales, acentuándose más en la capa superior cuando se tiene en cuenta el limo fino, hecho que permite justificar el elevado contenido en caliza activa de los suelos y su papel en la saturación del complejo de cambio. Igualmente se comprueba la fuerte correlación existente entre arcilla y capacidad de intercambio catiónico.

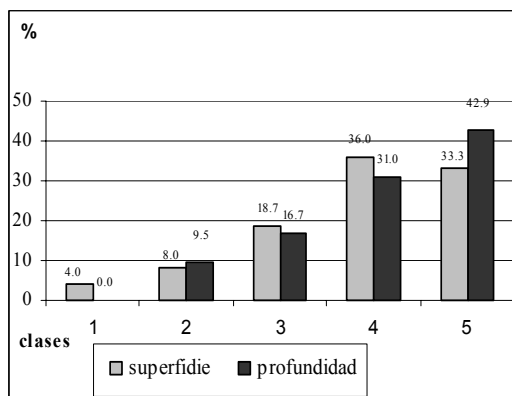
En la figura nº V.3 se relacionan las cantidades de arcilla con la litología. En el caso de los suelos desarrollados sobre arenas la cantidad de arcilla es inferior al 20% (clase 1 a 3), lo que conlleva su clasificación como Arenosoles, en la mayoría de los casos. Sobre margas y rocas volcánicas carbonatadas la distribución de arcilla es similar en ambos casos y domina la clase 5. Calizas y dolomías, coluvios y esquistos calcáreos, cuarcitas, esquistos y pizarras, dan suelos que no muestran claras diferencias texturales y rara vez superan el 10% entre ambos niveles.

Del análisis de este parámetro se puede deducir, de acuerdo con la figura nº V.4, que hay sintonía entre los grupos de Calcisoles, Cambisoles y Regosoles. Más del 80% de las unidades de suelos de estos grupos se incluyen en las clases texturales 3, 4 y 5, con ligero aumento de arcilla en profundidad para Calcisoles y Cambisoles. Este hecho diferencial se debe en el primer grupo de suelos a la incidencia de las unidades lúvicas, donde los procesos de ilimerización justifican el aumento de arcilla en profundidad. En los Cambisoles, con formación de horizontes de alteración y texturas entre franco-arcillo-arenosas y franco-arenosas, se deben tanto a procesos de alteración como a pequeños desajustes texturales provocados por pérdidas erosivas en el conjunto epipedónico.

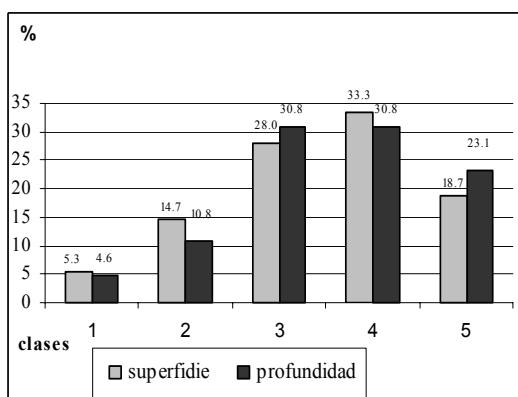
Los Luvisoles representan en la provincia el 5% de la superficie, aproximadamente, y es evidente el aumento de arcilla a partir de los 20cm, donde la clase 5 define al 70% de los suelos del grupo, que en su mayoría son Luvisoles cálcicos.



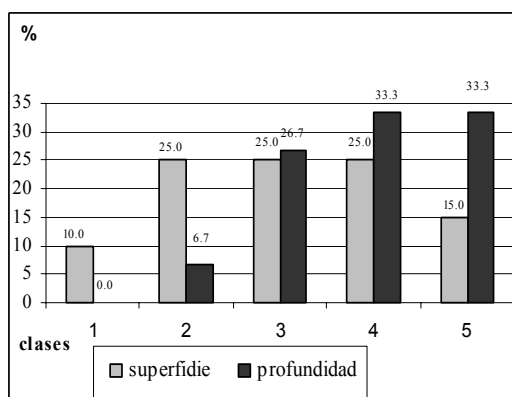
Arenas



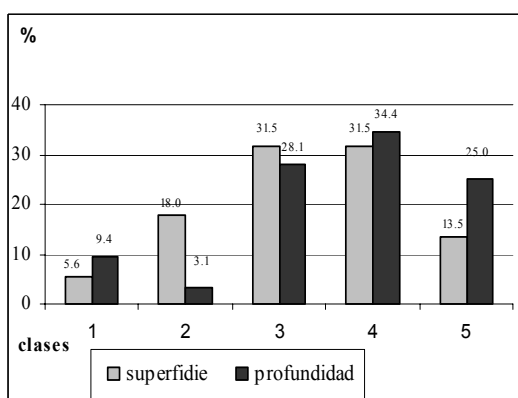
Calizas y dolomías



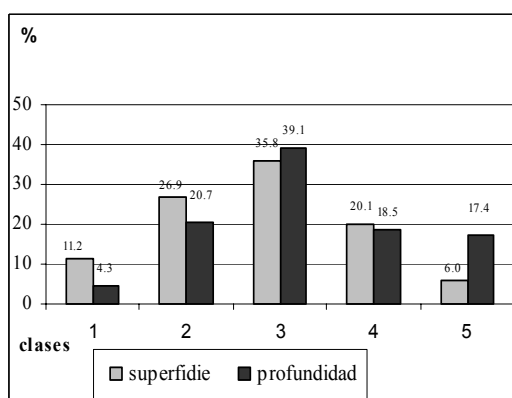
Coluvio calcáreo



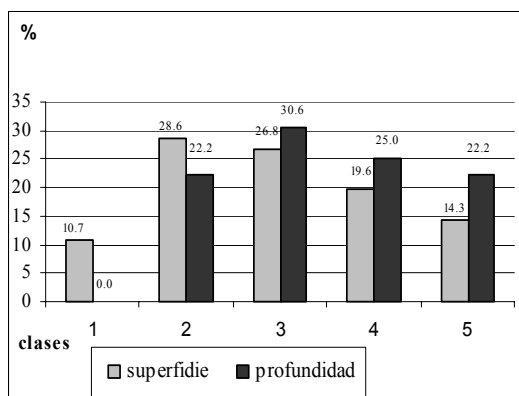
Coluvio no calcáreo



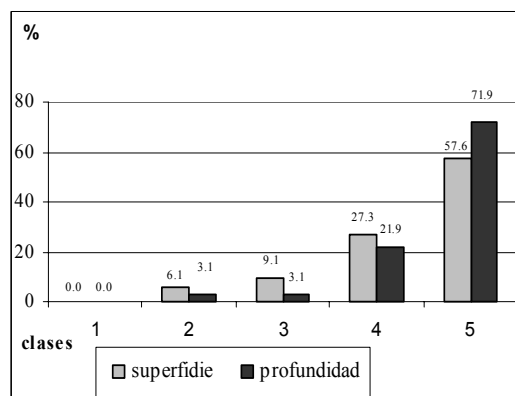
Conglomerado



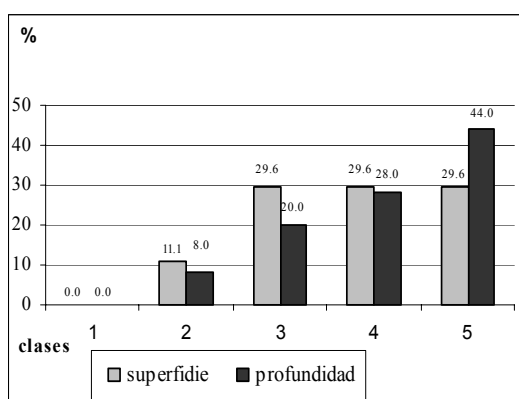
Cuarcitas, pizarras y esquistos



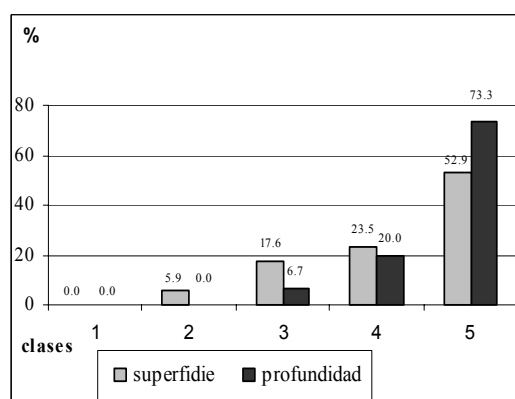
Esquistos calcáreos



Margas



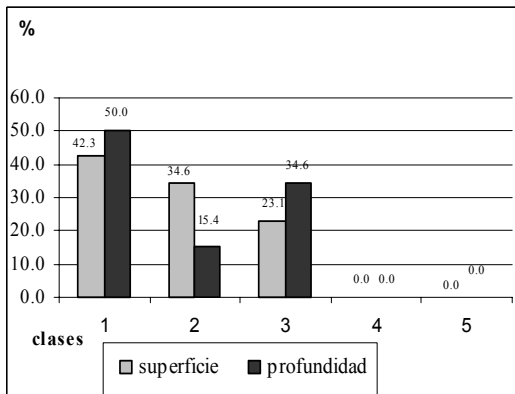
Rocas volcánicas básicas



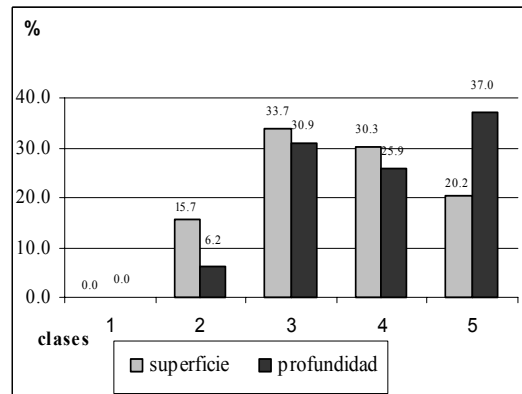
Rocas volcánicas carbonatadas

Fig. nº V.3.- Histogramas de distribución de clases de arcilla por grupos litológicos

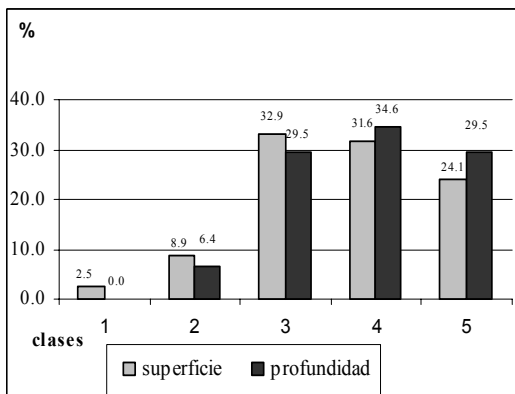
La acumulación de arcilla iluvial en ambientes calcáreos y semiáridos fue descrita por Aguilar et al. (1986a y 1989a), Ibáñez et al. (1987), Dorronsoro et al. (1988), Ortiz et al. (1993), Sierra et al. (1993), Simón et al. (1993), Roca et al. (1994), etc., poniendo de manifiesto que los horizontes Bt, en estos ambientes, no son fácilmente justificables y hablan en muchos casos de paleosuelos con movilización previa de los carbonatos. En Fluvisoles, Leptosoles, Phaeozems, Umbrisoles y Solonchaks, la distribución de arcilla es heterogénea y sin grandes diferencias entre ambos niveles muestrales.



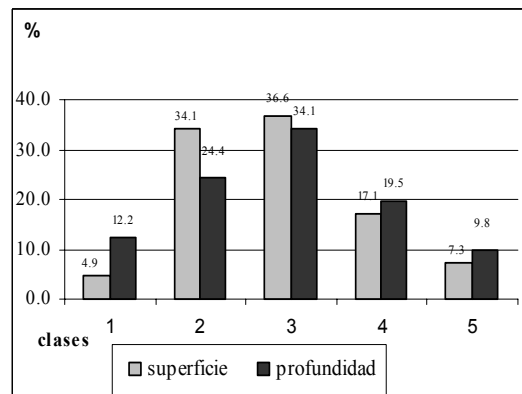
Arenosoles



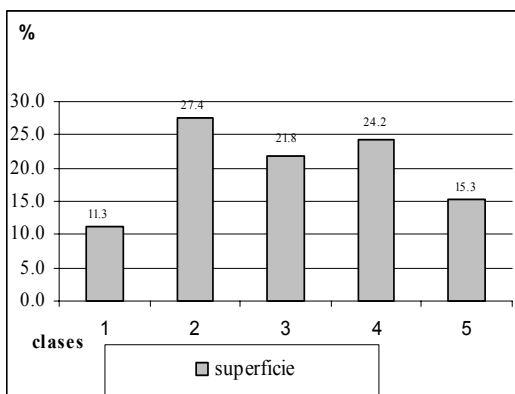
Calcisoles



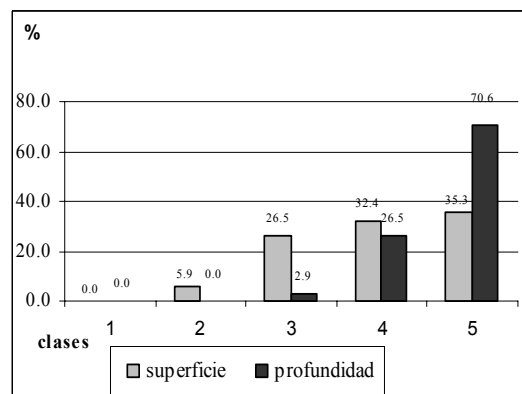
Cambisoles



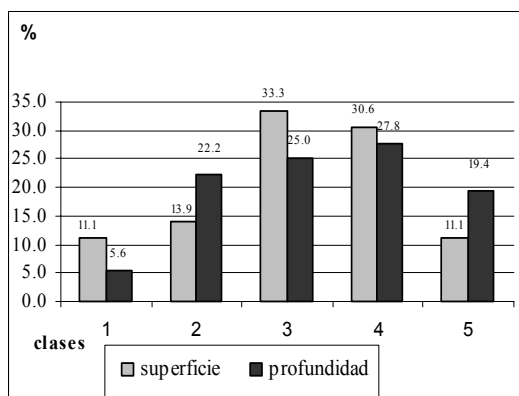
Fluvisoles



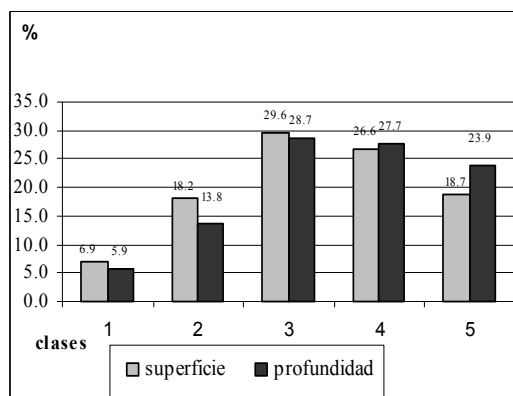
Leptosoles



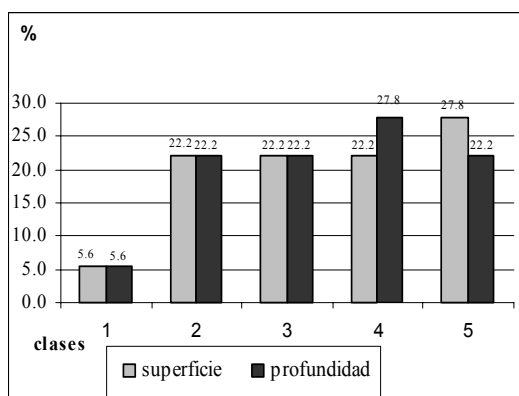
Luvisoles



Phaeozems



Regosoles



Solonchaks

**Fig. nº V.4.- Histogramas de distribución de clases de arcilla por grupos de suelos**

El estudio mineralógico es fundamental en este tipo de trabajos (Bittel et al., 1974; Puls et al., 1998 y Lozano, 1992), por ello analizamos una serie de muestras tomadas aleatoriamente en el nivel superficial, que incluimos en la tabla nº V.5, reflejando que illita, caolinita, vermiculita, montmorillonita y clorita, por este orden, son los filosilicatos más frecuentes en los suelos de la provincia de Almería. La illita puede superar el 90% de la fracción fina; le sigue en abundancia la caolinita, cuya presencia se confirma en todas las muestras analizadas y lo hace en porcentajes muy diferentes, que oscilan entre el 5% y el 40%. La vermiculita es frecuente en ciertas áreas y suele ir acompañada de interestratificados illita-vermiculita; montmorillonita y clorita aparecen de forma más irregular.

MUESTRA	Illita	Caolinita	Clorita	Vermiculita	Montmorillonita	Paligorskita	I-V	V-C
Níjar-1-1	++++	+	++	+	+	-	++	+
Al-12-1	++++	+	+	+	-	T	+	+
Al-16-1	++++	++	++	+	-	-	+	+
Al-20-1	+++++	T	+	-	-	T		
Deretil-1-1	++++	+++	+	-	-	-		
Minersa-1-1	++++	++	++	+	T	T	++	+
973-2b-1	+++++	++	-	-	-	T		
1012-4b-1	++++	+++	-	-	-	T		
1012-9b-1	++++	+	-	++	-	T	++	
1013-2-1	++++	+	+	++	-	-	+	
1015-3b-1	+++++	+	+	-	+	T		
1029-4-1	++++	++	-	-	+	T		
1029-10b-1	++++	+++	-	-	-	-		
1031-5b-1	+++++	+	+	-	-	-		
994-20	++++	+	++	+	-	-	++	+
1043-6b-1	+++	+	-	-	++++	T		
1044-4-1	++++	++	-	-	+	-		
1044-6-1	+++++	+	+	-	-	T		
1044-19b-1	+++++	+	+	-	-	T		
1045-1b-1	++++	++	+	-	-	T		
1046-1b-1	++++	++	+	+	+	T	+	
1046-6b-1	++++	++	-	+	+	T		
1060-3b-1	++++	+	-	+	-	T		
1060-7b-1	+++	++	-	-	+++	-		
1012-1b-1	++++	++	-	T	++	-		
1012-2b-1	+++++	++	-	T	-	-		
1012-6b-1	+++++	++	-	+	-	-		
1015-1b-1	++++	++	++	-	-	T	++	+
1029-1b-1	++++	+	-	-	+	-		
1029-12b-1	++++	++	+	-	+	-		
1043-5b-1	+++++	+	-	+	-	T		
1043-7b-1	+++++	+	-	+	-	T		
1043-8b-1	++++	++	+	+	T	T	+	+
1043-9b-1	+++++	+	T	+	-	T		
1044-9b-1	+++++	+	T	+	-	T	+	+
1044-13b-1	+++++	T	-	T	-	T		
1045-5b-1	+++++	+	+	+	-	-	+	
1046-2b-1	++++	++	-	-	T	-		
1046-3b-1	++++	++	+	+	-	-	+	
1046-4b-1	++++	+	-	++	T	T	++	

T	Trazas(<5%)	+++	30%-50%	Interestratificados	
+	5%-15%	++++	50%-80%	I-V	Illita-Vermiculita
++	15%-30%	+++++	>80%	V-C	Vermiculita-Caolinita

**Tabla nº V.5.- Mineralogía de arcillas de las muestras seleccionadas**

Alias et al (1977a y b), en un estudio similar para suelos de la vecina provincia de Murcia, señalaron que las diferencias podían deberse a la propia naturaleza del

material original, añadiendo que los suelos sobre calizas tienen una composición muy heterogénea y que sobre litologías dolomitizadas desaparecen vermiculitas, esmectitas y cloritas, aumentando considerablemente la presencia de illita y de forma desigual la caolinita.

Conviene señalar, en aquellos casos donde la montmorillonita es el mineral dominante (>50%), que González García et al. (1949) los relacionan con la presencia de yacimientos bentoníticos, cuyo componente fundamental definieron como isómero montmorillonítico-beidellítico. Simultáneamente Gutiérrez Ríos et al. (1949) y Hoyos et al. (1949), analizaron el origen de los yacimientos bentoníticos en regiones áridas y semiáridas, relacionándolas con la presencia de rocas volcánicas, tal como sucede en la sierra de Níjar. Alías et al. (1977a) inciden también en la herencia de montmorillonita cuando hay molasas en el subsuelo.

La arcilogénesis, al estar ligada a medios poco húmedos y con temperaturas medias elevadas, está marcada por el predominio de la meteorización física sobre la alteración química, de ahí el fuerte parentesco mineralógico existente entre suelo y material parenteral, con importante acumulación de illita, que para Besoain (1985), es el mineral más abundante en suelos y sedimentos de las regiones áridas-semiáridas, aunque Buol et al. (2003), destacan que en determinadas circunstancias la caolinita prevalece dominante sobre las micas como mineral heredado.

Los minerales hinchables pueden considerarse heredados sin descartar, puntualmente, su origen por transformación de la illita, porque a pesar de tratarse de medios calizos y semiáridos, la difusión del potasio interlaminar puede adquirir intensidad suficiente, posibilitando la apertura de laminillas y la penetración simultánea, en las entrecapas, de elementos alcalinotérreos hidratados que provocan la vermiculitización y el desarrollo de toda una serie de interstratificados mica-vermiculita, que culmina con la formación de vermiculita *sensu stricto* (Bonneau et al. 1987) y posiblemente, como paso final, desarrollar montmorillonita (Besoain, 1985).

Sin descartar la posible heredad de la clorita, igual que en el caso anterior, también es posible su formación en estos ambientes, por transformación de illita a



vermiculita y clorita, con numerosos estratificados, tal como señalan Faz et al. (1997). La intercapa brucítica de las cloritas, según Bailey (1975), se desarrolla preferentemente en medios alcalinos afines a zonas áridas, en cuencas de sedimentación marina o en situaciones con drenaje restringido propias del litoral almeriense (IGME, 1982).

También hay que mencionar la presencia de paligorskita en algunos suelos, hecho que se podría interpretar con los criterios de Paquet et al. (1972), cuando señalan que en condiciones áridas regidas por precipitaciones anuales inferiores a 300mm se puede formar paligorskita, si existen acumulaciones calizas.

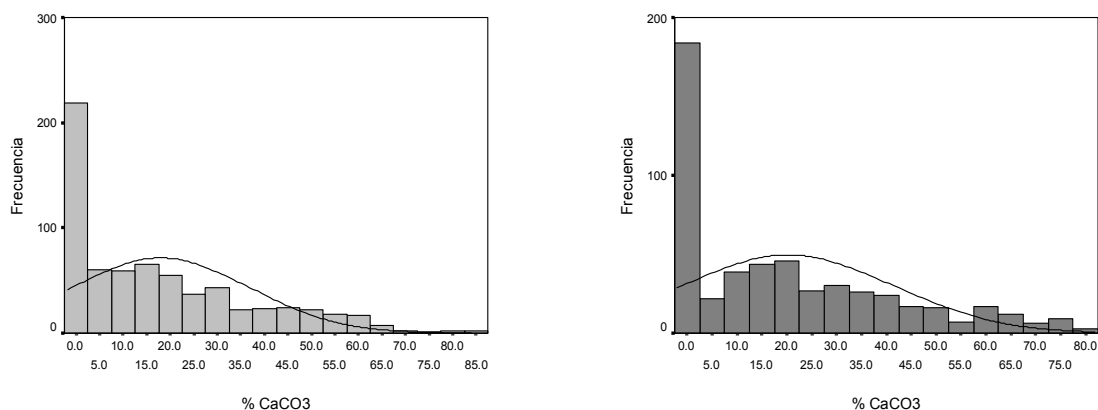
#### V.1.2.- Carbonato cálcico equivalente

Los suelos calcáreos son mayoritarios y mantienen el pH entre 7 y 8.5, mientras que en las unidades eútricas o dístricas el pH tiende hacia la acidez. La presencia de carbonatos alcanza especial relevancia en la fijación de metales como cadmio (Alloway, 1988 y 1995; García et al., 2002), zinc y cobre (Sposito, 1989; Ebbs et al., 1997), cobalto (Lacalle-Pareja, et al. 2000), y en términos más amplios se expresan Plassard et al. (2000).

El análisis descriptivo de frecuencias en porcentajes de carbonato cálcico equivalente revela una distribución asimétrica y positiva, debida a la incidencia del conjunto de pedones no calcáreos cartografiados en la provincia (Fig. nº V.5).

Los valores medios y las medianas respectivas son 17.92% y 13.00% en el nivel superior o del 20.20% y 18.00% en el nivel inferior. Los valores medios superiores a las medianas concuerdan con el desplazamiento que hay hacia la izquierda respecto de la normal.

El rango de datos es amplio, con valores mínimos iguales a 0 en ambos casos y máximos del 85% y 82% en los niveles superior e inferior, respectivamente. La dispersión de los datos es elevada, siendo la desviación típica en superficie de 18.91% y del 21.28% en profundidad.



Prof.	Media	Mediana	D. típica	Varianza	Asimetría	Rango	Máximo	Mínimo
0-20cm	17.92	13.00	18.91	357.43	1.083	85.00	85.00	0.00
20-40cm	20.21	18.00	21.28	451.88	0.93	82.00	82.00	0.00

**Fig. nº V.5.- Histogramas de y estadísticos de carbonatos (superficie y profundidad)**

En virtud a los estadísticos se establecen 5 clases que se recogen en la siguiente tabla:

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
% CaCO <sub>3</sub>	<2	2-10	10-20	20-40	>40

Se mantienen los valores extremos de FAO (1977), definidos como no o muy débilmente calcáreos y fuertemente calcáreos, respectivamente. El carácter calcáreo se subdivide en tres clases: poco calcáreo, moderadamente calcáreo y calcáreo.

Los mapas de distribución de carbonatos en la provincia (Fig. nº V.6), revelan que los suelos almerienses, por el contenido en carbonatos, deben incluirse en su mayoría dentro de las clases 2 a 4, representando el 95% del área total superficial y el 90% en profundidad. Las ligeras diferencias en la clase 1 pueden ligarse con la dinámica eólica de acuerdo con el estudio hecho por Quirantes et al. (1989).

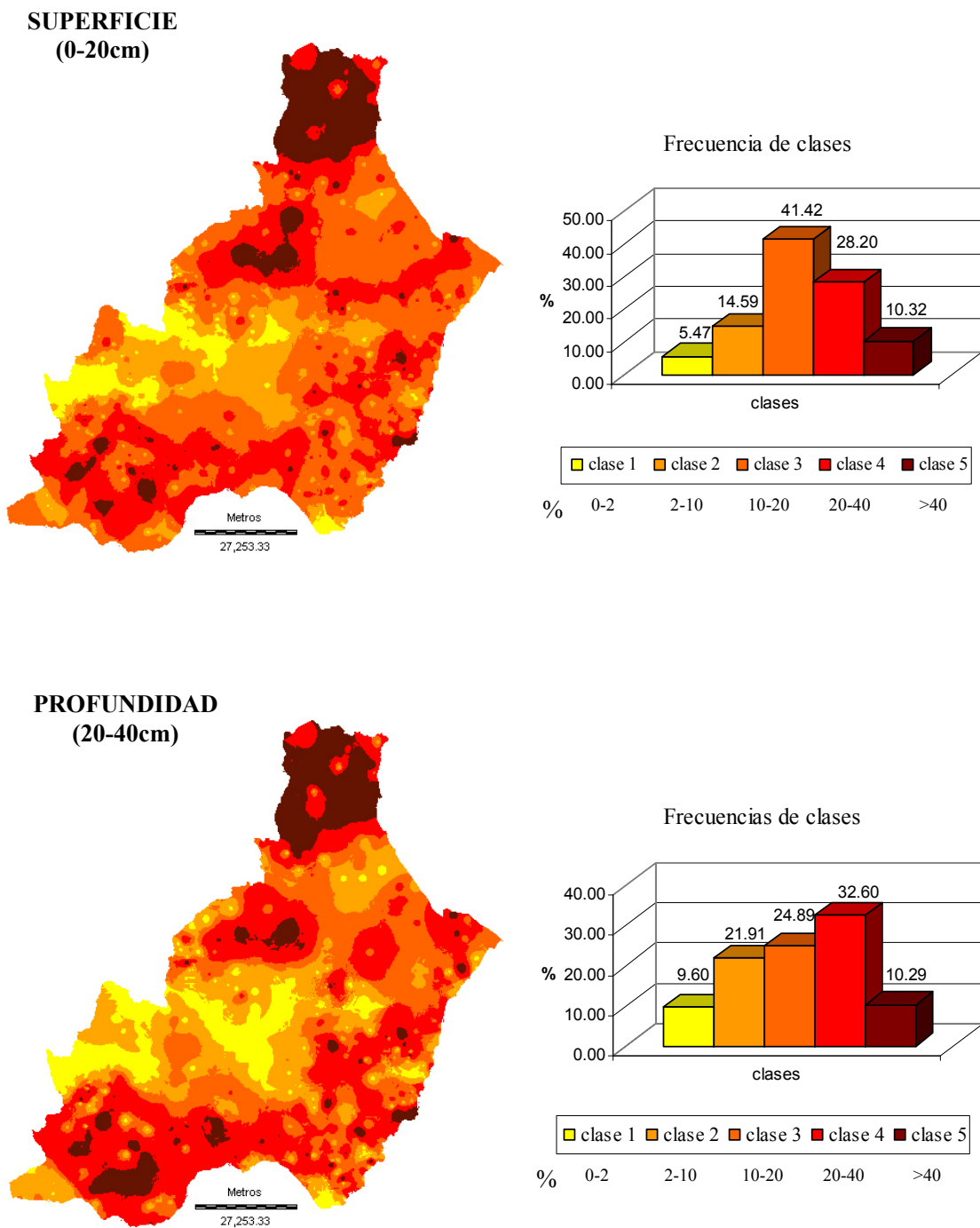


Fig. n° V.6.- Mapas de distribución de carbonato cálcico equivalente

En las tablas nº V.3 y V.4 se observa la relación entre carbonatos y arcilla, que es más significativa en la capa exterior cuando se tiene en cuenta el limo fino, de modo que dicho efecto lo ligan Sierra et al. (1992) con los arrastres calizos provocados por el viento y su posterior deposición. También se aprecia una buena correlación de este parámetro con el pH, proceso del que hablaremos más adelante.

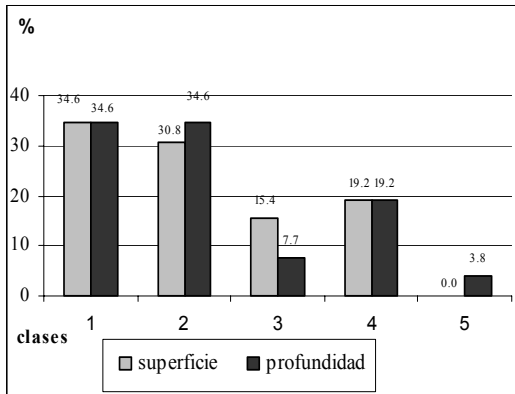
Desde un punto de vista práctico, conviene hacer mención a los suelos poco calcáreos, que junto a los suelos no o muy ligeramente calcáreos representan, aproximadamente, el 20% del área total a nivel de superficie y llega al 30% en el tramo inferior; ocupan una franja, en dirección oeste-este, que va desde Sierra Nevada y sierra de Baza hasta el extremo oriental de la sierra de los Filabres.

La superficie de la clase 3 es del 41.4% y supera en extensión al nivel inferior que es del 24.9%. Esta circunstancia se da en el litoral y en el desierto de Tabernas, continuando en las estribaciones de la sierra de Lúcar, tanto en el valle que forma con la sierra de las Estancias como en la cuenca del río Almanzora hasta llegar a la sierra de Almagro. La clase 5 tiene igual extensión en superficie que en profundidad, mientras que las clases 1, 2 y 4 tienen mayor extensión subsuperficial.

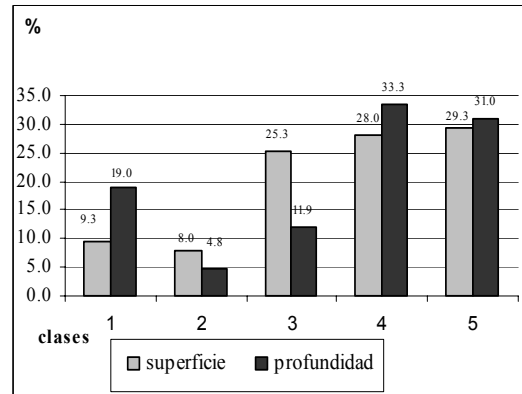
Las clases 4 y 5 se unifican geográficamente, pero con pequeño desplazamiento hacia la clase 4 en las sierras de Gádor y de Lúcar, y de la clase 5 en la zona norte de la provincia, desde sierra de María hasta el límite con la provincia de Murcia.

La distribución de clases de carbonatos en función de los grupos litológicos se incluye en la figura nº V.7, donde se ve como sobre litologías silíceas o volcánicas básicas desarrollan suelos muy débilmente a poco calcáreos en superficie y están decarbonatados en profundidad.

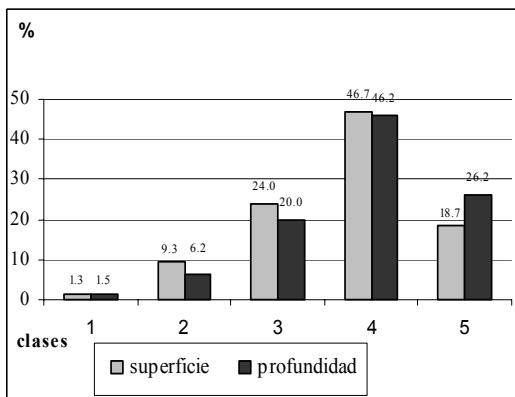
Un tercio de de los suelos desarrollados sobre arenas son no calcáreos y el resto pueden incluirse, mayoritariamente, en las clases 4 y 5. Sobre calizas y dolomías los suelos se corresponden con las clases 3 y 4, dando lugar a unidades moderadamente calcáricas a calcáricas.



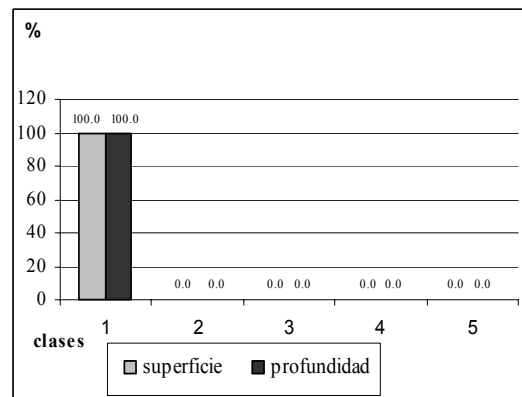
Arenas



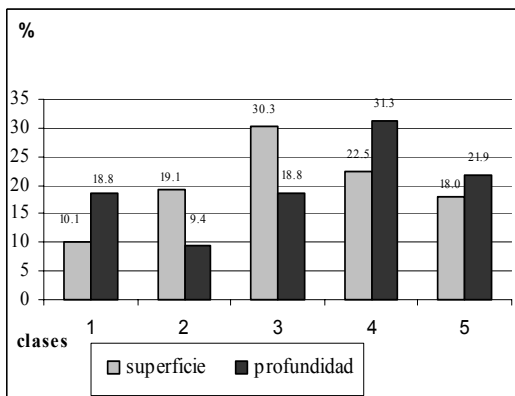
Calizas y dolomías



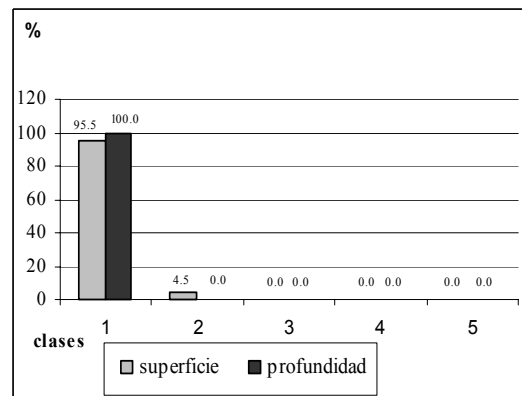
Coluvio calcáreo



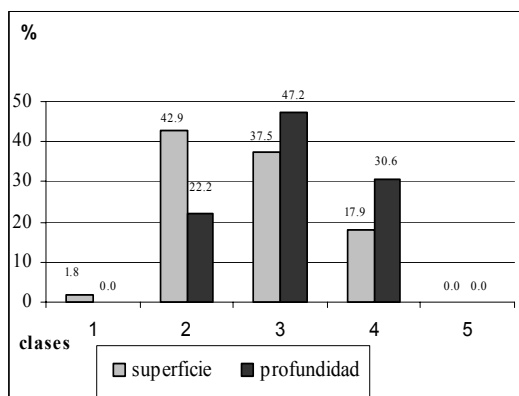
Coluvio no calcáreo



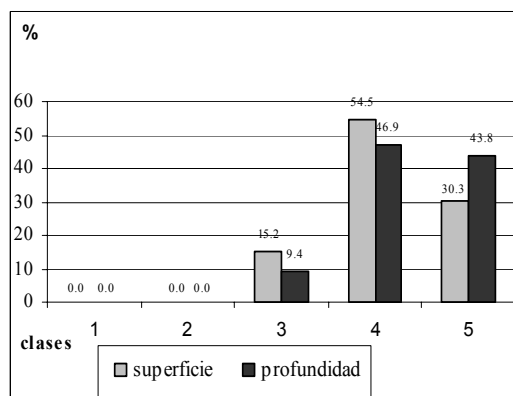
Conglomerado



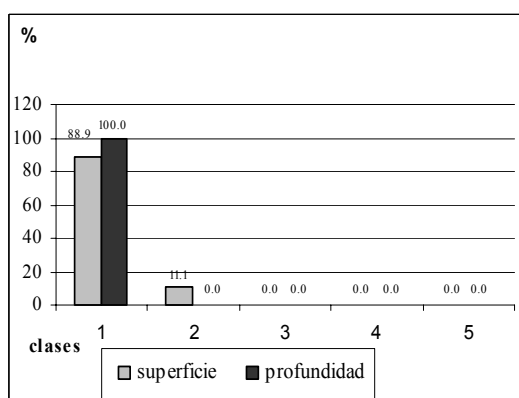
Cuarcitas, pizarras y esquistos



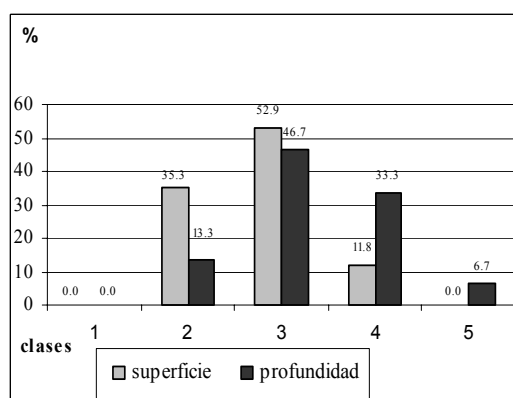
Esquistos calcáreos



Margas



Rocas volcánicas básicas



Rocas volcánicas carbonatadas

**Fig. n° V.7.- Histogramas de distribución de clases de carbonatos por grupos litológicos**

Cuando el material original son conglomerados, la dispersión de clases de carbonatos es grande en ambas profundidades, si bien con ligero dominio de la clase 3 en superficie y de las clases 4 y 5 en profundidad.

Sobre esquistos carbonatados y rocas volcánicas carbonatadas se desarrollan en profundidad horizontes enriquecidos en carbonato (clases 3 y 4), sin llegar a constituir un horizonte cálcico. La razón de este enriquecimiento debe ligarse a la naturaleza del roquedo y su poca profundidad.

Finalmente, las margas dan origen a suelos limo-arcillosos a arcillosos, con porcentajes en carbonatos que suelen superan el 20%.

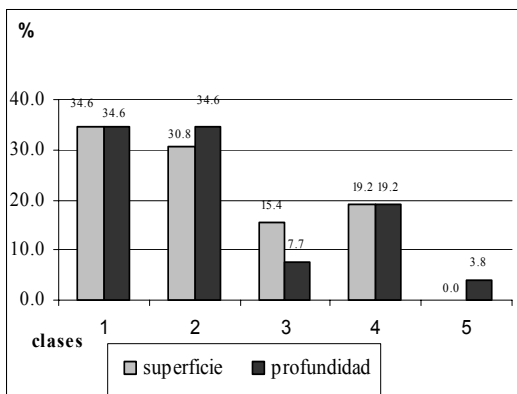
Si el análisis lo realizamos por grupos de suelos observamos (Fig. nº V.8), que aproximadamente el 35% de Arenosoles son no calcáreos y están asociados, a menudo, a unidades áridicas. El resto de los Arenosoles cartografiados son calcáricos y mantienen el dominio de la clase 2 en ambos niveles de muestreo.

Respecto de los Calcisoles, se puede decir que las clases 2 a 3 son las más frecuentes en superficie, mientras que en profundidad las clases 4 y 5 son las más representadas. Hay por tanto un proceso de decarbonatación superficial que justificaría por si mismo la presencia del horizonte k, cuya dinámica global en el ambiente árido mediterráneo fue estudiada por Martínez (1990) y Lozano et al (1996).

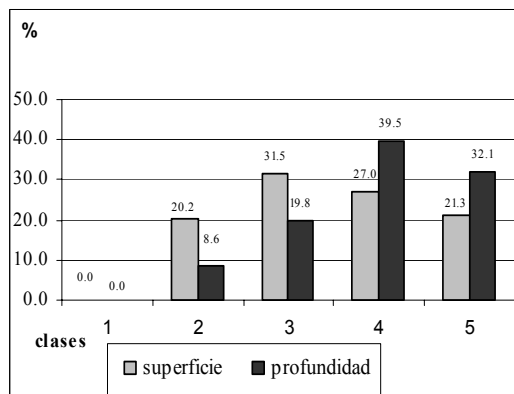
La frecuencia de unidades no calcáreas o ligeramente calcáreas llega a alcanzar el 40% en los Cambisoles y Leptosoles. En los Luvisoles la decarbonatación acapara prácticamente todo el nivel inferior de muestreo, mientras que el superior pertenece a la clase 1, debido a aportes de carácter eólico o hídrico.

Respecto de los Phaeozems, la dispersión entre calcáricos y no calcáricos es casi del 50%. Los primeros incluyen las clases de carbonatos 3 a 5. Las unidades háplicas, lépticas y lúvicas se corresponden con la clase 1 en superficie, que puntualmente pueden ser de clase 2.

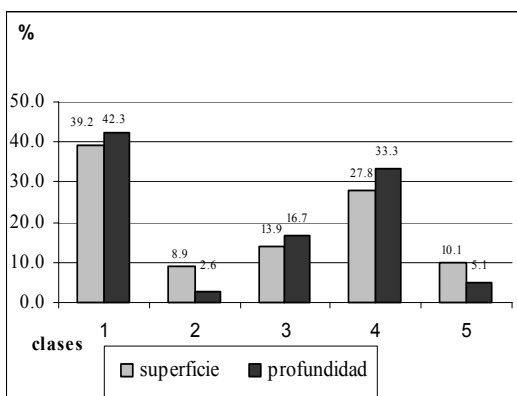
Las unidades regosólicas son calcáricas en aproximadamente el 70% de la superficie y la distribución de carbonatos es bastante homogénea en el perfil. Los Solonchaks se asocian a unidades áridicas y contienen carbonatos dentro de las clases 2 a 5, ocupando una extensión del 72.2%; los restantes suelos de este grupo presentan propiedades gléycas.



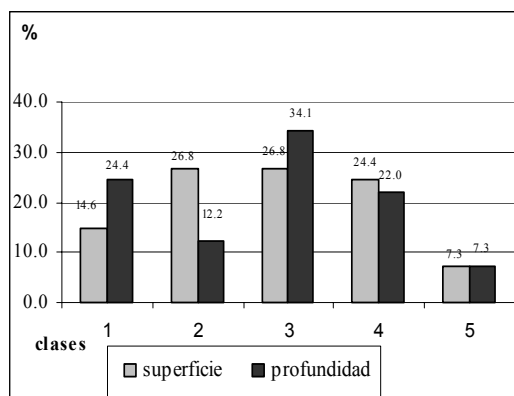
Arenosoles



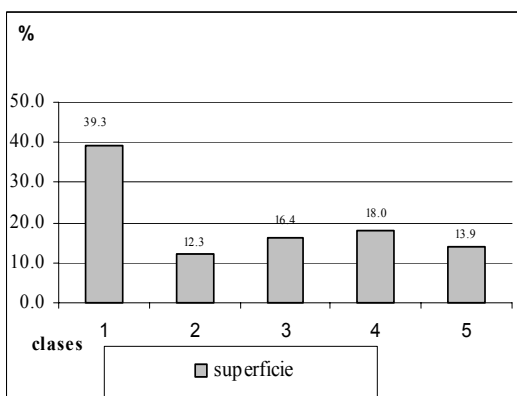
Calcisoles



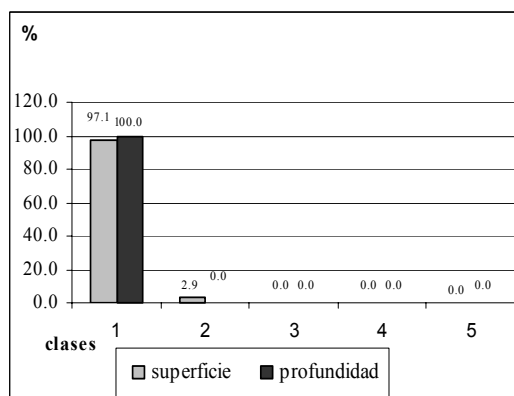
Cambisoles



Fluvisoles

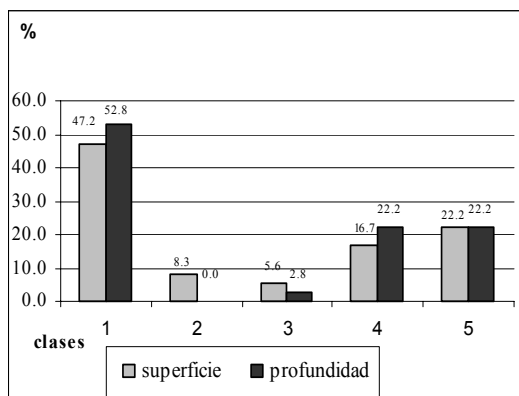


Leptosoles

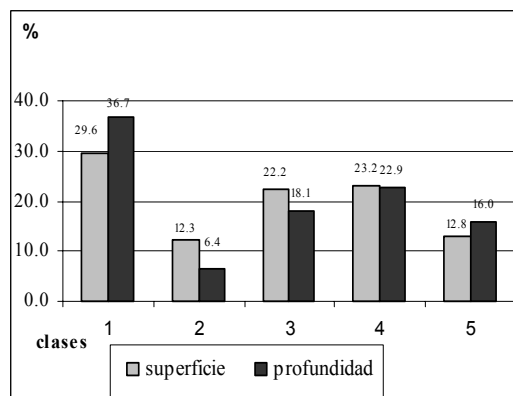


Luvisoles

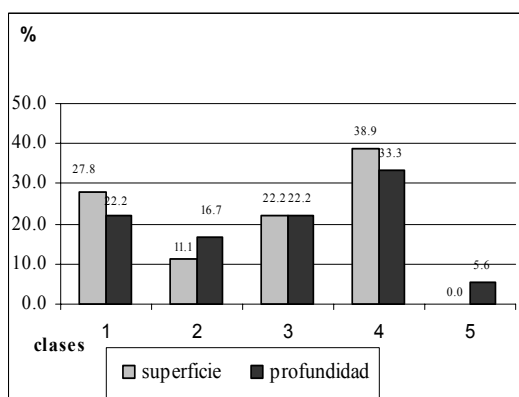




Phaeozems



Regosoles



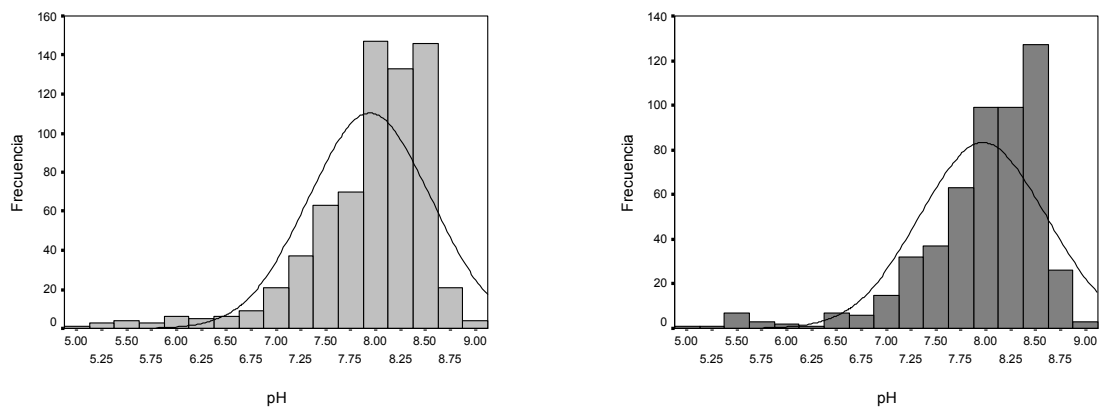
Solonchaks

**Fig. nº V.8.- Histogramas de distribución de clases de carbonatos por grupos de suelos**

## V.1.3.- pH

El pH del suelo condiciona la solubilidad de los metales permitiendo su movilidad (Cavallaro et al., 1978). Por otro lado, el incremento del pH aumenta la atracción electrostática entre la superficie reactiva de suelo y el catión metálico, pudiendo así quedar inmovilizados en la capa rígida de la nube iónica que envuelve al complejo de cambio (Amezketta et al., 1989).

En la figura nº V.9 se ve que la dispersión de datos es pequeña (desviaciones típicas de 0.61 y 0.63), igual que los rangos (4.01 y 3.94), con valores máximos de 9.01 a 9.04 y mínimos de 5.00 a 5.10, respectivamente.



Prof.	Media	Mediana	D. típica	Varianza	Asimetría	Rango	Máximo	Mínimo
0-20cm	7.94	8.10	0.61	0.38	-1.73	4.01	9.01	5.20
20-40cm	7.97	8.10	0.63	0.40	-1.68	3.94	9.04	5.10

**Fig. nº V.9.- Histogramas de y estadísticos de pH (superficie y profundidad)**

Las clases establecidas para agrupar los valores de pH se definen en base a la casuística, adaptando las definiciones de USDA (1951) y Buol et al (1986)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
pH	<6.5	6.5-7.3	7.3-8.5	>8.5

Las muestras analizadas dan valores de pH que oscilan entre 5.20 y 9.01 en superficie y 5.10 a 9.04 en profundidad, siendo las diferencias entre ambos niveles de pequeña entidad. Los valores medios de pH están muy próximos entre sí (7.94 y 7.97), siendo la mediana equivalente (8.10). La asimetría es negativa (-1.72 y -1.68), poniendo de manifiesto el carácter básico de la mayoría de los suelos de la provincia de Almería.

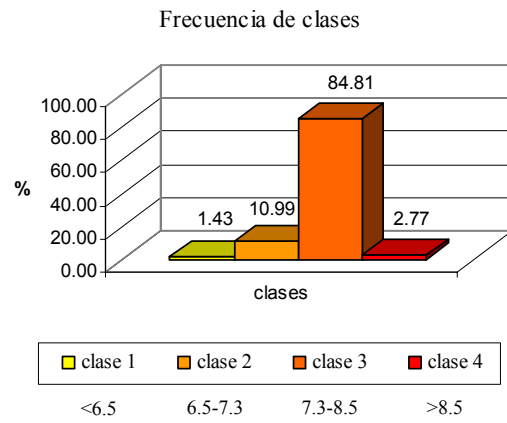
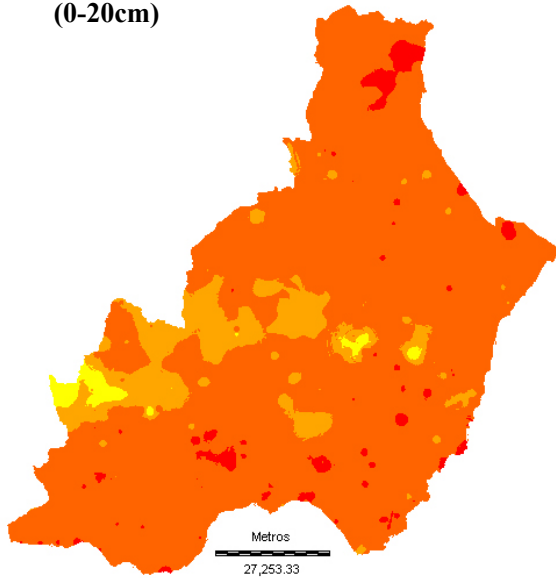
En la figura nº V.9 se observa que el pH es bastante homogéneo en todo el perfil y domina la clase 3 en los dos niveles muestreados, representando el 84.81% y el 80.44%, respectivamente. Aunque las diferencias de pH son muy pequeñas es importante destacar su buena correlación con los carbonatos, fenómeno que Fassbender (1987) y Gisbert et al. (2002), entre otros autores, asocian con cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> respecto del carbonato cálcico, hecho que debe ser tenido en cuenta en los suelos calcáricos para la medida correcta del pH y se deben implicar los cambios de humedad y temperatura dentro del perfil y según la época del año.

Analizando los mapas de distribución de pH (Fig. nº V.10), vemos que las zonas de clase 1 (moderadamente ácido) y 2 (neutra), se extienden por la franja de terreno que corona los sistemas montañosos (Sierra Nevada, Baza y los Filabres), relacionándose con grupos de suelos desarrollados sobre materiales silíceos no carbonatados.

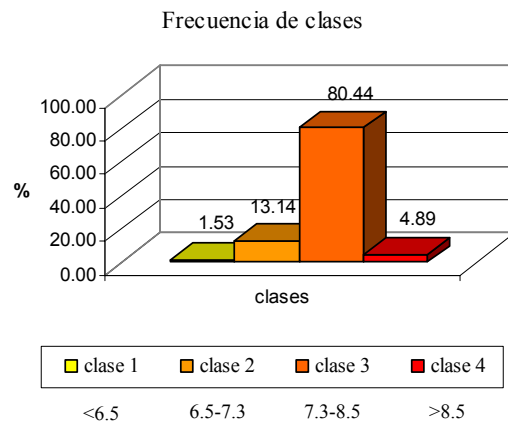
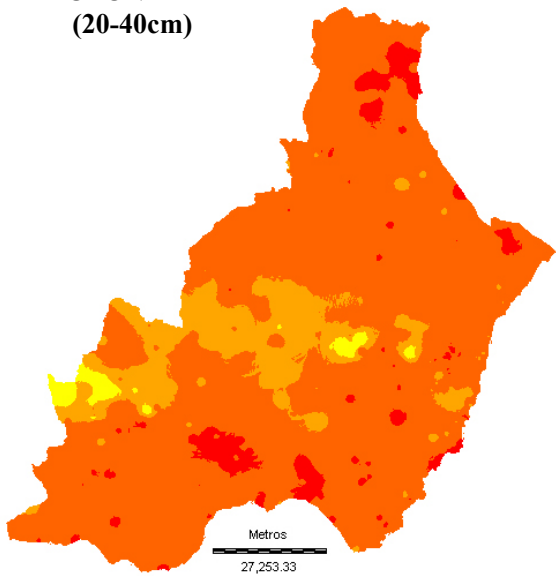
La clase 4 (extremadamente básica o alcalina), se ubica en los terrenos calcáricos y en cotas bajas asociándose con sedimentos salinos (Solonchaks). Se localiza en áreas del norte de la provincia y en los alrededores de la sierra de Gádor, o en terrenos del litoral almeriense.

En las tablas V.3 y V.4 se observa la correlación altamente significativa y positiva del pH con las fracciones finas del suelo (arcilla y limo fino) y con los carbonatos. Este hecho tiene menos relevancia en profundidad donde sólo prevalece la correlación con los carbonatos, de forma que hay que hacer mención, nuevamente, a la incidencia de sedimentos eólicos como posibles responsables de los ligeros cambios de pH y la saturación por calcio del complejo de cambio. También se correlaciona con el sodio, circunstancia que se debe referir a la presencia de sales, marcadas por la conductividad eléctrica, y al incipiente proceso de alcalinización (Aguilar et al., 1986 b y c).

**SUPERFICIE  
(0-20cm)**



**PROFUNDIDAD  
(20-40cm)**



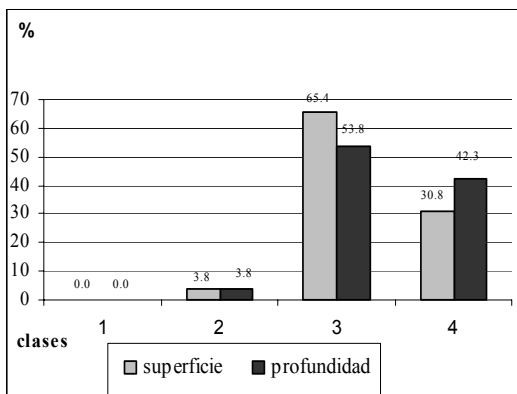
**Fig. n° V.10.- Mapas de distribución de pH**

Finalmente hay que destacar su correlación negativa con la materia orgánica, que actúa como amortiguador del pH ligado a los sistemas  $H_2O-CO_2$  y  $H_2O-CO_2-CaCO_3$  (Bonneau et al 1987). En el caso de los suelos de montaña, en cotas superiores a 1400-1800m s.n.m., la humificación sigue procesos bioclimáticos distintos, según sea el contenido en bases del material original y las condiciones climáticas locales, de manera que se generan suelos con epipedones mólicos o úmbricos, hecho que supone la acumulación de materia orgánica e indirectamente el incremento de  $CO_2$ , debido a la actividad microbiana lo que provoca un ligero descenso del pH en superficie. En las depresiones y superficies de erosión dispuestas en piedemonte, con clima más seco y cálido, se incentiva el proceso de mineralización sobre la humificación, desarrollando epipedones hiperótricos con alto pH (clases 3 y 4).

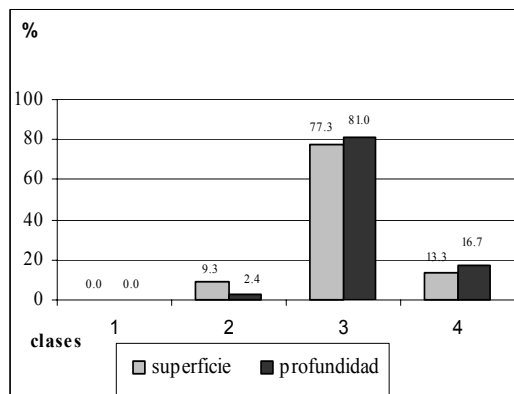
Desde el punto de vista litológico es fácil apreciar la clara dominancia de la clase 3 de pH (Fig. nº V.11), con ciertos matices que describimos a continuación: arenas, calizas y dolomías, conglomerados, margas y rocas volcánicas carbonatadas, generan suelos con clases de pH 3 y 4; sobre rocas volcánicas básicas el pH de los suelos encaja dentro de las clases 2 y 3; sobre coluvios calcáreos hay casi exclusividad de la clase 3; y las restantes litologías corresponden a las clases 1, 2 y 3.

Si analizamos los diagramas de distribución de las clases de pH por grupos de suelos (Fig. nº V.12), vemos que la clase 3 es dominante en todos los grupos. Las clases 2 y 4 tienen desigual representación, si bien destaca la clase 4 en prácticamente el 40% de los Arenosoles, ligados en muchos casos a ambientes áridos con cierta salinidad (Aguilar et al., 1988 y 1990)

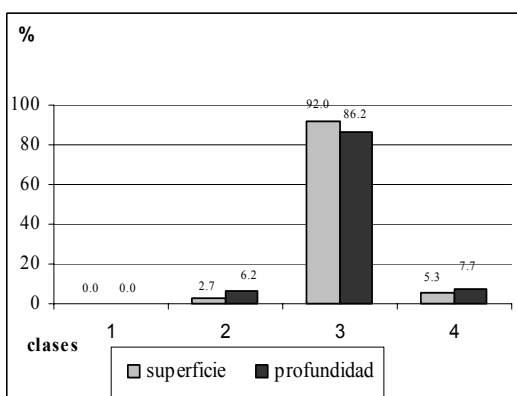
Los suelos de clase 1 se asimilan con Umbrisoles y unidades dístricas, líticas o lépticas de Cambisoles, Leptosoles y Regosoles.



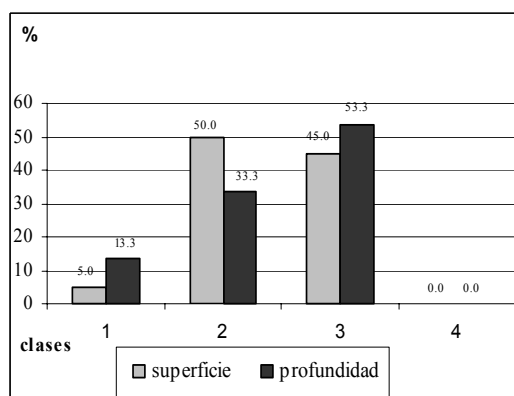
Arenas



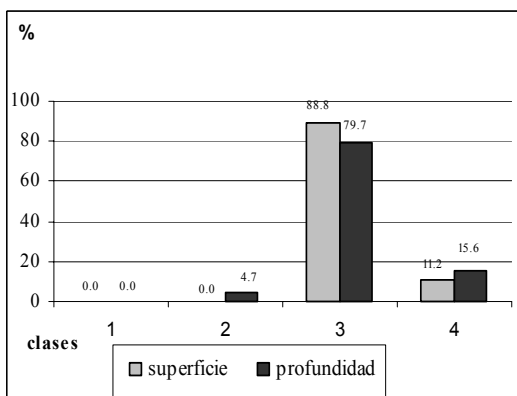
Calizas y dolomías



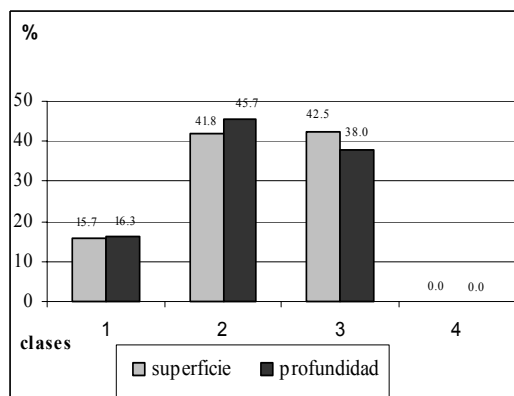
Coluvio calcáreo



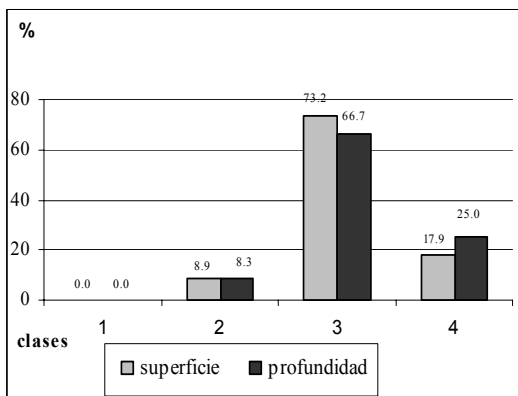
Coluvio no calcáreo



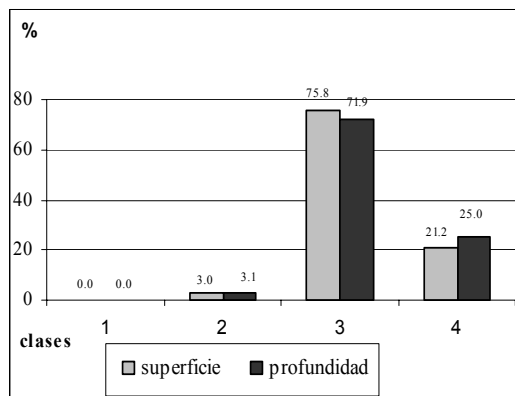
Conglomerado



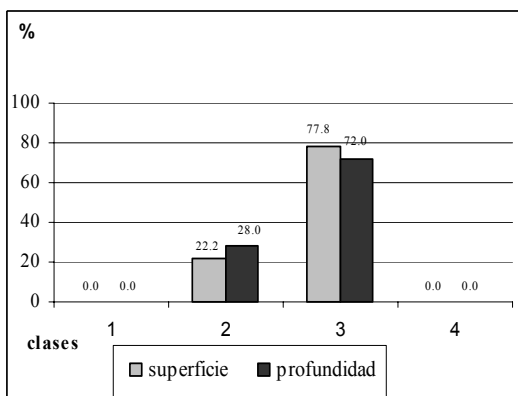
Cuarcitas, pizarras y esquistos



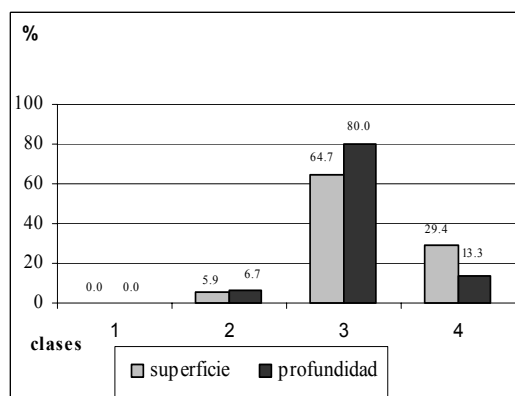
Esquistos calcáreos



Margas

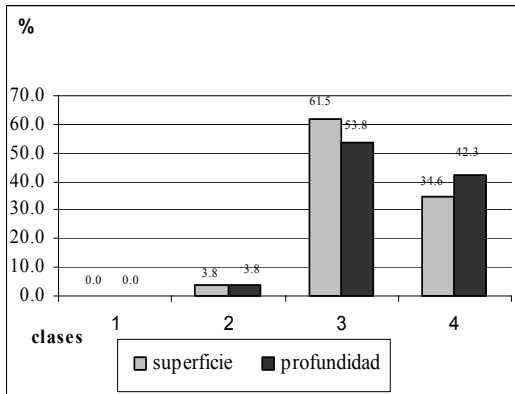


Rocas volcánicas básicas

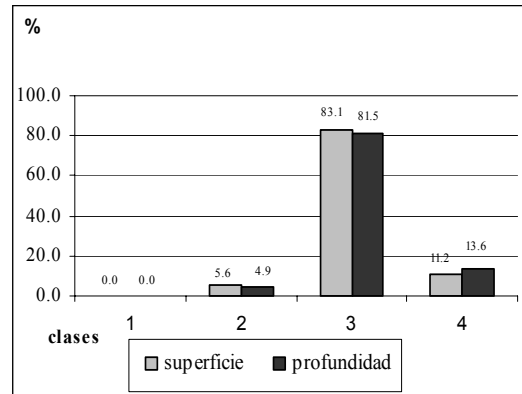


Rocas volcánicas carbonatadas

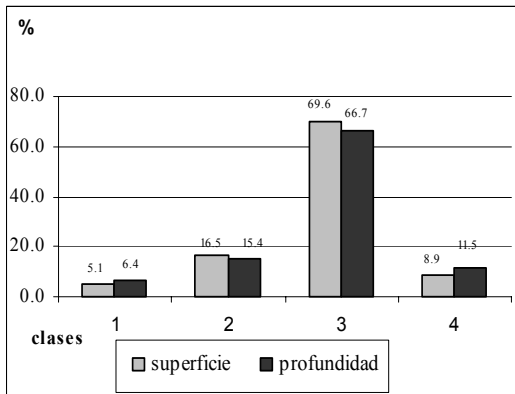
Fig. n° V.11.- Histogramas de distribución de clases de pH por grupos litológicos



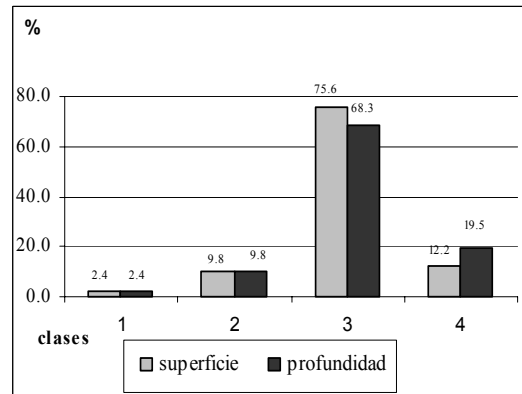
Arenosoles



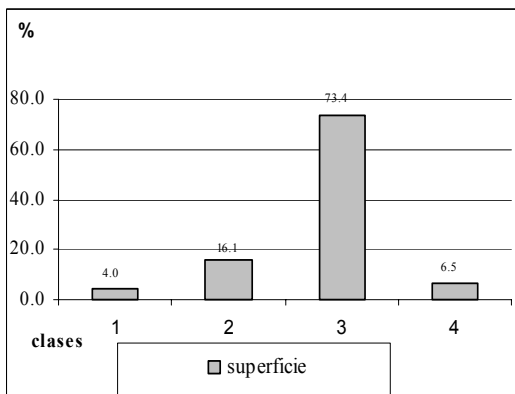
Calcisoles



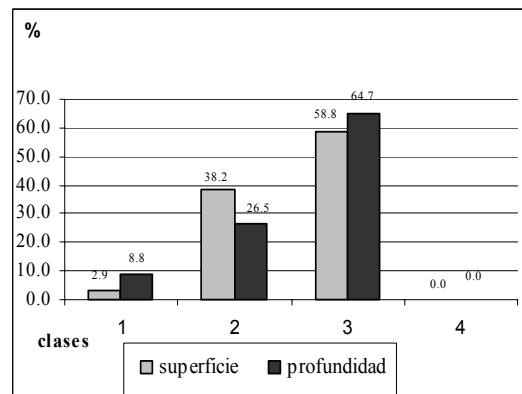
Cambisoles



Fluvisoles

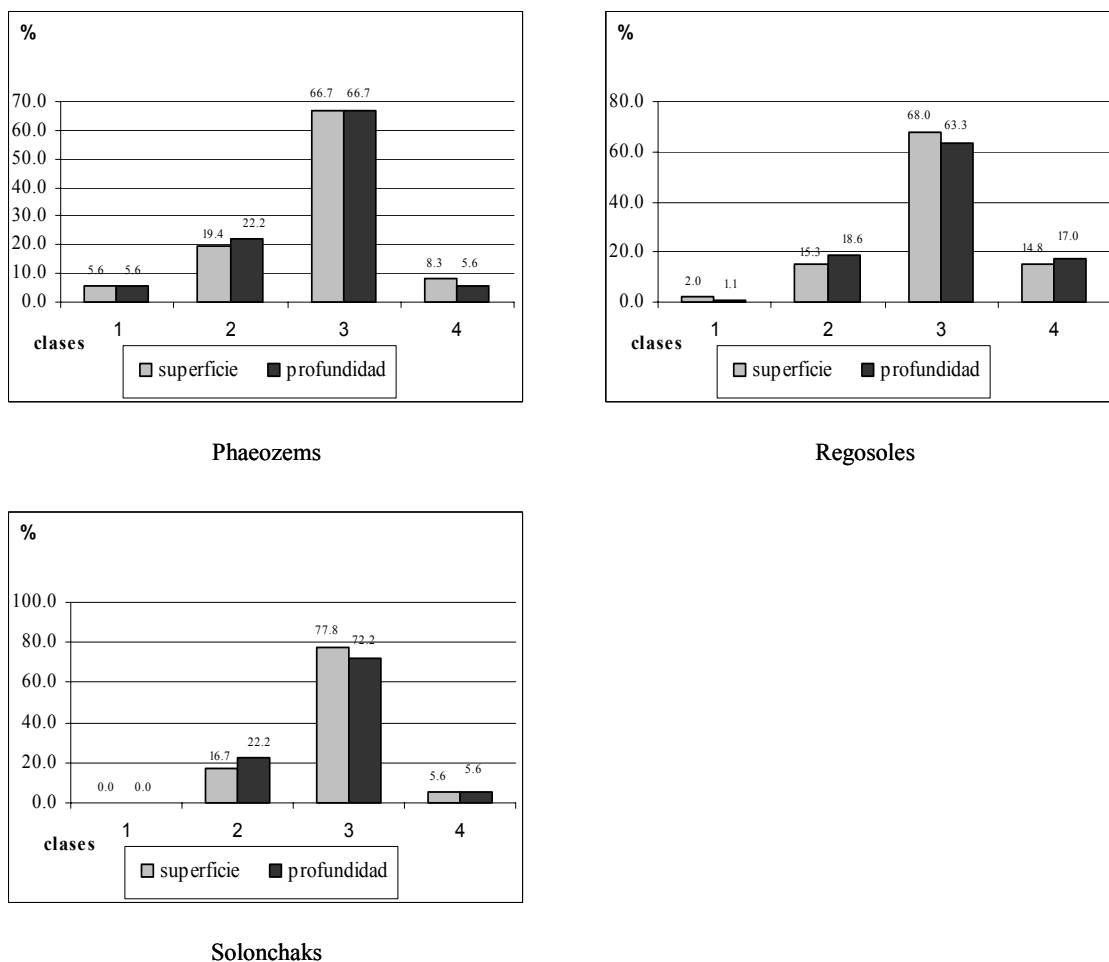


Leptosoles



Luvisoles





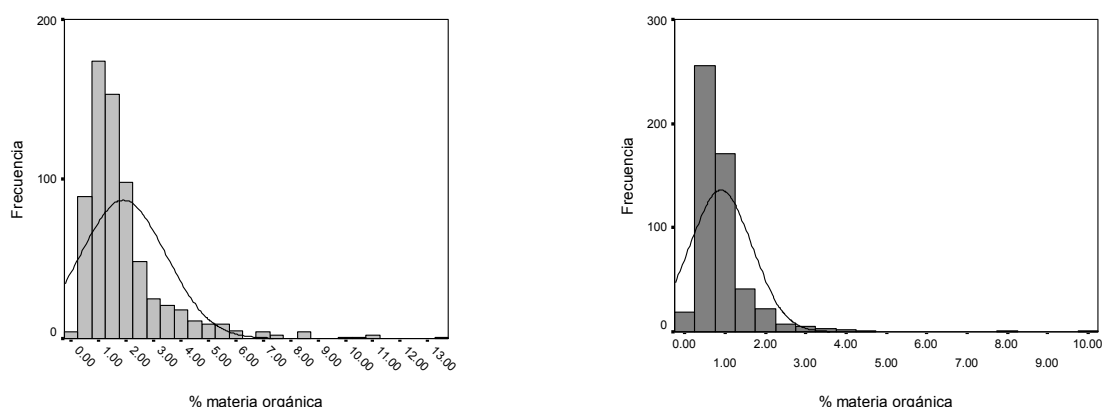
**Fig. n° V.12.- Histogramas de distribución de clases de pH por grupos de suelos**

#### V.1.4.- Contenido en materia orgánica

Una de las actividades más importantes de la materia orgánica es incidir en la movilidad o fijación de nutrientes y elementos traza de diferente procedencia, debida a su capacidad para reaccionar con ellos formando complejos de distinta entidad (Cunningham et al., 1996; Meagher, 2000; Heeraman et al., 2001). También las sustancias húmicas pueden actuar transportando elementos tóxicos como plaguicidas, herbicidas, etc. (Porta, 1999), que pueden pasar a las aguas freáticas contaminándolas.

En el estudio de los estadísticos descriptivos de materia orgánica (Fig. n° V.13), se observa el descenso significativo con la profundidad, de manera que en el nivel superficial la media es de 1.90% y de 0.90% en profundidad. Las medianas son

inferiores a las medias, con valores de 1.47% y 0.72% respectivamente. El rango de datos es amplio para este parámetro, siendo de 13.43% en superficie, con máximo de 13.55% y mínimo de 0.12%, que pasa en profundidad a 9.98%, con valores extremos de 10.00 y 0.02%. La dispersión de los datos es significativamente inferior en profundidad, donde la desviación típica es de 0.77% y sube hasta 1.56% en superficie.



Prof.	Media	Mediana	D. típica	Varianza	Asimetría	Rango	Máximo	Mínimo
0-20cm	1,90	1.47	1.56	2.43	2.82	13.43	13.55	0.12
20-40cm	0.90	0.72	0.77	0.60	5.41	9.98	10.00	0.02

**Fig. nº V.13.- Histogramas de y estadísticos de materia orgánica (superficie y profundidad)**

Los valores hallados para cada punto muestral, en sus dos niveles, se agrupan por clases teniendo en cuenta la clasificación de suelos propuesta por Netheland Soil Survey Institute 1969), según contenido en materia orgánica y adaptada al clima árido-semiárido imperante en la provincia. Las 5 clases propuestas son:

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| Clase 1: muy pobre en humus (<0.6%)               | Clase 4: húmica (3%-4%)   |
| Clase 2: moderadamente pobre en humus (0.6%-1.5%) | Clase 5: muy húmica (>4%) |
| Clase 3: moderadamente húmica (1.5%-3%)           |                           |

Los mapas de distribución de materia orgánica son bastante uniformes (Fig. nº V.14) y están relacionados con los pisos bioclimáticos (Sierra et al., 1990; Martínez et al., 1992), manteniendo entre ellos pequeñas diferencias que en algunos Fluvisoles son

más o menos erráticas. Vemos además la poca extensión de la clase 1, con suelos muy pobres en humus que ocupan las zonas más áridas de la provincia (desierto de Tabernas), englobando suelos con horizonte de diagnóstico hiperótrico. Las clases 2 y 3 son las más extendidas y representan el 69.1% en superficie y un 92.3% en profundidad, desequilibrio que se debe a la heterogeneidad de los horizontes húmicos que definen los epipedones. Así, las clases 2 a 5 ocupan casi el 100% de la superficie, mientras que en la capa inferior pasa a dominar la clase 2 (76%).

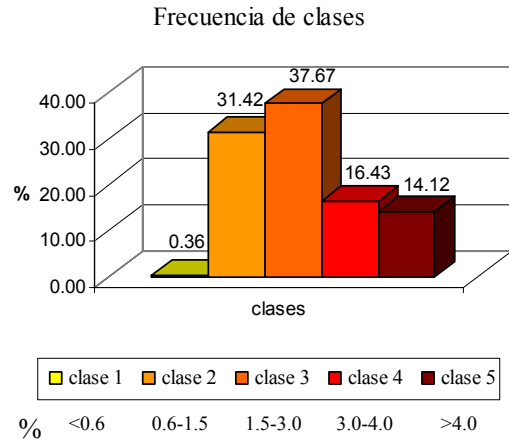
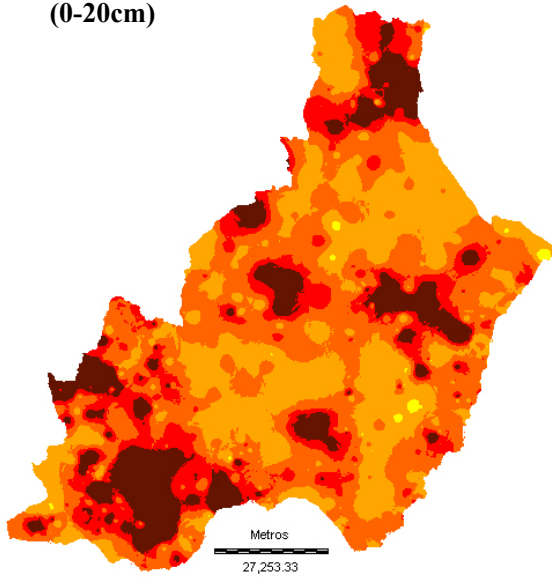
Las clases húmica y muy húmica corresponden en su mayoría a suelos de montaña: sierra de Gádor, Sierra Nevada, sierra de Lúcar, en la vertiente norte y al este están las sierra de los Filabres, de María y del Gigante. Ambas clases tienen una extensión aproximada, respecto al total de superficie, del 30.55 y 3.71%, respectivamente, que edáficamente responden a suelos con epipedones úmbricos, móllicos, o próximos a ellos pero faltos de espesor para ser catalogados como tales.

Ya se ha comentado la relación inversa entre la materia orgánica y el pH y se debe insistir en las condiciones locales (pisos bioclimáticos y roca madre), ya que ellas son responsables de la intensidad de los procesos de humificación y mineralización orgánica. Así, en los terrenos más elevados y donde afloran rocas netamente silíceas, el epipedón de los suelos se enriquece en materia orgánica, desarrollando un horizonte úmbrico con un mull mesotrófico (Duchaufour, 1977 y 1984). Si la roca es básica o carbonatada, el epipedón pasa a ser móllico y el humus es un mull cálcico o carbonatado, que faculta la acumulación de materia orgánica.

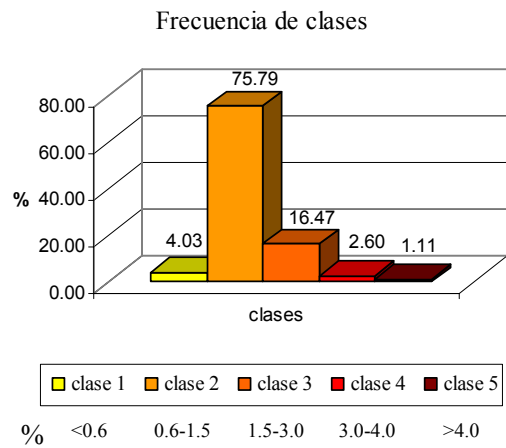
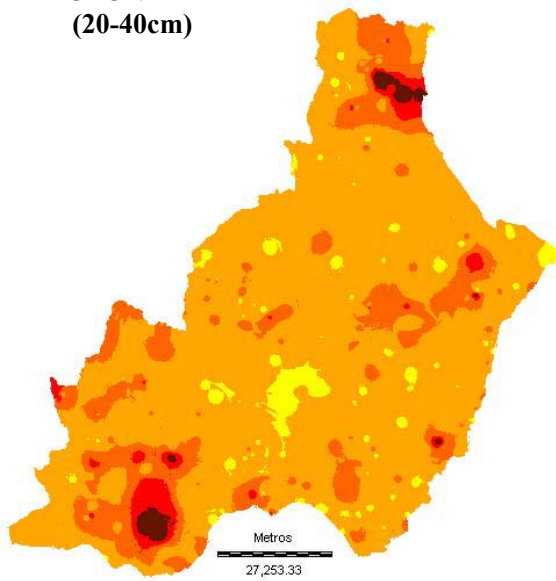
En los ambientes restantes, más secos y térmicos, el proceso de mineralización está acentuado (epipedones ótricos o hiperótricos), y conlleva la disminución del porcentaje de materia orgánica.

Hay correlación inversa entre materia orgánica y pH en los niveles superiores de los perfiles analizados, con un nivel máximo de significación, circunstancia que debe interpretarse atendiendo al número de unidades de suelos con epipedones úmbricos.

**SUPERFICIE  
(0-20cm)**



**PROFUNDIDAD  
(20-40cm)**



**Fig. n° V.14.- Mapas de distribución de materia orgánica**

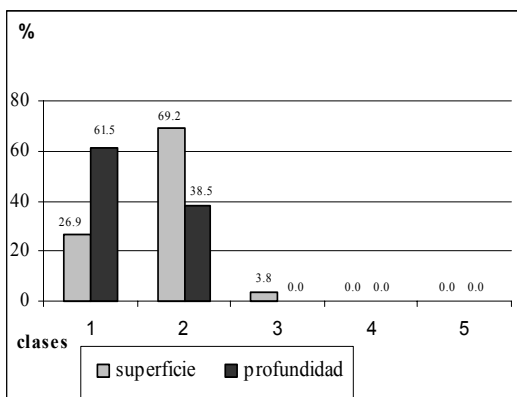
Los grupos litológicos (Fig. nº V.15) permiten asociar los suelos sobre arenas (Arenosoles) con suelos muy pobres a moderadamente pobres en humus. Sobre coluvios no calcáreos, esquistos calcáreos, margas y rocas volcánicas carbonatadas, los contenidos en materia orgánica pocas veces son superiores al 1.5% en superficie y del 0.6% en profundidad.

Los suelos más orgánicos se sitúan sobre calizas y dolomías, coluvios calcáreos, cuarcitas, pizarras y esquistos o rocas volcánicas básicas. Sobre calizas y dolomías se han cartografiado Leptosoles mólicos y réndzicos, diferentes Phaeozems y Kastanozems. Sobre cuarcitas, pizarras y esquistos desarrollan diferentes unidades de Phaeozems, Umbrisoles y Leptosoles. De acuerdo con la figura nº V.16 se pueden clasificar los suelos analizados en cuatro grupos:

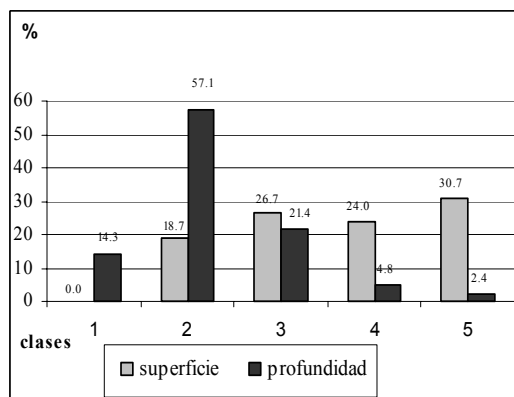
En el primer grupo están Arenosoles y Solonchaks que se sitúan en las zonas más áridas de Almería y soportan una vegetación de escaso porte; los Solonchaks gléycos tienen un epipedón más orgánico que los arídicos debido al pastizal xérico que sobre ellos se desarrolla.

El segundo grupo está constituido por suelos moderadamente pobres en humus a moderadamente húmicos, asimilables en su mayoría a unidades de Calcisoles, Gipsisoles, Cambisoles, Luvisoles y Regosoles, ubicadas en zonas menos áridas (piso mesomediterráneo), y ocupan las superficies erosivas situadas al pie de los relieves montañosos. La extensión de las clases 2 y 3 es del 87.5% en Calcisoles, 89.7% para Regosoles, el 91.1% y 94.1% en Cambisoles y Luvisoles. No se incluyen otros grupos de suelos por el bajo número de muestras que de ellos se han recogido.

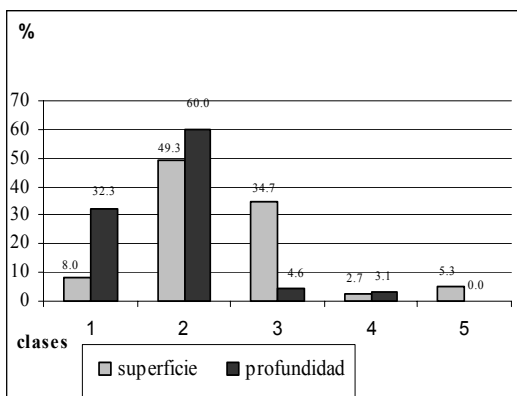
En el tercer grupo se reúnen los suelos más húmicos y con distribución mayoritaria en zonas de montaña: Phaeozems, Umbrisoles y Leptosoles. Los Phaeozems responden a las clases 3, 4 y 5, y representan el 97.2% de la superficie. Los Leptosoles, en más del 28% de los casos, presentan contenidos en materia orgánica superiores al 4% e identifican unidades úmblicas, mólicas, líticas y réndzicas; el resto de las unidades del grupo pertenecen a clases diferentes, catalogadas como eútricas o



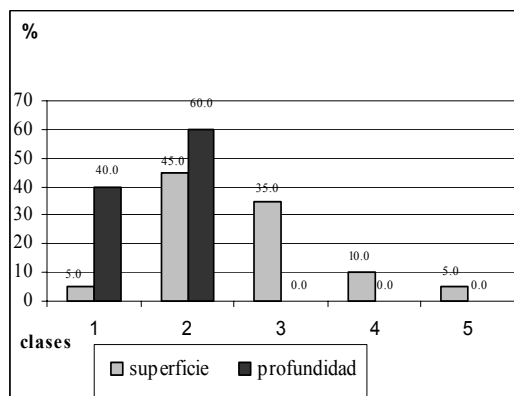
Arenas



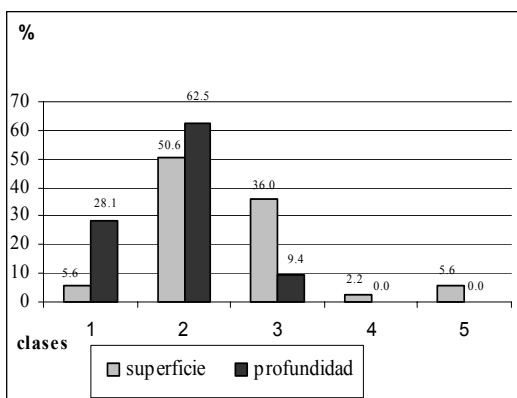
Calizas y dolomías



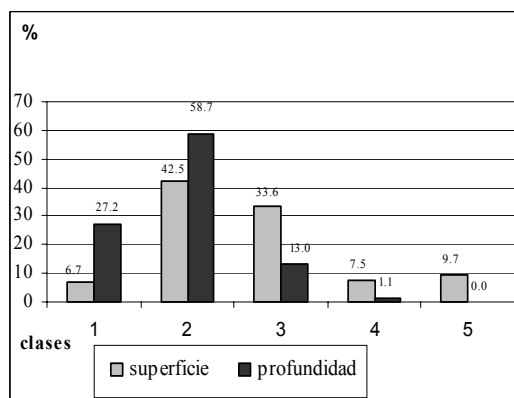
Coluvio calcáreo



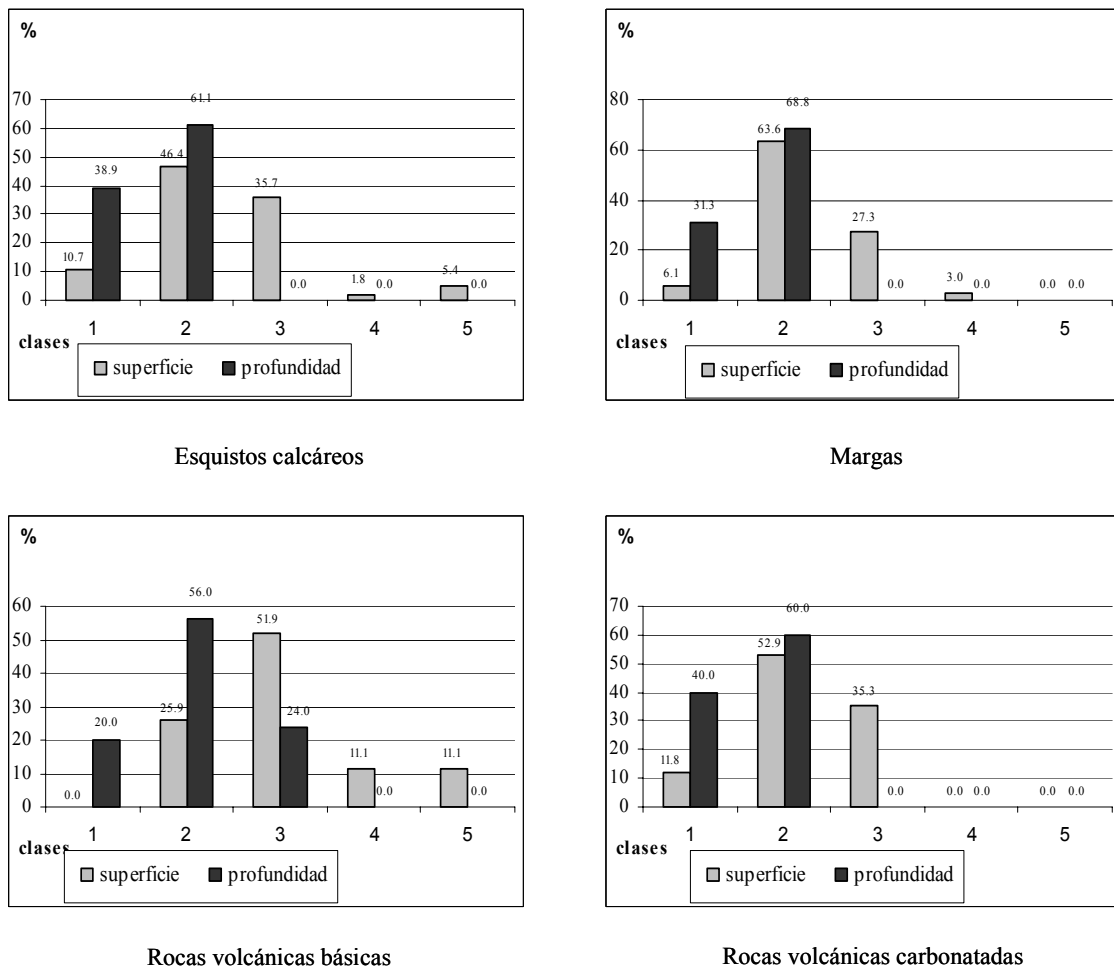
Coluvio no calcáreo



Conglomerado



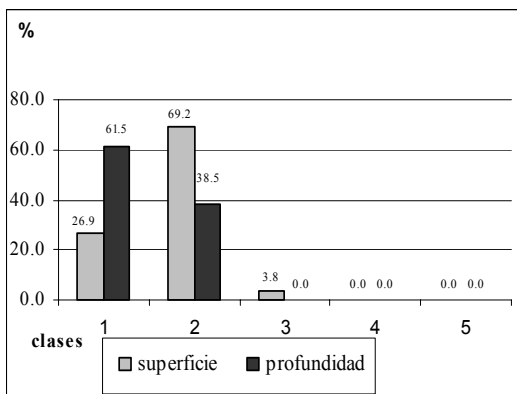
Cuarcitas, pizarras y esquistos



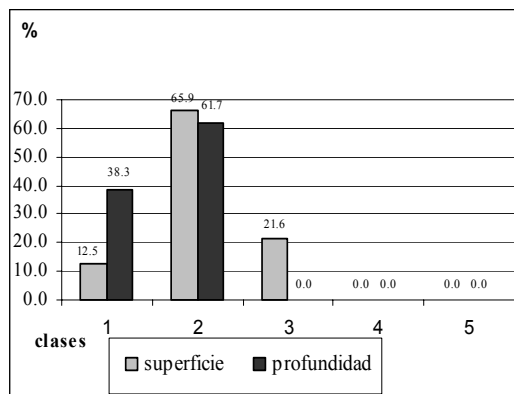
**Fig. n° V.15.- Histogramas de distribución de clases de materia orgánica por grupos litológicos**

calcáreas. Los Cambisoles están poco representados y desarrollan sobre materiales silicios en los pisos bioclimáticos superiores.

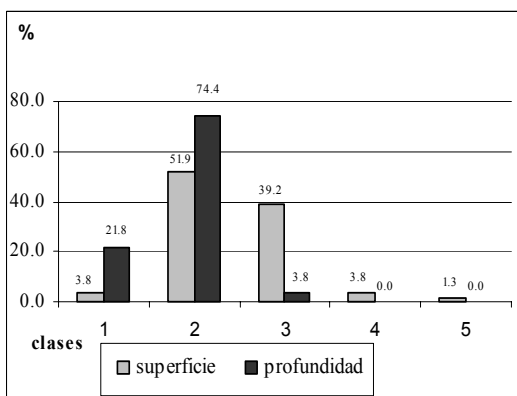
En el cuarto grupo se incluyen los Fluvisoles, que muestran un comportamiento desordenado con respecto al contenido en materia orgánica en superficie y profundidad, como corresponde al rasgo diagnóstico que permite la clasificación de estos suelos aluviales. Presentan niveles variables y en general altos, de manera que sólo el 7.3% de los Fluvisoles tienen menos del 0.6% de materia orgánica, dominando las clases 2 y 3 con 31.7% y 43.9% de ocupación, respectivamente. En el nivel subsuperficial dominan la clase 1 y sobre todo la clase 2, mostrando los desajustes anteriormente citados.



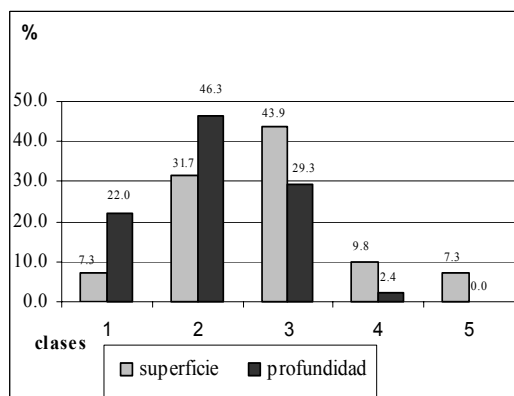
Arenosoles



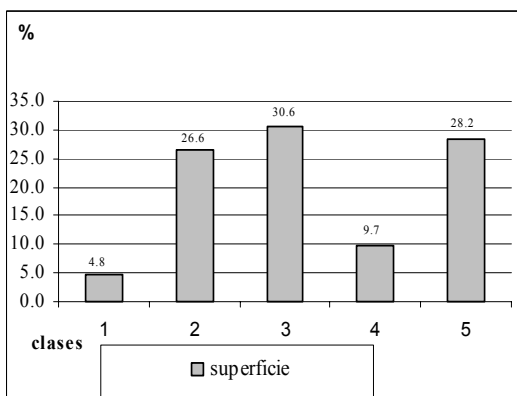
Calcisoles



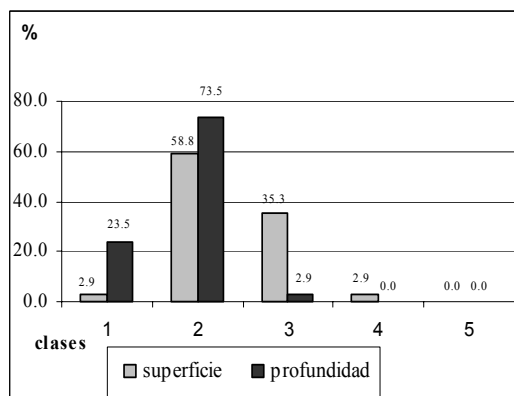
Cambisoles



Fluvisoles



Leptosoles



Luvisoles



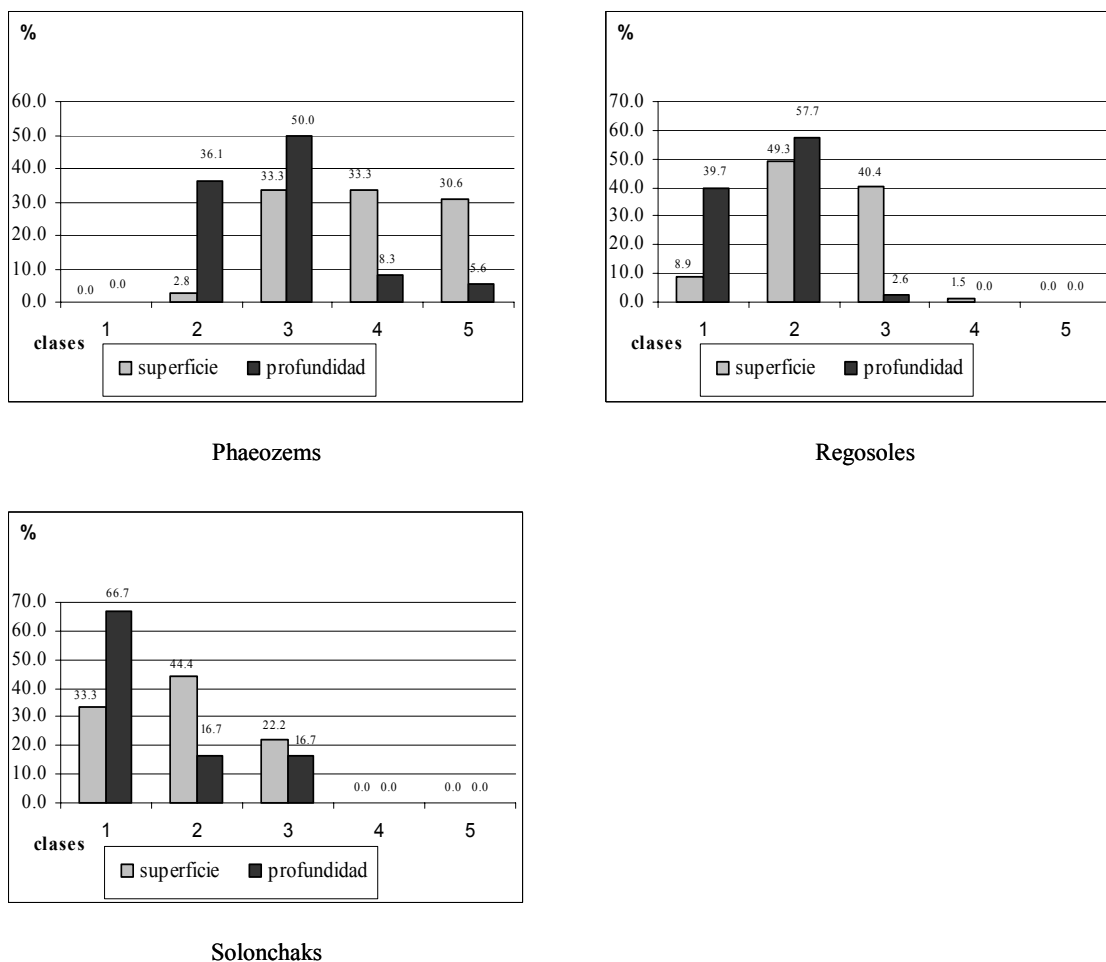


Fig. nº V.16.- Histogramas de distribución de clases de materia orgánica por grupos de suelos

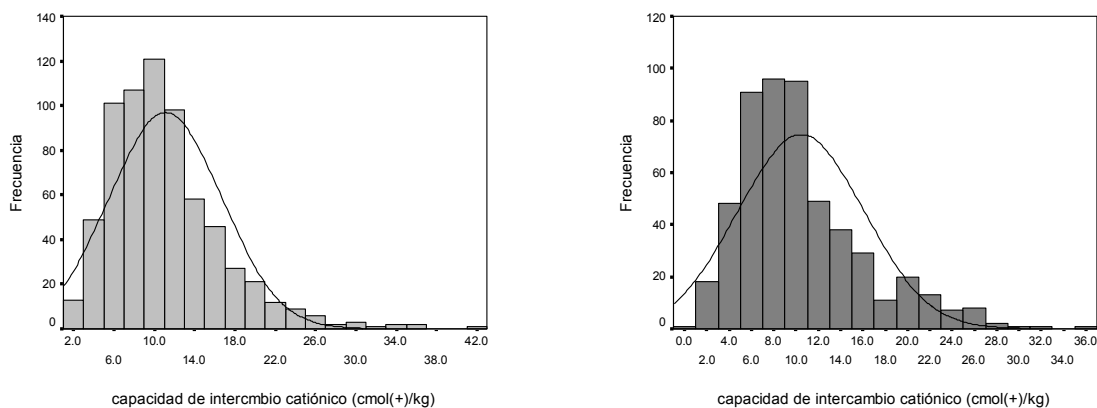
#### V.1.5.- Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico depende, fundamentalmente, del contenido y naturaleza de las arcillas junto a la materia orgánica. Los materiales de la matriz del suelo fijan cationes en función del pH, concentración y densidad de carga de los cationes en la solución del suelo, formando complejos (Sánchez Camazano et al., 1987 y Fassbender, 1987), retrogradándolos (Bonneau, 1987) o pasando a formar parte del sistema de intercambio entre las fases sólida y líquida del suelo (Amezketá et al, 1989 y Wild, 1992).

Medias y medianas (Fig. nº V.17), calculadas en los dos niveles de estudio, muestran capacidades de intercambio catiónico en la capa superior de los epipedones de

11.12  $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y  $10.23 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ , que pasan en profundidad a  $10.43 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y  $9.23 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ . Estos valores se desplazan hacia la izquierda confirmando la superioridad de los valores medios sobre la medianas y la asimetría positiva ( $1.34 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y  $1.19 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Los rangos son amplios y superiores en superficie ( $39.42 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ ), con máximo de  $41.11 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y mínimo de  $1.69 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ . En el nivel subsuperficial el rango es de  $35.62 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ , con valores extremos iguales a  $36.36 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  y  $0.74 \text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ . La dispersión de los datos es semejante en ambos niveles, hecho que se refleja en la proximidad de la desviación típica.



Prof.	Media	Mediana	D. típica	Varianza	Asimetría	Rango	Máximo	Mínimo
0-20cm	11.12	10.23	5.58	31.11	1.35	39.42	41.11	1.69
20-40cm	10.44	9.23	5.65	31.90	1.20	35.62	36.36	0.74

**Fig. n° V.17.- Histogramas de y estadísticos de capacidad de intercambio catiónico (superficie y profundidad)**

De acuerdo con la casuística se establecen las siguientes clases de intercambio catiónico:

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
CIC ( $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ )	<4	4-8	8-12	12-20	>20

Las clases con mayor representación son 2, 3 y 4 (Fig. nº V.18), con una extensión del 91.3% en superficie y del 94.6% en profundidad, siendo en ambos casos dominante la clase 3. La clase 1 es puramente testimonial y dispersa. Los suelos de clase 2 se extienden por el área central de la provincia y se rodean por otros de la clase 3, que ocupan buena parte de Sierra Nevada y sierra de Baza, la Rambla de Chirivel y las estribaciones sureste de la sierra de las Estancias. Los terrenos relacionados con las clases 4 y 5 están en la zona norte de la provincia, sierra de Almagro, sierra de Gádor y parte del litoral levantino almeriense.

La correlación entre materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico es superior en superficie, hecho que pone de manifiesto el papel preponderante de la materia orgánica, sin descartar la incidencia de la arcilla y teniendo en cuenta su naturaleza illítica. La relación entre los parámetros: capacidad de cambio, materia orgánica y arcilla, se puede expresar matemáticamente mediante las siguientes ecuaciones de regresión:

$$\text{Capa superficial: CIC} = 2.784 + 0.252\text{arcilla} + 1.536\text{MO}$$

$$\text{Capa subsuperficial: CIC} = 2.265 + 0.225\text{arcilla} + 2.469\text{MO}$$

En general son suelos de baja capacidad de cambio, con un 67% de ellos que están por debajo de  $12\text{cmolc}\cdot\text{kg}^{-1}$ , debido a la textura gruesa y la fuerte mineralización orgánica. En la mayoría de los suelos el calcio es el catión dominante y le siguen el magnesio, sodio y potasio, éste último en cantidades meramente testimoniales, mientras que el sodio llega a superar al calcio en algunos suelos salinos.

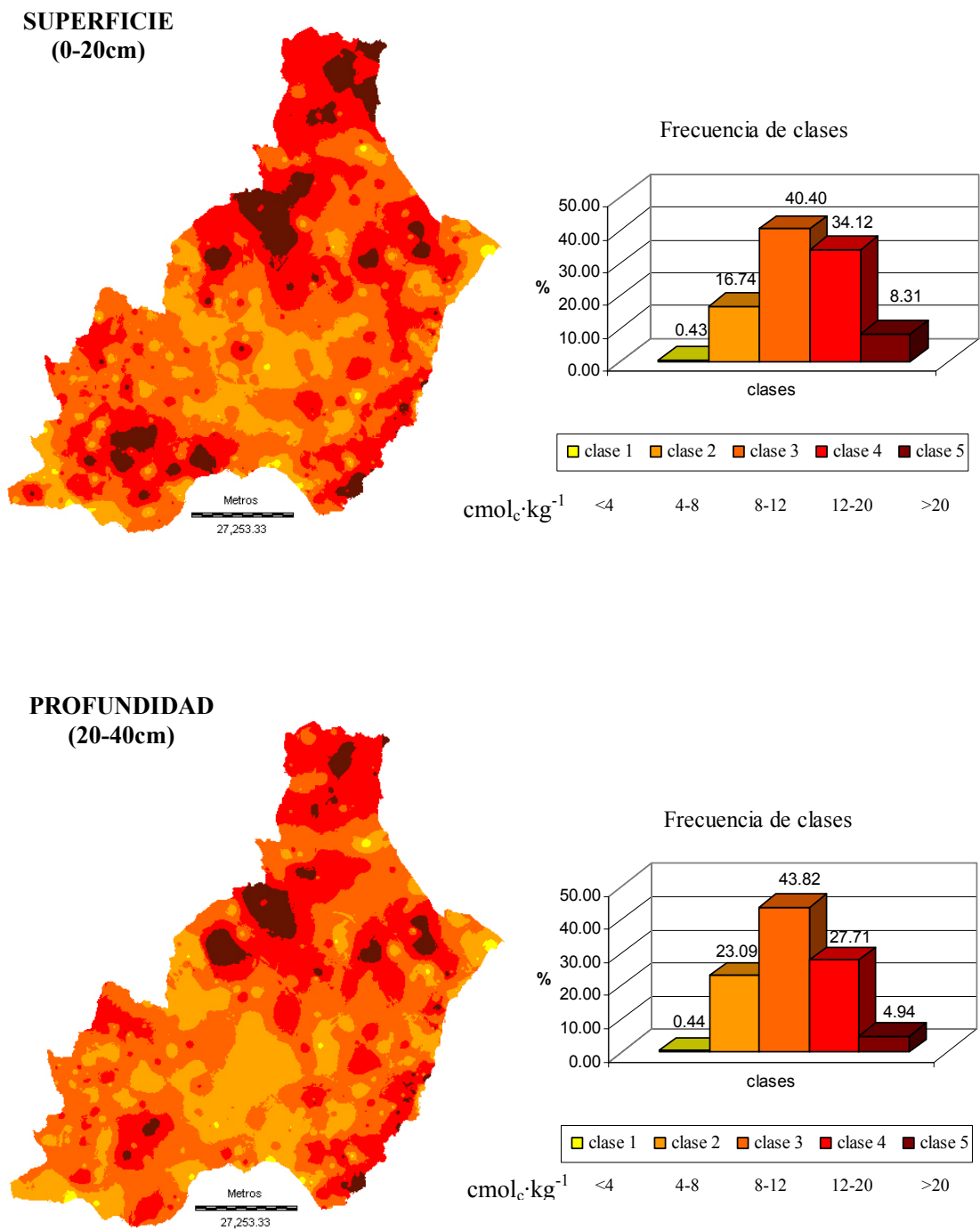


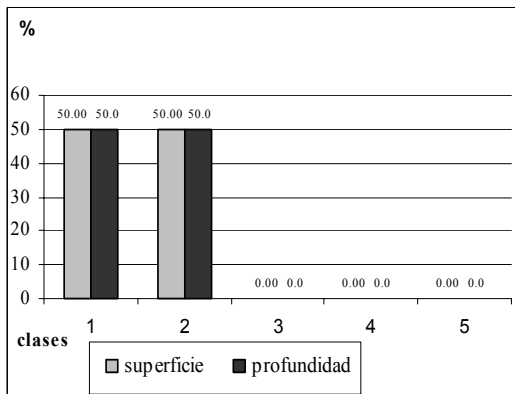
Fig. n° V.18.- Mapas de distribución de capacidad de intercambio catiónico

Desde el punto de vista litológico, el análisis de los histogramas de clases (Fig. n° V.19), revela que los suelos sobre arenas son los de menor capacidad de cambio. Sobre conglomerados, cuarcitas, pizarras y esquistos, esquistos calcáreos y rocas volcánicas carbonatadas, los suelos se agrupan preferentemente en las clases 2 a 4, sin que haya grandes diferencias entre ambos niveles muestrales.

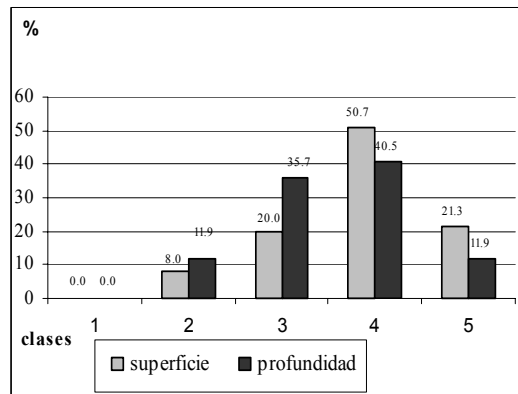
En el caso de calizas, dolomías, margas y rocas volcánicas básicas aumenta la capacidad de cambio y los suelos son preferentemente de clase 4, ligados estrechamente al contenido en materia orgánica de los horizontes húmicos. Sobre coluvios no calcáreos y suelos con horizonte argílico la capacidad de intercambio catiónico se liga a la arcilla iluvial; sobre roca netamente silícea el complejo de cambio deja de estar saturado e incluso puede quedar por debajo del 50% de saturación.

Atendiendo a los grupos de suelos podemos observar en la figura n° V.20 que los Arenosoles pueden incluirse dentro de las clases 1 y 2, superan sólo puntualmente los  $8\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$  (clase 3). Los Cambisoles y Calcisoles tienen una distribución similar, entre el 76% y el 77.5% en superficie, respectivamente, agrupándose en las clases 3 y 4; en profundidad la diversificación es mayor (clases 2, 3 y 4), con representación del 85.2% en los Calcisoles y 94.9% en los Cambisoles. Regosoles, Solonchaks y Fluvisoles se pueden asimilar a las clases 2 y 3 con un porcentaje que ronda el 75%.

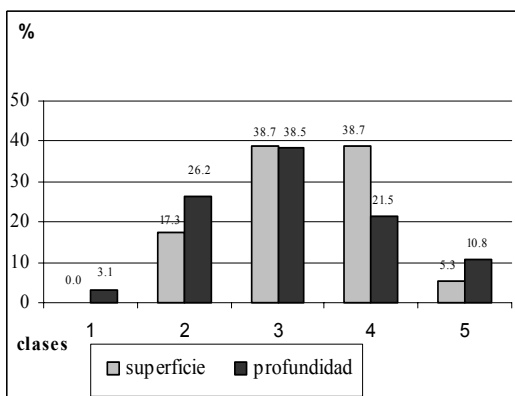
La presencia de horizontes iluviales se traduce en un dominio de las clases 4 y 5 en profundidad, mientras que en superficie son de clases 3 y 4. Los Leptosoles se caracterizan por la heterogeneidad de clases en función del diferente desarrollo epipedónico (ócrico, úmbrico o móllico).



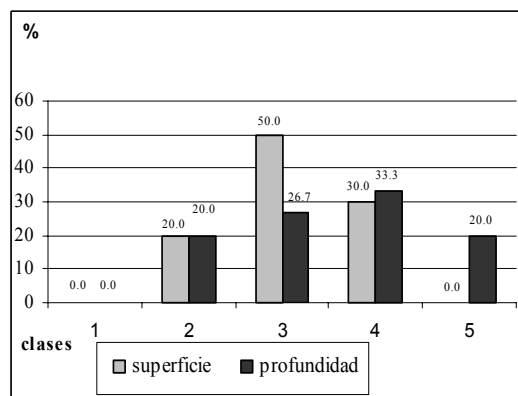
Arenas



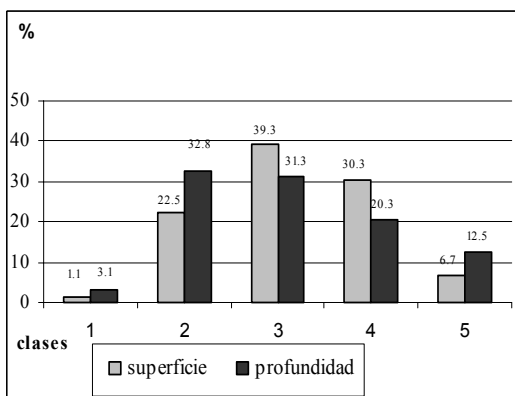
Calizas y dolomías



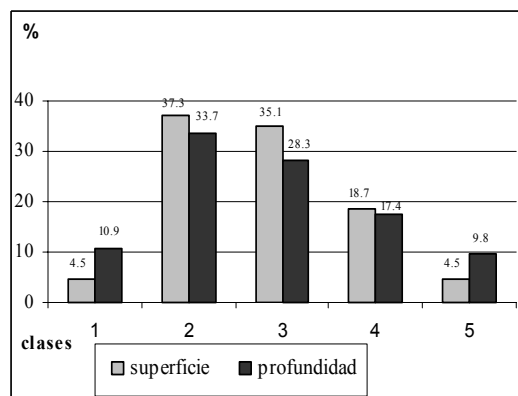
Coluvio calcáreo



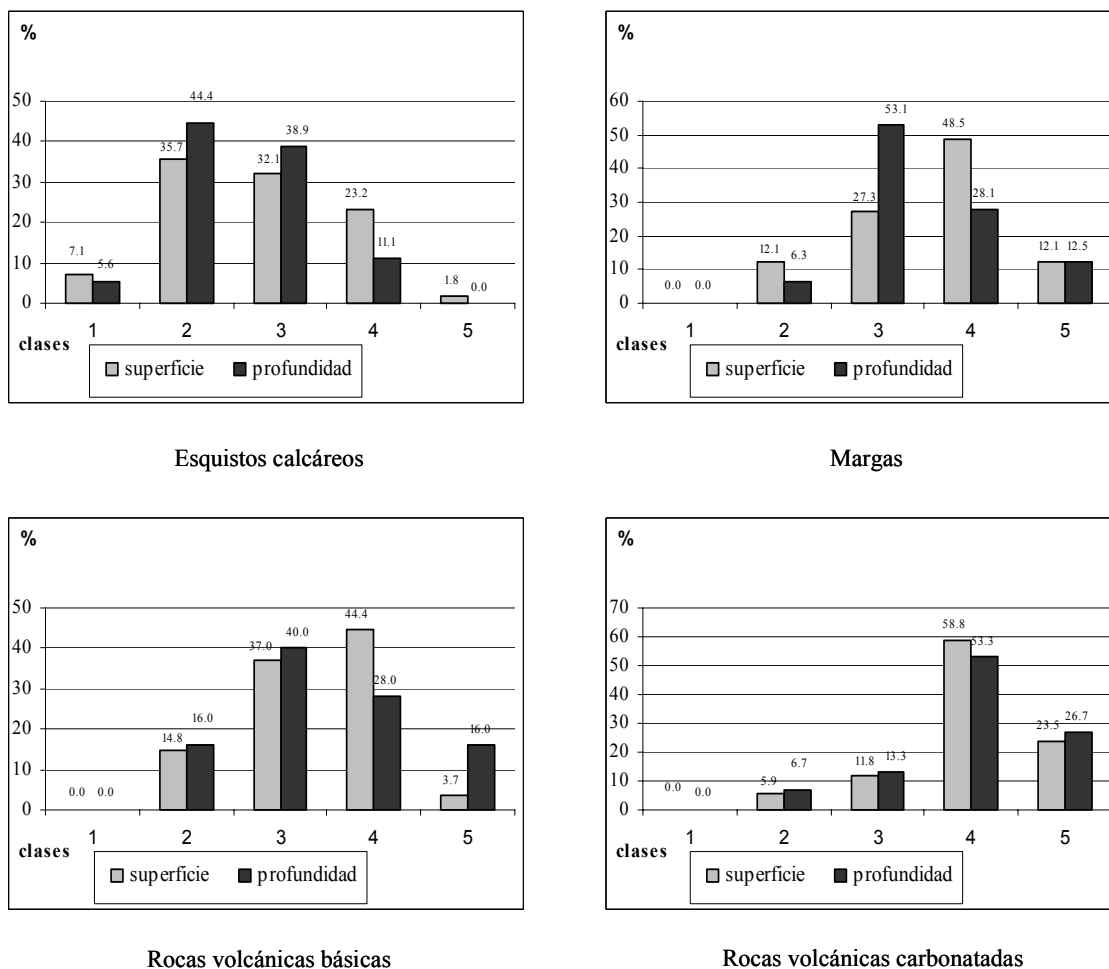
Coluvio no calcáreo



Conglomerado

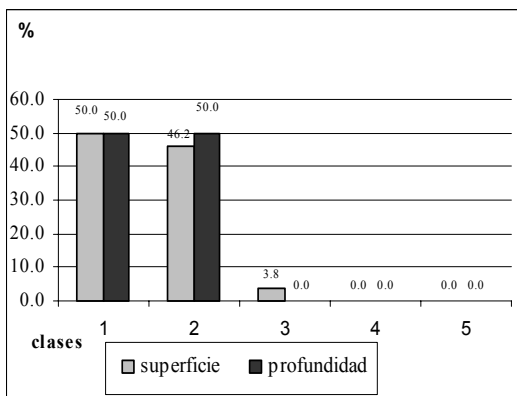


Cuarcitas, pizarras y esquistos

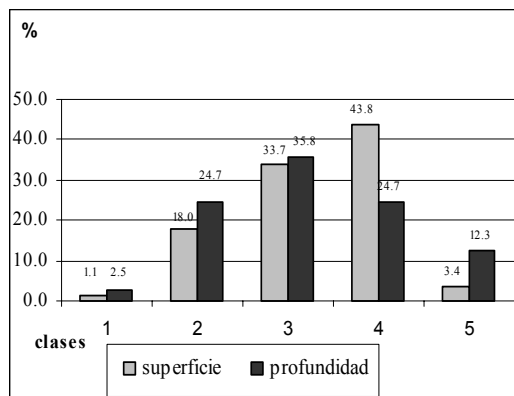


**Fig. n° V.19.- Histogramas de distribución de clases de capacidad de cambio por grupos litológicos**

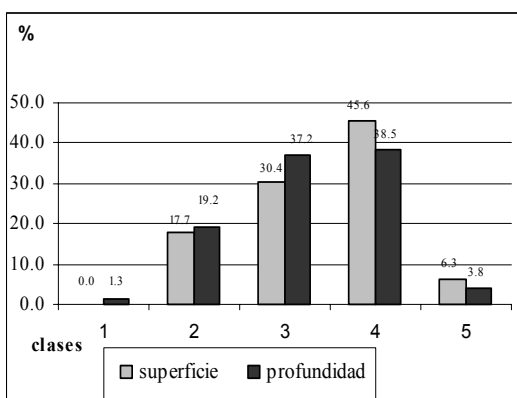
Atendiendo al grado de saturación del complejo de cambio, ya comentamos que la mayoría de los suelos están saturados por calcio y sólo cuando desarrollan sobre materiales silíceos están desaturados y lo hacen con distinto grado de intensidad dependiendo de la ubicación geográfica. Donde hay depósitos salinos y en algunos Arenosoles el calcio puede verse desplazado por el sodio, en cuyo caso hay una incipiente alcalinización que se ve frenada por la fuerte competencia existente entre calcio y sodio+magnesio.



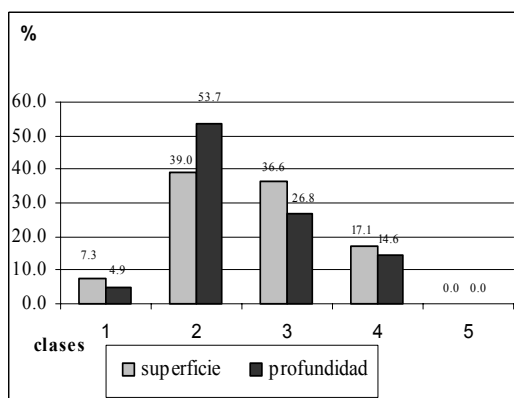
Arenosoles



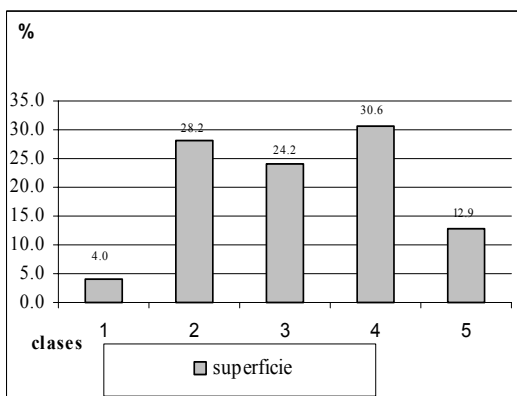
Calcisoles



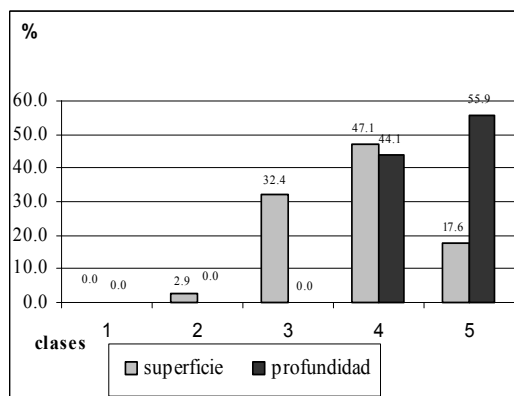
Cambisoles



Fluvisoles

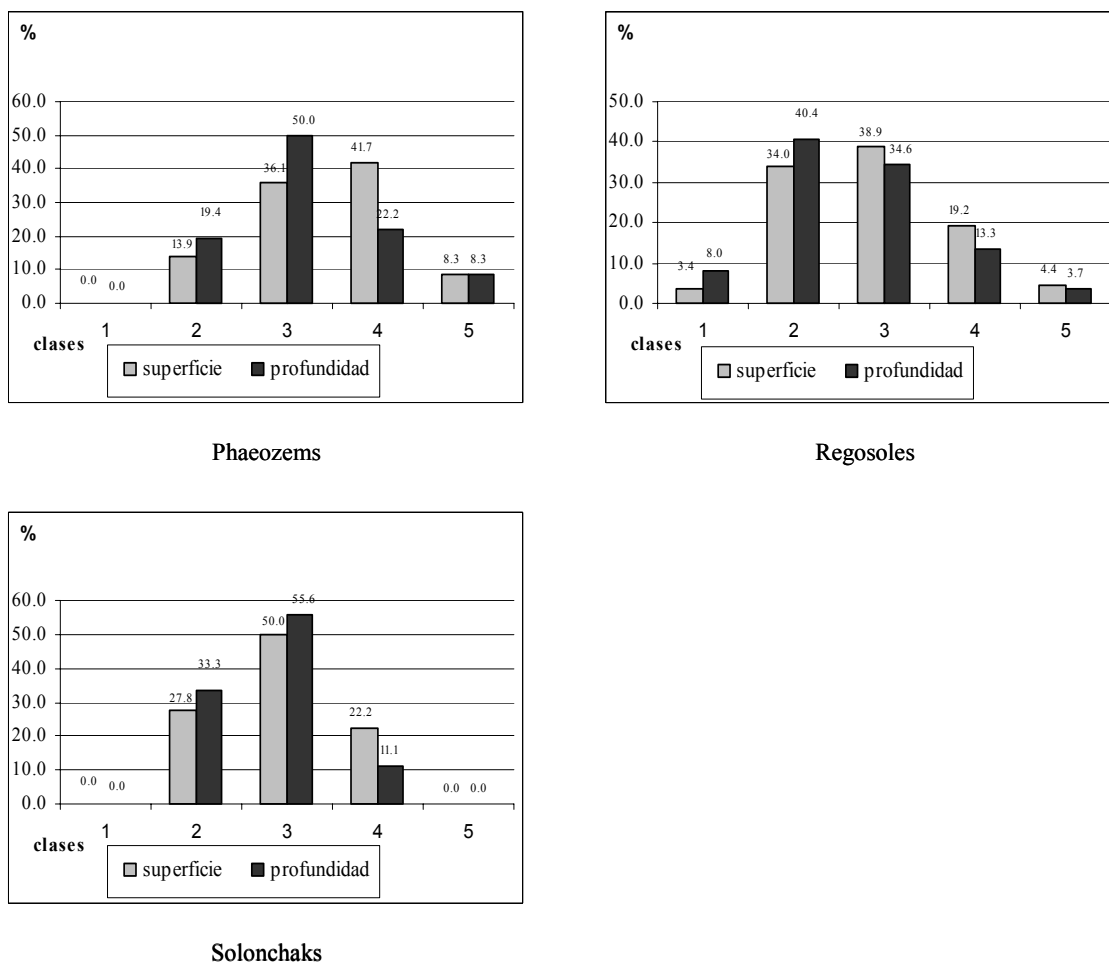


Leptosoles



Luvisoles





**Fig. n° V.20.- Histogramas de distribución de clases de capacidad de intercambio catiónico**

#### V.1.6.- Hierro libre

El hierro extraído con ditionito, que se asimila con el hierro libre, sólo se ha estudiado en muestras seleccionadas por su contenido en ciertos elementos traza de interés, ya que es conocida su importancia en la capacidad de retención de dichos elementos por el suelo.

Al no disponer de datos de contenido en hierro en las monografías del LUCDEME, no es posible abordar un tratamiento similar al de los parámetros anteriores. Los valores de hierro libre de las muestras seleccionadas se recogen en la tabla n° V.6.

muestra	Fe-libre	muestra	Fe-libre
973-2b-1	0.32	1043-5b-1	1.76
1012-1b-1	1.39	1043-6b-1	1.61
1012-2b-1	0.60	1043-7b-1	1.86
1012-4b-1	1.65	1043-8b-1	1.30
1012-6b-1	1.24	1043-9b-1	1.42
1012-7b-1	0.56	1043-10b-1	1.30
1012-9b-1	0.79	1043-11b-1	0.86
1012-10b-1	0.62	1044-6b-1	0.75
1015-1b-1	0.75	1044-9b-1	1.30
1015-3b-1	0.88	1044-13b-1	0.80
1015-4b-1	0.76	1044-14b-1	1.81
1029-1b-1	0.96	1044-16b-1	1.78
1029-12b-1	1.08	1045-5b-1	1.53
1031-3b-1	0.20	1046-2b-1	0.76
1031-10b-1	0.82	1046-3b-1	0.25
1043-1b-1	0.89	1046-4b-1	1.67

**Tabla n° V.6.- Contenido en hierro libre en muestras seleccionadas (mg·kg<sup>-1</sup>)**

#### IV.1.7.- Consideraciones finales

En la tabla n° V.7, se resumen las correlaciones bivariantes de los parámetros edáficos con los grupos de suelos y se tiene en cuenta además el clima. La interpretación de los resultados presenta problemas debidos a la heterogeneidad de los parámetros seleccionados, diversidad de unidades de suelos y litologías (tabla n° V.2) y número de muestras tomadas en cada uno de los puntos, debido a lo somero de los suelos lépticos donde sólo se muestrea la capa superficial. Además, el tratamiento estadístico es complicado ya que tenemos una distribución de valores con distintas familias de datos, que no permite buenos ajustes a modelos conocidos y, en consecuencia, hay importantes incertidumbres a la hora de aplicar una estadística convencional.

En los dos niveles muestreados hay estrecha correlación entre arcilla y materia orgánica con los carbonatos y las bases de cambio. En el caso del binomio arcilla-

carbonatos, se señaló anteriormente el importante papel del limo eólico a nivel superficial. Si comparamos estas dos variables con los grupos de suelos cartografiados, vemos que únicamente Calcisoles y Phaeozems se distancian de la línea normal de acción, pudiendo interpretarse el primer caso por el desigual lavado de los carbonatos, que en forma de bicarbonato se movilizaron y posteriormente precipitaron generando el preceptivo horizonte k. En el segundo grupo de suelos habría que atender a la diversidad taxonómica: Phaeozems calcáricos y no calcáricos (lépticos, lúvicos y háplicos), para justificar las diferencias que provocan desviaciones en la correlación.

La pareja carbonatos-materia orgánica se correlaciona positivamente en las muestras superficiales de suelos desarrollados sobre materiales calcáreos, que tienen un epipedón rico en materia orgánica: Leptosoles réndzicos, y Phaeozems calcáricos, presentando un mull carbonatado con abundante humina heredada; la materia orgánica y el calcio de cambio correlacionan en todos los grupos de suelos, salvo Fluvisoles y Solonchaks, de forma que el humus generado es un mull cálcico más evolucionado (Sierra et al., 1980).

Como se ha visto, la mayoría de los suelos de las zonas más cálidas son básicos y están saturados por calcio, menos determinadas unidades de Arenosoles y en su conjunto los Solonchaks, donde el sodio de cambio puede superar al calcio. Hay que indicar que con frecuencia los suelos están en fase salina (FAO, 1990), efecto que se manifiesta de forma generalizada a cierta profundidad, dentro del rango de diagnóstico y fuera del nivel de muestreo, como puede comprobarse en distintas monografías del proyecto LUCDEME. Así, Aguilar et al (1988), cartografían en la zona de Garrucha-Mojacar unidades en fase salina de Fluvisoles, Vertisoles, Regosoles, Xerosoles y Yermosoles, clasificando las subunidades como sali-calcáricas y sali-cálcicas.

	Arenosoles		Calcisoles		Cambisoles		Fluvisoles		Leptosoles		Luvisoles		Phaeozems		Regosoles		Solonchaks	
	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.
arcilla-CaCO <sub>3</sub>	0.419*	0.425*					0.391*	0.325*	0.247**	0.376*					0.282**	0.325**	0.600**	0.491
CaCO <sub>3</sub> -M.O.									0.218*				0.374*	0.368*				
arcilla-C.I.C	0.564**		0.507**	0.474**	0.558**	0.471**	0.449**	0.407**	0.670**	0.566**	0.632**		0.369**	0.468**	0.559**	0.528**		
M.O.-C.I.C	0.205*		0.293**	0.228**	0.352**	0.229*	0.497**	0.356**	0.721**	0.227*			0.442**	0.392**	0.225**			
arcilla-Ca	0.409*		0.340**		0.332**	0.246*			0.351**	0.368*	0.439**		0.219*		0.442**	0.403**		
M.O.-Ca	0.213*		0.221**	0.301**	0.244*				0.406**	0.235**			0.490**	0.594**	0.192*			
C.I.C.-Ca	0.750**	0.618**	0.452**	0.499**	0.481**	0.379**	0.416**	0.374*	0.603**	0.558**	0.468**		0.796**	0.603**	0.623**	0.619**	0.505*	
C.I.C.-Na	0.520**	0.410*															0.530**	0.427**
pH-M.O.							-0.373*											
CaCO <sub>3</sub> -pH	0.220*		0.390**	0.410**	0.499**	0.514**	0.472**	0.517**	0.441**	0.555**			0.546**	0.597**	0.481**	0.538**		
pH-Ca			0.293**	0.501**	0.515**		0.365**	0.355**	0.325*				0.343*	0.594**	0.444**	0.417**		
pH-Na															0.203**	0.244**	0.203*	0.244*
M.O.-precip	0.518**		0.203*		0.229*				0.289**	0.429*			0.383*					
M.O.-temp	-0.507*								-0.256**	-0.330*			-0.464**					
Na-precip	-0.299*		-0.348**	-0.299**	-0.388**	-0.470**	-0.317*		-0.299**	-0.590**	-0.636**		-0.379*	-0.424**	-0.251**	-0.252**		
Na-temp	0.322**		0.209*	0.405**	0.388**	0.493**			0.301**	0.622**	0.647**		0.451**	0.452**	0.259**	0.242**		
Ca-precip			0.327**	0.249*						-0.358*	-0.366*				-0.156*			
Ca-temp										0.409*	0.415*							
precip-temp	-0.954**		-0.372**		-0.979**		-0.963**		-0.984**	-0.989**			-0.974**		-0.977**		-0.925**	

(\*) La correlación es significativa al nivel 0.05

(\*\*) La correlación es significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.7.- Correlaciones bivariadas de parámetros edáficos con los grupos de suelos más representativos de la Provincia de Almería**

Arenosoles y Solonchaks correlacionan positivamente capacidad y sodio de cambio, en razón a la proximidad del mar y por las altas temperaturas medias que favorecen la evapotranspiración en el primer grupo de suelos o atendiendo a la topografía, litología e hidrogeología en el segundo, integrándose a menudo con Gléysoles y Vertisoles litomorfos, componiendo dos polipedones característicos de zonas áridas FAO (1998a y b).

Los cambios de pH son poco importantes en el perfil de cada suelo y están bien conectados con los carbonatos, en la mayoría de los taxones, manteniendo un rango de significación ligeramente superior en las muestras subsuperficiales. Las clases de pH guardan asimetría negativa y se debe al dominio de la clase 3 en ambos niveles aunque preferentemente en la capa superficial, marcando el carácter básico de la mayoría de los suelos (7.3-8.5). En las zonas montañosas los pH se enmarcan en las clases 1 y 2, siendo menor cuando la litología es silícea y en los demás casos se sitúa entre 6.5 y 7.3.

La conexión calcio-pH es patente en los Calcisoles, Fluvisoles, Leptosoles, Phaeozems y Regosoles, tendiendo a elevarse hasta pH superiores a 8.5 (clase 4) cuando el catión principal es el sodio, sin que haya alcalinización por el contenido en sales y el porcentaje de calcio de cambio en los suelos.

La correlación entre pH y materia orgánica desaparece totalmente al añadir el factor taxonómico, ya que los ajustes a modelos no son aditivos cuando se trata de familias de datos heterogéneos, como son los parámetros edafológicos considerados.

Los elementos del clima son antagónicos, acorde con los ambientes árido y semiárido imperantes, de forma mayoritaria, en la provincia de Almería (Capel, 1990; Frontana et al., 1981). La fuerte correlación negativa que hay entre precipitación y temperatura puede asociarse con el posicionamiento bioclimático y son la base para el cálculo de los regímenes de humedad y temperatura de Soil Taxonomy (1999), con matices debidos a la dificultad de establecer los días consecutivos en que la sección control considerada está total o parcialmente seca, ya que el calibrado en estos climas se distorsiona a causa de la anómala distribución pluviométrica (Capel et al., 1978), hecho que se puede compensar en la zona de estudio estableciendo secuencias de intergrados

(Sierra et al., 1999), algunos de los cuales fueron recogidos anteriormente en monografías del proyecto LUCDEME (Pérez Pujalte, et al. 1988; Sierra et al., 1990; Delgado et al. 1991). En otra línea, Paneque et al. (1990), mencionan en la zona de Huércal Overa regímenes débil a fuertemente áridos.

Los valores de la reserva hídrica en los suelos de Almería son bastante desiguales, a pesar de la homogeneidad textural (la gran mayoría son franco-arenosos o más gruesos) y el bajo contenido en materia orgánica, por la distinta interpretación del concepto “hasta donde desarrollan las raíces” o al tener en cuenta la aproximación de Soil Taxonomy (1999), por el amplio rango que da para los suelos de textura franca gruesa (20-60cm). Alias et al. (1989), tomaron como referencia la reserva de 200mm, añadiendo que este valor es bastante alto para la mayoría de los suelos del entorno, pero resulta relativo ya que no afecta a la definición final del régimen de humedad en los ambientes áridos de la zona, cuyo déficit hídrico puede alcanzar los 600-800mm y no hay prácticamente excedente de agua en los 12 meses del año (tabla nº V.8).

Perfil	Grupo de suelos	Altitud (m)	R. humedad	R. Temperatura	Reserva (mm)	Déficit (mm)	Superavit (mm)
1015-5	Solonchak	9	árido	térmico	229	708	0
1060-6	Vertisol	10	árido	térmico	101	685	0
1059-7	Calcisol	17	árido	térmico	15	822	0
1015-14	Solonchak	25	árido	térmico	148	715	0
1015-8	Fluvisol	30	árido	térmico	51	672	0
1032-11	Regosol	30	árido	térmico	81	717	0
1015-13	Gipsisol	40	árido	térmico	79	708	0
1032-4	Solonchak	50	árido	térmico	128	717	0
1015-7	Calcisol	50	árido	térmico	126	682	0
1015-1	Leptosol	70	árido	térmico	17	654	0
1014-11	Solonchak	100	árido	térmico	50	661	0
1060-4	Calcisol	105	árido	térmico	55	728	0
1014-8	Calcisol	225	árido	térmico	45	769	0
1014-9	Arenosol	230	árido	térmico	18	770	0
1014-7	Calcisol	280	árido	térmico	22	734	0
1014-13	Regosol	509	árido/xérico	térmico	25	452	18
1013-15	Leptosol	650	xérico	mésico	15	450	35
952-23	Regosol	650	xérico	mésico	44	389	14
1013-9	Regosol	740	xérico	mésico	58	433	13
952-2	Leptosol	860	xérico	mésico	23	422	60
994-61	Regosol	860	xérico	mésico	27	480	0
974-24	Calcisol	900	xérico	mésico	135	325	0

974-14	Leptosol	900	xérico	mésico	36	381	72
952-10	Calcisol	910	xérico	mésico	55	347	56
952-12	Cambisol	910	xérico	mésico	63	353	20
952-9	Regosol	920	xérico	mésico	61	357	13
994-56	Regosol	940	xérico/arídico	mésico	45	428	0
952-15	Kastanozem	950	xérico	mésico	61	367	20
974-20	Calcisol	960	xérico	mésico	37	353	49
974-9	Luvisol	974	xérico	mésico	17	395	87
994-98	Calcisol	1010	xérico	mésico	21	423	39
952-7	Regosol	1020	xérico	mésico	67	320	43
1028-50	Cambisol	1120	xérico	mésico	122	351	109
974-10	Cambisol	1120	xérico	mésico	60	311	140
974-19	Cambisol	1150	xérico	mésico	42	327	125
952-13	Kastanozem	1170	xérico	mésico	63	315	163
1028-14	Leptosol	1180	xérico	mésico	34	401	252
974-12	Leptosol	1200	xérico	mésico	34	323	82
952-3	Phaeozem	1400	xérico	mésico	43	302	34
1028-19	Regosol	1830	xérico	mésico	56	276	406
1028-43	Regosol	1865	xérico	mésico	161	302	302
1028-20	Umbrisol	1990	údico	críico	210	65	341
1028-44	Regosol	2010	xérico	frígido	214	95	305
1028-42	Leptosol	2040	xérico	frígido	43	267	475
1028-36	Regosol	2125	xérico	críico	107	184	461
1028-2	Cambisol	2150	xérico	frígido	110	204	397
1028-23	Umbrisol	2180	xérico	críico	153	135	423
1028-27	Gléysol	2220	údico	críico	271	12	327
1028-53	Regosol	2360	xérico	críico	76	190	590
1028-41	Umbrisol	2450	xérico	críico	91	170	598

**Tabla nº V.8.- Balances hídricos y regímenes de humedad y temperatura en los suelos de Almería.**

Con esta casuística se pueden globalizar regímenes arídico y el intergrado arídico/xérico, asociados con régimen de temperatura térmico dentro del piso termomediterráneo (Delgado et al., 1991), asimilables a grupos de suelos con propiedades arídicas (FAO, 1999), marcados por la presencia de un horizonte hiperótrico, cuya estructura característica se interpreta en base a tensiones diferenciales epipedónicas relacionadas con las altas temperaturas y la fuerte mineralización orgánica. En profundidad se ven acompañados en la zona, dentro de los 100cm superficiales, por alguno de los siguientes horizontes: Bw, Bt, km, ym, y, k y z. se incluyen los siguientes grupos de suelos: Arenosoles, Gléysoles, Regosoles, Fluvisoles, Calcisoles, Gipsisoles, Cambisoles, Luvisoles y Solonchaks, cuyas unidades, como ya se ha señalado, suelen presentarse en fase salina fuera del límite del frente de

humectación (Pérez Pujalte et al., 1989a y b; Aguilar et al., 1989b y 1990), hecho que Smith (1965) hace coincidir con la ocasional y torrencial distribución de las lluvias en zonas áridas, mientras que Gisbert (2002) considera además la existencia de paleoclimas más húmedos. En Soil Taxonomy (1999) encajarían como Aridisoles.

En el piso mesomediterráneo el clima puede catalogarse como semiárido y condiciona a su vez regímenes de humedad xérico o xérico/arídico, mientras que el de temperatura es en general méxico y con menor frecuencia ligeramente térmico, provocando déficit hídricos anuales entre 300-500mm (Pérez Pujalte et al., 1990 y 1992), y leve superavit en los meses más húmedos del año, cuyo cómputo anual oscila entre 13 y 50mm o entre 50 y 100mm en los ambientes más húmedos y con dos periodos anuales donde hay exceso de agua.

En estas condiciones mediambientales es posible la percolación de sales y su fijación dentro del frente de humectación si el terreno es casi plano o se incentiva el lavado oblicuo cuando el relieve es más inclinado (Gile et al 1965, Aguilar et al. 1989), cuando el clima es térmico puede culminar con la formación de horizontes pétricos (Gómez-Miguel 1987 y Ortega et al. 1988), aunque Gómez-Miguel et al. (1988) consideran que los horizontes petrocálcicos están relacionados con procesos paleoambientales bien diferentes de los actuales. En este sentido se puede analizar el perfil 1024-7 de la tabla nº 6 donde hay un horizonte Btb subyacente a un horizonte petrocálcico de pocos centímetros siendo el déficit hídrico anual bastante alto (770 mm), sin que haya meses con superavit en la mayoría de los años, de forma que es difícil de aceptar que pueda deberse a un ciclo actual y parece lógico considerar una paleosecuencia en donde un Calcisol epipétrico sobreyace al Luvisol cálcico.

El tránsito entre los pisos termo y mesomediterráneo, cuya cota varía con la posición geográfica, lo sitúan Pérez Pujalte et al. (1993), en la zona Vélez Blanco, alrededor de los 800m s.n.m., mientras que Paneque et al. (1991), lo posicionan alrededor de los 1000m en el área de Chirivel.

Estas circunstancias no afectan a la taxonomía según FAO (1999), que mantiene la misma composición pedónica anterior. Ahora bien, si acudimos a Soil Taxonomy



(1999), decrece la extensión de los Aridisoles y se amplía el dominio de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Alfisoles, componiendo paisajes menos desérticos y con mejores posibilidades agrícolas. Excepcionalmente pueden asociarse con Mollisoles en el contacto con las zonas más húmedas circundantes.

Por encima de los 1400-1900m s.n.m., Aguilar et al. (1986d y 1987a) y Ortega et al. (1986), señalan el dominio de los pisos más húmedos y fríos (supra y oromediterráneo). Los regímenes de humedad se integran entre xérico, údico y ústico (Pérez Pujalte et al., 1988 y Sierra et al., 1990) y los de temperatura varían entre mésico, frígido y críico (Aguilar et al, 1986d y 1987b). En estas condiciones edafoclimáticas y en función de la cobertura vegetal, los suelos evolucionan formando epipedones ócricos, móllicos o úmbricos, que matizan la presencia de Leptosoles líticos, réndzicos, móllicos y úmbricos, junto a otras unidades de Umbrisoles, Kastanozems y Phaeozems. Donde la erosión hídrica es mayor se cartografían otras unidades: líticas, eútricas y dístricas.

En la clasificación americana estos suelos se incluyen dentro del orden Mollisoles y el polipedón se completa con Entisoles e Inceptisoles. Los Entisoles en su concepto central no presentan más que un epipedón ócrico o antrópico, cuya potencia deriva de la naturaleza del sustrato geológico, clima y del relieve montañoso, de modo que los suelos son más líticos que típicos. Los Inceptisoles muestran moderado desarrollo y tienen, en su mayoría, un epipedón rico en materia orgánica (ócrico o úmbrico), son poco profundos y puede haber traslocación de materiales.

Los Mollisoles están relacionados con rocas básicas, calcáricas o no, donde los procesos de humificación supera al de mineralización y de ahí la acumulación de materia orgánica y el tipo de humus que se genera (mull carbonatado, mull cálcico). La crioturbación no se manifiesta debido a la escasa entidad del régimen críico. El proceso de humificación está marcado por la litología y la irregular descomposición de la materia orgánica (mull mesotrófico a moder), que provoca el efecto melanizante responsable del fuerte oscurecimiento de los epipedones.

Los procesos edafogenéticos actuales se ralentizan en los pisos inferiores por causa de las limitaciones climáticas, agresividad pluviométrica y fragilidad litoedáfica,

de forma que los suelos heredan muchas propiedades y componentes de la roca madre o rasgos edáficos del pasado, tal como describen Fitzpatrick (1984) y Buol (2003), incentivándose los procesos de mineralización orgánica y reduciendo el grado de alteración química respecto de los suelos en las zonas más húmedas, de modo que desarrollan suelos con epipedones ócricos al que subyacen horizontes C o R, siendo posible la presencia de horizontes con cierto grado de alteración o enriquecidos con aporte lixiviados o iluviados, hechos muy controvertido en las zonas áridas y semiáridas. En este sentido cabe reseñar la importante reconstrucción paleoambiental que se pudiera realizar a través del estudio de paleosuelos, tal como señalan Dorronsoro (1993), Delgado (1994) y Ortiz (2001).

El desarrollo de un paisaje de esta naturaleza, según recoge Gisbert (2002), exige más de un millón de años para su formación, escala de tiempo, de acuerdo con la teoría bio-resistáxica del medio natural (Erhart, 1955), que supone la intercalación de diferentes episodios biotáxicos, permitiendo justificar el desarrollo de acumulaciones de arcilla, yeso, carbonatos y otros elementos en general, así como posibles secuencias edafogenéticas y componer suelos policíclicos (Aguilar et al., 1981 y 1993).

Conjuntando suelo y clima (referido a los regímenes de humedad y temperatura) con el uso de la tierra, se pueden definir tres grandes unidades de paisaje en la provincia de Almería.

La primera y más extensa se distribuye por el piso mesomediterráneo y está marcada por taxones de los órdenes Entisoles e Inceptisoles con inclusión de Alfisoles y Aridisoles cuyos regímenes de humedad y temperatura son, respectivamente, xérico/arídico o xérico y méxico o ligeramente arídicos; las tierras se dedican a cereales o almendros alternando con viñedos y olivares, mientras que las zonas aluviales se cultivan frutales. El perfil central consta de un horizonte ócrico al que subyace el material original o bien horizontes de diagnóstico cuya génesis es difícil de interpretar en las condiciones medioambientales actuales.

Ahora bien se puede aceptar un proceso de meteorización química poco intensa, y no se permite descartar ciertas movilizaciones de carbonatos, sulfatos y sales más

solubles, siendo difícilmente justificable la presencia de horizontes texturales (Luvisoles), a causa de la complejidad de los procesos genéticos que se deben suceder para completar el ciclo edáfico. La lenta movilización de los mencionados materiales puede entenderse si analizamos el balance hídrico, regímenes de humedad y temperatura junto al exceso o déficit hídrico.

La segunda unidad de paisaje (termomediterráneo), compone un pasillo yermo, de límites poco definidos, que inicia la andadura en el litoral Mediterráneo mediante un “mar de plásticos”, que abarca desde Adra hasta Garrucha y penetra hacia el NE de la provincia por los terrenos desérticos de Carboneras y Sorbas, continuando por las tierras de Vera y Macael hasta llegar a la Comunidad Autónoma de Murcia, donde penetra por Águilas y Cope. Los regímenes de humedad son arídico, arídico/xéricos y circunstancialmente xérico/arídico, mientras que los de temperatura pasan de fuertemente térmico a térmico y excepcionalmente es mésico; se trata de tierras de escaso valor agrícola y vegetación natural xerofítica, estando el uso limitado al pastoreo estacional y algunas zonas se han puesto de regadío. El continuo edáfico lo componen Aridisoles acompañados de Entisoles e Inceptisoles, con un perfil central compuesto de un epipedón hiperótrico, seguido de distintos horizontes de diagnóstico que dan lugar a distintas secuencias paleoedáficas características.

En esta zona los suelos son poco evolucionados por causa de la erosión hídrica y el nulo exceso hídrico, o se deben a los aportes sedimentarios procedentes de los terrenos limítrofes que entierran a los paleosuelos y donde el material sobreyacente tiende a formar un horizonte hiperótrico.

## V.2.- ELEMENTOS TRAZA

### V.2.1.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ELEMENTOS

En la primera fase de muestreo se han tomado 106 puntos distribuidos en una red de 100Km<sup>2</sup> de luz de malla, escogiendo los puntos de muestreo con una ordenación lo más homogénea posible en función de las dificultades orográficas y de accesibilidad. La localización de estos puntos se lleva a cabo mediante el uso de un GPS, que nos permite asignar a cada punto sus coordenadas exactas (Fig. nº V.21).

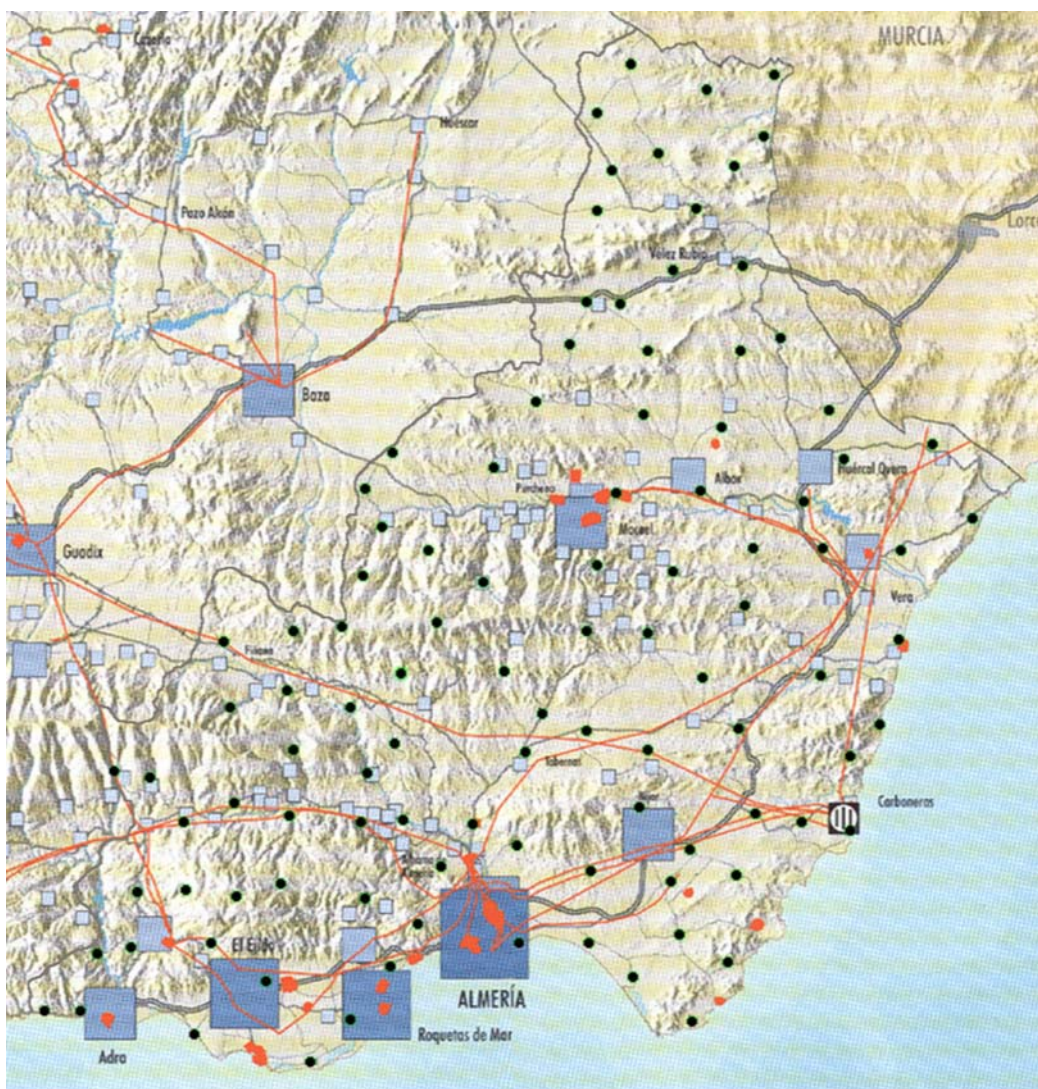


Fig nº V.21.- Mapa de localización de puntos del primer muestreo

En las muestras tomadas determinamos el contenido en As, Co, Cr, Cd, Hg, Cu, Ni, Pb y Zn, conjunto de elementos traza más abundantes en suelos (Bowen, 1979).

La identificación de los puntos, su localización en función de sus coordenadas UTM y los valores de concentración de los elementos, se recoge en las tablas del anexo II.

Con los datos de concentración se han elaborado los mapas de distribución espacial de estos elementos, mediante técnicas de interpolación espacial de datos en función del inverso del cuadrado de la distancia de cada punto con los seis vecinos más próximos. Descartamos el método de interpolación kriging, dado que en los casos donde la concentración del elemento es inferior al límite de detección asignamos el valor de cero, lo que imposibilita el empleo del kriging, que daría lugar a la formación de matrices singulares. La interpolación de datos se realiza con el sistema de información geográfica IDRISI 2.0 y para el tratamiento de las imágenes el software ADOBE PHOTPSHOP 7.0.

De esta manera se obtienen 7 figuras, de la V.22 a la V.28, cada una de ellas con dos mapas que corresponde a los dos niveles de muestreo, de 0 a 20cm y de 20 a 40cm de profundidad.

En la figura nº V.22 se muestra la distribución del arsénico en la provincia de Almería. Si comparamos los dos mapas podemos apreciar que las zonas de mayor concentración en profundidad también lo son en superficie, si bien en este caso aparecen con mayor extensión. Localizamos áreas con concentraciones superiores a los  $80\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en sierra de Gádor, sierra de Baza y, sin superar los  $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , en las sierras de Cabo de Gata, Cabrera, Almagrera y de las Estancias. Al este de Almería, en Retamar, en el límite del Parque Natural de Cabo de Gata, tomamos una muestra (Al-7-1 y 2) con una concentración de 214.0 y  $32.7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , sin que las muestras circundantes presenten niveles tan elevados, hecho que hace suponer que se trata de una contaminación de carácter puntual.

Los mapas de distribución de cobalto (Fig. nº V.23), muestran pequeñas zonas con concentraciones por encima de  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en la sierra de los Filabres, al sur de Macael, en sierra de Baza y en el extremo oriental de Sierra Nevada. Pequeñas zonas en sierra Cabrera, sierra de Gádor y sierra de las Estancias presentan niveles entre 20 y  $30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pero dominan, en general, valores inferiores a este rango en toda la provincia y en ambos niveles de muestreo.

El cromo, en la provincia de Almería (Fig. nº V.24), se encuentra mayoritariamente en concentraciones inferiores a  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , con valores más frecuentes comprendidos entre 50 y  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . En el mapa de distribución superficial aparecen pequeñas manchas donde se supera el umbral anteriormente mencionado, localizadas en las sierras de las Estancias, de los Filabres, Nevada, Gádor y Cabrera. En el segundo nivel de muestreo las concentraciones superiores a  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  se circunscriben a un punto localizado en la sierra de Filabres, próximo a Macael.

Las concentraciones de cobre en los suelos almerienses son, por lo general, inferiores a  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.25). Zonas con cantidades superiores se localizan en Sierra Nevada, sierra Gádor y sierra de Cabo de Gata, asociados en todos los casos a antiguas minas abandonadas.

La figura nº V.26 muestra la distribución de níquel en la provincia de Almería, observándose la escasa diferencia entre los dos mapas a distintas profundidades. Existen dos amplia zonas con niveles superiores a  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , la primera se extiende a lo largo de la sierra de las Estancias y la segunda en el centro de la provincia que abarca la sierra de los Filabres, Sierra Nevada y el Campo de Tabernas. Otras manchas, de menor entidad, se encuentran en el levante almeriense, en sierra Cabrera, Garrucha y sierra Almagrera. A nivel superficial exclusivamente tenemos puntos en la sierra de Gádor y en sierra Alhamilla, próximo a Níjar, mientras que solamente en profundidad aparecen manchas en el extremo accidental de la Sierra Nevada almeriense, sierra Alamillo, y sierra del Gigante.

Los contenidos en plomo, como se aprecia en la figura nº V.27, son por lo general inferiores a  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , exceptuando la sierra de Gádor, donde se encuentran

puntos con concentraciones de  $2500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . La mayor extensión de la mancha en superficie frente a la correspondiente en profundidad se debe, por un lado a que la mayoría de los suelos de este área tienen escasa potencia y en consecuencia no existe el segundo nivel de muestreo y, por otro, a posibles contaminaciones debidas a la intensa actividad minera, fundamentalmente extracción de hierro y plomo, que tuvo la zona desde la época de los Fenicios hasta mediados del S.XIX.

A nivel superficial, en la zona del Cabo de Gata, encontramos otra área con concentraciones que van de los 100 a los  $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Dada la existencia de la pista de pruebas que MICHELIN tiene en esa zona y que los valores elevados sólo se presentan en superficie, suponemos que el consumo de combustibles de los vehículos que circulan por ella, y demás actividades que se realicen, pueden ser los causantes de dicho aumento de concentración.

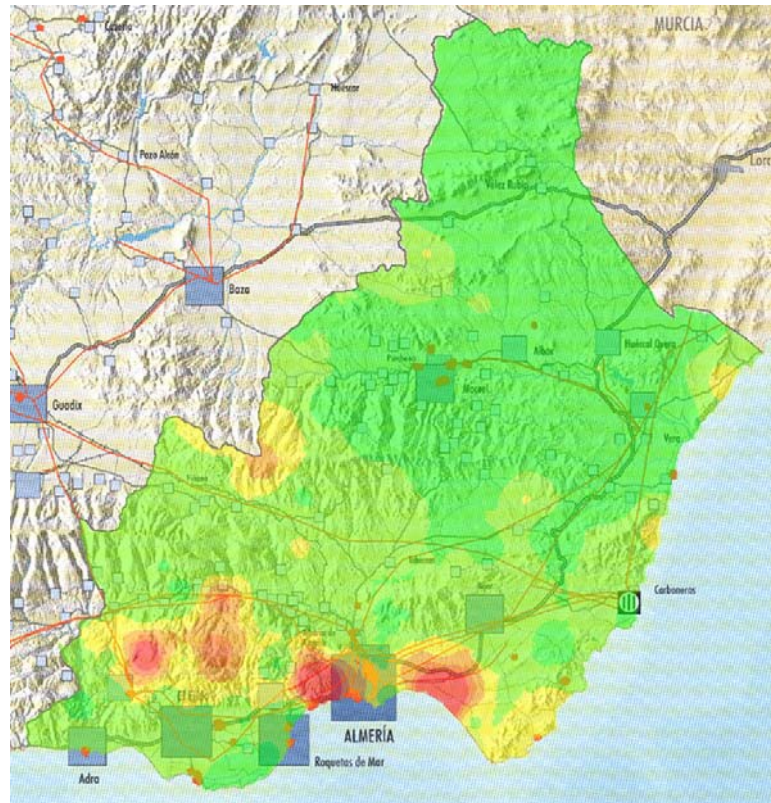
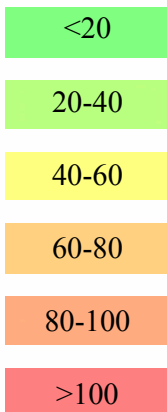
En la figura nº V.28 se recogen los mapas de distribución de zinc, donde podemos observar una leve disminución de la extensión de las zonas de mayor concentración en función de la profundidad. Sobre un dominio general inferior a  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  se localizan dos amplias zonas con concentraciones superiores a  $500\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , una en la sierra de Gádor y otra en sierra Cabrera. Con cantidades entre 100 y  $150\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  aparecen pequeñas áreas diseminadas por la provincia, sierra de las Estancias, de los Filabres, Sierra Nevada y Cabo de Gata.



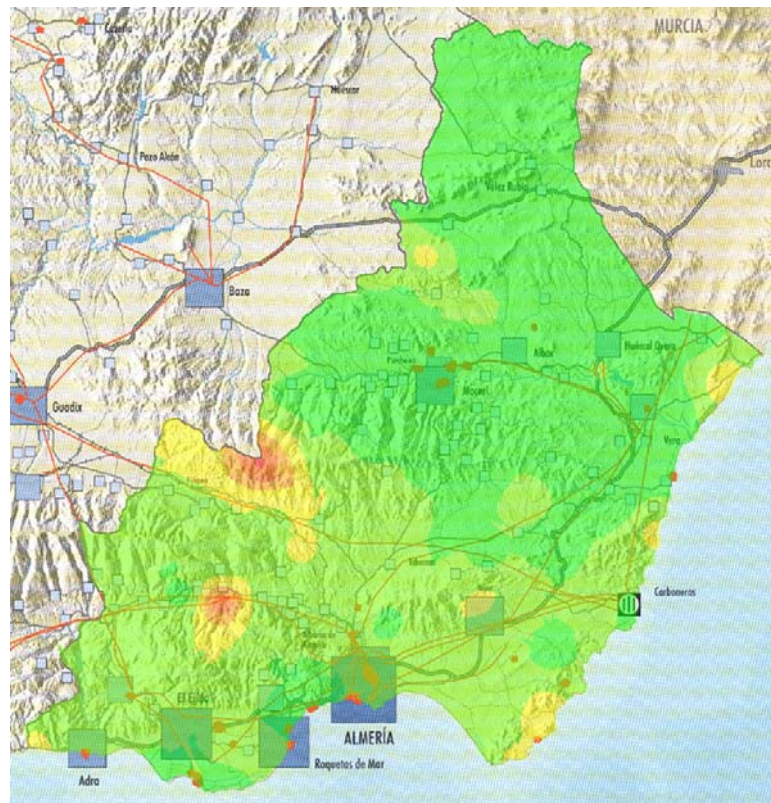
**As**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)



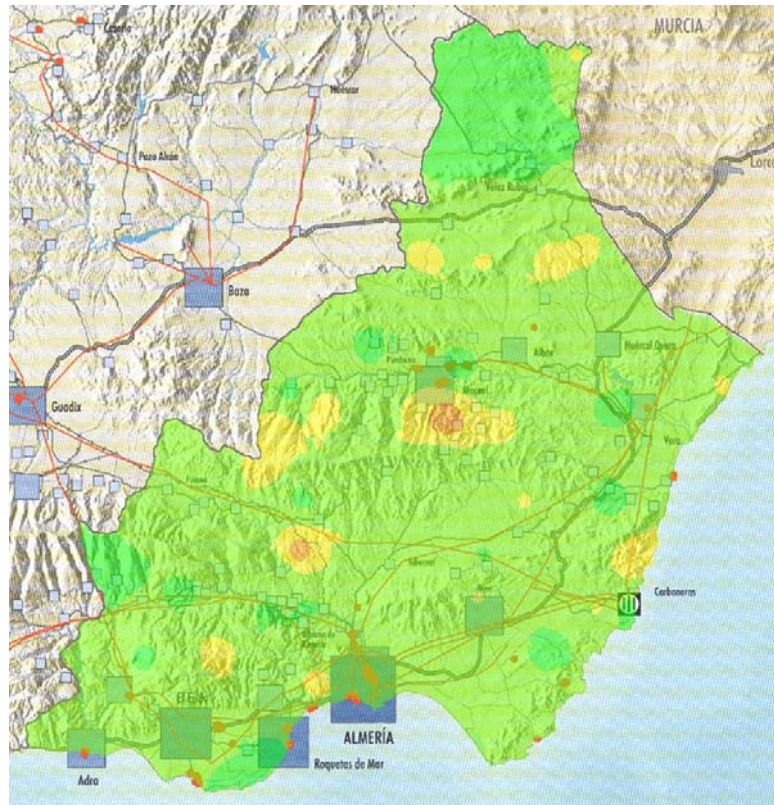
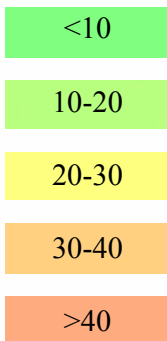
**Fig nº 2.-Mapas de distribución espacial de arsénico**



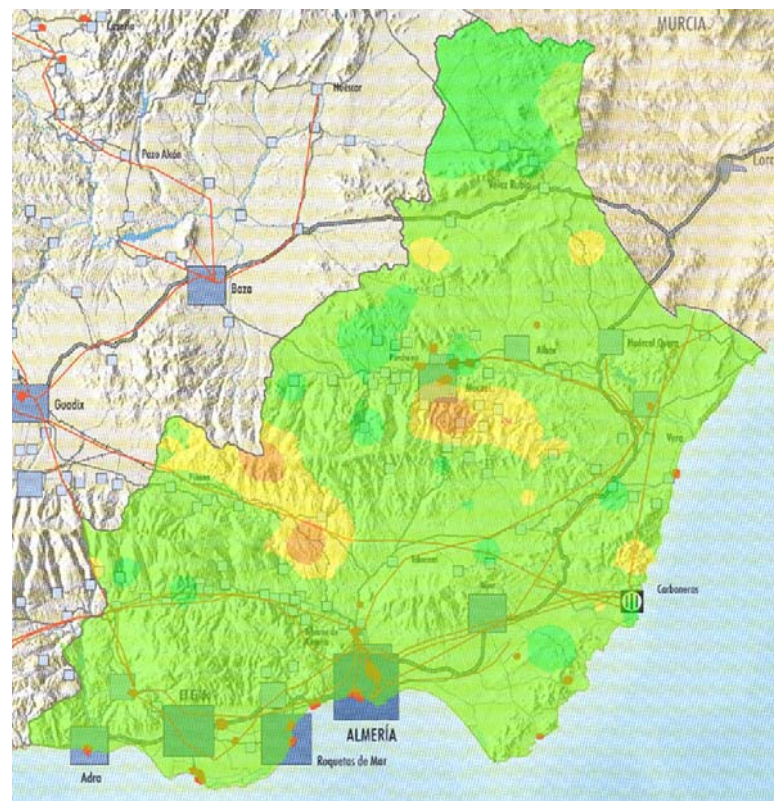
**Co**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )



Profundidad  
(20-40cm)



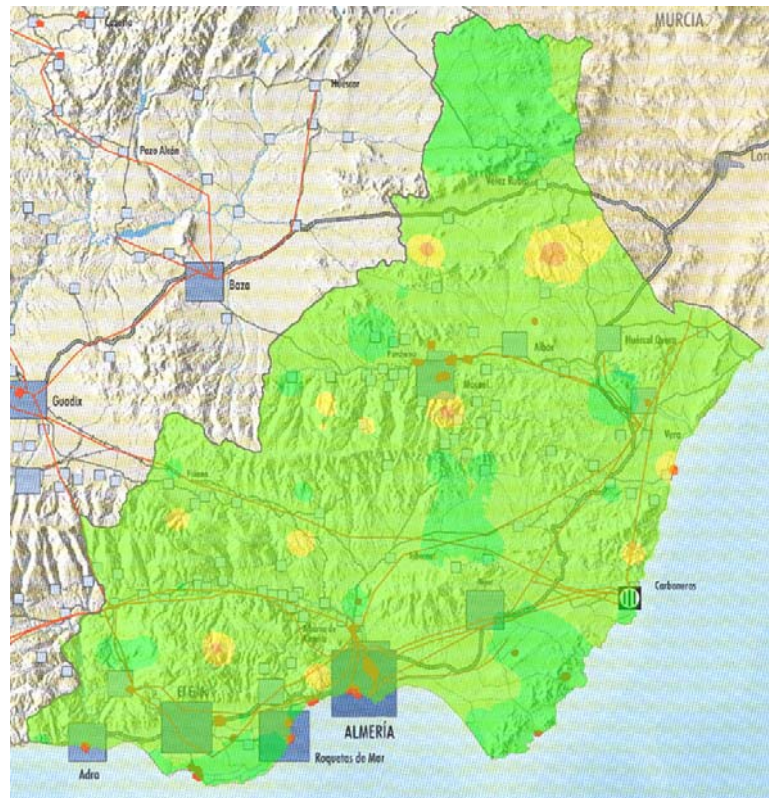
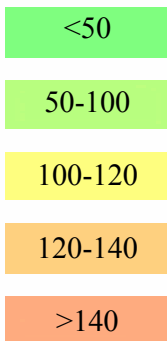
**Fig nº 3.-Mapas de distribución espacial de cobalto**



# Cr

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

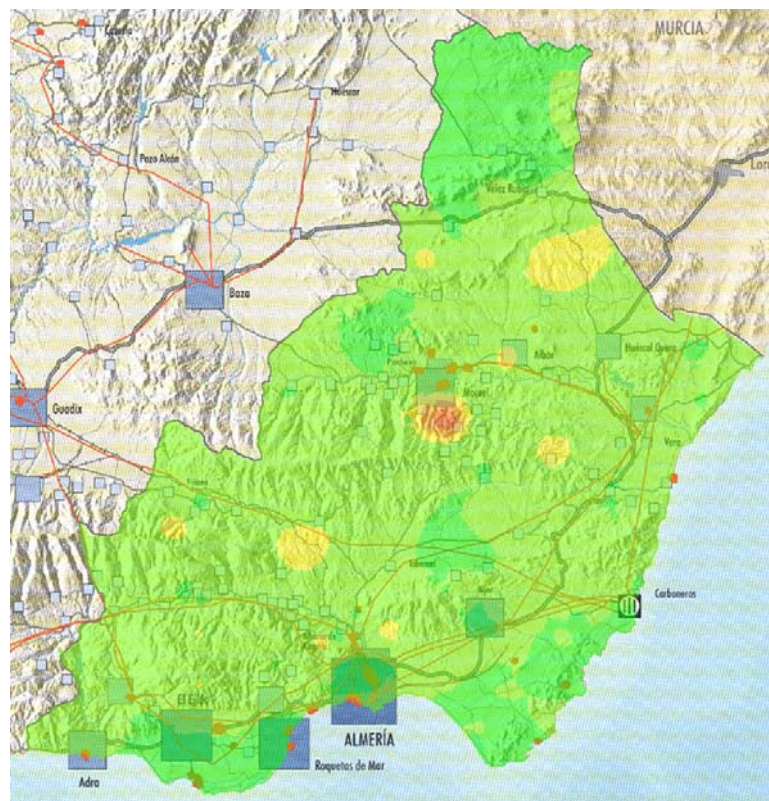


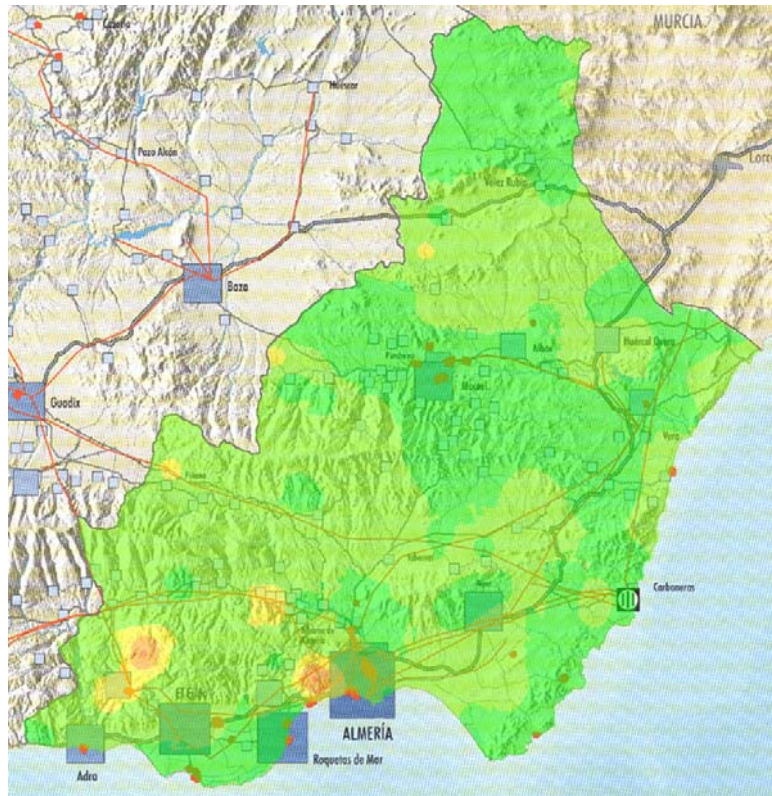
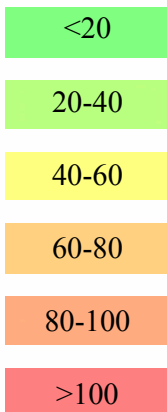
Fig nº 4.-Mapas de distribución espacial de cromo



## Cu

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

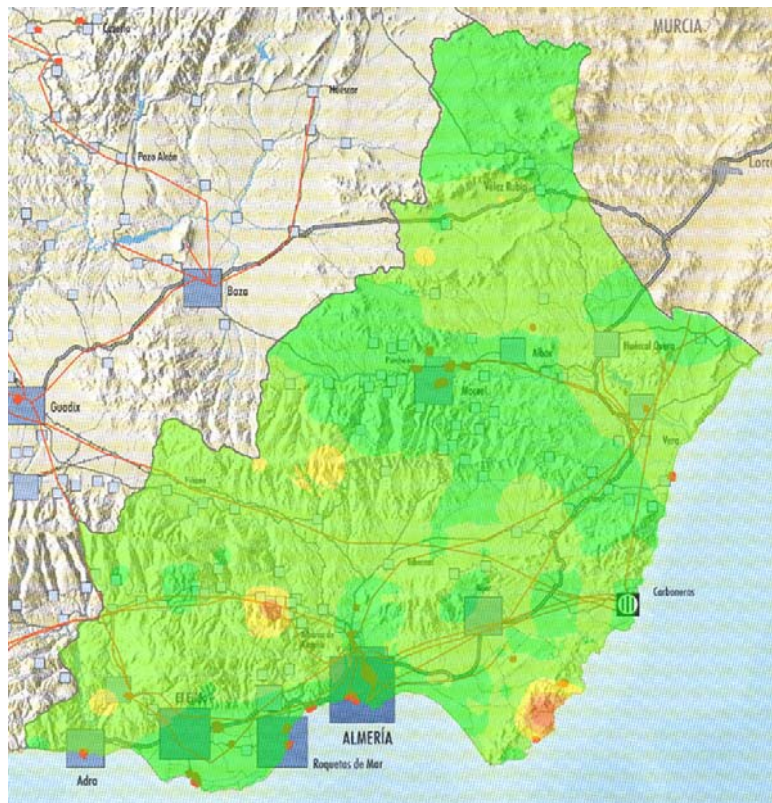


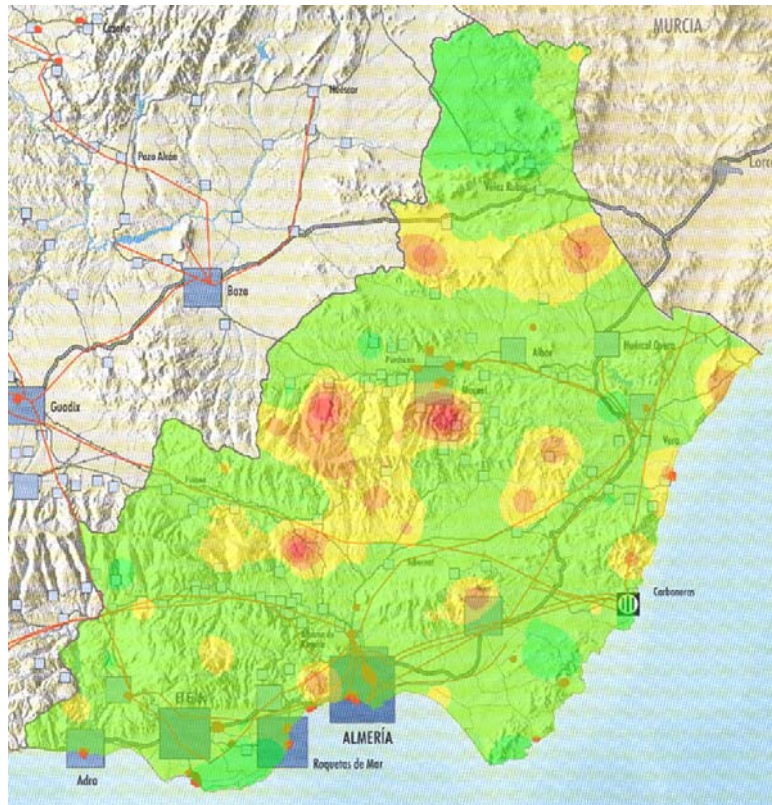
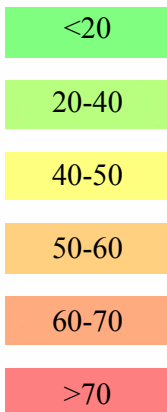
Fig nº 5.-Mapas de distribución espacial de cobre



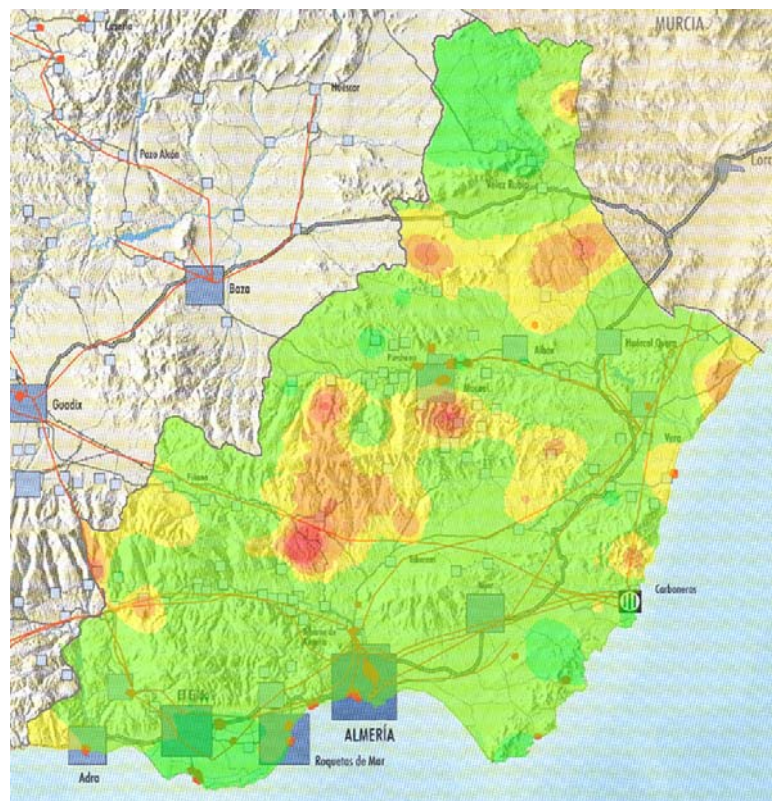
**Ni**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)



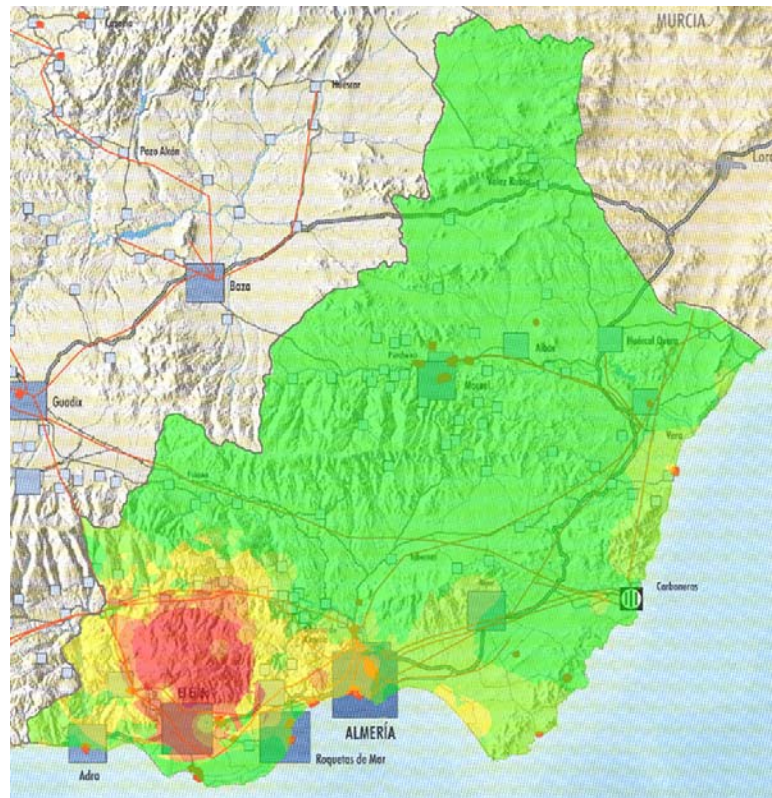
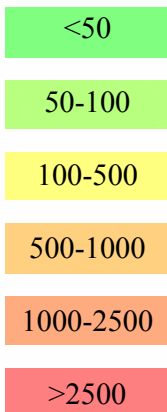
**Fig nº 6.-Mapas de distribución espacial de níquel**



# Pb

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

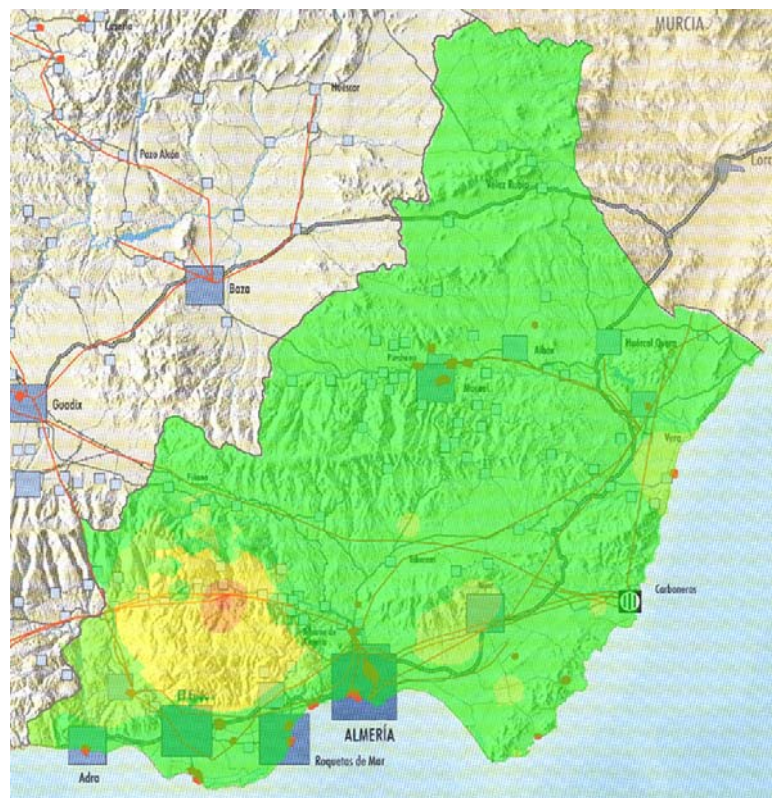


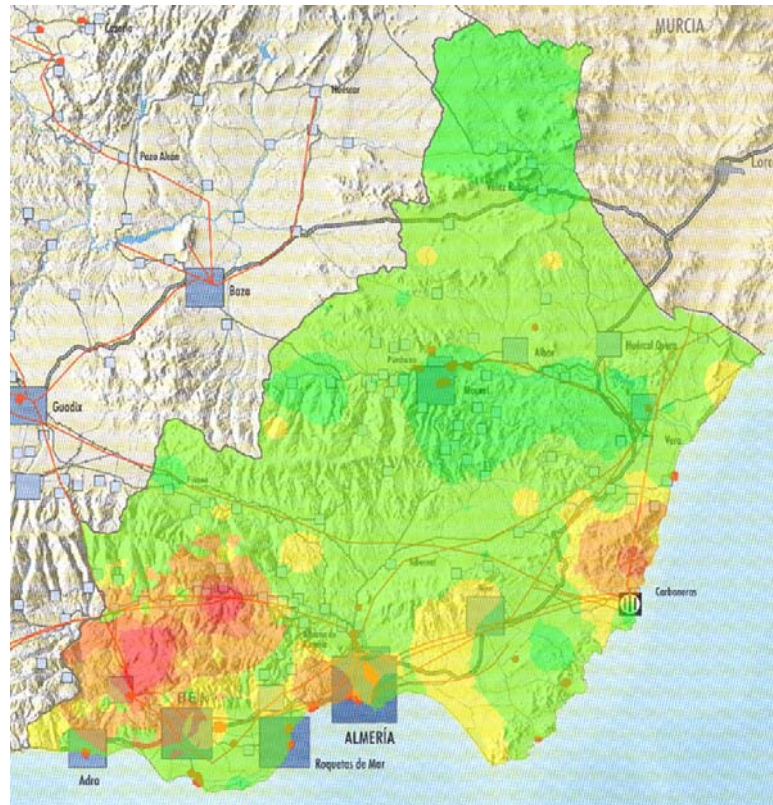
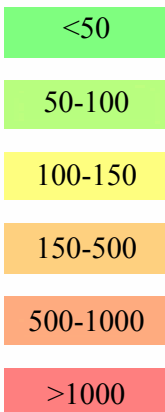
Fig nº 7.-Mapas de distribución espacial de plomo



## Zn

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

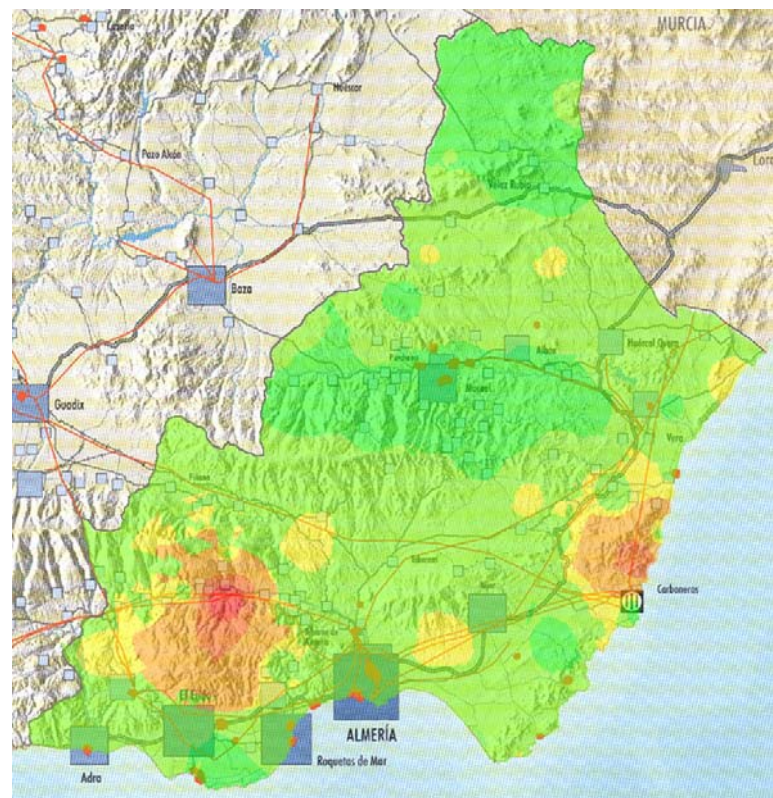
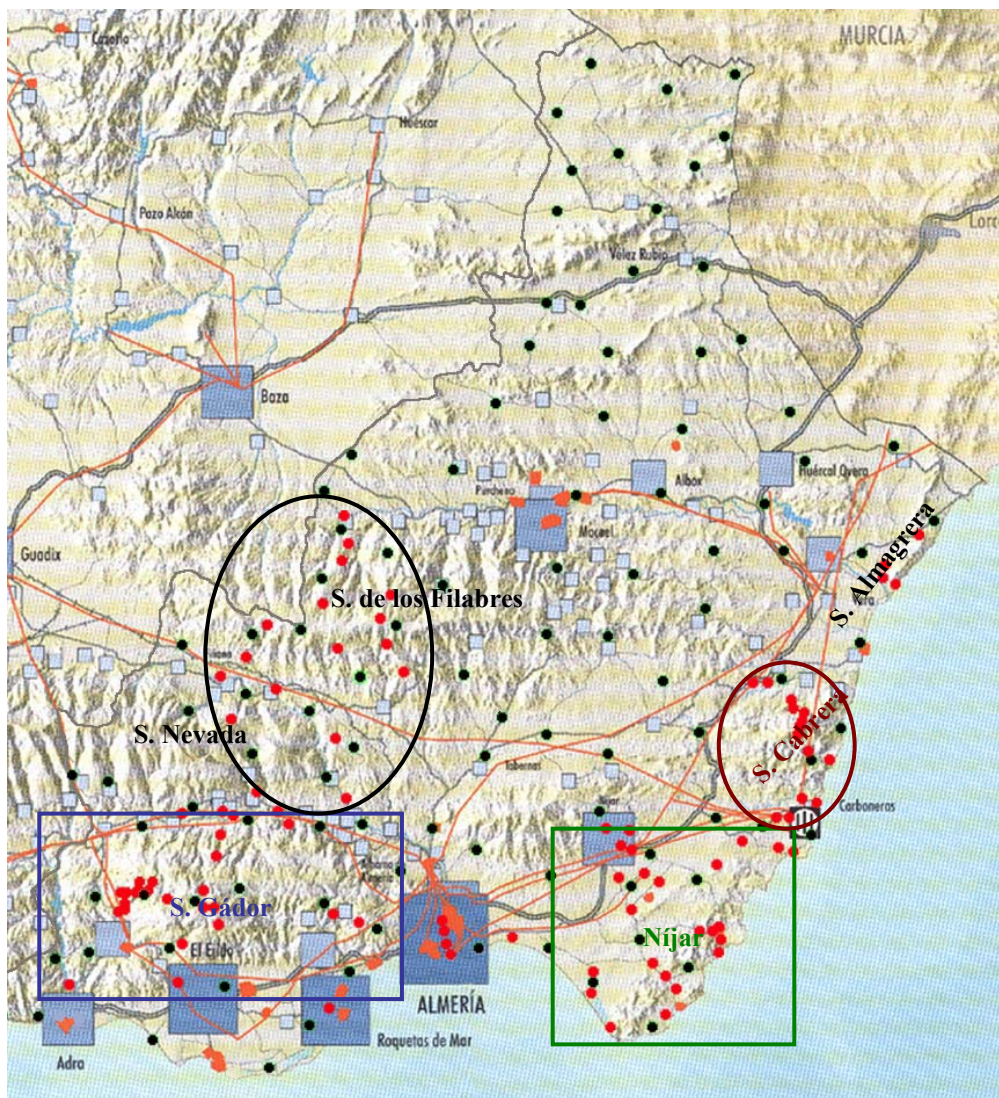


Fig nº 8.-Mapas de distribución espacial de zinc



A partir de los mapas anteriormente mencionados se establecen cuatro zonas de interés (Fig. nº V.29), en las que se ha llevado a cabo una segunda toma de muestras con objeto de redefinir, de manera más precisa, las zonas donde existen concentraciones elevadas de ciertos elementos.



Primer muestreo

Segundo muestreo

Fig nº V.29.- Mapa de localización de puntos del primer y segundo muestreo

Las cuatro zonas estudiadas son:

- Sierra de Gádor: que comprende las hojas topográficas 1:50.000 de Berja (1043) y Alhama de Almería (1044).
- Sierra Nevada y sierra de los Filabres: comprende la parte oriental de Sierra Nevada almeriense y la occidental de la sierra de los Filabres. Incluyen las hojas topográficas 1:50.000 de Fiñana (1012) y Gérgal (1029).
- Sierra Cabrera: situada entre Carboneras y Mojacar, ocupa la mitad oriental de la hoja de Sorbas (1031).
- Níjar: el término municipal de Níjar incluye el área oriental de sierra Alhamilla, el Campo de Níjar y el Cabo de Gata. Comprende las hojas de Carboneras (1046) y de El Pozo de los Frailes (1060), enteras y parte de Almería (1045) y Cabo de Gata (1059).

Además, se tomaron cuatro muestras en zonas industriales de Almería capital y otras cuatro en la zona de sierra Almagrera, con objeto de identificar contaminación de origen industrial en el primer caso y minero en el segundo.

#### SIERRA DE GÁDOR

Se localiza en el SO de la provincia de Almería, delimitada al sur por el Campo de Dalías y al norte con Sierra Nevada. El extremo oriental llega hasta las proximidades de Almería capital, mientras que al oeste limita con las Alpujarras.

Geológicamente pertenece a la zona interna de las Cordilleras Béticas, incluida dentro del Complejo Alpujárride. Los suelos desarrollan sobre calizas y dolomías fundamentalmente, con intercalaciones de margas, depósitos cuaternarios y materiales esquistosos.

Son suelos con texturas entre franco-arcillosas y arcillosas, con contenidos en arcilla superiores al 20% en la mayoría de los casos. La naturaleza de las arcillas es fundamentalmente illítica, con presencia de caolinita en menor cuantía;



montmorillonita, vermiculita y clorita aparecen ocasionalmente. La paligorskita, si bien es frecuente, lo hace sólo a nivel de trazas (tabla n° V.9).

MUESTRA	Illita	Caolinita	Clorita	Vermiculita	Montmorillonita	Paligorskita
Minersa-1-1	+++++	+	-	-		T
1043-5b-1	+++++	+	-	+	-	T
1043-6b-1	+++	+	-	-	++++	T
1043-7b-1	+++++	+	-	+	-	T
1043-8b-1	++++	++	+	-	+	T
1043-9b-1	+++++	+	T	+	-	T
1044-4-1	++++	++	-	-	+	-
1044-6-1	+++++	+	+	-	-	T
1044-9b-1	+++++	+	T	+	-	T
1044-13b-1	+++++	T	-	T	-	T
1044-19b-1	+++++	+	+	-	-	T

T	Trazas(<5%)	+++	30%-50%
+	5%-15%	++++	50%-80%
++	15%-30%	+++++	>80%

**Tabla n° V.9.- Mineralogía de arcillas de las muestras seleccionadas en la zona**

Dado el carácter carbonatado de la roca madre, los suelos van de calcáreos a fuertemente calcáreos, superando de manera general el 20% en carbonato cálcico. El alto contenido en carbonatos condiciona un pH básico en los suelos que superan el valor de 7.3 en todos los casos, y puntualmente el de 8.5.

Dominan los suelos con horizontes orgánicos, móllicos y réndzicos, así como unidades líticas en las que por falta de potencia no llegan a móllicos. El notable contenido en materia orgánica y arcilla condiciona una capacidad de cambio elevada, sobre todo en el nivel superficial.

Históricamente, la sierra de Gádor, fue una zona de gran interés minero, sobre todo en la extracción de plomo y hierro, y en menor medida plata y oro. En ella hemos detectado niveles importantes de arsénico, plomo, zinc, cadmio y mercurio, asociados a depósitos estratoligados de galena, blenda y fluorita (Fenoll et al., 1987).

El contenido en arsénico es elevado, supera con frecuencia los  $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en ambos niveles de estudio. Los mapas de distribución elaborados con todos los puntos tomados (primer y segundo muestreo. Fig. n° V.30) muestran valores de concentración

superiores a  $80\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en la parte oriental de la zona, manteniéndose los valores en las dos profundidades.

El plomo es muy abundante (Fig. nº V.35), sobre todo una amplia zona en la que se superan concentraciones de  $1000\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , alcanzando un máximo de  $29529.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de plomo en la muestra 1044-14b.

En la mitad oriental de la sierra de Gádor aparece una extensa área en la que se rebasan los  $1000\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de zinc (Fig. nºV.36), llegando a medir  $8737\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en la muestra 1043-9b.

Cadmio y mercurio son elementos que están en muy baja concentración en los suelos almerienses, de hecho en la mayoría de los casos para el mercurio y en muchos para el cadmio, la cantidad existente es inferior al límite de detección del método. No obstante, localizamos una zona al norte de Berja donde se superan los  $10\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en ambos elementos, siendo este límite el que propone la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en su informe “Criterios y estándares para declarar un suelos contaminado” (1999) como nivel de intervención. Los máximos encontrados para ambos elementos se localizan en el mismo punto muestral (1043-9b), con concentraciones de  $29.2\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el cadmio y  $61.0\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el mercurio.

El resto de elementos estudiados, cobalto, cromo, cobre y níquel, no presentan concentraciones anormalmente elevadas en la zona de sierra de Gádor. El cobalto (Fig. nº V.31) está en concentraciones comprendidas entre  $10$  y  $20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; el cromo (Fig. nº V.32) no supera los  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  salvo en una pequeña área en el centro de la zona; el cobre (Fig. nº V.33) sólo supera de manera puntual los  $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; la concentración de níquel (Fig. nº V.34) oscila entre  $20$  y  $50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , y aumenta localmente en la parte central de la zona.

En la tabla nº V.10 incluimos la matriz de correlación de Pearson en la que relacionamos las concentraciones de los elementos estudiados con los parámetros edáficos contemplados en este estudio.

	SUPERFICIE					PROFUNDIDAD				
	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC
As										
Co	0.526**	-0.382*	-0.445**		0.581**	0.473*	-0.494*	-0.409*		0.528**
Cr	0.553**	-0.600**	-0.403**		0.564**	0.563**	-0.657**	-0.467*	-0.485*	0.492*
Hg		0.355*								
Cd		0.405**					0.490*			
Cu										
Ni	0.574**	-0.634**	-0.563**		0.587**	0.506**	-0.677**	-0.623**	-0.470*	0.618**
Pb										
Zn		0.417**					0.410*			

(\*) correlación significativa al nivel 0.05

(\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.10.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales frente a parámetros edáficos**

Las relaciones estadísticamente significativas con los parámetros edáficos se centran fundamentalmente en el cobalto, cromo y níquel, que presentan correlación positiva con el contenido en arcilla y con la capacidad de intercambio catiónico. A su vez, se correlacionan negativamente con el contenido en carbonatos y con el pH, de manera que cobalto, cromo y níquel tenderán a concentrarse en aquellas áreas donde el contenido en carbonatos sea más bajo y por tanto el pH algo menor. En este sentido sucede lo contrario con el mercurio, cadmio y zinc, que son más abundantes en las zonas fuertemente carbonatadas. Por otro lado, llama la atención la no existencia de relaciones significativas entre plomo y materia orgánica que es ampliamente contemplada en la bibliografía (Zimdahl, 1977; Reimann et al., 1998; Bellido, 2004).

Las correlaciones entre los metales (tabla nº V.11) son muy abundantes, lo que en principio hace suponer el origen natural de los niveles de los elementos estudiados. Son numerosas las correlaciones existentes que Reimann et al. (1998) describen en función de la naturaleza geoquímica de los materiales originales. La presencia de arsénico junto con plata y oro en la zona se puede justificar por la influencia que el hidrotermalismo tiene, en una provincia como la almeriense, marcada por el vulcanismo (Reimann et al., 1998). Además la presencia simultánea de Cu-Ni-Co-As-Ag-Fe es propia en zonas de depósitos de sulfuros, existentes en sierra de Gádor.

SUPERFICIE									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co		1							
Cr		0.778**	1						
Hg	0.783**		-0.344*	1					
Cd	0.809**		-0.350*	0.962**	1				
Cu	0.680**			0.587**	0.607**	1			
Ni		0.807**	0.903**	-0.332*	-0.356*		1		
Pb	0.379*			0.630**	0.557**	0.359*		1	
Zn	0.761**		-0.366*	0.924**	0.968**	0.602**	-0.369*	0.567**	1
PROFUNDIDAD									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co		1							
Cr		0.761**	1						
Hg	0.839**		-0.516**	1					
Cd	0.894**		-0.499*	0.930**	1				
Cu	0.528**	0.464*				1			
Ni		0.810**	0.906**	-0.469*	-0.465*		1		
Pb	0.711**		-0.484*	0.930**	0.778**		-0.420*	1	
Zn	0.830**		-0.463*	0.949**	0.901**		-0.417*	0.938**	1

(\*) correlación significativa al nivel 0.05      (\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla n° V.11.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales**

Plomo y zinc están correlacionados entre sí y, además, con el arsénico, mercurio, cadmio y cobre. Reimann et al. (1998) describen la presencia de estos elementos en vetas de sulfuros y en depósitos vulcanogenéticos, lo que junto a la presencia simultánea de arsénico, oro y plata confirman la influencia volcánica en la zona.

Cobalto, cromo y níquel son elementos geoquímicamente relacionados en depósitos y vetas de sulfuros (Reimann et al., 1998), que a su vez aparecen correlacionados en el área de estudio.

Las principales fuentes de metales pesados son sulfuros y óxidos, acompañados de otros minerales en los yacimientos metálicos. Una vez destruidos los minerales durante la meteorización, los metales pueden incorporarse al suelo y a las aguas superficiales y subterráneas. Los sulfuros producen acidificación de las aguas, pudiendo amortiguarse por la presencia de carbonatos (Belzile et al., 1997). Los sulfuros son

fácilmente oxidables dando origen a sales sulfatadas, muy solubles y por tanto fácilmente lavables. Los pH de oxidación en la zona no disminuyen, lo que puede deberse a la ausencia de sulfuros por previa oxidación, o a una presencia insuficiente como para superar el poder tampón de los carbonatos (tabla nº V.12).

Muestra	pH oxidación 2min	pH oxidación 30min	pH oxidación 120min	pH oxidación 6hrs	CaCO <sub>3</sub>
1043-1b-1	6.63	6.86	6.88	7.53	65
1043-5b-1	6.48	6.69	6.63	7.41	50
1043-6b-1	6.39	6.64	6.73	7.47	20
1043-7b-1	6.44	6.51	6.51	6.95	55
1043-8b-1	6.42	6.69	7.42	7.97	57
1043-9b-1	6.43	6.66	6.68	7.43	60
1043-10b-1	6.39	6.74	7.8	8.14	47
1043-11b-1	6.6	6.8	7.06	7.64	27
1044-6b-1	6.75	6.73	6.84	7.17	55
1044-9b-1	6.32	6.59	6.63	6.71	1
1044-13b-1	6.46	6.5	7.4	7.68	19
1044-14b-1	6.44	6.49	6.45	6.5	1
1044-16b-1	6.67	6.6	7.39	7.7	19

**Tabla nº V.12.- pH de oxidación de las muestras seleccionadas en la zona**

#### SIERRA NEVADA Y SIERRA DE LOS FILABRES

Este área se localiza en la parte SO de Almería y comprende la parte oriental de Sierra Nevada y la occidental de sierra de los Filabres, así como la sección de cuenca del río Nacimiento que discurre entre ambos sistemas montañosos.

Geológicamente está situada en las zonas internas de las Cordilleras Béticas, atravesada por una franja en dirección oeste-este y se corresponde con la cuenca postorogénica que describe el río Nacimiento. La zona de estudio comparte dos estructuras geológicas como son el Complejo Nevado-Filábride, mayoritario, y en menor medida el Complejo Alpujárride, en la parte sur. La litología dominante es de naturaleza silíceas: esquistos, filitas, cuarcitas y pizarras, con inclusiones de calizas y depósitos cuaternarios de origen aluvial.

Dominan las texturas de franco-limosas a franco-arcillosas en el nivel superficial, mientras que en profundidad abundan más las segundas ya que se aprecia un

aumento de arcilla en este nivel. La mineralogía de arcillas es fundamentalmente illítica y caolinítica y en menor medida aparece montmorillonita, clorita y vermiculita (tabla nº V.13).

MUESTRA	Illita	Caolinita	Clorita	Vermiculita	Montmorillonita	Paligorskita	I-V	V-C
1012-1b-1	++++	++	-	T	++	-		
1012-2b-1	+++++	++	-	T	-	-		
1012-4b-1	++++	+++	-	-	-	T		
1012-6b-1	+++++	++	-	+	-	-		
1012-9b-1	++++	+	-	++	-	T	++	
1029-4-1	++++	++	-	-	+	T		
1029-1b-1	++++	+	-	-	+	-		
1029-10b-1	++++	+++	-	-	-	-		
1029-12b-1	++++	++	+	-	+	-		

T	Trazas(<5%)	+++	30%-50%	Interestratificados	
+	5%-15%	++++	50%-80%	I-V	Illita-Vermiculita
++	15%-30%	+++++	>80%	V-C	Vermiculita-Caolinita

**Tabla nº V.13.- Mineralogía de arcillas de las muestras seleccionadas en la zona**

La litología, de naturaleza silíceica dominante, desarrolla suelos con bajos contenidos en carbonato cálcico equivalente, que sólo puntualmente llegan a moderadamente calcáreos (10-20%) con un dominio de las clases no o ligeramente calcáreos (<2%) y levemente calcáreos (2-10%). En consonancia con los materiales originales y la escasa presencia de carbonatos, el pH de los suelos es neutro a ligeramente ácido, con pH entre 6.5 y 7.3.

Se diferencian tres áreas en función del contenido en materia orgánica: Sierra Nevada, donde se superan con frecuencia los valores de 3% de materia orgánica; sierra de los Filabres, donde los epipedones oscilan entre el 1.5 y 3% de materia orgánica; y el SE de la zona de estudio que coincide con parte del Desierto de Tabernas, con escasa vegetación y condiciones climáticas favorables para la mineralización de la materia orgánica, por los que los contenidos en ella no superan el 1.5% en ningún caso, siendo generalmente inferiores a la unidad.

La capacidad de cambio oscila entre 4 y 8cmolc·kg<sup>-1</sup> en la sierra de los Filabres y entre 8 y 12cmolc·kg<sup>-1</sup> en Sierra Nevada. Las variaciones con la profundidad son

escasas ya que la disminución de la materia orgánica en profundidad se contrarresta con el aumento de arcilla.

Los mapas de distribución de los elementos, tanto los del primer muestreo (Fig. nº V.22 a V.28) como los obtenidos con todos los puntos muestrales (Fig. nº V.30 a V.36), ofrecen como elemento más significativo, en cuanto a su concentración, al arsénico.

Los niveles más altos de arsénico, por encima de  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , se localizan en tres zonas (Fig. nº V.30): las dos primeras en la sierra de los Filabres, una entre los municipios de Fiñana y Ablá y otra al norte de Gérgal; y la tercera, ya en Sierra Nevada, entre Ohanes y Canjáyar. Las variaciones en función de la profundidad son sensibles en las zonas localizadas en la sierra de los Filabres, donde alcanzan valores superiores en superficie, lo que puede deberse a fenómenos de contaminación fruto de antiguas explotaciones de los yacimientos de hierro existentes, fundamentalmente al NE de Fiñana y proximidades de Gérgal. En la tercera zona no se aprecia variación respecto a la profundidad, sin embargo la mancha disminuye en comparación con el mapa del primer muestreo, hecho que fundamenta la sospecha de que se trate de una contaminación muy puntual, fruto de alguna actividad realizada en algún núcleo urbano próximo.

La redefinición que aporta el mapa de distribución de cobalto, que incluye los puntos del segundo muestreo (Fig. nº V.31), respecto al del primer muestreo (Fig. nº V.23) señala una disminución de las zonas con concentraciones superiores a  $20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  y las reduce a áreas puntuales, influenciadas por valores singulares y que se reflejan en la representación espacial en forma de lo que se denomina “ojos de buey”.

Los valores de cromo son normales (Fig. nº V.32) y únicamente superan, de manera muy localizada, los  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  tanto en superficie como en profundidad. El cobre habitualmente se encuentra por debajo de  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.33), a excepción de tres pequeñas zonas asociadas a zonas urbanas (Fiñana, Canjáyar y Alboloduy), donde las concentraciones de cobre oscilan entre 40 y  $80\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

La concentración de níquel, en gran parte de la zona de estudio, está por encima de  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , fundamentalmente en la sierra de los Filabres y el extremo oriental de Sierra Nevada (Fig. nº V.34).

Los niveles de plomo (Fig. nº V.35) están por debajo de los  $50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , superándose en la vertiente sur de Sierra Nevada ligeramente. En la figura nº V.36 podemos apreciar como las concentraciones de zinc en la zona Sierra Nevada-sierra de los Filabres oscilan entre 50 y  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

La matriz de correlación entre los elementos y los parámetros edáficos estudiados en esta zona muestra correlación negativa entre cromo, níquel y zinc y el contenido en carbonatos (tabla nº V.14), lo que marca la tendencia de estos elementos a disminuir en las zonas con intercalaciones calcáreas dentro del área estudiada.

	SUPERFICIE					PROFUNDIDAD				
	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC
As										
Co										
Cr		-0.474**					-0.548**	-0.450*		
Hg										
Cd										
Cu										
Ni		-0.328*							-0.476*	
Pb				0.458**						
Zn		-0.684**	-0.481**			-0.442*	-0.697**	-0.628**	-0.422*	

(\*) correlación significativa al nivel 0.05

(\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.14.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales frente a parámetros edáficos**

En este caso si que aparece correlación entre el plomo y la materia orgánica, posiblemente debido a la no existencia de valores extremos de plomo que pueden influir en el análisis de correlación.

Cobalto, cromo, níquel y zinc se correlacionan positivamente (tabla nº V.15), hecho apreciable en los mapas de distribución de los mismos, donde se observa áreas donde incrementan su concentración de manera simultánea. Reimann et al. (1998) describen la asociación natural, en depósitos de sulfuros, de estos elementos. Además,



el Mapa Geológico y Minero de Andalucía (1985), editado por la Consejería de Economía e Industria de la Junta de Andalucía, localiza a lo largo de la sierra de los Filabres pequeños yacimientos de éstos elementos, si bien las actividades mineras allí localizadas no los explotan, siendo su carácter mayoritariamente ornamental (la más representativa son las canteras de mármoles en la zona de Macael).

Zinc y plomo están por debajo de  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , cifra que sólo se supera ocasionalmente en los proximidades de Canjáyar y Alboloduy, en Sierra Nevada y al sur de Alcontar en la sierra de los Filabres.

SUPERFICIE									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co		1							
Cr		0.780**	1						
Hg				1					
Cd					1				
Cu						1			
Ni		0.819**	0.751**				1		
Pb								1	
Zn		0.453**	0.535**				0.430**	0.425**	1
PROFUNDIDAD									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co		1							
Cr		0.714**	1						
Hg				1					
Cd					1				
Cu	0.436*					1			
Ni		0.657**	0.666**				1		
Pb								1	
Zn		0.505*	0.649**				0.500*	0.512**	1

(\*) correlación significativa al nivel 0.05

(\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.15.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales**

El pH de oxidación no disminuye (tabla nº V.16), por lo que no deben existir sulfuros en superficie, quedando su presencia restringida a zonas más profundas protegidas de condiciones oxidantes.

Muestra	pH oxidación 2min	pH oxidación 30min	pH oxidación 120min	pH oxidación 6hrs	CaCO <sub>3</sub>
1012-1b-1	6.21	6.33	6.42	6.44	0
1012-2b-1	6.13	6.21	6.53	6.52	0
1012-4b-1	6.31	6.4	6.49	6.57	0
1012-6b-1	6.26	6.35	6.38	6.37	0
1012-7b-1	6.15	6.47	6.45	6.4	0
1012-9b-1	6.39	6.6	7.17	7.43	42
1012-10b-1	6.54	6.76	6.89	6.83	12
1029-1b-1	6.57	6.23	6.82	7.06	7
1029-12b-1	6.26	6.34	6.48	6.62	2

**Tabla nº V.16.- pH de oxidación de las muestras seleccionadas en la zona**

### SIERRA CABRERA

En la parte oriental de la provincia de Almería se ubica sierra Cabrera. Limita con Carboneras al sur, Mojacar al norte, Mar Mediterráneo al este y karst de yesos de Sorbas al oeste.

La zona de estudio de sierra Cabrera incluye dos estructuras geológicas: depresiones postorogénicas y Complejo Nevado-Filábride. La litología presente es de carácter silíceo asociada al Complejo Nevado-Filábride, fundamentalmente micaesquistos grafitosos, con inclusiones de paquetes de mármoles, mientras que en las depresiones postorogénicas los materiales son fundamentalmente margas, con inclusiones de yesos.

La clase textural dominante es la franco-arcillosa, con aumento del contenido en arcilla en profundidad. La naturaleza de las arcillas es illítica, con pequeñas cantidades de caolinita, vermiculita y clorita (tabla nº V.17).

MUESTRA	Illita	Caolinita	Clorita	Vermiculita	Montmorillonita	Paligorskita	I-V	V-C
1031-5b-1	+++++	+	+	-	-	-		
1031-6b-1	+++++	+	-	+	-	-		

T	Trazas(<5%)	+++	30%-50%	Interestratificados	
+	5%-15%	++++	50%-80%	I-V	Illita-Vermiculita
++	15%-30%	+++++	>80%	V-C	Vermiculita-Caolinita

**Tabla nº V.17.- Mineralogía de arcillas de las muestras seleccionadas en la zona**

Debido a las distintas litologías que se dan en la zona de estudio, alternan las zonas carbonatadas, donde las margas son los materiales dominantes, con materiales esquistosos con contenidos bajos en carbonato cálcico, aunque mayores en superficie que en profundidad, posiblemente debido a aportes de las zonas carbonatadas circundantes. El pH evoluciona paralelo a los carbonatos, con valores inferiores a 7.3 en los suelos desarrollados sobre materiales silíceos, que aumenta en los suelos que evolucionan sobre margas ( $7.3 < \text{pH} < 8.5$ ).

El contenido en materia orgánica en los epipedones oscila generalmente entre 1.5 y 3%, si bien por falta de potencia en el horizonte orgánico no llegan a cubrir los requerimientos para clasificarse como móllicos.

La capacidad de cambio oscila entre 8 y  $14 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ , sin grandes diferencias entre superficie y profundidad debido a la acumulación de arcilla iluvial que compensa la disminución de la materia orgánica.

La actividad industrial más importante desde el punto de vista medioambiental es la central térmica que SEVILLANA-ENDESA tiene en Carboneras. En ese mismo polígono industrial se localiza la factoría cementera HOLCIM y la empresa de paneles de yeso FELTS, que en el desarrollo de sus actividades normales son focos de emisión de contaminantes. La minería en la zona se restringe a canteras de áridos para la construcción y a la extracción de yeso.

Encontramos concentraciones de arsénico superiores a  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.30) en las proximidades de Carboneras y en la parte media de la área de estudio en la zona de playa. Las cantidades de arsénico alrededor de Carboneras pueden estar asociadas a la combustión de carbón en la central térmica o al uso de residuos de distinta índole como combustible en la cementera.

La concentración de cobalto en la zona oscila entre 10 y  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.31), alcanzándose valores superiores en la vertiente sur de sierra Cabrera, en ambos niveles, mientras que en Carboneras sólo se produce en superficie.

En cuanto al cromo, se puede afirmar que, en general, las concentraciones oscilan entre 50 y 100mg·kg<sup>-1</sup> (Fig. nº V.32) salvo en parte de la vertiente sur de sierra Cabrera donde se alcanzan concentraciones de cromo superiores a 100mg·kg<sup>-1</sup> en superficie y en las proximidades de Carboneras donde los valores no superan los 50mg·kg<sup>-1</sup>.

Los mapas de distribución espacial de cobre (Fig. nº V.33) muestran como los valores en esta zona no alcanzan valores significativos, manteniéndose las concentraciones entre 20 y 40mg·kg<sup>-1</sup>.

En función del contenido en níquel podemos dividir en dos partes la zona de estudio (Fig. nº V.34), la mitad norte con valores algo mayores que superan los 40mg·kg<sup>-1</sup> y la mitad sur donde no se llega a alcanzar este límite.

Los niveles de plomo superan los 100mg·kg<sup>-1</sup> (Fig. nº V.35), sobre todo al sur de sierra Cabrera y en las proximidades de Carboneras. Los mapas de superficie y profundidad son semejantes en la zona, por lo que no son significativas las diferencias en función de la profundidad. Este hecho, junto a la bibliografía que describe la presencia de yacimientos estratiformes de hierro y mineralizaciones de plomo en la zona (Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía. Serie Mediterránea., 1988), nos lleva a concluir que los contenidos en plomo son de origen geoquímico más que antrópico.

Los contenidos de zinc superan en una amplia zona del área de estudio los 150mg·kg<sup>-1</sup> (Fig. nº V.36), alcanzándose como valor máximo 1105.8mg·kg<sup>-1</sup> en superficie y 1146.4mg·kg<sup>-1</sup> en profundidad en el punto de muestreo 1031-10b.

En la tabla nº V.18 se correlacionan los parámetros edáficos estudiados con las concentraciones de los metales pesados y elementos asociados estudiados, y se puede observar la relación inversa que de manera general existe entre ellos con el pH y con el porcentaje de carbonatos, de manera que las mayores concentraciones se localizan en suelos que desarrollan sobre materiales silíceos donde el pH es más bajo.

También existe correlación entre cadmio, cobre, plomo y zinc con la materia orgánica, actuando ésta como barrera natural en la inmovilización de estos elementos.

	SUPERFICIE					PROFUNDIDAD				
	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC
As		-0.528*					-0.544*			
Co		-0.721**	-0.685**				-0.773**	-0.777**		
Cr		-0.710**	-0.665**				-0.744**	-0.616**		
Hg										
Cd			-0.503*	0.597**				-0.529*	0.519*	
Cu				0.475*					0.525*	
Ni		-0.667**	-0.677**				-0.713**	-0.788**		
Pb			-0.513*	0.649**				-0.492*		
Zn		-0.475*	-0.834**	0.568*			-0.480*	-0.820**		

(\*) correlación significativa al nivel 0.05

(\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla n° V.18.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales frente a parámetros edáficos**

Las correlaciones encontradas entre los elementos son muy numerosas (tabla n° V.19), y en general se asocian de manera natural con depósitos de sulfuros, sobre todo de níquel-cobre (Ni-Co-Cu-As-Pb); aparece la correlación cadmio-zinc, que siempre se da en condiciones naturales; en mineralizaciones de plomo se asocian de manera natural plata-zinc-cadmio-cobre-plomo (Reimann et al., 1998).

El pH de oxidación se mantiene en la muestra con carbonatos y disminuye ligeramente en la no carbonatada (tabla n° V.20), lo que hace suponer que, en caso de existir sulfuros en superficie, la cantidad de los mismos es pequeña.

SUPERFICIE	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co	0.671**	1							
Cr	0.637**	0.954**	1						
Hg				1					
Cd	0.118				1				
Cu	0.572*	0.703**	0.746**			1			
Ni	0.731**	0.882**	0.939**			0.702**	1		
Pb	0.512*				0.850**		0.571*	1	
Zn		0.515*	0.549*		0.746**		0.615**	0.822**	1

PROFUNDIDAD									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co	0.687**	1							
Cr	0.628**	0.914**	1						
Hg				1					
Cd					1				
Cu		0.606**	0.613**			1			
Ni	0.667**	0.930**	0.903**		0.517*	0.569*	1		
Pb	0.470*	0.519*			0.878**		0.638**	1	
Zn		0.681**	0.483*		0.735**		0.706**	0.759**	1

(\*) correlación significativa al nivel 0.05      (\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.19.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales**

Muestra	pH oxidación 2min	pH oxidación 30min	pH oxidación 120min	pH oxidación 6hrs	CaCO <sub>3</sub>
1031-3b-1	6.54	6.74	6.82	7.09	58
1031-10b-1	6.56	6.52	6.46	6.34	0

**Tabla nº V.20.- pH de oxidación de las muestras seleccionadas en la zona**

## NÍJAR

El término municipal de Níjar se localiza en el SE almeriense y ocupa un vasta superficie de 600Km<sup>2</sup>, en los que se incluye el Parque Natural de Cabo de Gata. Al igual que en el Campo de Dalías, en el de Níjar, la agricultura intensiva en forma de invernaderos es la fuente de riqueza principal junto con el turismo.

Debido a su extensión, presenta cierta variabilidad geológica que incluye parte del Complejo Nevado-Filábride en el extremo NO (sierra Alhamilla), rocas volcánicas en la zona de Cabo de Gata y, en el resto, se asocian depósitos cuaternarios y cuencas postorogénicas. Atendiendo a un criterio litológico podemos dividir el término municipal de Níjar en tres partes: el Campo de Níjar donde se ubican masas de margas y areniscas intercaladas con rocas volcánicas, yesos y sedimentos cuaternarios; la sierra de Cabo de Gata de naturaleza volcánica; y la parte oriental de sierra Alhamilla incluida dentro del término que es de naturaleza filitosa y cuarcítica.

El contenido de arcilla es superior al 20% en la mayoría de los casos por lo que las texturas más frecuentes son las franco arcillosas a arcillosas, éstas últimas sobre todo en la sierra de Cabo de Gata. La mineralogía de las arcillas es illítica y caolinítica fundamentalmente, y en menor cantidad aparecen montmorillonita, vermiculita y clorita (tabla nº V.21).

MUESTRA	Illita	Caolinita	Clorita	Vermiculita	Montmorillonita	Paligorskita	I-V	V-C
Níjar-1-1	++++	+	++	+	+	-	++	+
Al-12-1	++++	+	+	+	-	T	+	+
Al-16-1	++++	++	++	+	-	-	+	+
Al-20-1	+++++	T	+	-	-	T		
1046-1b-1	++++	++	+	+	+	T	+	
1046-2b-1	++++	++	-	-	T	-		
1046-3b-1	++++	++	+	+	-	-	+	
1046-4b-1	++++	+	-	++	T	T	++	
1046-6b-1	++++	++	-	+	+	T		
1060-3b-1	++++	+	-	+	-	T		
1060-7b-1	+++	++	-	-	+++	-		

T	Trazas(<5%)	+++	30%-50%	Interestratificados	
+	5%-15%	++++	50%-80%	I-V	Illita-Vermiculita
++	15%-30%	+++++	>80%	V-C	Vermiculita-Caolinita

**Tabla nº V.21.- Mineralogía de arcillas de las muestras seleccionadas en la zona**

El contenido de carbonato cálcico en superficie oscila entre 10 y 20%, es algo menor al sur, en Punta Laja, y en cambio un poco superior en las inmediaciones de Carboneras. En función de la profundidad el porcentaje varía, manteniéndose más o menos en la mitad oriental y aumentando en la occidental. El pH no presenta variaciones significativas en función de la profundidad y oscila entre 7.3 y 8.5 prácticamente en toda la zona, en los dos niveles de muestreo.

El porcentaje de materia orgánica se mantiene entre 0.6 y 1.5% en la zona central, rodeada por otra más orgánica donde los valores están comprendidos entre 1.5 y 3%. El menor contenido en materia orgánica de la zona central está justificado por la ausencia de vegetación debido a la proliferación de la agricultura intensiva que invade las zonas naturales. En cambio, en la zona protegida del Parque Natural del Cabo de Gata aumenta la vegetación y por tanto los aportes al suelo.

La capacidad de cambio es mayor en la franja de rocas volcánicas de Cabo de Gata ( $>12\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ ), donde junto con una mayor cantidad de materia orgánica existen suelos con contenidos en arcilla superiores al 20%. En el resto de la zona los valores de capacidad de cambio se incluyen dentro del rango de  $8\text{-}12\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$  y disminuyen ocasionalmente en la parte más occidental.

Las actividades potencialmente contaminantes desarrolladas en la zona de estudio son: el turismo, la agricultura bajo plásticos del Campo de Níjar, la pista de pruebas de MICHELIN y la minería en la sierra de Cabo de Gata, asociada a mineralizaciones de origen volcánico. Dentro de la minería metálica se instalaron explotaciones de plomo, zinc, plata y oro.

Los yacimientos localizados en esta zona son debidos a un proceso continuo de alteración hidrotermal y tras un cambio de ambiente oxidante a reductor, aparecen mineralizaciones que depositan sílice, sulfuros, y oro libre, para posteriormente producirse nuevos aportes de sílice, alúmina y caolín, utilizando para su ascenso las fisuras y zonas brechoides de origen volcánico o tectónico (Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía. Serie Mediterránea., 1988).

Los principales elementos que destacamos por su concentración en la zona de estudio son: arsénico, cobre, plomo y zinc, localizándose manchas con elevadas concentraciones asociadas a antiguas minas en las proximidades de Rodalquilar y el Pozo de los Frailes.

La concentración de arsénico es superior a  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en la zona volcánica de Cabo de Gata, superándose los  $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en las áreas mineras antes mencionadas. En el resto de la zona de estudio no se superan los  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.30).

El cobre alcanza su valor máximo en las proximidades del Pozo de los Frailes, donde se superan los  $60\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . En general, en la zona de estudio los valores oscilan entre  $10$  y  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.33).



El plomo y el zinc superan valores de  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en Cabo de Gata, tanto en la zona minera como en las proximidades del centro experimental de MICHELIN, y en sierra Alhamilla (Fig. nº V.35 y V.36). El resto de los elementos están en la mayoría de la zona en concentraciones incluidas en los siguientes rangos: cobalto de 10 a  $20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.31); cromo entre 10 y  $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.32); y níquel entre 10 y  $40\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Fig. nº V.34).

La tabla nº V.22 corresponde a la matriz de correlación de Pearson entre los parámetros edáficos y los elementos estudiados. Como venimos observando son frecuentes las correlaciones negativas entre distintos elementos con el pH y los carbonatos, tal es el caso del cobalto, cobre, plomo y zinc, si bien sólo alcanzan valores significativos en el nivel superficial. Arsénico y cobalto se correlacionan con la arcilla en los dos niveles de estudio, mientras que el zinc sólo lo hace en profundidad.

	SUPERFICIE					PROFUNDIDAD				
	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC	arcilla	CaCO <sub>3</sub>	pH	M.O.	CIC
As	0.369**					0.419**				0.348*
Co	0.310*	-0.276*			0.282*	0.327*				0.288*
Cr										
Hg										
Cd										
Cu		-0.293*			0.293*					0.385*
Ni										
Pb		-0.294*	-0.273*							
Zn		-0.367**				0.327*				

(\*) correlación significativa al nivel 0.05

(\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla nº V.22.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales frente a parámetros edáficos**

Oro, plata y arsénico se asocian de manera natural en zonas de influencia del hidrotermalismo. Dado que en la zona existieron explotaciones auríferas y argentíferas importantes, como las de Rodalquilar, que la bibliografía las asocia a mineralizaciones de origen volcánico (Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía. Serie Mediterránea., 1988), concluimos que los elevados niveles de arsénico encontrados en la zona son de origen natural relacionados con el vulcanismo. Las numerosas correlaciones existentes entre los elementos determinados (tabla nº V.23) se asocian geoquímicamente a la

influencia volcánica e hidrotermal de la zona, así Reimann et al. (1998) asocian la presencia simultánea zinc-plomo-cobre-plata-oro con vetas y depósitos de sulfuros estratiformes vulcanogénicos, que en superficie se han oxidado ya que los resultados de los pH de oxidación (tabla n° V.24) se mantienen prácticamente constantes.

	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co	0.333*	1							
Cr		0.713**	1						
Hg				1					
Cd	0.361**				1				
Cu	0.443**	0.443**	0.359**			1			
Ni	0.319*	0.581**	0.811**			0.545**	1		
Pb	0.510**				0.396**			1	
Zn	0.503**	0.429**			0.398**	0.337*		0.856**	1
PROFUNDIDAD									
	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
As	1								
Co	0.549**	1							
Cr	0.354*	0.456**	1						
Hg				1					
Cd	0.397**	0.726**			1				
Cu						1			
Ni	0.346*	0.326*	0.886**				1		
Pb	0.583**							1	
Zn	0.787**	0.623**	0.293*		0.365*			0.811**	1

(\*) correlación significativa al nivel 0.05                      (\*\*) correlación significativa al nivel 0.01

**Tabla n° V.23.- Matriz de correlación de Pearson para concentraciones elementales**

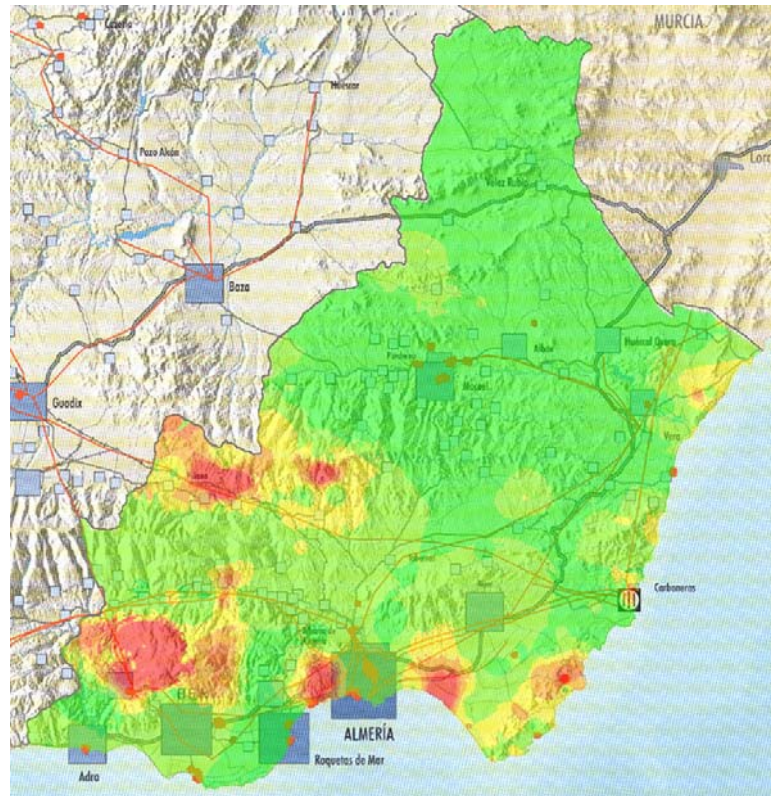
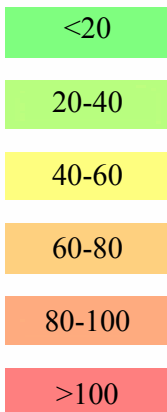
Muestra	pH oxidación 2min	pH oxidación 30min	pH oxidación 120min	pH oxidación 6hrs	CaCO <sub>3</sub>
1045-5b-1	6.26	6.53	6.59	6.82	2
1046-2b-1	6.18	6.38	6.38	6.43	0
1046-3b-1	6.21	6.43	6.4	6.58	1
1046-4b-1	6.51	6.66	6.79	6.83	15

**Tabla n° V.24.- pH de oxidación de las muestras seleccionadas en la zona**

**As**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

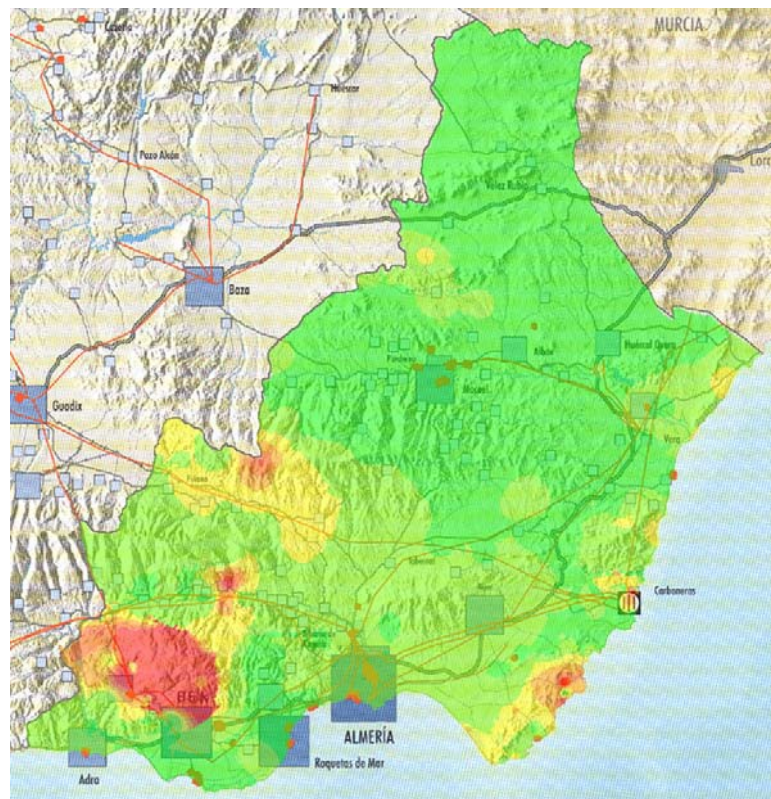


Fig nº V.30.-Mapas de distribución espacial de arsénico



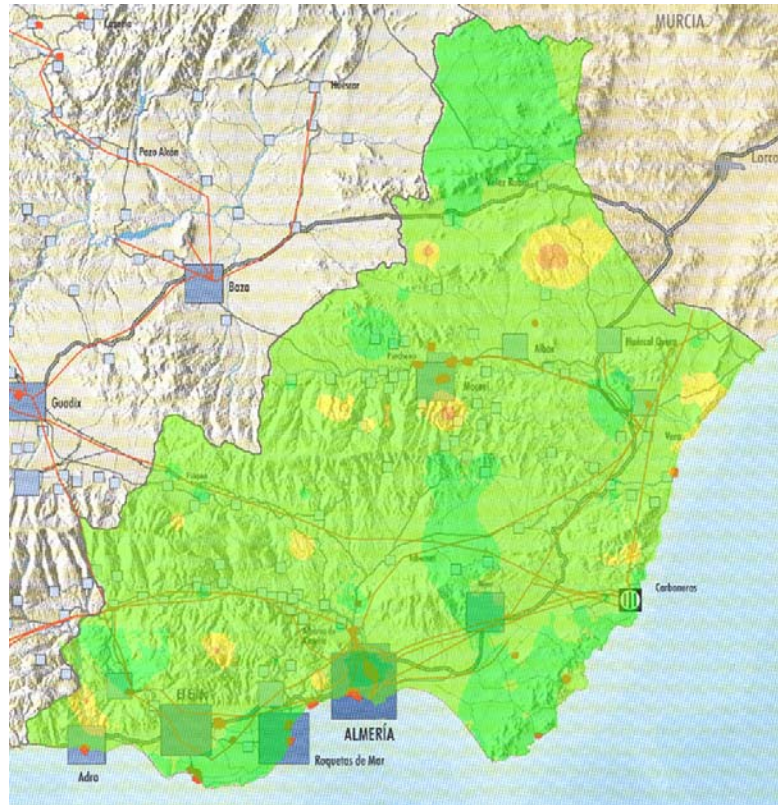
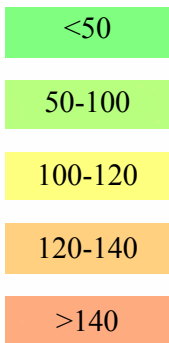




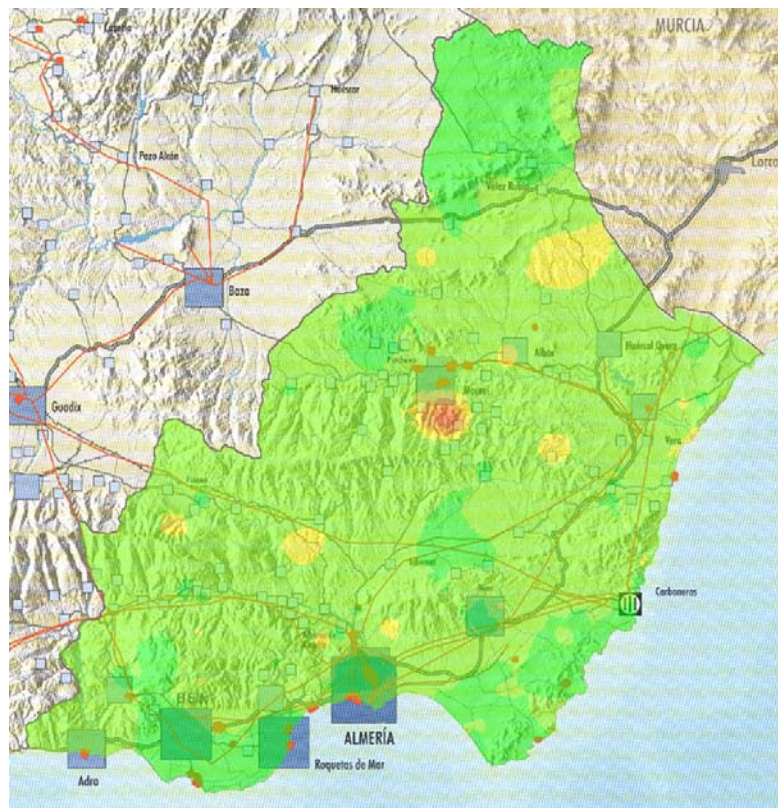
**Cr**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)



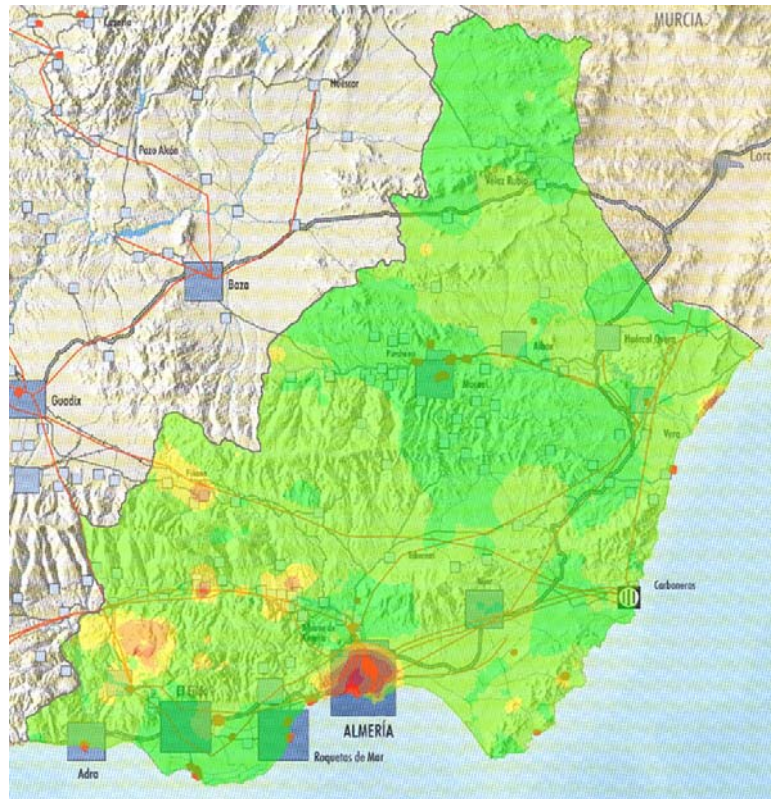
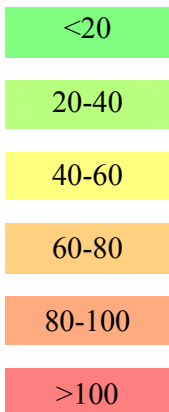
**Fig nº V.32.-Mapas de distribución espacial de cromo**



# Cu

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

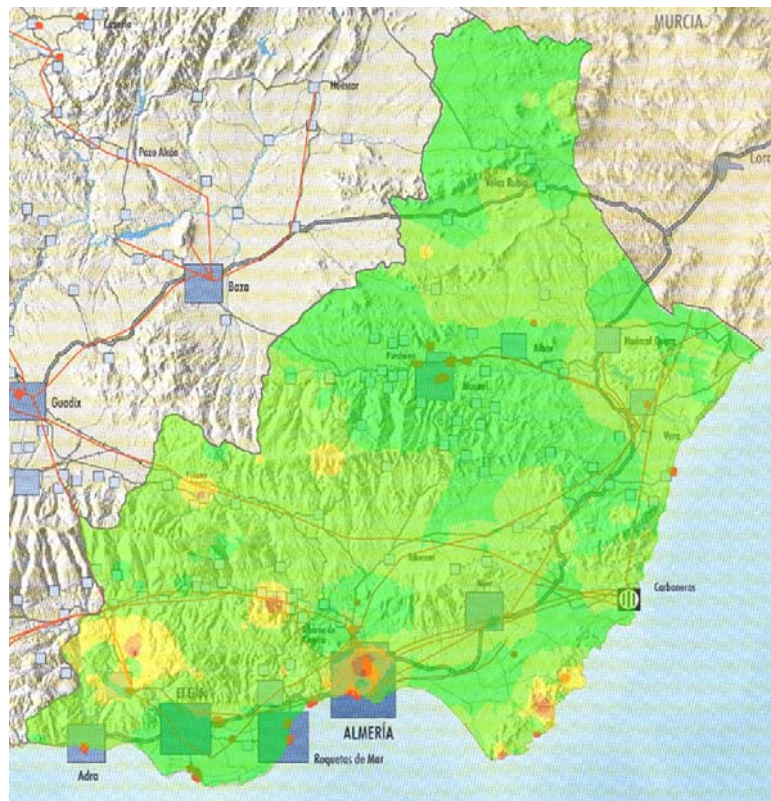


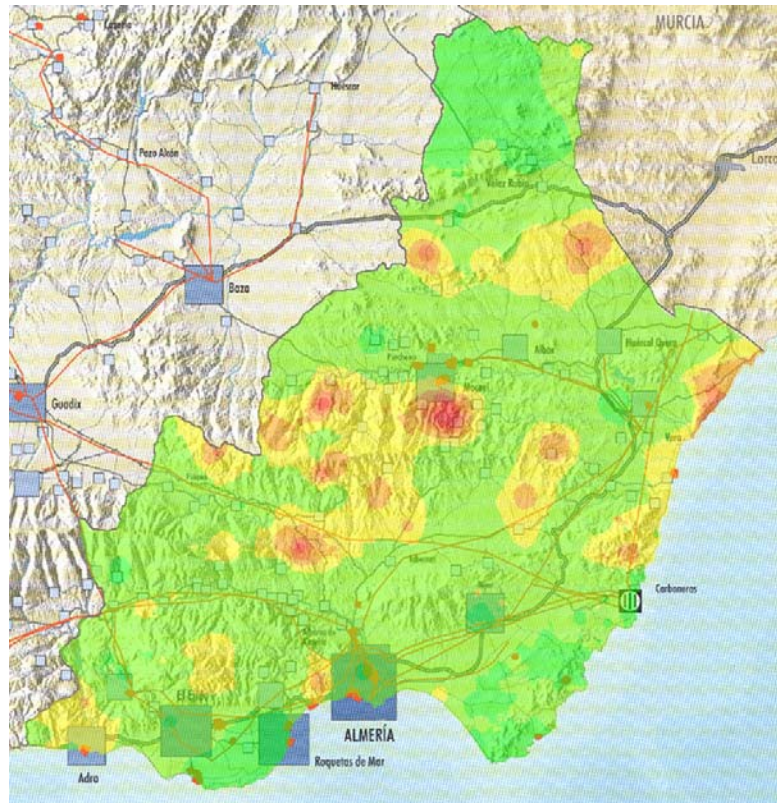
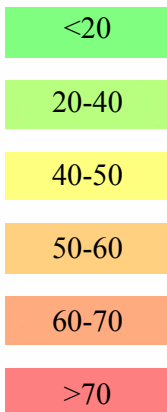
Fig nº V.33 .-Mapas de distribución espacial de cobre



**Ni**

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

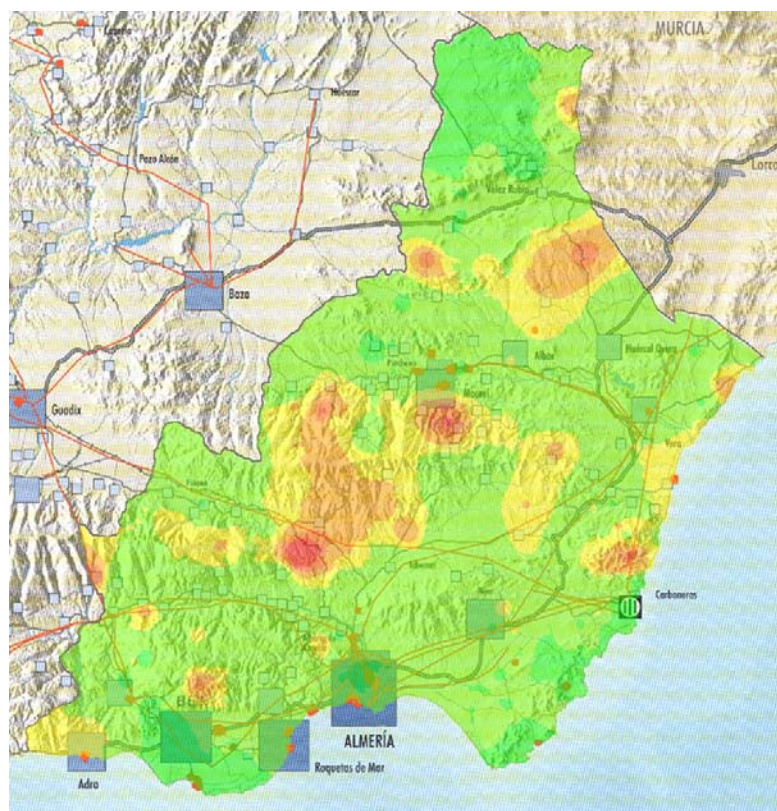


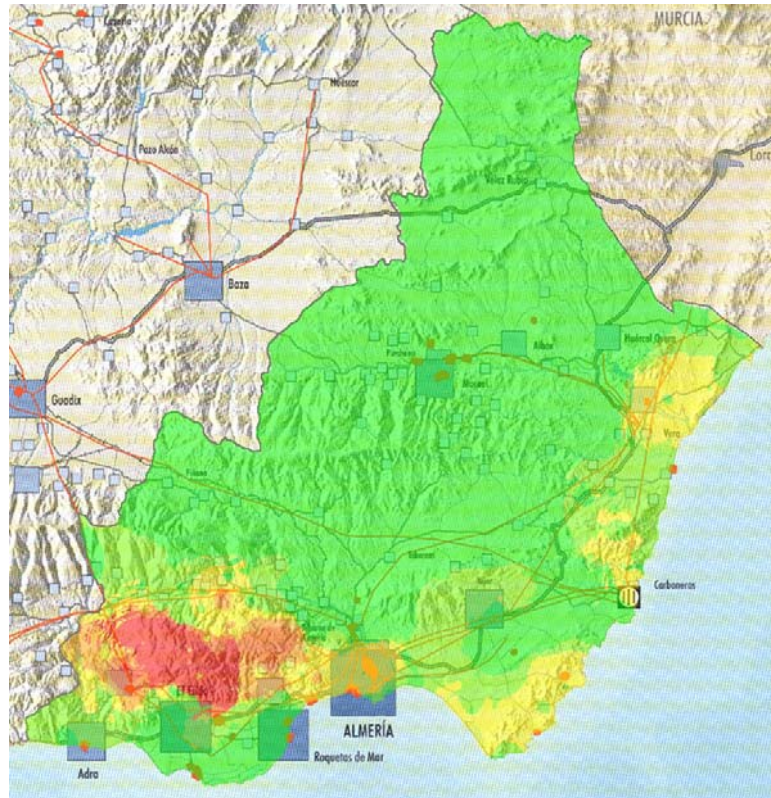
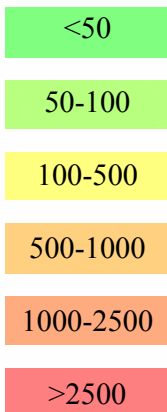
Fig nº V.34.-Mapas de distribución espacial de níquel



# Pb

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

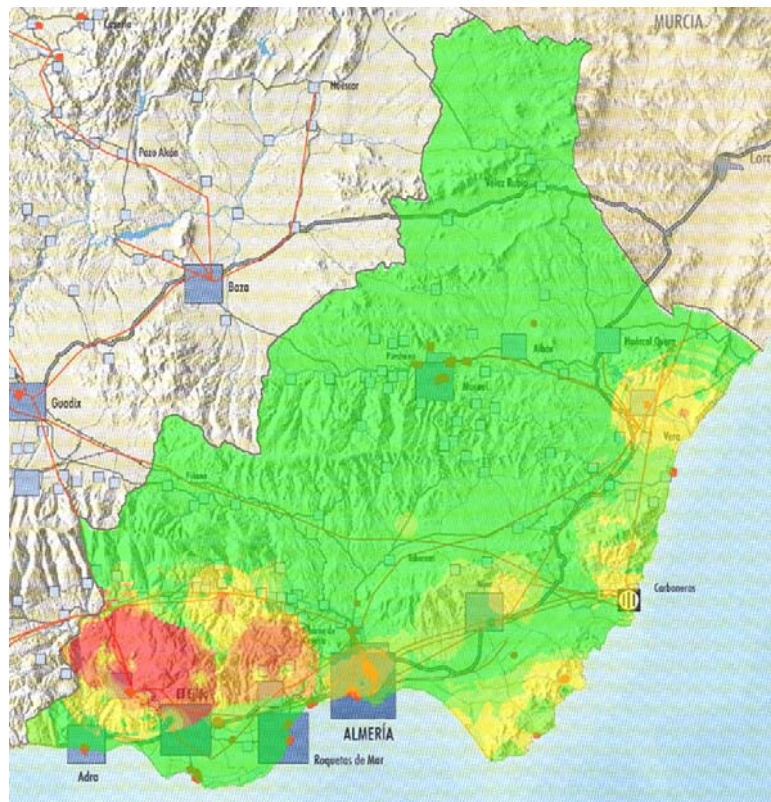


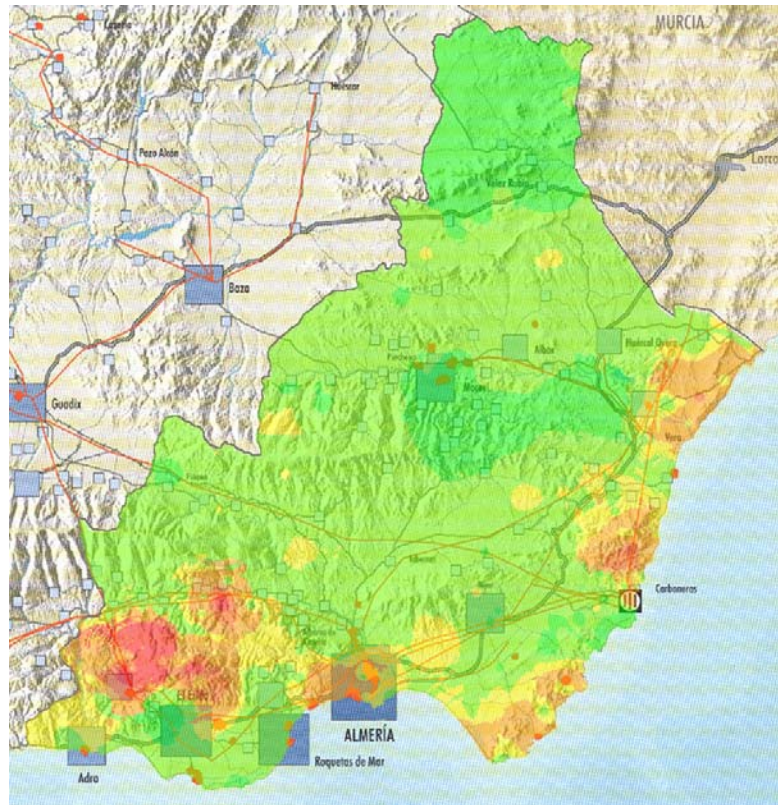
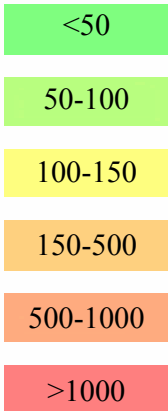
Fig nº V.35.-Mapas de distribución espacial de plomo



# Zn

Superficie  
(0-20cm)

LEYENDA  
(mg·kg<sup>-1</sup>)



Profundidad  
(20-40cm)

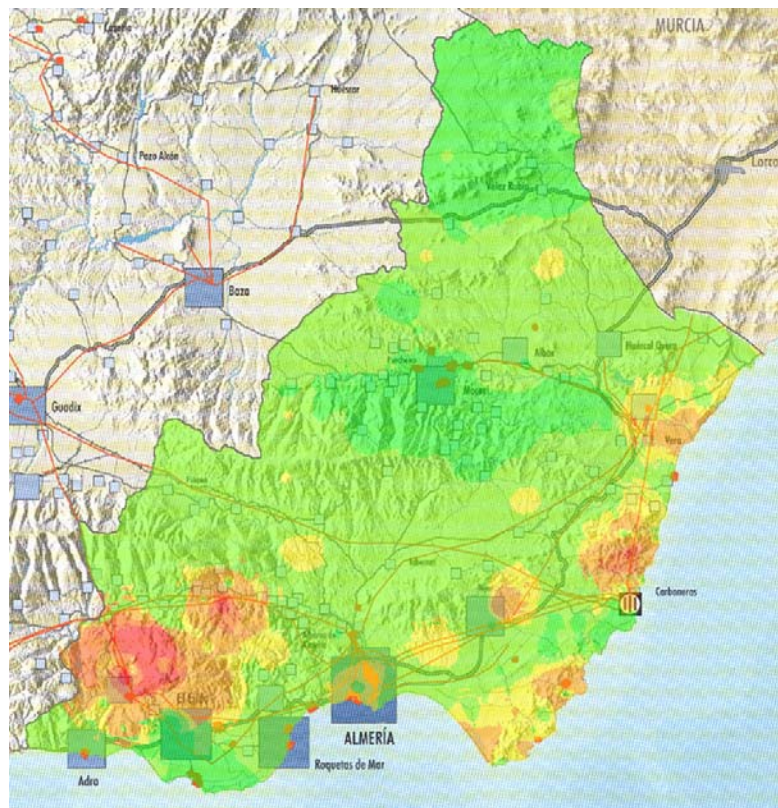


Fig nº V.36.-Mapas de distribución espacial de zinc

### V.2.2.- EXTRACCIÓN SECUENCIAL (BCR)

Con el fin de profundizar más en las relaciones entre los elementos traza y los parámetros del suelo, con los cuales de una manera u otra pueden estar ligados, hemos abordado, sólo con unas pocas muestras seleccionadas, el método de extracción secuencial BCR. Varios autores han comparado diferentes métodos de extracción secuencial, para metales o bien han modificado métodos preexistentes Kheboian y Baner (1987), Rauvet et al. (1989), Fiedlev et al. (1994), Mester et al. (1998). En principio, la determinación de la concentración de elementos usando métodos de extracción secuencial presenta grandes incertidumbres, muy superiores a las determinaciones realizadas de forma directa. Esto es debido a las dificultades para aislar los elementos a estudiar de sus sustratos, a la posibilidad de alteración del equilibrio entre las diferentes especies químicas presentes en el sistema, a la inadecuada sensibilidad de algunas técnicas para elementos traza a bajas concentraciones y, finalmente, a que con frecuencia no se dispone de materiales de referencia certificados. No obstante, constituyen los únicos procedimientos para profundizar algo en las interrelaciones anteriormente citadas y a la forma en que metales y elementos asociados son retenidos por el suelo.

Elegimos el método BCR porque, a pesar de estar de acuerdo con Fernández et al. (2004), en que sólo es aconsejable para determinar las cantidades de As, Pb y Cd a bajas concentraciones, parece más operacional y efectivo que otros propuestos previamente como el de Tessier et al. (1979).

La técnica BCR consta de tres pasos:

- 1.- Con el primer extractante, ácido acético 0.11M, obtenemos la fracción soluble y cambiante.
- 2.- El tratamiento del residuo con hidroxilamonio 0.1M extrae la fracción reducible, es decir los elementos asociados a óxidos de hierro y manganeso.

3.- Finalmente, con peróxido de hidrógeno 8.8M y acetato amónico 1M obtenemos la fracción oxidable, unida a la materia orgánica y a sulfuros.

Consideramos el residual como la diferencia entre el valor total determinado mediante ICP-OES (Cu, Ni, Pb y Zn) e INNA (As, Cr y Co), determinado en los laboratorios Actlabs (Notario, Canadá), menos la suma de las tres fracciones obtenidas.

Se han seleccionado 19 muestras, que podemos dividir las en función de las cuatro zonas establecidas anteriormente, Sierra Nevada y sierra de los Filabres (1), sierra Cabrera (2), sierra de Gádor (3) y Níjar (4), como se recoge en la tabla nº V.25.

Muestra	Ref.	Zona	Muestra	Ref.	Zona
1012-1b-1	1	1	1043-7b-1	11	3
1012-2b-1	2	1	1043-8b-1	12	3
1012-4b-1	3	1	1043-9b-1	13	3
1012-6b-1	4	1	1044-9b-1	14	3
1012-9b-1	5	1	1044-13b-1	15	3
1029-1b-1	6	1	1045-5b-1	16	4
1029-12b-1	7	1	1046-2b-1	17	4
1031-3b-1	8	2	1046-3b-1	18	4
1043-5b-1	9	3	1046-4b-1	19	4
1043-6b-1	10	3			

**Tabla nº V.25.- Muestras seleccionadas para el fraccionamiento, referencia y zona a la que pertenecen**

Tras realizar la técnica BCR a las muestras seleccionadas se construyen histogramas (Fig. nº V.37 a V.43) en los que se recogen los resultados obtenidos expresando cada fracción en porcentaje; los datos, expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , se presentan en las tablas nº V.26 a V.32).

El arsénico, en la mayoría de los casos, se encuentra en la fracción residual (Fig. nº V.37), si bien la fracción asociada a óxidos de hierro y manganeso tiene representación en todas las muestras, sobre todo en la parte occidental de sierra de Gádor. Reimann et al. (1998) y Galán et al. (2003), describen la adsorción del arsénico por los óxidos de hierro como barrera natural en la inmovilización del mismo. La solubilidad de los óxidos de hierro aumenta a pH ácido, menor de 5, liberando el arsénico inmovilizado por ellos (O'Neil, 1995); este hecho es de escasa importancia en

las zonas de estudio ya que suelos ácidos sólo los encontramos en Sierra Nevada y sierra de los Filabres, donde sólo puntualmente se alcanzan pH inferiores a ese valor. La asociación del arsénico a la fracción soluble y cambiante (Elkhatib et al., 1984) tiene mayor representación en cuanto a porcentaje en la zona de Sierra Nevada y sierra de los Filabres, pero el valor máximo de esta fracción se encuentra en la sierra de Gádor, donde se alcanzo un valor de  $13.78\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (tabla nº V.26).

Para el cobalto, al igual que en el caso del arsénico, la fracción residual representa el mayor porcentaje (Fig. nº V.38). Mientras que la fracción asociada a materia orgánica y sulfuros es poco significativa. Las otras dos sí tienen representación de manera general aunque con significación variable. La inmovilización del cobalto en el suelo viene condicionada fundamentalmente por fenómenos de adsorción (Reimann et al., 1998), y de manera más intensa sobre arcilla (Alloway, 1995) y óxidos de hierro y manganeso. En cualquier caso los niveles de cobalto en las muestras seleccionadas no son demasiado altos, con concentraciones máximas próximas a los  $30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (tabla nº V.27).

La mayor parte del cromo se encuentra en la fase residual y en menor medida ligado a los óxidos de hierro (Fig. nº V.39). Al ser la cromita el más común de los minerales de cromo y ser este elemento muy resistente a los procesos de lavado, la mayor parte de cromo aparece en la naturaleza asociado a la fracción residual (Kabata Pendias, 1995). Las fracciones soluble y cambiante y la asociada a materia orgánica y sulfuros tienen representación en todas las muestras, si bien lo hacen en un pequeño porcentaje, con valores absolutos entre 3 y  $5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para la primera, y de 2 a  $6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para la segunda (tabla nº V.28).

En la figura nº V.40 podemos apreciar como de las cuatro fracciones establecidas para el cobre, la residual es la que presenta un porcentaje mayor, seguida de las fracción soluble y cambiante y de la asociada a óxidos de hierro y manganeso, mientras que la fracción unida a materia orgánica y sulfuros aparece de manera testimonial. El dominio de la primera o la segunda extracción es errático, coincidiendo con lo descrito por Galán et al. (2003), mientras que Mc Laren et al. (1995), indican la

mayor afinidad del cobre por los óxidos de hierro y la materia orgánica. Las concentraciones máximas para ambas fracciones coinciden en su localización geográfica, en la parte occidental de la sierra de Gádor, con valores alrededor de  $12\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para la primera y de  $9\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para la segunda (tabla nº V.29).

El histograma de fraccionamiento del níquel (Fig. nº V.41) muestra a la clase residual como la dominante respecto a la concentración total presente en los suelos estudiados. Reimann et al. (1998) señalan los fenómenos de adsorción como los principales mecanismos de retención de níquel, si bien condiciona su movilidad el pH de manera que aumenta al hacerlo la acidez (Plant et al., 1983). Galán et al. (2003) obtienen un elevado porcentaje de níquel asociado a oxi-hidróxidos de hierro en ensayos de fraccionamiento sobre sedimentos. También se describe en la bibliografía cierta tendencia del níquel a unirse a la materia orgánica disminuyendo la adsorción sobre arcillas y oxi-hidróxidos de hierro (Bloomfield, 1981). De acuerdo con estos autores encontramos las tres fracciones descritas por el método BCR, soluble y cambiante, unido a óxidos de hierro y manganeso y asociado a materia orgánica y sulfuros. Las concentraciones de estas fracciones, expresadas en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  se recogen en la tabla nº V.30.

El ensayo del BCR para el plomo muestra resultados en términos absolutos ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) a tener muy en cuenta a la hora de valorar el estado de algunos suelos de la provincia de Almería. En la tabla nº V.31 se observa que en la zona de sierra de Gádor existen puntos donde se alcanzan valores, para la fracción soluble y cambiante, que oscilan entre 91 y  $4017\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , los cuales son ciertamente muy elevados. En el histograma de fraccionamiento (Fig. nº V.42) se aprecia la presencia de las tres fracciones y como la suma de ellas, de manera general, ronda el 40% del total, que en suelos con concentraciones totales tan elevadas como los localizados en sierra de Gádor donde se llegan a superar los  $20000\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , representan contenidos absolutos muy elevados. De las tres fracciones extraíbles, las dos primeras dominan sobre la tercera, que en algunos casos sí presenta porcentajes equiparables a las otras dos (sierra de Gádor y sierra de los Filabres). La presencia de minerales de plomo como la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ), cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ) o finemannita [ $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{AsO}_3)_3$ ], pueden aumentar el contenido

en plomo de la primera fase, al aumentar su solubilidad en el tratamiento con ácido acético de la primera extracción.

Son numerosos los autores que describen al complejo de cambio, arcilla y materia orgánica, como la primera barrera natural en la retención del zinc en el suelo (Lindsay, 1972; Abd-Elfattah et al., 1981; Reimann et al., 1998; Martín, 2001; Galán et al., 2003; Bellido, 2004). Coincidiendo con estos autores, como se aprecia en la figura nº V.43 y tabla nº V.32, la fracción cambiante es, tras la residual, la más importante en las muestras estudiadas en la zona de sierra de Gádor, mientras que en la zona Níjar, asociada al vulcanismo de Cabo de Gata, es la fracción ligada a óxidos de hierro la segunda en importancia. En las muestras de Sierra Nevada y sierra de los Filabres y sierra Cabrera prácticamente está todo el zinc en la fracción residual, no superando la suma de las tres fracciones extraídas el 10% del total, salvo en un caso.

El arsénico es el elemento que presenta un mayor grado de anomalía en toda la provincia; seleccionamos una serie de muestras con rango de concentración que abarca niveles inferiores y superiores, con distinta intensidad, respecto del Nivel Genérico de Referencia (NGR) que establecemos para dicho elemento, y que se aborda en el capítulo V.2.4. A estas muestras le aplicamos el método de extracción secuencial que propone Manful (1991) para el arsénico; obtenemos los resultados que se recogen en la tabla nº V.33, expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , y figura nº V.44, expresados en porcentaje, que corroboran los resultados obtenidos con el BCR siendo la fracción residual la mayoritaria seguida de la ligada a oxi-hidróxidos.

## As

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	10.05	10.31	3.66	364.99
2	1012-2b-1	0.80	1.98	0.24	35.09
3	1012-4b-1	0.81	3.45	0.50	71.54
4	1012-6b-1	0.81	0.95	0.38	54.91
5	1012-9b-1	1.59	2.56	0.44	20.11
6	1029-1b-1	4.54	3.10	1.08	53.77
7	1029-12b-1	7.38	4.24	1.60	77.08
8	1031-3b-1	1.53	2.87	0.23	1.76
9	1043-5b-1	1.87	3.15	0.38	175.60
10	1043-6b-1	13.78	247.31	30.32	358.60
11	1043-7b-1	4.55	53.29	4.89	175.28
12	1043-8b-1	1.33	6.79	4.09	123.78
13	1043-9b-1	3.30	32.17	1.28	295.25
14	1044-9b-1	2.27	3.93	1.13	188.94
15	1044-13b-1	0.98	2.29	0.38	95.75
16	1045-5b-1	0.79	2.35	0.28	87.47
17	1046-2b-1	0.76	2.11	0.32	91.51
18	1046-3b-1	0.91	2.42	0.38	63.21
19	1046-4b-1	1.29	3.29	0.30	63.32

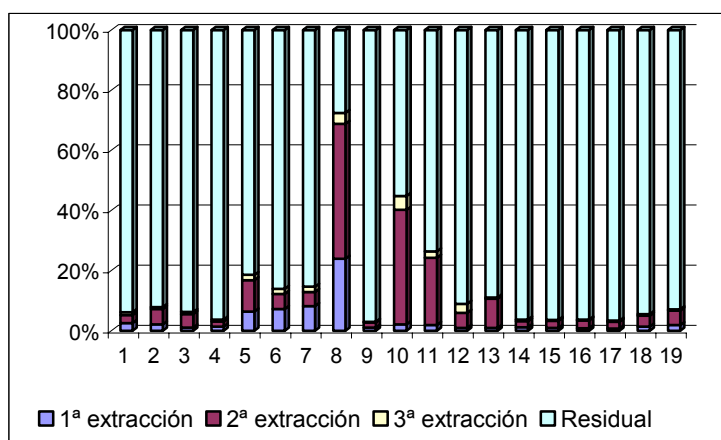
Tabla n° V.26.- Resultados del BCR para el arsénico expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 

Fig. n° V.37.- Fraccionamiento del As en muestras seleccionadas (%)

Co

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	2.57	0.56	0.75	11.68
2	1012-2b-1	4.22	1.29	0.44	9.04
3	1012-4b-1	3.66	7.81	0.44	14.09
4	1012-6b-1	0.55	4.42	0.44	18.14
5	1012-9b-1	0.75	0.23	0.18	6.02
6	1029-1b-1	1.93	0.53	0.16	5.38
7	1029-12b-1	0.68	0.29	0.25	9.78
8	1031-3b-1	0.67	0.40	0.13	4.80
9	1043-5b-1	3.44	1.72	0.61	24.23
10	1043-6b-1	3.87	0.96	0.20	11.97
11	1043-7b-1	1.28	0.56	0.08	5.07
12	1043-8b-1	0.96	1.56	0.08	5.40
13	1043-9b-1	0.85	0.42	0.18	2.55
14	1044-9b-1	4.66	0.60	0.38	17.35
15	1044-13b-1	6.01	2.33	0.63	16.02
16	1045-5b-1	1.14	2.05	0.33	16.48
17	1046-2b-1	0.81	0.37	0.29	3.52
18	1046-3b-1	2.62	5.09	0.25	8.04
19	1046-4b-1	2.31	1.68	0.12	8.19

Tabla n° V.27.- Resultados del BCR para el cobalto expresados en mg·kg<sup>-1</sup>

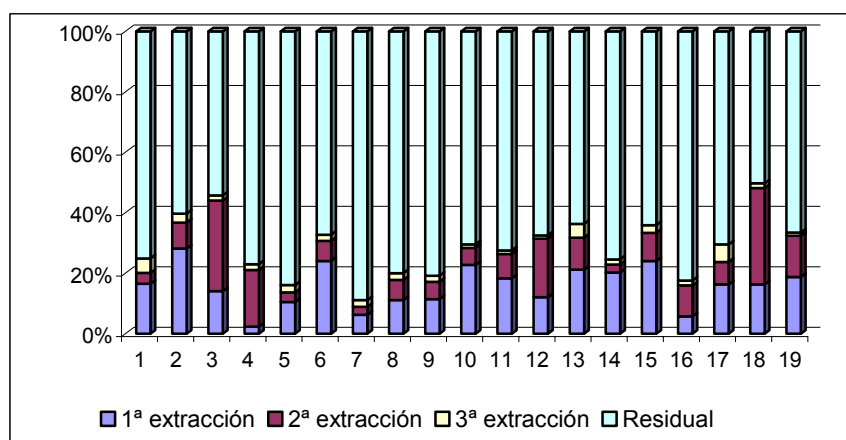


Fig. n° V.38.- Fraccionamiento del Co en muestras seleccionadas (%)



## Cr

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	4.06	9.46	2.64	66.84
2	1012-2b-1	4.56	8.69	2.69	72.06
3	1012-4b-1	4.35	8.52	3.88	89.26
4	1012-6b-1	4.20	8.45	3.26	81.08
5	1012-9b-1	4.82	8.72	3.16	35.30
6	1029-1b-1	4.72	12.88	2.55	37.85
7	1029-12b-1	5.40	9.94	2.07	50.60
8	1031-3b-1	4.47	16.38	3.16	40.98
9	1043-5b-1	4.67	10.99	3.10	72.23
10	1043-6b-1	4.86	16.05	2.75	54.34
11	1043-7b-1	3.43	8.72	1.49	32.37
12	1043-8b-1	4.49	11.09	1.97	44.45
13	1043-9b-1	3.18	7.49	2.60	20.73
14	1044-9b-1	4.57	12.25	5.53	104.65
15	1044-13b-1	4.08	12.25	4.78	111.88
16	1045-5b-1	4.61	14.01	3.14	64.24
17	1046-2b-1	4.53	14.33	3.00	31.14
18	1046-3b-1	5.61	13.80	3.57	28.01
19	1046-4b-1	5.11	18.11	5.92	59.86

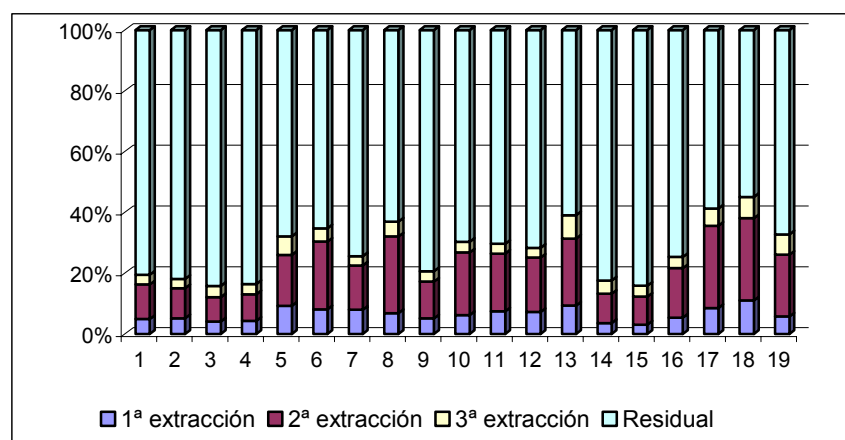
Tabla n° V.28.- Resultados del BCR para el cromo expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 

Fig. n° V.39.- Fraccionamiento del Cr en muestras seleccionadas (%)

## Cu

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	1.85	1.11	0.40	23.70
2	1012-2b-1	1.24	0.66	0.25	22.03
3	1012-4b-1	4.15	1.29	0.35	25.52
4	1012-6b-1	3.12	0.80	0.32	19.78
5	1012-9b-1	2.82	0.16	0.38	10.22
6	1029-1b-1	2.56	5.03	0.57	68.92
7	1029-12b-1	1.55	0.49	0.30	18.61
8	1031-3b-1	0.23	2.00	0.20	7.44
9	1043-5b-1	5.69	4.61	1.09	83.59
10	1043-6b-1	1.62	6.64	0.22	97.87
11	1043-7b-1	4.64	4.69	2.75	47.20
12	1043-8b-1	11.73	9.85	0.42	59.23
13	1043-9b-1	13.04	8.57	1.13	72.41
14	1044-9b-1	4.54	4.82	0.71	70.57
15	1044-13b-1	2.09	3.40	0.72	28.49
16	1045-5b-1	6.65	6.75	1.43	147.81
17	1046-2b-1	4.12	3.67	0.31	35.10
18	1046-3b-1	4.96	3.31	0.48	26.34
19	1046-4b-1	1.70	3.51	0.22	21.81

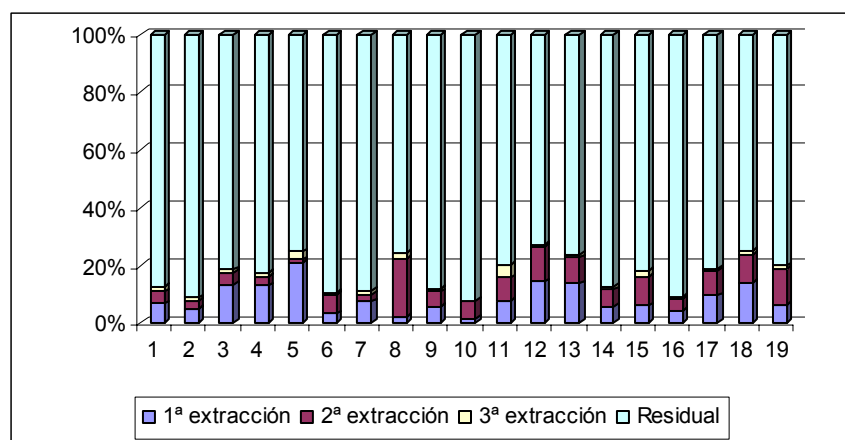
Tabla n° V.29.- Resultados del BCR para el cobre expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 

Fig. n° V.40.- Fraccionamiento del Cu en muestras seleccionadas (%)

## Ni

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	1.03	3.79	3.19	32.75
2	1012-2b-1	0.85	0.87	1.94	36.17
3	1012-4b-1	1.54	2.58	1.63	31.13
4	1012-6b-1	2.41	2.01	3.13	44.01
5	1012-9b-1	4.90	1.08	1.82	10.38
6	1029-1b-1	2.14	0.83	1.39	16.40
7	1029-12b-1	1.17	0.44	1.30	22.40
8	1031-3b-1	4.71	1.25	1.72	10.76
9	1043-5b-1	4.08	2.06	2.18	31.13
10	1043-6b-1	3.57	3.58	1.31	23.07
11	1043-7b-1	2.48	1.44	0.56	6.58
12	1043-8b-1	2.38	3.20	0.72	14.20
13	1043-9b-1	2.38	1.89	1.48	3.86
14	1044-9b-1	4.16	1.74	2.63	48.11
15	1044-13b-1	4.51	2.12	3.91	37.20
16	1045-5b-1	1.15	1.11	1.98	52.62
17	1046-2b-1	0.86	0.37	0.90	6.26
18	1046-3b-1	1.55	2.41	1.84	16.94
19	1046-4b-1	2.78	1.42	3.16	31.08

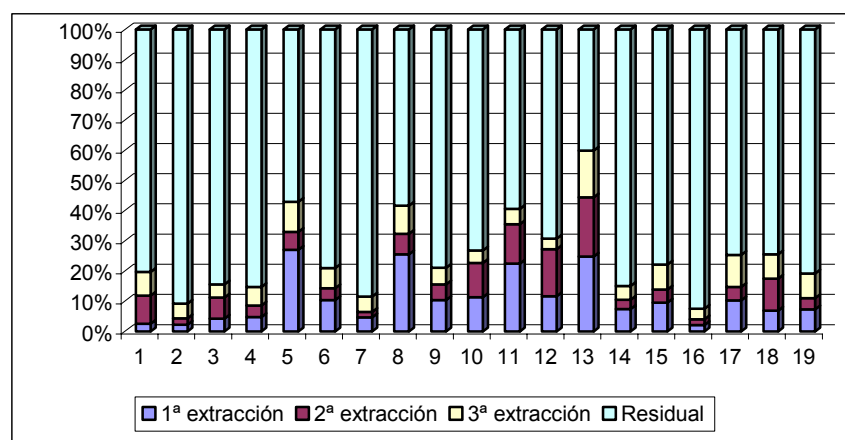
Tabla n° V.30.- Resultados del BCR para el níquel expresados en mg·kg<sup>-1</sup>

Fig. n° V.41.- Fraccionamiento del Ni en muestras seleccionadas (%)

**Pb**

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	6.33	4.23	0.82	18.31
2	1012-2b-1	6.39	2.57	1.03	15.69
3	1012-4b-1	6.50	9.40	6.62	24.39
4	1012-6b-1	7.54	3.23	4.62	15.69
5	1012-9b-1	0.71	4.00	2.10	8.49
6	1029-1b-1	7.48	3.02	1.12	18.84
7	1029-12b-1	4.26	2.19	0.58	6.05
8	1031-3b-1	3.87	7.52	1.37	26.13
9	1043-5b-1	181.45	49.97	29.49	290.83
10	1043-6b-1	1369.50	1820.00	1521.00	2665.51
11	1043-7b-1	2485.50	1636.50	2117.50	16456.89
12	1043-8b-1	505.00	53.00	351.50	1748.50
13	1043-9b-1	4017.47	349.64	445.43	18517.82
14	1044-9b-1	91.03	60.78	74.92	365.34
15	1044-13b-1	151.50	307.77	136.20	553.03
16	1045-5b-1	7.64	17.07	3.23	41.26
17	1046-2b-1	10.58	21.47	5.02	224.12
18	1046-3b-1	23.84	31.73	3.33	89.28
19	1046-4b-1	21.40	25.02	4.52	57.76

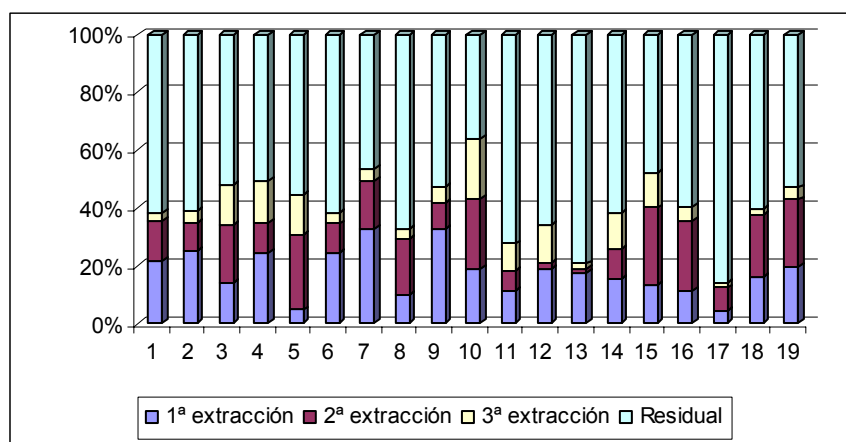
Tabla n° V.31.- Resultados del BCR para el plomo expresados en mg·kg<sup>-1</sup>

Fig. n° V.42.- Fraccionamiento del Pb en muestras seleccionadas (%)

**Zn**

Id	Muestra	1ª extracción	2ª extracción	3ª extracción	Residual
1	1012-1b-1	2.69	1.73	1.99	82.84
2	1012-2b-1	1.92	1.34	0.86	85.95
3	1012-4b-1	4.83	3.02	1.05	79.72
4	1012-6b-1	3.17	2.35	1.32	106.81
5	1012-9b-1	0.50	1.12	0.60	87.78
6	1029-1b-1	8.57	1.90	0.67	54.03
7	1029-12b-1	1.48	0.57	0.69	44.05
8	1031-3b-1	2.93	4.36	0.84	52.06
9	1043-5b-1	95.79	6.73	1.54	167.00
10	1043-6b-1	2226.00	59.06	7.69	2435.80
11	1043-7b-1	1457.50	98.44	0.86	2015.43
12	1043-8b-1	889.00	548.50	15.21	2809.83
13	1043-9b-1	3575.00	153.41	43.48	5965.46
14	1044-9b-1	122.01	10.35	2.39	201.40
15	1044-13b-1	34.32	16.70	2.53	69.69
16	1045-5b-1	2.66	16.08	0.41	122.11
17	1046-2b-1	2.82	14.90	0.39	67.30
18	1046-3b-1	11.79	25.97	3.12	140.72
19	1046-4b-1	2.42	19.01	1.31	115.29

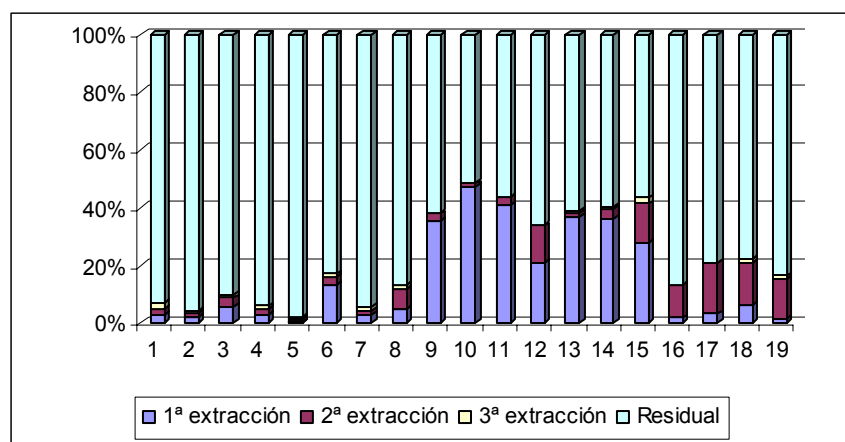
Tabla n° V.32.- Resultados del BCR para el zinc expresados en  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 

Fig. n° V.43.- Fraccionamiento del Zn en muestras seleccionadas (%)



### V.2.3.- FONDOS GEOQUÍMICOS

Desde mediados del siglo pasado se han llevado a cabo estudios para la determinación de elementos traza en rocas, suelos, sedimentos de ríos, aguas y plantas, con objeto de localizar áreas con elevadas concentraciones en ciertos elementos, interesantes para realizar prospecciones de yacimientos minerales. No obstante hay que tener en cuenta que niveles anormalmente elevados de dichos elementos pueden tener origen natural, debido a la naturaleza de la roca madre, y/u origen antropógeno, en este caso hablaríamos de contaminación.

La geoquímica puede identificar no sólo la cantidad total de elemento en el suelo sino también la biodisponible, lo que es más importante que la cantidad total pero más difícil de establecer. En general la biodisponibilidad de un elemento depende de su forma química y su fraccionamiento en el suelo (Galán, 2003).

Un muestreo sistemático nos permite localizar estas áreas de interés, pero no permite discriminar el origen de esos elementos traza. Por ello, conviene determinar el *fondo geoquímico natural* (geochemical background), es decir el contenido en elementos traza que presenta un suelo sin influencia de la actividad humana. Como la existencia de ecosistemas vírgenes en Europa es prácticamente nula (Salminen et al., 2000), es imposible la determinación del fondo geoquímico natural, y de ahí que surja el concepto de *fondo geoquímico* (geochemical baseline), que se define como el nivel de elementos traza en suelos que no están bajo la influencia directa del hombre, por tanto será la suma del fondo geoquímico natural más una pequeña cantidad fruto de una contaminación difusa (Darnley, 1997; Salminen et al., 2000).

El establecimiento de niveles de fondo para un territorio representa una medida de las variaciones geoquímicas de sus formaciones superficiales y es de gran interés, no sólo desde el punto de vista científico y de prospección minera, sino que constituye una poderosa arma para la planificación ambiental y para las políticas de salud ambiental y de desarrollo sostenible. Además, la definición de fondos geoquímicos regionales sirve

de base para documentar cualquier cambio, actual o futuro, que conduzca a considerar un suelo como contaminado.

En esencia, a través del concepto de fondo geoquímico, se trata de extender una serie de valores puntuales, correspondientes a los puntos muestrales, a una superficie acotada, de forma que el valor obtenido sea representativo de la misma, lo cual, desde un punto de vista práctico, lo convierte en un proceso de integración areal de datos puntuales (Bellver, 2004).

Se puede establecer asignando un valor a partir de un valor estadístico, Rock (1988) aconseja el uso sistemático de la mediana como representativo de una población de datos geoquímicos de sistemas naturales, porque es un parámetro que no está influenciado por los valores extremos. No obstante, medias y medianas han sido usadas por distintos autores para establecer los fondos en las áreas estudiadas (tabla nº V.35).

El Canadian Soil Survey propone el rango intercuartílico como método para el cálculo del nivel de fondo, introduciendo así una metodología de carácter probabilística. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en “Estudio de elementos traza en suelos de Andalucía” publicado en 2004 calculan el valor de fondo siguiendo en método de Rousseew et al. (1988 y 1993) que proponen lo que denominan shortest half, que es el intervalo de menor rango que contiene al 50% de las muestras. El shortest half mantiene la robustez estadística del rango intercuartílico pero aumenta, respecto a éste, la precisión ya que el rango es menor.

Otros métodos propuestos están basados en las relaciones entre las concentraciones elementales obtenidas a distintas profundidades en suelos y en el material original (Cobelo-García et al., 2003; Pereda et al., 2002; Reiman et al., 2001; Yohn et al., 2002). Estos datos sólo son útiles para estudiar la evolución de los elementos en el suelo, ya que para establecer el fondo geoquímico no contempla los fenómenos de acumulación natural: arrastres por escorrentía, transporte eólico, etc.

Gregorauskiene et al. (1997), Salminen et al. (1997 y 2000) destacan la incoherencia de asignar un valor de fondo a nivel nacional, por lo que de forma general



se acepta la conveniencia de establecer valores de fondo geoquímico locales para cada una de las áreas geológicas de la región (tabla nº V.36). Con anterioridad, Tidball et al. (1976) evitan la variabilidad geológica y litológica estudiando una zona más homogénea donde establecen las concentraciones naturales (fondos regionales) de distintos elementos mediante un intervalo que comprende la media geométrica  $\pm$  una desviación respecto a la media geométrica del 95% central de la distribución. La determinación de fondos regionales pueden estar referidos a distintas formaciones geológicas (Miguel et al., 2002; Salminen et al., 2000), a la litología (Alloway, 1995; Reiman, 1998; Kabata Pendias, 2001; Adriano, 2001; Bohn, 2001), o a cualquier otro factor que se considere.

Bellver (2004), propone una metodología basada en tres parámetros explicativos: geología, litología e índice de pendiente-torrencialidad. Estos parámetros explicativos justifican, por un lado el origen natural de elementos traza, heredados del material original (geología y litología), y por otro un mecanismo de acumulación natural como es la erosión, de manera que cabe esperar mayores concentraciones en vaguadas que en zonas con pendientes acusadas.

Con los datos de concentración obtenidos para los elementos: As, Co, Cd, Hg, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, en los 106 puntos muestrales tomados en la primera fase de muestreo, descrita en el capítulo de material y métodos, vamos a calcular el fondo geoquímico de la provincia de Almería, en función de los siguientes métodos: media, mediana, rango intercuartílico, shortest half, media geométrica  $\pm$  una desviación respecto a la media geométrica del 95% central de la distribución (Tidball et al., 1976), y por el método propuesto por Bellver (2004).

Los valores obtenidos para las distribuciones de los elementos estudiados se muestran en la tabla nº V.37. El cálculo del valor de fondo a partir de parámetros estadísticos implica el ajuste de la distribución de datos a un modelo conocido, generalmente a la función normal o la lognormal, de manera que media y mediana sean representativas de la distribución.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Autor/es	Miguel et al. (2002)								
Localización	C. A. Madrid								
muestras	349								
malla	9Km <sup>2</sup>								
Profundidad	0-20cm								
Media	9.9	0.1	5.6	14.9	9.5	0.03	9	15.6	15.6
Mínimo	0.4	0	0.3	1	1	0.005	0.1	3.1	3.1
Máximo	86.2	1.1	28.3	88.4	89.6	0.355	41.3	290.6	290.6
Autor/es	Navas et al. (2002)								
Localización	C. A. Aragón								
muestras	133								
malla	338Km <sup>2</sup>								
Profundidad	40-50cm								
Media	11.8	0.8	7	21	10.3		19.3	8.3	55.6
Mínimo	n.d.	n.d.	n.d	2.3	0.7		2.3	n.d.	6.5
Máximo	58.9	4.6	45	95.3	58.2		210	146	619.5
Autor/es	INHOBÉ (1993)								
Localización	C. A. País Vasco								
muestras	58								
Media		0.35	9.6	28.5	13.3	0.23	17	25.4	64
Mínimo		0.12	0.27	6.1	2.8	0.1	2	2.2	3.6
Máximo		0.91	57.7	157	38.9	0.32	101.5	159.2	218
Autor/es	Menjivar (2001)								
Localización	Torres-948 (Jaén)								
muestras	50								
malla	10Km <sup>2</sup>								
Profundidad	0-20/20-50cm								
Media	5.4			44.2	19.5		20	22.6	35.1
Mínimo	1			9	2		4	7	2
Máximo	12			99	53		46	73	65





	As (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	Co (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	Hg (mg.kg <sup>-1</sup> )	Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )
Litosfera	Reimann et al (1998) Alloway (1995) Bohn et al. (2001)	1.0/1.8 1.5 --	11/12 20 40	35 100 --	14/25 50 70	0.056/0.02 0.05 --	19/20 80 100	10 14 17/20	52/71 75 80
Ígneas ultramáficas	Kabata Pendias (2001) Reimann et al (1998) Alloway (1995)	0.5/1.0 0.7 1.0	(100-200) 110 110	-- 2300 2980 1800 (1000-3400)	(10-40) 40 42	-- 0.004 --	(1400-2000) 2000 2000 (270-3600)	(0.1-10) 0.05 14	(40-60) 60 58
Basaltos	Adriano (2001)	3 (0.3-16)	--	--	15 (2-1000)	(0.004-0.5)	--	1	40
	Kabata Pendias (2001) Reimann et al (1998) Alloway (1995)	(0.6-2.0) 0.7 1.5	-- 45 35	-- 250 200	(60-120) 90 90	-- -- 0.01	(130-160) 130 150	(3-8) 4 3	(80-120) 100 100
Granitos	Adriano (2001)	2.0 (0.2-10)	--	220 (40-600)	90 (30-160)	0.05 (0.002-0.5)	140 (45-410)	6 (2-18)	110 (48-240)
	Kabata Pendias (2001) Alloway (1995)	1.0/2.6 1.5	(1-7) 1	-- 4	(10-30) 13	-- 0.08	(5-15) 0.5	(15-24) 24	(40-60) 52
	Adriano (2001) Reimann et al (1998)	1.5/3.0 (0.06-113) 3.0	-- 4	20 (2-90) --	15 (4-30) 12	0.06 (0.005-0.4) 0.03	8 (2-20) 5	18 (6-30) 20	40 (5-140) 50
Calizas	Alloway (1995) Kabata Pendias (2001) Reimann et al (1998) Adriano (2001)	1.0 1.0/2.4 1.5 1.7 (0.1-20)	0.1 (0.1-3) -- --	11 -- 10 --	5 (2-19) 6 4	0.16 -- -- 0.04 (0.01-0.22)	7 (7-20) 5 20	5.7 (3-10) 5 9	20 (10-25) 40 20
Areniscas	Reimann et al (1998) Alloway (1995) Kabata Pendias (2001) Adriano (2001)	0.5 1.0 1.0/1.2 2.0 (0.6-9.7)	0.3 0.3 (0.3-10) --	-- 35 -- 35	2 30 (5-30) 2	0.01 0.29 -- --	2 9 (5-20)	10 10 (5-10) 12 (<1-31)	20 30 (15-30) 16 (2-41)
Arcillas, pizarras y esquistos	Kabata Pendias (2001) Reimann et al (1998) Alloway (1995)	5 /13 13	-- 20	-- 100	(40-60) 45	(0.22-0.30) 0.25	(40-90) 70	(18-40) 22	(80-120) 100 120 (<120-1000)
	Alloway (1995)	13 (1-900)	19	90 (<500)	39 (<300)	0.18 0.09 (0.005-0.51)	68 (<300)	23 (<400)	90 (80-180)
	Adriano (2001)	14 (0.3-500)	--	120 (30-590)	50 (18-120)	--	68 (20-250)	--	90 (80-180)

Tabla n° V.36.- Fondos establecidos por litologías

	As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Media	27.6	13.7	66.0	23.5	32.6	320.0	135.7
Mediana	19.7	13.0	61.5	21.2	28.8	31.6	69.6

**Tabla n° V.37.- Medias y medianas de las distribuciones de concentración (mg·kg<sup>-1</sup>)**

Aplicamos test de normalidad y lognormalidad a las distintas distribuciones y calculamos la bondad de los ajustes obteniendo los resultados incluidos en las figuras n° V.45 a V.51. Podemos concluir que no podemos utilizar ninguna de las dos ya que cualquier inferencia que se realice a través de los parámetros de las mismas se verá afectado por un alto grado de incertidumbre, hecho que está de acuerdo con Bellver et al. (2005). Además, los valores superiores de las medias frente a las medianas ponen de manifiesto la influencia de los casos extremos.

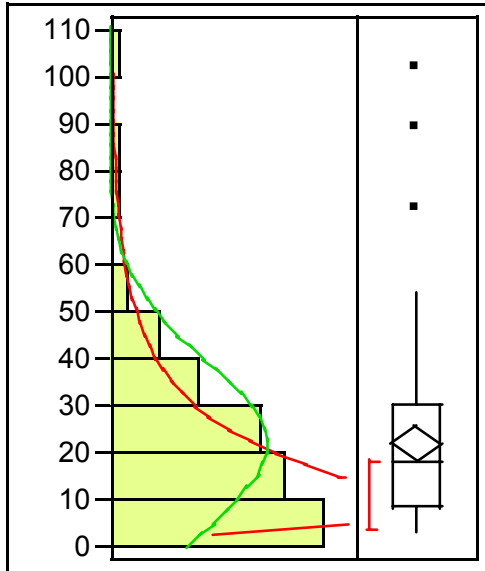
En la tabla n° V.38 se han calculado los valores de fondo según la metodología que proponen Tidball, et al. (1976), sumando a la media geométrica una desviación del 95% respecto a dicha media. Los resultados obtenidos son muy elevados ya que los datos de concentración de elementos pertenecen a una zona de muestreo amplia y con una notable variabilidad geológica y litológica, lo que da lugar a un amplio rango de valores y por tanto a desviaciones elevadas.

	As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Media geométrica	18.4	12.4	59.9	19.4	28.9	34.9	65.3
Desv. 95%	183.2	26.9	646.1	80.2	188.1	712.0	1035.9
Valor de fondo	201.6	39.3	706.0	99.6	216.9	746.9	1101.2

**Tabla n° V.38.- Niveles de fondo calculados según el método de Tidball et al. (1976) (mg·kg<sup>-1</sup>)**

Métodos probabilísticos, como son el rango intercuartílico y el shortest half, han sido aplicados para calcular los rangos que incluyen al 50% de los datos. Se establece que los valores comprendidos dentro de dicho rango son los más probables dentro de la zona de estudio. Como valor representativo de dicho intervalos podemos tomar la media o la mediana, siendo más aconsejable la primera ya que es sensible a los datos extremos, que también cuentan, y deja una puerta abierta a lagunas de muestreo (Bellver, 2004). Los resultados obtenidos se recogen en la tabla n° V.39.

**Distribution As**



— LogNormal(2,77367,0,8138)  
 — Normal(21,7987,18,0009)

**Moments**

Mean	21,798737
Std Dev	18,000876
Std Err Mean	1,8974589
upper 95% Mean	25,568947
lower 95% Mean	18,028526
N	106

**Fitted LogNormal  
Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	2,773674	2,603226	2,944122
Shape	Sigma	0,813805	0,725377	0,929322

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test

D	Prob>D
0,074980 >	0,1500

**Fitted Normal  
Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	21,79874	18,02853	25,56895
Dispersion	Sigma	18,00088	15,70059	21,09713

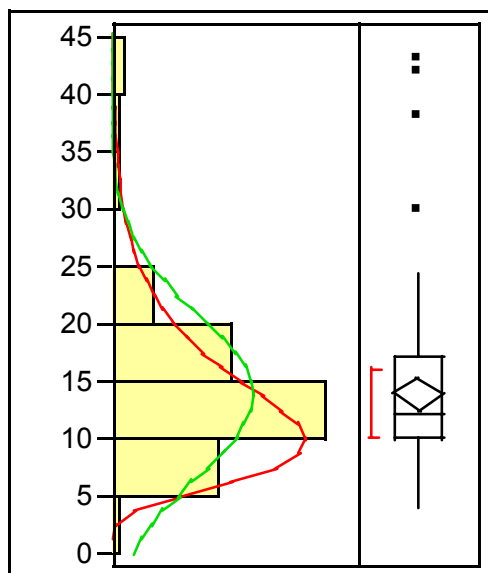
**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0,824472	<,0001

**Fig. nº V.45.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el As**

### Distribution Co



— LogNormal(2,51533,0,47144)

— Normal(13,8222,7,11317)

#### Moments

Mean	13,822222
Std Dev	7,1131746
Std Err Mean	0,7497944
upper 95% Mean	15,312048
lower 95% Mean	12,332397
N	106

#### Fitted LogNormal

##### Parameter Estimates

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	2,515332	2,416590	2,614073
Shape	Sigma	0,471442	0,420215	0,538362

#### Goodness-of-Fit Test

KSL Test		
D		Prob>D
0,123864	<	0,0100

#### Fitted Normal

##### Parameter Estimates

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	13,82222	12,33240	15,31205
Dispersion	Sigma	7,11317	6,20420	8,33668

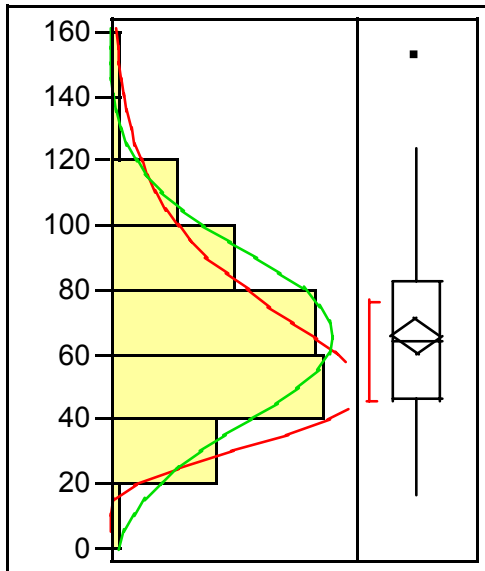
#### Goodness-of-Fit Test

Shapiro-Wilk W Test		
W		Prob<W
0,834993		<,0001

Fig. nº V.46.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Co



**Distribution Cr**



— LogNormal(4,09988,0,42933)  
 — Normal(65,6667,26,2832)

**Moments**

Mean	65,666667
Std Dev	26,283245
Std Err Mean	2,7704973
upper 95% Mean	71,171586
lower 95% Mean	60,161747
N	106

**Fitted LogNormal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	4,099878	4,009958	4,189799
Shape	Sigma	0,429326	0,382676	0,490268

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test

D	Prob>D
0,084572	0,1113

**Fitted Normal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	65,66667	60,16175	71,17159
Dispersion	Sigma	26,28325	22,92458	30,80412

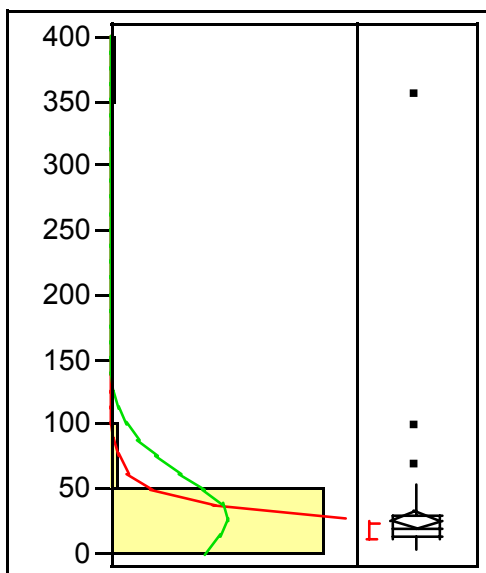
**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0,973756	0,0652

**Fig. nº V.47.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Cr**

**Distribution Cu**



— LogNormal(2,93648,0,64869)  
 — Normal(25,1376,37,6219)

**Moments**

Mean	25,137631
Std Dev	37,621913
Std Err Mean	3,9656978
upper 95% Mean	33,017388
lower 95% Mean	17,257874
N	106

**Fitted LogNormal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	2,936484	2,800619	3,072349
Shape	Sigma	0,648688	0,578201	0,740767

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test

D	Prob>D
0,084630	0,1107

**Fitted Normal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	25,13763	17,25787	33,01739
Dispersion	Sigma	37,62191	32,81431	44,09310

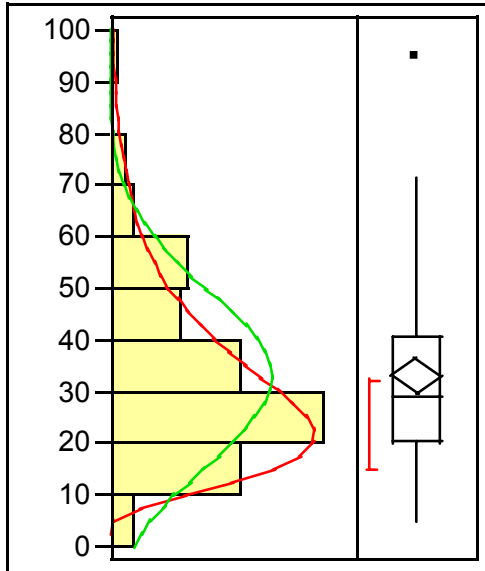
**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0,323030	0,0000

**Fig. nº V.48.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Cu**

**Distribution Ni**



— LogNormal(3,3587,0,53584)  
 — Normal(32,8274,16,888)

**Moments**

Mean	32,827377
Std Dev	16,888015
Std Err Mean	1,780153
upper 95% Mean	36,364503
lower 95% Mean	29,29025
N	106

**Fitted LogNormal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	3,358699	3,246469	3,470929
Shape	Sigma	0,535844	0,477619	0,611906

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test

D	Prob>D
0,055133	> 0,1500

**Fitted Normal  
 Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	32,82738	29,29025	36,36450
Dispersion	Sigma	16,88801	14,72994	19,79285

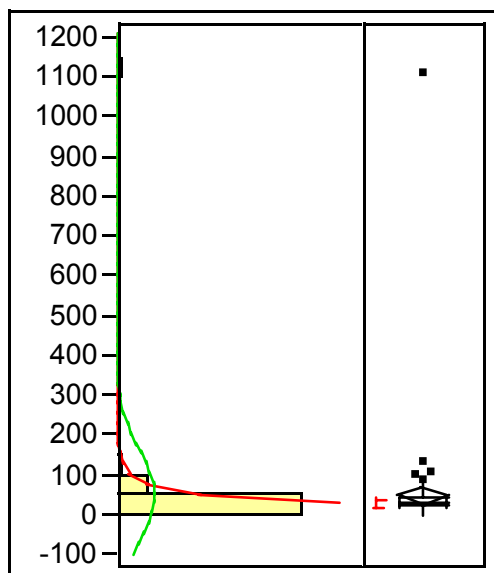
**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test

W	Prob<W
0,930555	0,0001

**Fig. nº V.49.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Ni**

**Distribution Pb**



— LogNormal(3,31167,0,78901)  
 — Normal(42,8928,115,515)

**Moments**

Mean	42,892835
Std Dev	115,51466
Std Err Mean	12,176314
upper 95% Mean	67,086912
lower 95% Mean	18,698758
N	106

**Fitted LogNormal**

**Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	3,311672	3,142508	3,480835
Shape	Sigma	0,789008	0,701524	0,904009

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test		
	D	Prob>D
	0,083947	0,1181

**Fitted Normal**

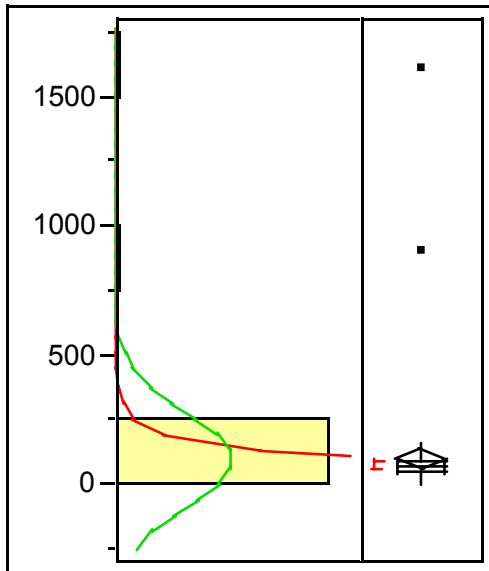
**Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	42,8928	18,6988	67,0869
Dispersion	Sigma	115,5147	100,7533	135,3838

**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test		
	W	Prob<W
	0,202216	0,0000

**Fig. nº V.50.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Pb**

**Distribution Zn**

— LogNormal(4,10755,0,75001)

— Normal(91,1237,186,291)

**Moments**

Mean	91,123662
Std Dev	186,29131
Std Err Mean	19,636829
upper 95% Mean	130,14162
lower 95% Mean	52,105702
N	106

**Fitted LogNormal****Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Scale	Mu	4,107547	3,949556	4,265538
Shape	Sigma	0,750008	0,668106	0,857164

**Goodness-of-Fit Test**

KSL Test		
D		Prob>D
0,157947	<	0,0100

**Fitted Normal****Parameter Estimates**

Type	Parameter	Estimate	Lower 95%	Upper 95%
Location	Mu	91,1237	52,1057	130,1416
Dispersion	Sigma	186,2913	162,4856	218,3345

**Goodness-of-Fit Test**

Shapiro-Wilk W Test		
W		Prob<W
0,254629		0,0000

**Fig. nº V.51.- Estadística descriptiva y bondad de ajustes para el Zn**

	As (mg·kg <sup>-1</sup> )	Co (mg·kg <sup>-1</sup> )	Cr (mg·kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg·kg <sup>-1</sup> )	Ni (mg·kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
Intercuartil	9.6-31.9	10.0-18.0	46.0-86.0	12.1-29.5	21.6-40.6	22.6-51.4	50.6-99.3
Media	19.8	13.1	62.9	20.4	30.0	32.8	71.1
Shortest half	4.7-20.6	7.0-14.0	42.0-76.0	9.0-22.0	16.5-34.7	14.8-35.0	45.5-85.8
Media	11.4	10.8	57.9	17.2	25.9	25.9	63.9

**Tabla n° V.39.- Rango intercuartilico y shortest half de las distribuciones de concentración**

Los métodos probabilísticos serán aplicables en zonas que presenten una cierta homogeneidad, que no es nuestro caso, ya que dada la extensión del área de estudio la distribución de las muestras incluye varias familias de datos, hecho que justifica además que dicha distribución no se ajuste a la normal, como se ha mostrado anteriormente (Fig. n° V.45 a V.51).

El método propuesto por Bellver (2004) establece niveles característicos en función de parámetros explicativos naturales como son la naturaleza geológica y litológica del material original del suelo, y factores de redistribución naturales como la pendiente y la torrencialidad, que van a condicionar fenómenos de erosión con el consiguiente arrastre de material desde zonas inclinadas hasta puntos más llanos.

En primer lugar se ordenan los valores y se agrupan siguiendo el método de máximos relativos, de manera que cada dato se parezca más a los de su grupo que a cualquier otro de un grupo diferente. Volvemos a ordenar los datos en función de las estructuras geológicas, litologías e índice combinado pendiente-torrencialidad, tomando como nivel característico de cada grupo la media de los valores que engloba (NC1). En el caso de existir varios grupos dentro de una misma estructura geológica, grupo litológico e índice combinado, se establece como nivel característico el menor de ellos (NC2), ya que sólo podemos justificar esa cantidad con los parámetros explicativos empleados. Restando a los demás valores de concentración el nivel característico se calcula la anomalía o cantidad de elemento no explicada para ese punto.

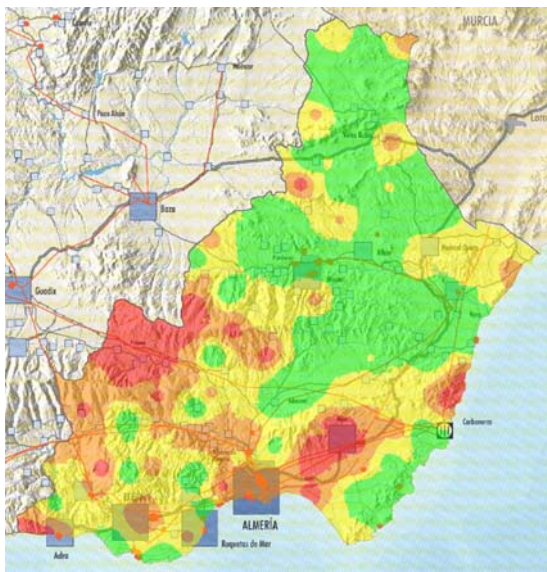
Si calculamos el porcentaje de la anomalía y la representamos espacialmente obtendremos las zonas donde el nivel de elemento está por encima del nivel

característico. La anomalía expresada en tanto por ciento nos indica la proporción de la concentración en punto que no se explica en función de los parámetros utilizados, esto es lo que Bellver (2004) denomina “potenciadores de escala”, que maximizan los valores anómalos frente a los de fondo.

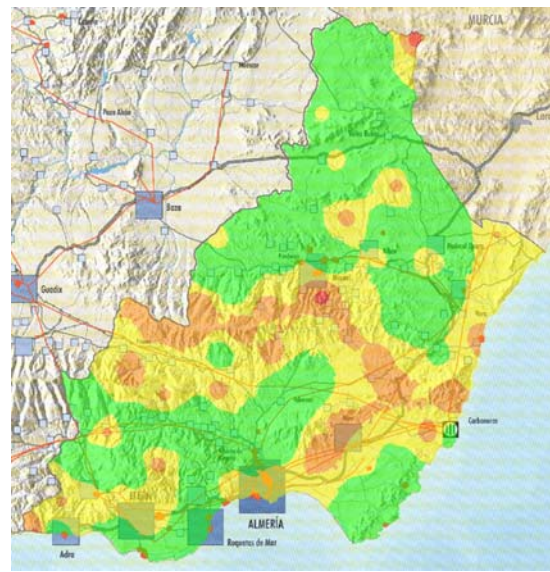
La agrupación de los datos, ordenados según los criterios geológicos y litológicos y según el índice combinado, así como los niveles característicos y el cálculo de la anomalía y potenciadores de escala, se recogen en el anexo III. La representación espacial de la anomalías, expresadas en tanto por ciento, se muestran en la figura nº V.52, donde se establecen cuatro clases: 0%-25%, 25%-50%, 50%-75% y 75%-100%.

Los mapas de anomalías construidos según este método muestran numerosas zonas anómalas, que pueden estar, o no, sobre áreas donde los niveles de metales son elevados. Hay que tener en cuenta que a la hora de establecer los niveles característicos, dada la variabilidad de geológica y litológica, así como los grandes cambios de pendientes, debidos a la abundancia de sistemas montañosos en la provincia de Almería, puede existir un único punto muestreado, lo que conlleva un grado de incertidumbre considerable. Por tanto, la principal limitación de este método es la necesidad de un muestreo amplio, que aporte datos suficientes para establece los niveles característicos con margen de confianza suficiente.

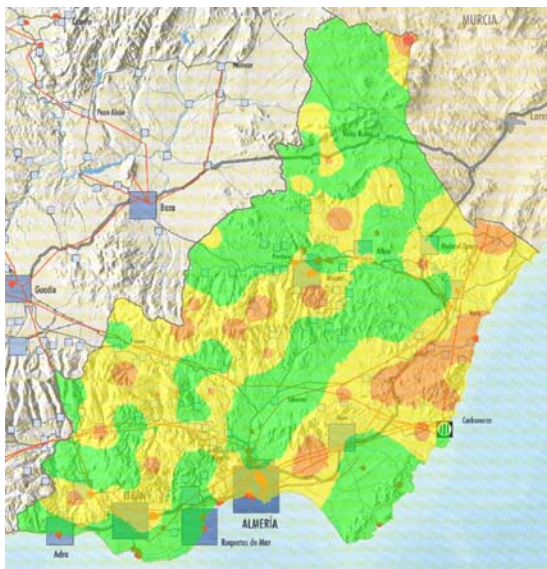
No obstante, a diferencia del resto de métodos para calcular el fondo geoquímico estudiados, este último es el único que de manera objetiva delimita zonas de acumulación, ya que compara concentraciones bajo las mismas condiciones y determina, por combinación de factores naturales, cuales son las anomalías. La subjetividad del resto de métodos radica en que asumen comportamientos apriorísticos que generalmente sobreestiman el valor de fondo, ya que usan medidas de tendencia central (media, mediana, desviaciones, etc.) y además establecen un umbral natural de manera arbitraria. Por tanto los métodos convencionales sólo reflejan los valores máximos y sin justificar las causas.



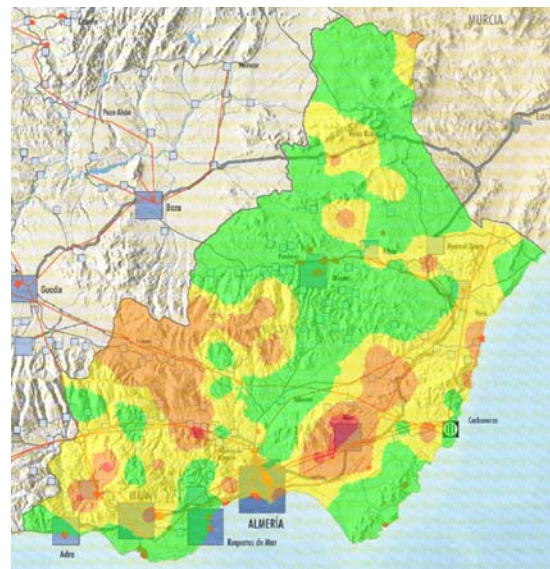
Anomalías (%) para el As



Anomalías (%) para el Co

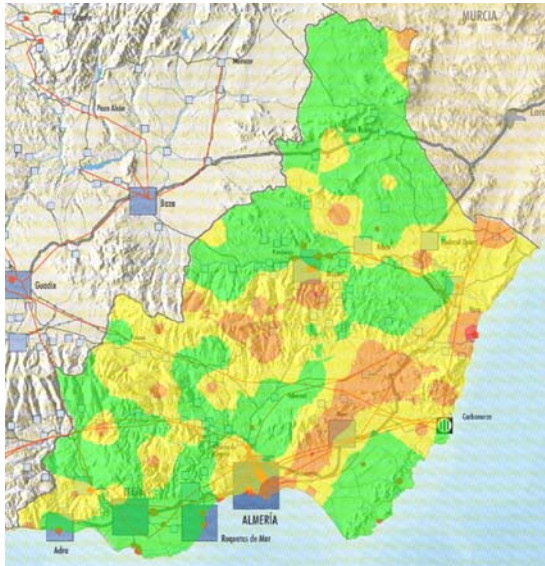


Anomalías (%) para el Cr

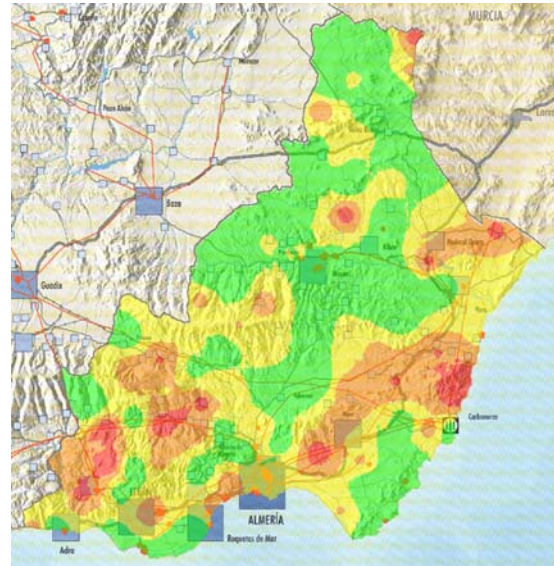


Anomalías (%) para el Cu

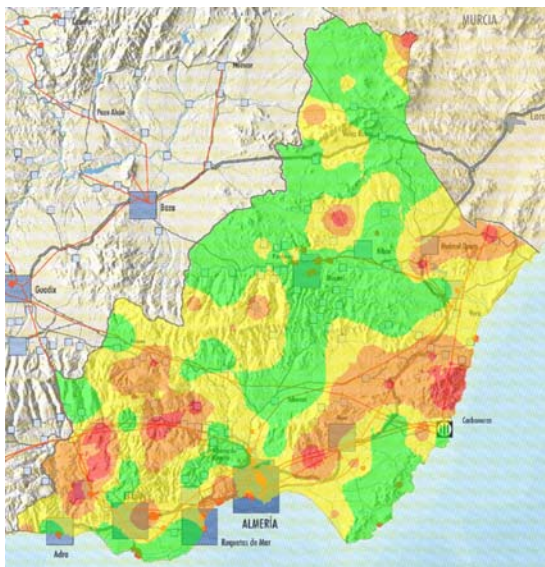




Anomalías (%) para el Ni



Anomalías (%) para el Pb



Anomalías (%) para el Zn

**Fig. nº V.52.- Representación espacial de las anomalías expresadas en tanto por ciento**

#### V.2.4.- NIVELES GENÉRICOS DE REFERENCIA (NGR)

Los niveles genéricos de referencia constituyen parámetros fundamentales para la investigación y gestión de suelos potencialmente contaminados. A este respecto, conviene considerar que los NGR se establecen atendiendo a los dos principios rectores de la valoración y gestión de suelos contaminados: usos del terreno y riesgos para la salud de las personas.

El Ministerio de la Presidencia publica en el BOE de 18 de Enero de 2005 el Real Decreto a/2005 de 14 de enero de 2005 por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. En él establece los NGR para sustancias orgánicas, mientras que para metales indica que “será responsabilidad de las Comunidades Autónomas y que mientras no dispongan de tales NGR para metales, podrán adoptar los resultantes de sumar a la concentración media el doble de la desviación típica de las concentraciones existentes en suelos de zonas próximas no contaminadas y con sustratos geológicos de similares características”. A efectos de evaluación de la contaminación del suelo, los valores así calculados para metales serán únicos y, por tanto, aplicables a cualquier uso de suelo atendiendo tanto a la protección de la salud humana como a la de los diferentes ecosistemas.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha suscrito un convenio con el Dpto. de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada, el Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Edafología de la Universidad de Sevilla y el Dpto. de Química Analítica de la Universidad de Huelva para el establecimiento de los NGR para metales, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como el procedimiento a seguir para declarar un suelo contaminado.

Los NGR han sido calculados para un conjunto de elementos químicos generalmente presentes en los suelos de Andalucía, como consecuencia del fondo geoquímico de las diversas zonas y dominios geológicos, aunque a veces pueden presentarse valores anómalos que denotan una intervención antropogénica.

Para cada uno de estos elementos se han establecido valores correspondientes a los tres escenarios de uso del suelo considerados: industrial, residencial y sin restricción de uso. Para la obtención de los NGR se han utilizado los datos y modelos propuestos por la *Environmental Protection Agency*, (EPA).

Los valores que se generan tienen un carácter conservador, considerándose siempre niveles de elementos que no suponen un riesgo inaceptable para la población humana expuesta al escenario de uso considerado, permitiendo diferenciar zonas o emplazamientos críticos de otras que no lo son. Constituyen un buen instrumento para la evaluación de los procesos de contaminación a nivel de fase exploratoria, en el estudio de un emplazamiento potencialmente contaminado.

Para cada uno de los elementos objeto de estudio, en los tres escenarios considerados, se han establecido las siguientes rutas de exposición: ingestión de suelo, contacto dérmico, ingestión de suelo+contacto dérmico e inhalación de partículas. Estos criterios han sido fijados por la EPA en el documento *Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites* (2001).

En función de la profundidad la EPA considera dos niveles: superficial, los dos primeros centímetros, y subsuperficial, los dos centímetros siguientes. En cuanto a la utilización del suelo, se considera que el uso industrial sólo experimenta contaminación en el nivel superficial, teniendo en cuenta la casuística de este sector así como la ubicación de los trabajadores. Esta misma circunstancia se presenta y se aplica en el uso residencial, para las rutas de exposición consideradas. En el caso de compuestos orgánicos podría existir contaminación a nivel subsuperficial para la ruta de exposición de inhalación de compuestos volátiles.

La inhalación de partículas sólo tiene lugar en ambientes exteriores. Aunque parte de la exposición a las partículas en suspensión existentes en el aire se producen en ambientes interiores, este hecho no se tiene en cuenta a efectos de cálculo, ya que no se disponen de datos suficientes para estimar la concentración en los ambientes interiores de partículas en suspensión procedentes del suelo.

No obstante, para contaminantes inorgánicos, se considera únicamente la ingestión de suelo, la inhalación de partículas, el contacto dérmico y la combinación de éste último con el primero, tal y como establece la EPA.

Los criterios seguidos para el cálculo de los NGR por la EPA son los siguientes:

- Serán consideradas como sustancias carcinogénicas (genotóxicas) aquellas que produzcan un incremento en la aparición de cáncer superior a  $10^{-6}$  para cada una de las vías de exposición individuales. De tal modo se asume que el riesgo total por la suma de las dosis recibidas, por distintas vías, se sitúa en el rango de  $10^{-5}$ .
- Las sustancias no carcinogénicas (sistémicas) serán aquellas que presenten un cociente de exposición a largo plazo / dosis máxima aceptable (derivada a partir de ensayos de toxicidad crónica) igual o superior a la unidad. Todas las sustancias inorgánicas se incluyen en este apartado, a excepción de determinadas especies químicas de elementos como cadmio y arsénico.
- Como norma general se elige la concentración más baja por la ruta, o combinación de rutas, más sensible.
- En las sustancias que tengan doble adscripción de categoría, carcinogénica y sistémica, se tomará la concentración más baja para la ruta más sensible.
- En función de los usos del terreno se asumen las siguientes condiciones: para el uso industrial se considera un hombre adulto, de 70kg de peso, expuesto a un suelo contaminado durante 25 años y con una frecuencia de exposición de 250días/año para ambientes interiores y de 225días/año para exteriores; para el uso residencial se calculan los NGR para un niño de 15kg de peso, sometido a una exposición de 6 años y con una frecuencia de exposición de 350días/año; y para las condiciones sin restricciones de uso partimos de las mismas consideraciones que en el caso anterior.

En general, en cada uno de los escenarios tenidos en cuenta, la tasa de inhalación de aire es de  $20\text{m}^3/\text{día}$ , para los escenarios industrial y sin restricción de uso, y de  $5\text{m}^3/\text{día}$  para el uso residencial. Asimismo, se admite la ingestión de cierta cantidad

de suelo contaminado por vía oral, de modo accidental, de 20mg·año/kg·día para el uso industrial, de 114mg·año/kg·día para el uso residencial y de 250mg·año/kg·día para el escenario sin restricciones de uso.

Las ecuaciones para el cálculo de los NGR propuestas por la EPA (2001) en función de los escenarios considerados, las vías de exposición y el tipo de contaminante se recogen a continuación:

<b>Ecuación 1</b> Escenario: INDUSTRIAL Vía de exposición: INHALACIÓN DE PARTÍCULAS Tipo de contaminante: SISTÉMICO	
$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times \frac{1}{RfC} \times \frac{1}{PEF}}$	
Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
AT: tiempo medio (años)	25
EF: frecuencia de exposición (días/año)	250
ED: duración de la exposición (años)	25
RfC: Inhalación concentración de referencia (mg·m <sup>3</sup> )	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
PEF: factor de emisión de partículas (mg <sup>3</sup> ·kg)	1.36×10 <sup>9</sup>

**Ecuación 2**

Escenario: INDUSTRIAL

Vía de exposición: INGESTIÓN + CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \left[ \left( \frac{1}{RfD_0} \times IR \right) + \left( \frac{1}{RfD_{ABS}} \times AF \times ABS_d \times SA \times EV \right) \right]}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	70
AT: tiempo medio (años)	25
EF: frecuencia de exposición (días/año)	
-trabajador en exterior	225
-trabajador en interior	250
ED: duración de la exposición (años)	
-trabajador en exterior	25
-trabajador en interior	25
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	
-trabajador en exterior	100
-trabajador en interior	50
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	3300
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	
-trabajador en exterior	0
-trabajador en interior	1

**Ecuación 3**

Escenario: INDUSTRIAL

Calculo de los valores de toxicidad sistémica dérmica.

$$RfD_{ABS} = RfD_0 \times ABS_{GI}$$

Parámetros	Valores por defecto
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
ABS <sub>GI</sub> : factor de absorción gastrointestinal (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)

**Ecuación 4**

Escenario: INDUSTRIAL

Vía de exposición: INGESTIÓN DE SUELO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \frac{IR}{RfD_0}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	70
AT: tiempo medio (años)	25
EF: frecuencia de exposición (días/año)	
-trabajador en exterior	225
-trabajador en interior	250
ED: duración de la exposición (años)	
-trabajador en exterior	25
-trabajador en interior	25
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	
-trabajador en exterior	100
-trabajador en interior	50

**Ecuación 5**

Escenario: INDUSTRIAL

Vía de exposición: CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times AF \times ABS_d \times EV \times SA \times \frac{1}{RfD_{ABS}}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	70
AT: tiempo medio (años)	25
EF: frecuencia de exposición (días/año)	
-trabajador en exterior	225
-trabajador en interior	250
ED: duración de la exposición (años)	
-trabajador en exterior	25
-trabajador en interior	25
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	3300
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	
-trabajador en exterior	0
-trabajador en interior	1



**Ecuación 6**

Escenario: RESIDENCIAL

Vía de exposición: INHALACIÓN DE PARTÍCULAS

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times \frac{1}{RfC} \times \frac{1}{PEF}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	30
RfC: Inhalación concentración de referencia (mg·m <sup>3</sup> )	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
PEF: factor de emisión de partículas (mg <sup>3</sup> ·kg)	1.36×10 <sup>9</sup>

**Ecuación 7**

Escenario: RESIDENCIAL

Vía de exposición: INGESTIÓN + CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \left[ \left( \frac{1}{RfD_0} \times IR \right) + \left( \frac{1}{RfD_{ABS}} \times AF \times ABS_d \times SA \times EV \right) \right]}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	6
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	200
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	2800
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	1

**Ecuación 8**

Escenario: RESIDENCIAL

Vía de exposición: INGESTIÓN DE SUELO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \frac{IR}{RfD_0}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	6
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	200

**Ecuación 9**

Escenario: RESIDENCIAL

Vía de exposición: CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times AF \times ABS_d \times EV \times SA \times \frac{1}{RfD_{ABS}}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	6
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	2800
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	1

**Ecuación 10**

Escenario: SIN RESTRICCIÓN DE USO

Vía de exposición: INHALACIÓN DE PARTÍCULAS

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times \frac{1}{RfC} \times \frac{1}{PEF}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	30
RfC: Inhalación concentración de referencia (mg·m <sup>3</sup> )	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
PEF: factor de emisión de partículas (mg <sup>3</sup> ·kg)	1.36×10 <sup>9</sup>

**Ecuación 11**

Escenario: SIN RESTRICCIÓN DE USO

Vía de exposición: INGESTIÓN + CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \left[ \left( \frac{1}{RfD_0} \times IR \right) + \left( \frac{1}{RfD_{ABS}} \times AF \times ABS_d \times SA \times EV \right) \right]}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	30
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	200
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	2800
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	1

**Ecuación 12**

Escenario: SIN RESTRICCIONES DE USO

Vía de exposición: INGESTIÓN DE SUELO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times \frac{IR}{RfD_0}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	30
RfD <sub>0</sub> : dosis oral de referencia (mg/kg·día)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
IR: ratio de ingestión del suelo (mg/día)	200

**Ecuación 13**

Escenario: SIN RESTRICCIÓN DE USO

Vía de exposición: CONTACTO DÉRMICO

Tipo de contaminante: SISTÉMICO

$$NGR(mg \cdot kg^{-1}) = \frac{THQ \times BW \times AT \times 365 \text{ días / año}}{EF \times ED \times 10^{-6} \times AF \times ABS_d \times EV \times SA \times \frac{1}{RfD_{ABS}}}$$

Parámetros	Valores por defecto
THQ: coeficiente de peligrosidad (adimensional)	1
BW: peso corporal (kg)	15
AT: tiempo medio (años)	6
EF: frecuencia de exposición (días/año)	350
ED: duración de la exposición (años)	30
RfD <sub>ABS</sub> : dérmico-dosis de referencia ajustada (mg/kg·día)	Ecuación 3
AF: piel-factor de adherencia al suelo (mg/cm <sup>2</sup> -evento)	0.2
ABS <sub>d</sub> : factor de absorción dérmica (adimensional)	Parámetro Químico Específico (Anexo EPA)
SA: superficie de piel expuesta (cm <sup>2</sup> )	2800
EV: frecuencia del evento (eventos/día)	1

Aplicando las expresiones propuestas por la EPA se obtiene una serie de valores a partir de los cuales se calculan los correspondientes NGR, atendiendo a los criterios descritos anteriormente en relación a la exposición y carácter sistémico de los elementos de estudio.

Los resultados presentados en la tabla n° V.40 incluyen los valores expresados en ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), calculados para un escenario industrial, sólo para la ruta de exposición ingestión de suelo.

ELEMENTO	Escenario: USO INDUSTRIAL	
	Ruta de exposición: INGESTIÓN DE SUELO	
	Interior	Exterior
As	$6.13 \times 10^2$	$3.41 \times 10^2$
Co	$1.22 \times 10^5$	$6.81 \times 10^4$
Cr	$3.07 \times 10^6$	$1.70 \times 10^6$
Cu	$7.56 \times 10^4$	$4.20 \times 10^4$
Ni	$4.10 \times 10^4$	$2.27 \times 10^4$
Zn	$6.13 \times 10^5$	$3.41 \times 10^5$
Cd	$2.04 \times 10^3$	$1.14 \times 10^3$
Hg	$6.13 \times 10^2$	$3.41 \times 10^2$

**Tabla n° V.40.- Niveles de metales obtenidos mediante formulación EPA ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en un escenario de uso industrial**

Para el arsénico y el cadmio, es posible calcular los valores correspondientes a la ruta de exposición de contacto dérmico, utilizando los parámetros que la EPA propone, obteniéndose  $1.72 \times 10^3 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el primero y  $4.30 \times 10^3 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el segundo. Consecuentemente, estos dos elementos presentan a su vez la ruta de exposición correspondiente a la combinación de ingestión y contacto dérmico, siendo los valores obtenidos para el arsénico de  $3.41 \times 10^2 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (exterior) y de  $6.13 \times 10^2 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (interior) y de  $8.98 \times 10^2 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (exterior) y de  $2.04 \times 10^3 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (interior) para el cadmio. Para el resto de los elementos, esta última ruta coincide con la de ingestión. Un caso similar se presenta con la ruta de exposición de inhalación de partículas para el cromo y mercurio, obteniéndose  $1.98 \times 10^5 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el primero y  $85.96 \times 10^5 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para el mercurio.

Los resultados presentados en la tabla n° V.41 incluyen los valores calculados en un escenario residencial, sólo para la ruta de exposición de ingestión de suelo.

ELEMENTO	Escenario: USO RESIDENCIAL
	Ruta de exposición: INGESTIÓN DE SUELO
As	$2.35 \times 10^1$
Co	$4.69 \times 10^3$
Cr	$1.17 \times 10^5$
Cu	$2.89 \times 10^3$
Cr	$4.25 \times 10^6$
Ni	$1.56 \times 10^3$
Zn	$3.35 \times 10^4$
Cd	$7.82 \times 10^1$
Hg	$2.35 \times 10^1$

**Tabla n° V.41.- Niveles de metales obtenidos mediante formulación EPA ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) en un escenario de uso residencial**

Para el arsénico y el cadmio, es posible calcular los valores correspondientes a la ruta de exposición de contacto dérmico, utilizando los parámetros que la EPA propone, obteniéndose  $2.80 \times 10^4 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el primero y  $6.98 \times 10^2 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el segundo. Estos dos elementos presentan a su vez la ruta de exposición correspondiente a la combinación de ingestión y contacto dérmico, siendo los valores obtenidos para el arsénico de  $2.34 \times 10^1 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  y de  $7.03 \times 10^1 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el cadmio. En los elementos restantes, esta última ruta coincide con la de ingestión. Un caso similar se presenta con la ruta de exposición de inhalación de partículas para el cromo y mercurio, obteniéndose  $2.84 \times 10^4 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el primero y  $8.51 \times 10^4 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el mercurio.

Los resultados presentados en la tabla n° V.42 incluyen los valores calculados en un escenario sin restricción de uso, sólo para la ruta de exposición de ingestión de suelo.

ELEMENTO	Escenario: SIN RESTRICCIÓN DE USO
	Ruta de exposición: INGESTIÓN DE SUELO
As	$2.27 \times 10^1$
Co	$9.38 \times 10^2$
Cr	$2.35 \times 10^4$
Cu	$5.78 \times 10^2$
Ni	$3.13 \times 10^2$
Zn	$4.63 \times 10^3$
Cd	$1.56 \times 10^1$
Hg	$4.69 \times 10^0$

**Tabla n° V.42.- Niveles de metales obtenidos mediante formulación EPA ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) en un escenario sin restricción de uso**

Para el arsénico y el cadmio, es posible calcular los valores correspondientes a la ruta de exposición de contacto dérmico, utilizando los parámetros que la EPA propone, obteniéndose  $5.59 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el primero y  $1.40 \times 10^2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el segundo. Estos dos elementos presentan a su vez la ruta de exposición correspondiente a la combinación de ingestión y contacto dérmico, siendo los valores obtenidos para el arsénico de  $4.68 \times 10^1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  y de  $1.40 \times 10^1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el cadmio. Para el resto de los elementos, esta última ruta coincide con la de ingestión. Un caso similar se presenta con la ruta de exposición de inhalación de partículas para el cromo y mercurio, obteniéndose  $3.31 \times 10^5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el primero y  $9.93 \times 10^5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para el mercurio.

Los NGR los han obtenido Aguilar, Galán, Gómez Ariza y otros (2005) a partir de las fórmulas de la EPA y aplicando los criterios restrictivos anteriormente descritos (tabla nº V.43.)

Elemento	Escenario			
	Industrial		Residencial	Sin restricción de uso
	Interior	Exterior		
As	613	341	23.5	22.7
Cd	2044	898	70	14
Cr	$3.07 \times 10^6$	$1.70 \times 10^6$	$4.25 \times 10^6$	$2.35 \times 10^4$
Co	$1.2 \times 10^5$	$6.8 \times 10^4$	$4.7 \times 10^3$	939
Cu	$7.6 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$	$2.9 \times 10^3$	578
Hg	613	341	23	5
Ni	$4.1 \times 10^4$	$2.3 \times 10^4$	$1.6 \times 10^3$	313
Zn	$6.1 \times 10^5$	$3.4 \times 10^5$	$2.4 \times 10^4$	$4.7 \times 10^3$
Pb		$2.5 \times 10^3$	400	

**Tabla nº V.43.- NGR ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) para los suelos Almerienses según la EPA**

#### V.2.5.- PROTOCOLO PARA DECLARAR UN SUELO COMO CONTAMINADO

Las posibilidades del emplazamiento en cuestión serían:

Emplazamiento > NGR          Emplazamiento < NGR

Si el emplazamiento es menor que el NGR no hay riesgo alguno y por tanto no habrá que realizar ninguna determinación.

Si el emplazamiento es mayor que el NGR, entonces indudablemente existe una anomalía, la cual puede ser geogénica o antropogénica y habrá que seguir un procedimiento para diagnosticar su origen pues sólo en el segundo caso podemos hablar realmente de una contaminación.

La forma de proceder sería comparar las cifras del emplazamiento con las del entorno geológico, con lo que tenemos dos posibilidades:

- A) Emplazamiento > entorno geoquímico: en este caso existe una contaminación antropogénica en sentido estricto, habrá que seguir el procedimiento de evaluación A.
- B) Emplazamiento  $\leq$  entorno geoquímico: en este caso la anomalía es geoquímica y habrá que seguir el procedimiento de evaluación B

La problemática que se plantea ahora es decir qué consideramos igual y qué consideramos mayor. Establecemos que son valores iguales los que no difieran más del 10% respecto de la media de los valores del entorno, y para ser claramente mayor, el emplazamiento tiene que sobrepasar al menos en un 15% al entorno geoquímico.

#### *Procedimiento A*

En puntos circundantes al emplazamiento, y dentro del mismo entorno geoquímico, determinar los contenidos totales y pH. Si algún resultado analítico del emplazamiento supera el NGR correspondiente y asimismo los valores de los puntos del entorno geoquímico señalados, entonces habrá que hacer una valoración de riesgos y según sean éstos, declarar el suelo contaminado o bien sometido a control periódico. En la valoración de riesgo deberá hacerse lo siguiente:

- 1.- Una descripción detallada de los focos de contaminación, identificando la sustancia o sustancias contaminantes y determinando su valor significativo de concentración (máximo medido, p95 u otro estadístico debidamente justificado)
- 2.- Una caracterización de las propiedades texturales y componentes del suelo.



- 3.- Una descripción del medio físico, orientada a identificar los mecanismos de transporte de los contaminantes desde los focos a los receptores potenciales, así como las vías de exposición a la contaminación relevantes para dichos receptores, incluyendo las aguas subterráneas.
- 4.- La identificación de receptores potenciales de contaminación y la estimación de las características o hábitos que condicionan su exposición a la contaminación. En ausencia de otra información sobre estas características o hábitos, se podrá hacer uso de los parámetros utilizados para el desarrollo de los NGR. Igualmente, se atenderá a la existencia, en el suelo en cuestión, o en sus proximidades, de receptores ecológicos de relevancia.
- 5.- La identificación de las vías de exposición previsibles y la cuantificación de la dosis recibida por cada una de las mismas. Inicialmente, las vías de exposición y las dosis a considerar son las propuestas por la EPA, o alternativamente, otras similares que sean juzgadas convenientes por los responsables de las Comunidades Autónomas.
- 6.- La elección justificada de un valor de toxicidad para cada uno de los contaminantes de relevancia identificados.
- 7.- La cuantificación del riesgo. En el caso de que coexistiesen en un mismo suelo contaminantes con el mismo mecanismo de acción, se considerará el riesgo conjunto ejercido por éstos.
- 8.- El análisis de las incertidumbres asociadas a la valoración de riesgos efectuada, incluyendo las conclusiones oportunas acerca de la validez y fiabilidad de los resultados de dicha valoración.

#### *Procedimiento B*

En este caso los valores del emplazamiento son mayores que los del NGR, pero menores o iguales a los del entorno geoquímico. Cuando esto ocurre, lo que se recomienda es realizar ensayos de movilidad comparada por medio de la extracción en

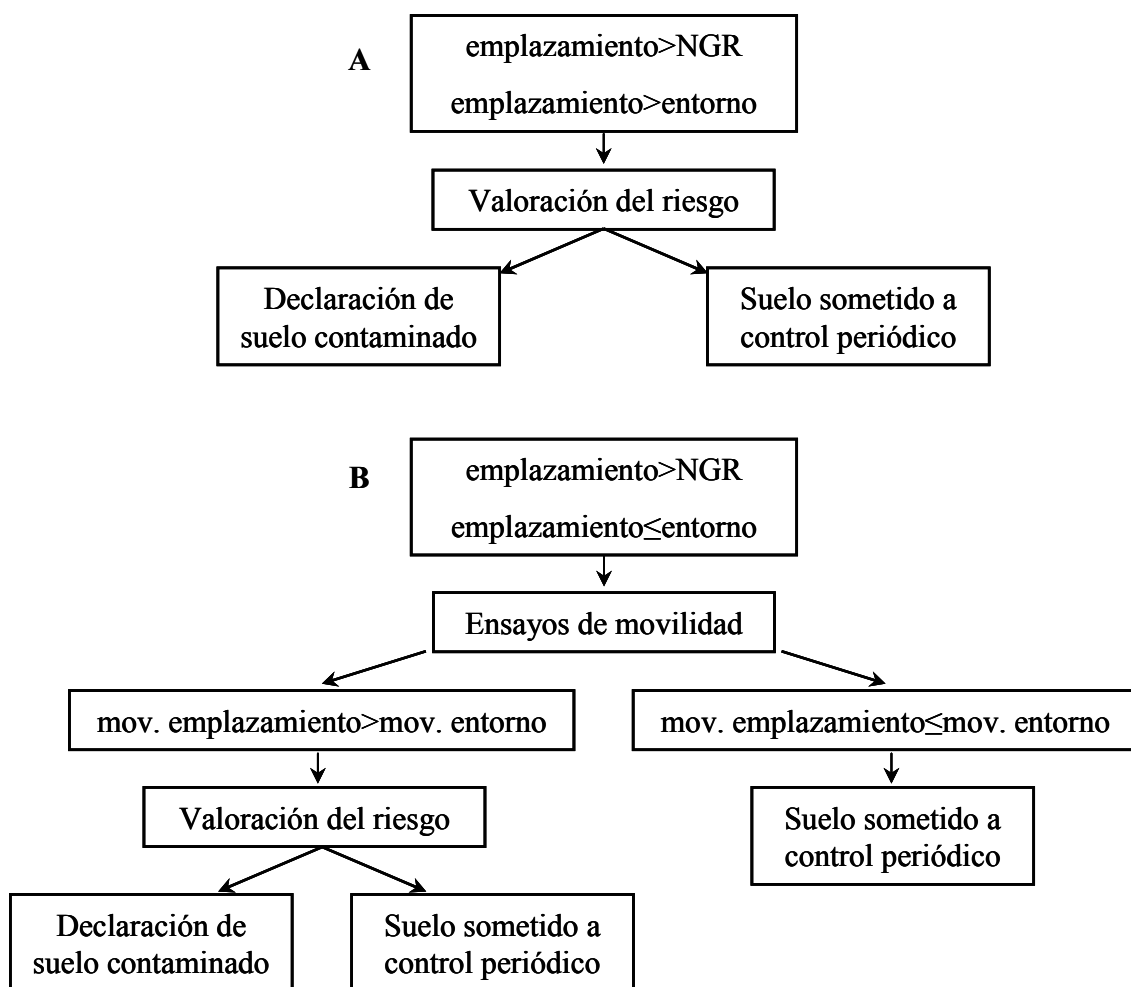
agua,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , EDTA o DTPA. De esta manera podemos obtener los siguientes resultados:

mov. emplazamiento > mov. entorno

mov. emplazamiento  $\leq$  mov. entorno

En el primer caso se irá a una valoración de riesgo y según sean éstos bien se declarará como suelo contaminado o suelo sometido a control periódico. En el segundo caso el suelo estará sometido a control periódico.

Esquemáticamente, ambos procedimientos (A y B) los casos los podemos resumir así:



Basta con que algún resultado analítico, en los trabajos de caracterización de suelos en un emplazamiento, supere un NGR para que haya que acotar espacialmente la zona en la que se da dicha superación, mediante un muestreo de mayor detalle.

Si de los estudios anteriores se desprendiese que se trata de un fenómeno puntual, puede no merecer la pena seguir el esquema B propuesto; en este caso, los suelos afectados serán objeto de limpieza obligatoria, pero sin declaración de suelo contaminado ya que, si se trata de una pequeña área, puede ser más económico para el responsable limpiarlo directamente que seguir el esquema hasta determinar si es suelo contaminado o suelo sujeto a control.

#### V.2.6.- ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS DE ALMERÍA

A la vista de las consideraciones anteriores podemos concluir que en Almería se superan los NGR en los siguientes casos:

Para el arsénico los resultados los mostramos en la figura nº V. 53, en la que se aprecia que las zonas donde el arsénico presenta valores superiores al NGR, se corresponden perfectamente en los dos niveles estudiados. Vemos como se superan los valores correspondientes al NGR en sierra Almagrera, sierra Cabrera, Carboneras, Cabo de Gata, sierra Alhamilla, Almería, sierra de Gádor, Sierra Nevada, parte de sierra de los Filabres, sierra de Lúcar y sierra de Periate. En todos los casos el valor de superficie es muy similar al del segundo nivel y similares a los del entorno, lo que confirma el origen geogénico y por tanto sólo deberán someterse a un control periódico. Al SE de Énix, asociado a una antigua mina, localizamos un punto (1044-9b) con un nivel del arsénico superior a los de su entorno, por lo que habrá que desarrollar un muestreo más localizado para determinar su posible declaración como contaminado. Lo mismo sucede en el punto Al-7, situado en Retamar, donde la posible influencia antrópica pueda ser la causante del aumento en la concentración de arsénico.

Para el mercurio, los resultados se muestran en la figura nº V.54, donde podemos observar que sólo se presentan valores superiores al NGR en la zona de la sierra de Gádor. Las muestras que sobrepasan el valor del NGR se recogen en la tabla nº V.44.

MUESTRAS	Hg	MUESTRA	Hg	Suelo
MINERSA-1-1	12.0	MINERSA-1-2	24.0	Regosol
1043-1b-1	13.0	1043-1b-2	12.0	Regosol
1043-6b-1	37.0			Leptosol
1043-7b-1	26.0	1043-7b-2	27.0	Phaeozem
1043-8b-1	5.0			Leptosol
1043-9b-1	61.0			Leptosol
1043-10b-1	25.0			Leptosol
1044-14b-1	12.0			Leptosol

**Tabla nº V.44.- Muestras que sobrepasan el NGR ( $5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para el mercurio en la provincia de Almería**

Los puntos corresponden a suelos de montaña por lo que en algunos, debido a falta de potencia, no se pudo tomar muestra del segundo nivel. Se aprecia que de los tres que sí tienen ambos niveles, las concentraciones en función de la profundidad son semejantes excepto en el caso de Minersa, posiblemente por estar tomada en las inmediaciones de una escombrera de una mina abandonada, donde es patente la remoción de tierras, por lo que las variaciones con la profundidad en este punto pueden estar relacionadas con este hecho.

La localización de estos puntos dentro de un mismo entorno, nos hace volver a incidir en la naturaleza geoquímica de estas concentraciones, si bien dado los elevados valores de algunas de ellas (1043-6b y 1043-9b) y a la peligrosidad del mercurio, debería aplicarse el procedimiento A anteriormente descrito.

Sólo se observa una pequeña zona, en la sierra de Gádor, donde la concentración de cadmio supera el NGR establecido (Fig. nº V.55). Los puntos en dicha zona y sus concentraciones se recogen en la tabla nº V.45.

MUESTRAS	Cd	MUESTRA	Cd	Suelo
MINERSA-1-1	5.6	MINERSA-1-2	14.9	Regosol
1043-6b-1	17.5			Leptosol
1043-9b-1	29.2			Leptosol
1043-10b-1	14.8			Leptosol

**Tabla nº V.45.- Muestras que sobrepasan el NGR ( $14\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para el cadmio en la provincia de Almería**

Al estar los valores muy localizados geográficamente y coincidir con altas concentraciones de otros elementos con los que se asocian geológicamente, asumimos que estas concentraciones de cadmio son de origen natural, si bien, al igual que en el caso del mercurio, por la toxicidad del cadmio y por el elevado valor de la muestra 1943-9b, consideramos que la zona debe someterse al procedimiento de evaluación A.

Las concentraciones de plomo superan el NGR establecido en varias zonas (Fig. nº V.56): sierra Almagrera, Rodalquilar, Retamar, Almería y, sobre todo, sierra de Gádor. Los puntos donde se superan el NGR para el plomo y sus concentraciones se reflejan en la tabla nº V.46.

La muestra 1015-3b, esta localizada en la vega del río Almanzora, próxima a La Mulería, pudiendo ser un área de acumulación de materiales que causan el enriquecimiento en plomo de la zona. En el caso de la muestra Al-7, ubicada en Retamar, que también presenta un valor de arsénico superior al NGR, pensamos que dada la proximidad a un núcleo urbano, es posible que se trate de una contaminación puntual de carácter antrópico. Otro caso de contaminación puntual lo tenemos en Almería capital, alrededor de la chatarrería J. Cortés Valverde, donde encontramos altas concentraciones de plomo sólo en superficie.

Las muestras recogidas en la antigua zona minera de Rodalquilar, localizadas en el término municipal de Níjar, en la sierra de Cabo de Gata, muestran altos valores en plomo y arsénico. Dado que las concentraciones en función de la profundidad se mantienen dentro de la magnitudes similares y la influencia volcánica que se da en el entorno, consideramos estos niveles como naturales para la zona.

Finalmente, la zona de sierra de Gádor, es la que presenta valores más elevados de plomo y en una extensión superior. Su origen es natural aunque, debido a la intensa actividad extractiva de galena para la obtención de plomo, es posible la existencia de contaminación antrópica, que se ve reflejada por un aumento en la concentración superficial frente a la de profundidad, tal es el caso de los puntos 1043-3b y 1043-5b, si bien, al ser frecuentes los suelos esqueléticos en los que no hay datos del segundo nivel, esta circunstancia puede verse en parte enmascarada.

MUESTRAS	Pb	MUESTRA	Pb	Suelo
1044-4-1	1200.5	1044-4-2	1106.2	Cambisol
Al-9-1	417.0	Al-9-2	580.0	Solonchak
NIJAR-1-1	2981.7	NIJAR-1-2	4017.7	Regosol
NIJAR-3-1	451.1	NIJAR-3-2	392.5	Regosol
MINERSA-1-1	27910.0	MINERSA-1-2	25900.0	Regosol
J. CORTÉS VAL.-1	426.1	J. CORTÉS VAL.-2	36.7	Regosol
1015-3b-1	561.2	1015-3b-2	1002.9	Regosol
1043-1b-1	3606.2	1043-1b-2	3477.1	Regosol
1043-3b-1	768.2	1043-3b-2	225.6	Cambisol
1043-5b-1	551.7	1043-5b-2	292.9	Cambisol
1043-6b-1	7376.0			Leptosol
1043-7b-1	22696.4	1043-7b-2	35820.6	Phaeozem
1043-8b-1	2658.0			Leptosol
1043-9b-1	22730.4			Leptosol
1043-10b-1	9957.7			Leptosol
1043-11b-1	663.4			Leptosol
1044-5b-1	257.6	1044-5b-2	1071.0	Phaeozem
1044-6b-1	5521.2	1044-6b-2	5442.8	Phaeozem
1044-9b-1	592.1			Leptosol
1044-13b-1	1148.5			Leptosol
1044-14b-1	29529.0			Leptosol
1044-15b-1	616.1			Leptosol
1044-16b-1	24503.9			Leptosol

**Tabla nº V.46.- Muestras que sobrepasan el NGR ( $400\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para el plomo en la provincia de Almería**

Los resultados para el zinc se muestran en la figura nº V.57 y la tabla V.47. Los puntos donde se superan el NGR para el zinc se encuentran en la sierra de Gádor, asociados a la naturaleza geoquímica de la zona.

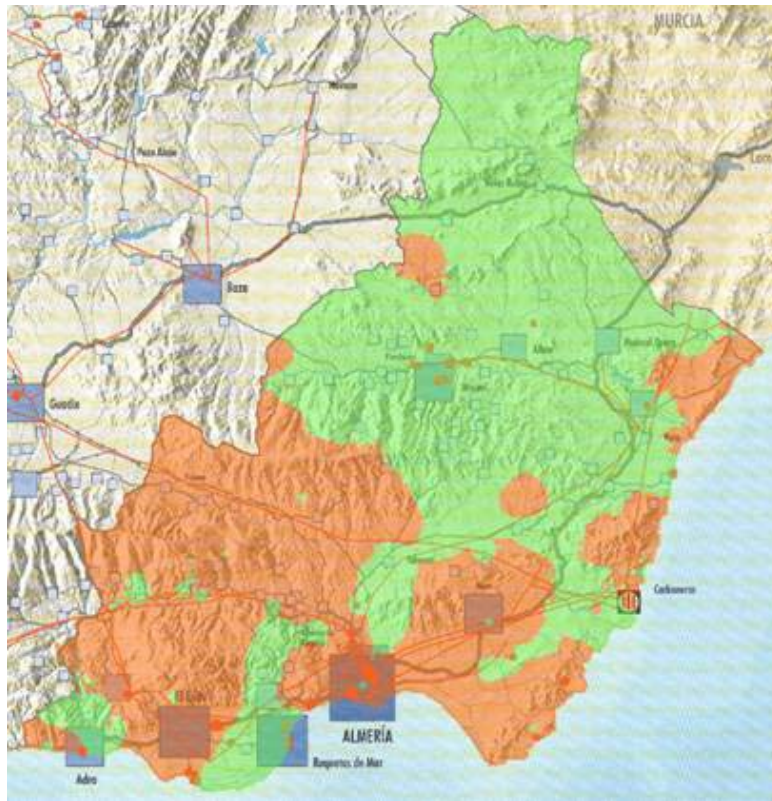
MUESTRAS	Zn	MUESTRA	Zn	Suelo
1043-6b-1	4728.5			Leptosol
1043-7b-1	3572.2	1043-7b-2	5464.3	Phaeozem
1043-9b-1	8737.3			Leptosol

**Tabla nº V.47.- Muestras que sobrepasan el NGR ( $4700\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para el zinc en la provincia de Almería**

Con respecto al resto de los elementos estudiados: cobalto, cobre, cromo y níquel, no se ha encontrado ningún punto en el que se supere el NGR correspondiente.

**As**  
Superficie  
(0-20cm)

<22.7  
mg·kg<sup>-1</sup>  
>22.7



Profundidad  
(20-40cm)

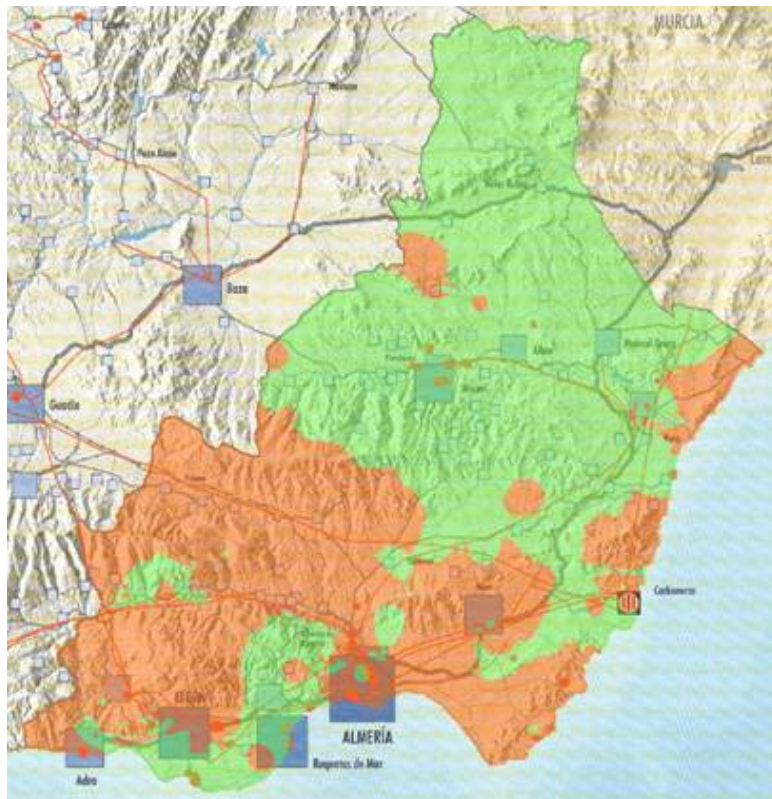


Fig. nº V.53.- Zonas con concentración de arsénico superiores al NGR



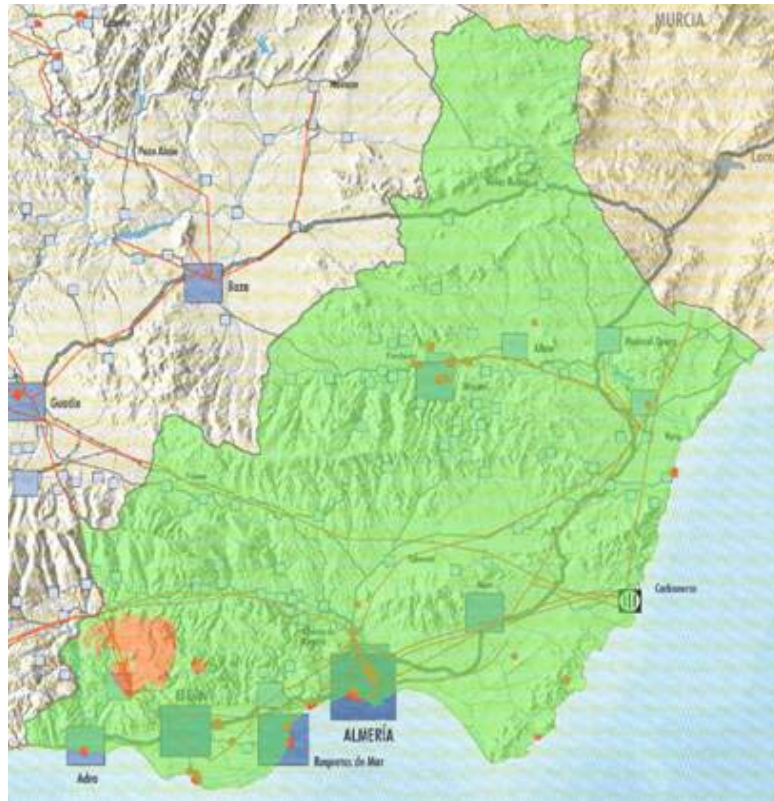
**Hg**

Superficie  
(0-20cm)

<5

mg·kg<sup>-1</sup>

>5



Profundidad  
(20-40cm)

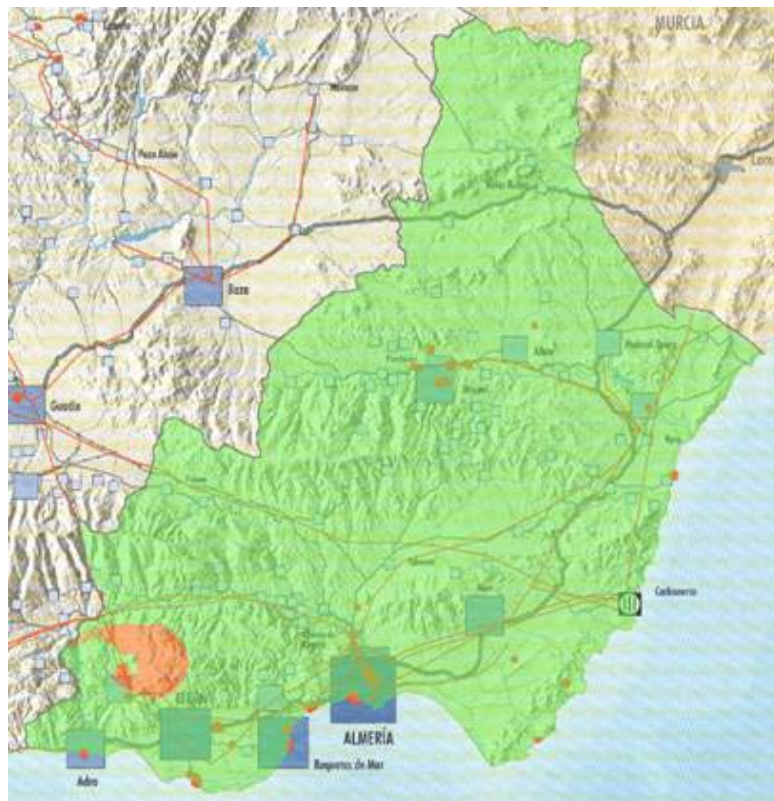


Fig. nº V.54.- Zonas con concentración de mercurio superiores al NGR



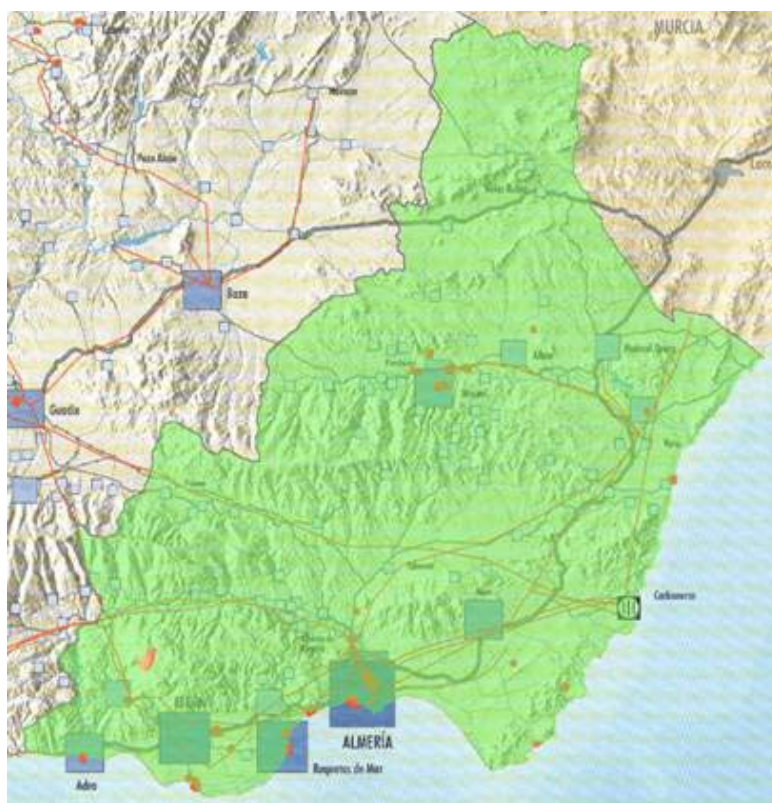
**Cd**

Superficie  
(0-20cm)

<14

mg·kg<sup>-1</sup>

>14



Profundidad  
(20-40cm)

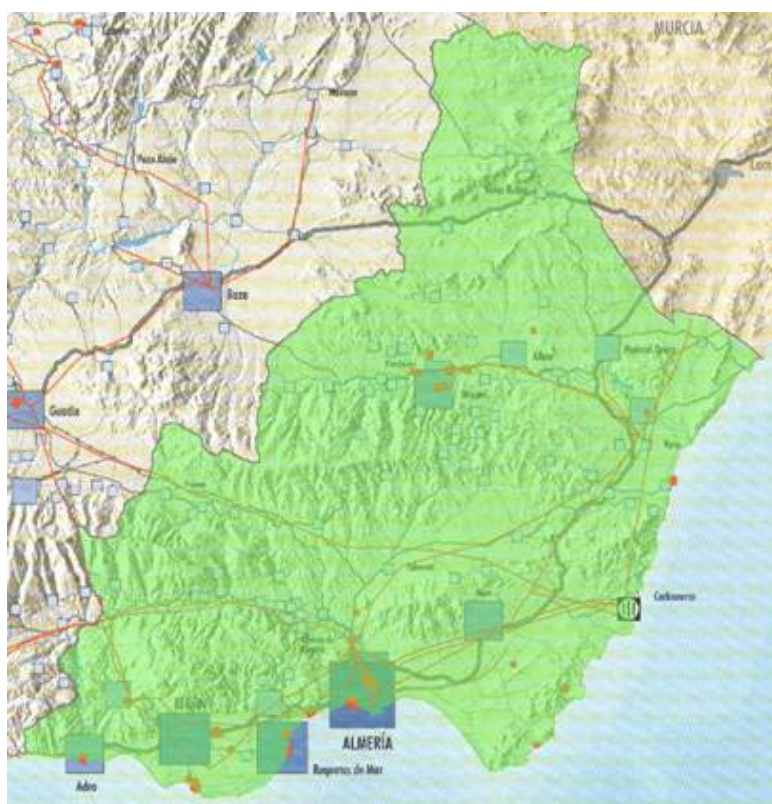
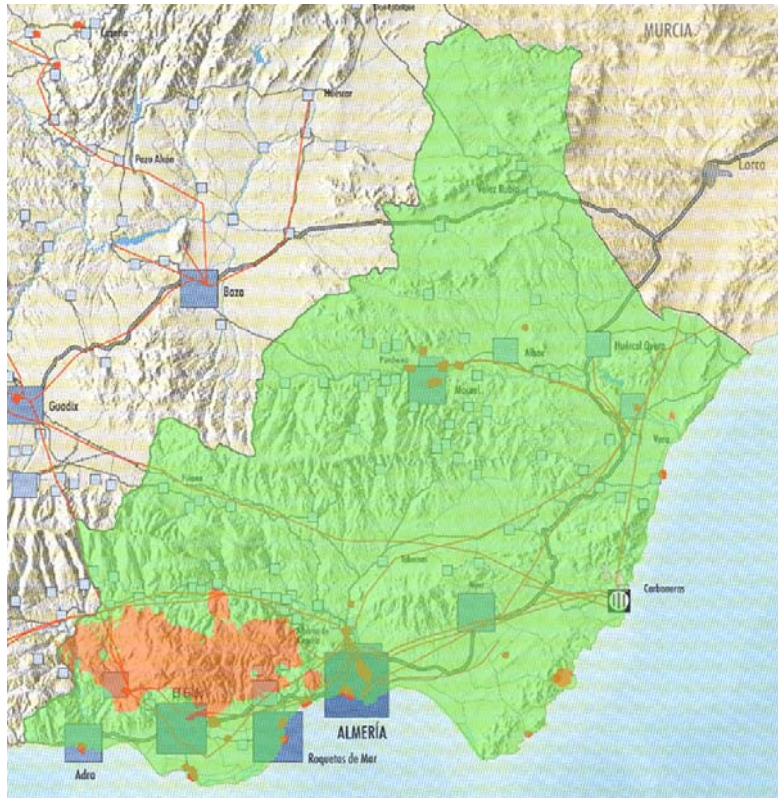


Fig. nº V.55.- Zonas con concentración de cadmio superiores al NGR

**Pb**  
Superficie  
(0-20cm)  
<400  
mg·kg<sup>-1</sup>  
>400



Profundidad  
(20-40cm)

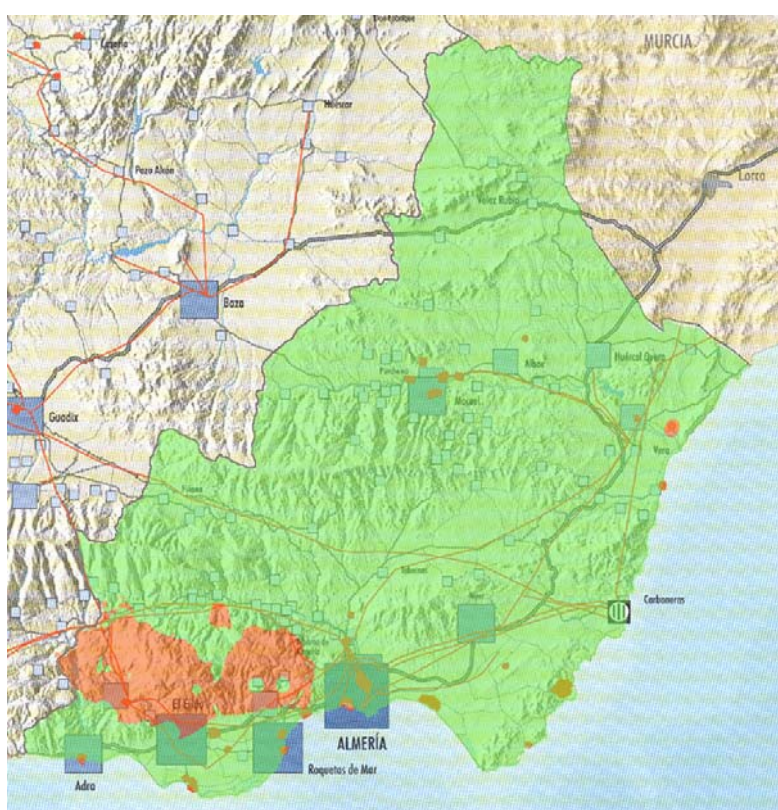


Fig. nº V.56.- Zonas con concentración de plomo superiores al NGR



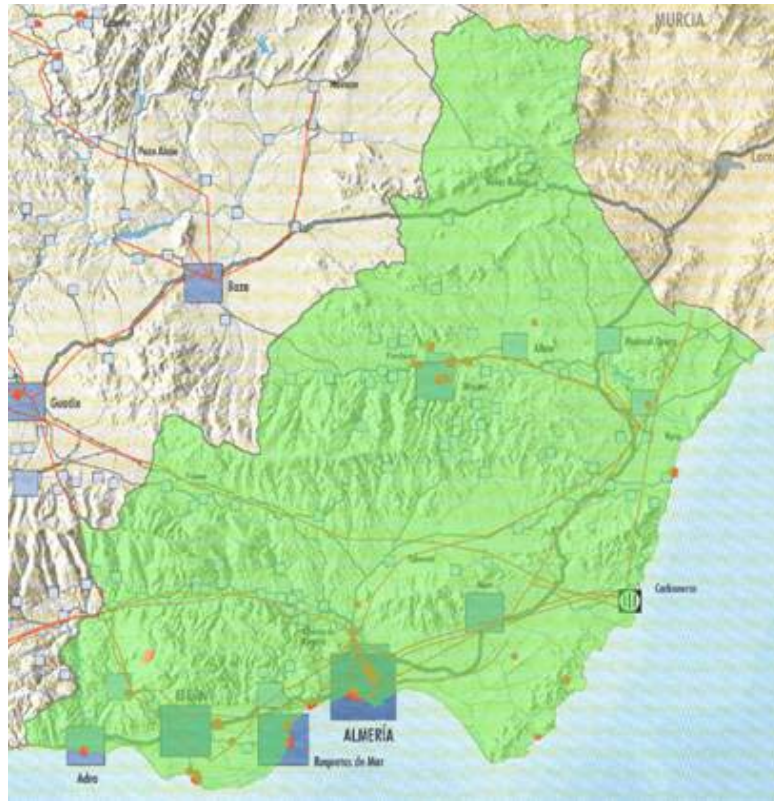
**Zn**

Superficie  
(0-20cm)

<4700

mg·kg<sup>-1</sup>

>4700



Profundidad  
(20-40cm)

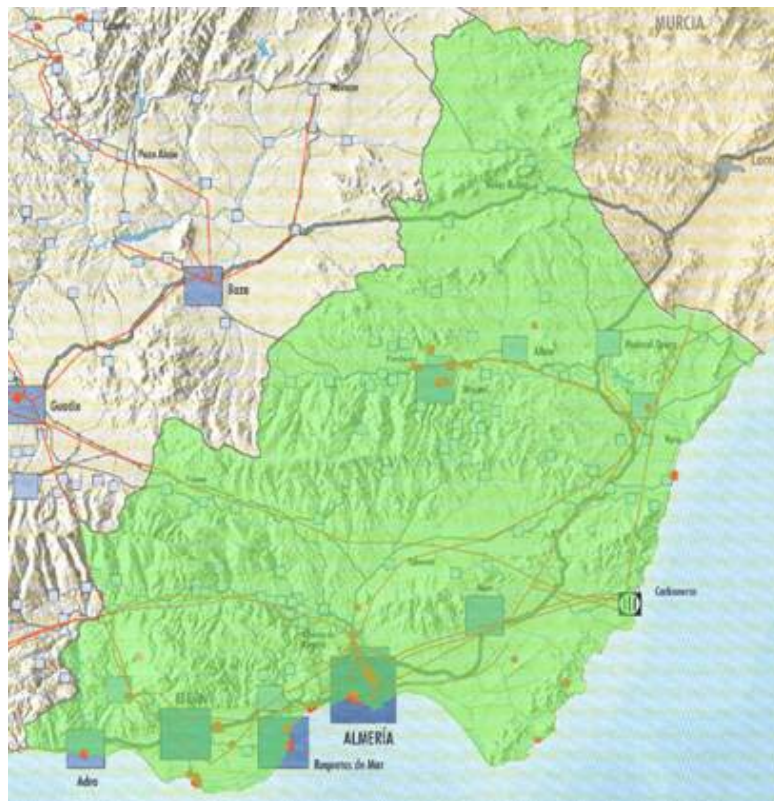


Fig. nº V.57.- Zonas con concentración de zinc superiores al NGR



## **CONCLUSIONES**



## VI.- CONCLUSIONES

- 1.- Los suelos de la provincia de Almería presentan mayoritariamente texturas francas, y dominan los franco-arenosos, seguidos de los franco-arcillosos, franco-limosos y francos. El contenido de arcilla en superficie está comprendido, frecuentemente, entre 12.5 y 20%, mientras que en profundidad lo más común es que oscile entre el 20 y 30%.
- 2.- El análisis mineralógico pone de manifiesto el carácter detrítico de los minerales de la arcilla, representados de forma mayoritaria por illita y caolinita. En menor cuantía e irregular distribución se ha detectado vermiculita, montmorillonita, clorita y trazas de paligorskita. Los interestratificados más frecuentes son illita-vermiculita y vermiculita-clorita.
- 3.- Más del 40% de los suelos de Almería tienen un contenido en carbonato cálcico equivalente comprendido entre el 10 y 20% en superficie, mientras que en profundidad más del 30% de los suelos contienen entre el 20 y 40%. Hay buena correlación en el perfil entre arcilla-carbonatos, que mejora en superficie si se incluye el limo fino, hecho que debe relacionarse con aportes eólicos carbonatados.
- 4.- Más del 80% de los suelos de Almería presentan pH básico, comprendido entre 7.3 y 8.5. El pH muestra una correlación significativa positiva con las fracciones finas del suelo y los carbonatos, siendo negativa con la materia orgánica al actuar como amortiguador del pH, ligado a los sistemas  $H_2O-CO_2$  y  $H_2O-CO_2-CaCO_3$ .
- 5.- La capacidad de intercambio catiónico dominante en los suelos de Almería, está comprendida entre 8 y  $12\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ . Su relación con la materia orgánica y arcilla se puede expresar matemáticamente mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Capa superficial: } \text{CIC}=2.784+0.252\text{arcilla}(\%)+1.536\text{M.O.}(\%)$$

$$\text{Capa subsuperficial: } \text{CIC}=2.265+0.225\text{arcilla}(\%)+2.469\text{M.O.}(\%)$$

6.- Los procesos edafogenéticos actuales están marcados por el clima y la litología, de forma que en los ambientes más secos los regímenes de temperatura y humedad son térmico y árido (déficit hídrico anual > 600mm y no hay exceso de agua a lo largo del año en la mayoría de los años), marcando a los suelos con propiedades áridas. En la zona semiárida los regímenes de temperatura pasan a métricos y los de humedad a xéricos (déficit hídrico entre 300 y 600mm y superávit varios meses al año dentro de las estaciones húmedas) facultando la posibilidad de cierta alteración química y movilización de compuestos solubles. En la zona montañosa el clima es más moderado y húmedo y la vegetación natural abundante; los regímenes de temperatura pasan de métrico a crítico y los de humedad de xéricos a údicos, de manera que se posibilita la acumulación de materia orgánica fresca y distintos procesos de humificación que conducen al desarrollo de epipedones ócricos, móllicos o úmbricos.

Se han cartografiado un total de 14 grupos de suelos con 43 unidades, que se incluyen en la leyenda del mapa de suelos de Almería escala 1:100.000.

7.- El estudio realizado de manera sistemática con metales pesados y elementos asociados, nos ha permitido establecer cuatro zonas con concentraciones anómalas de algún o algunos elementos: sierra de Gádor, Sierra Nevada y sierra de los Filabres, sierra Cabrera y el término municipal de Níjar. De ellas, la que presenta anomalías más importante es la sierra de Gádor, con valores elevados de arsénico, plomo, zinc y, puntualmente, de cadmio y mercurio.

8.- En las cuatro zonas mencionadas se describen dos grupos de correlaciones: plomo y zinc de una parte y cobalto, cromo y níquel de otra. En la sierra de Gádor, plomo y zinc se correlacionan además con arsénico, mercurio cadmio y cobre (este último sólo en superficie). Los dos grupos mencionados o no se correlacionan entre sí, o si lo hacen es de manera negativa.

En la zona de Sierra Nevada-sierra de los Filabres se mantienen las correlaciones entre los grupos reseñados y desaparece el antagonismo que hay entre ellos que se pone de manifiesto con las correlaciones entre zinc cobalto y cromo.



En sierra Cabrera existe correlación entre cadmio, cobre, plomo y zinc con la materia orgánica que actúa como barrera natural inmovilizando estos elementos.

En el término municipal de Níjar las numerosas correlaciones existentes entre los elementos analizados, se asocian geoquímicamente a la actividad volcánica e hidrotermal de la zona.

- 9.- Los métodos de extracción secuencial muestran que la fracción residual es dominante en todos los elementos estudiados, seguida de la fracción soluble y cambiante en cobalto, cobre, níquel, plomo y zinc, mientras que para cromo y arsénico es la fracción ligada a óxidos de hierro y manganeso la segunda en abundancia. La fracción ligada a materia orgánica es siempre la menos importante.
- 10.- Se ha calculado el fondo geoquímico de la provincia de Almería en función de los siguientes métodos paramétricos: media, mediana, rango intercuartílico, shortest half, media geométrica  $\pm$  una desviación respecto a la media geométrica del 95% central de la distribución (Tidball et al., 1976) y por el método propuesto por Bellver (2004) que establece los niveles característicos. Media y mediana son medidas de tendencia central que sólo tienen sentido aplicar cuando para la distribución de los datos se dan condiciones ideales para su uso: mismo número de muestras contaminadas y no contaminadas y ajuste a modelos conocidos (Bellver et al., 2005), lo que no suele ocurrir en sistemas naturales. Tanto el método propuesto por Tidball et al. (1976) como los métodos probabilísticos, rango intercuartílico y shortest half, van a estar condicionados por la variabilidad geológica y litológica, siendo buenos métodos para zonas homogéneas. El método propuesto por Bellver (2004), además de estar exento de condicionamientos apriorísticos, no requiere ajuste a modelos conocidos ni ve afectado por la heterogeneidad natural, si bien es cierto que los parámetros explicativos usados sólo son capaces de explicar parte de las concentraciones existentes y requieren un muestreo amplio y detallado.
- 11.- A partir del cálculo de los NGR por la metodología EPA, se ha establecido un protocolo para declarar un suelo como contaminado y aplicando dicho protocolo a los suelos de Almería se ha encontrado que son pocas las anomalías y que la inmensa

mayoría de estas son de origen geogénico. De forma que sólo hemos encontrado una muestra contaminada por origen presumiblemente antrópico (Minersa), con contaminación por plomo. Este elemento ha resultado ser el que mayores problemas plantea en toda la provincia de Almería y la sierra de Gádor, la única zona realmente conflictiva.

## **BIBLIOGRAFÍA**



- 
- Abd-Elfattah, A. y Wada, K. (1981).- “Adsorption of lead copper, zinc, cobalt and cadmium by soils that differ in cation-exchange minerals.” *Journal of Soil Science*. 32, 271.
  - Alcaráz, F.; Díaz, T. E.; Rivas-Martínez, S. y Sánchez-Gómez, P. (1986).- “Datos sobre la vegetación del Sureste de España: provincia biogeográfica Murciano-Almeriense.” *It. Geobot.*, 2, 5-133.
  - Adriano, D. C. (2001).- “Trace elements in terrestrial environments: Biochemistry, bioavailability and risk of metals.” Ed. Springer, New York. 865 pp.
  - Aguilar, J.; Bullock, P.; Ortega, M. y Simón, M. (1981).- “Paleosuelos mixtos (rojos y pardos) en la Depresión de Granada.” *An. Edafol. Agrob.* 40, 849-864
  - Aguilar, J.; Rodríguez, T.; Simón, M.; (1986a).- “Mecanismos de iluviación de arcillas en materiales calcareos”. *An. Edafol. Agrob.* 45, 565-576
  - Aguilar, J.; Simón, M.; Fernández, J.; Gil, C. y Maraños, A. (1986b).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1057 (Adra)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid . 135 pp.
  - Aguilar, J.; Simón, M.; Fernández, J.; Delgado, G.; Gil, C.; Maraños, A. y Medina, J. (1986c).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1043 (Berja)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 191 pp.
  - Aguilar, J.; Simón, M.; Fernández, J.; Gil, C. y Maraños, A. (1986d).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1028 (Aldeire). Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 211 pp.
  - Aguilar, J.; Simón, M.; Fernández, J.; García, I. y Milán, J. M. (1987a).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1012 (Fiñana)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 139pp.

- Aguilar, J.; Rodríguez, T.; Simón, M.; Fernández, J. y Sánchez, J. A. (1987b).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1013 (Macael)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 117 pp.
- Aguilar, J.; Fernández, J.; de Haro, S. y Sánchez, J. A. (1988).- “Mapas de suelos escala 1:100.000 de las hojas 1015 (Garrucha) y 1032 (Mojacar)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 129 pp
- Aguilar, J y Gallardo, J (1989).- “Tipologías y variación de tipo de suelos en zonas áridas”. Seminario sobre zonas áridas en España. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 287-305.
- Aguilar, J.; Fernández, J.; Sánchez, J. A.; de Haro, S. y Fernández, E. (1989).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1046 (Carboneras)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 123pp
- Aguilar, J.; Fernández, J.; Rodríguez, T.; Sánchez, J. A. y Fernández, E. (1990).- “Mapas de suelos escala 1:100.000 de las hojas 1059 (Cabo de Gata) y 1060 (El Pozo de los Frailes)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 112pp
- Aguilar, J.; Fernández, J.; Martínez, A. y Fernández, E. (1993).- “Evaluation of red soils in the cultivation of almonds in Durcal (Granada).” 2<sup>nd</sup>. International meeting on Red Mediterranean Soils. Adana, Turquía. 125-127
- Aguilar, J.; Dorronsoro, C.;Gómez Ariza, J. L. y Galán. E. (1999).- “Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestras y análisis para su investigación.” Consejería de Medio Ambiente. Junta d Andalucía. 202pp.

- Aguilar, J.; Dorronsoro, C.; Fernández, J. A.; Bellver, R.; Fernández, E.; García, I.; Simón, M.; Mayo, A.; Martín, f. J.; <Galán. E.; González, I.; Bellinfante, N.; Aparicio, P.; Fernández, J. C.; Mesa, J. M.; García, T.; Romero, A.; Gómez Ariza, J. L.; Morales, E.; Giradles, I.; Velasco, A; Sánchez, D.; Lorenzo, F.; García, T. y Izarra, R. (2004).- “Estudio de elementos traza en suelos de Andalucía.” Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 154 pp
- Aguilar, J.; Dorronsoro, C.; Fernández, J. A.; Bellver, R.; Martín, F. J.; Díez, M; Sierra, M.; Galán. E.; González, I.; Bellinfante, N.; Aparicio, P.; Fernández, J. C.; Mesa, J. M.; García, T.; Romero, A.; Gómez Ariza, J. L.; Morales, E.; Giradles, I.; Velasco, A; Sánchez, D.; Lorenzo, F.; García, T. y Izarra, R. (2005).- “Definición de Niveles Genéricos de Rferencia para Elementos Traza en la Comunidad Andaluza y Procedimiento de Evaluación de Emplazamientos Afectados por este tipo de Contaminante.” No publicado.
- Alias, L.J. y Ortiz, R. (1977a).- “Aridisoles en el Campo de Cartagena (Murcia). I. Camborthids: características generales y mineralógicas” An. de Edaf. y Agrobiol. T-XXXVI nº 3-4, 193-206.
- Alias, L.J. y Ortiz, R. (1977b).- “Aridisoles en el Campo de Cartagena (Murcia). II Calciorthids: características generales y mineralógicas” An. de Edaf. y Agrobiol. T-XXXVI nº 3-4, 207-232.
- Alias, L. J.; Ortiz, R.; Hernández, F.; Linares, P.; Martínez, M.J. y Marín, P. (1989).- “Mapas de suelos escala 1:100.000 de las hojas 977 (Águilas) y 977bis (Cope)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 119pp
- Alloway, B.J.; Thornton, I.; Smart, G.A.; Sherlock, J. y Quinn, M.J. (1988).- “Metal availability.” The Science of total environment. 75, 41-69.
- Alloway, B.J. (1995).- “Heavy metals in soils.” 2<sup>nd</sup> Edition. Blackie Academic and Professional. London, UK. 368 pp

- Alonso, J. M.; García, J. A. y Molina, L. (2001).- “Los sondeos profundos del Campo de Dalías; Ejecución, mantenimiento operativo y su problemática sobre la contaminación del acuífero inferior.” V Simposio sobre el agua en Andalucía. Almería. 27-32.
- Amezketa, E. y Aragüez, R. (1989).- “Estabilidad estructural de suelos afectados por sales. Revisión bibliográfica.” An. Edafología y Agrobiología. Tomo XLVIII. nº 5-12. 765-785
- Bailey, M. (1975).-“Chlorites.” Soils components, vol. 2. Inorganic Components. J.E. Gieseking. Springer. 191-263
- Baize, D. (1997).- “Teneur totales en elements traces metalliques dans les sols (France).” INRA editions. París, Francia. 409
- Barahona, E. (1974).- “Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada. Evaluación de algunos ensayos de materias primas”. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 398 pp.
- Barahona, E. (1984).- “Determinación de carbonatos totales y caliza activa.” Grupo de trabajo de normalización de métodos analíticos. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. I. Madrid: 53-67.
- Bellido, E. (2004).- “Caracterización edafogeoquímica y calculo de valores de referencia en suelos de la provincia de Salamanca, hoja 503 Las Vaguillas. Ensayo de fitorremediación.” Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 288
- Bellón, H. y Brousse, R. (1977).- “Le magmatisme périméditerranéen occidental. Ssai de synthèse.” Bull. Société Géol. Francia. 19,469-480
- Bellver, R. (2004).- “Propuesta de criterios para determinar los valores de niveles característicos de metales pesados en suelos y sedimentos a partir de métodos entrópicos.” Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 105 pp.



- 
- Bellver, R.; Fernández, J. A.; Aguilar, J. y Valderrama, M. (2005).- “Development of a new data analysis methodology which allows to define affected areas by heavy metals contamination processes.” En prensa.
  - Belzile, N.; Maki, S.; Chen, Y-W. y Goldsack, D. (1997).- “Inhibition of pyrite oxidation by surface treatment.” *Sci. Tot. Environ.* 196, 177-186.
  - Besoain, E. (1985).- “Mineralogía de arcillas de los suelos” IICa. Costa Rica. 1205 pp.
  - Bittel, J. y Millar, R. (1974).- “Lead, cadmium and calcium selectivity coefficients on montmorillonite, illite and kaolinite.” *Journal of Environmental Quality*, vol. 3., 250-253
  - Bloomfield, C. (1981).- “The translocation of metals in soils in the chemistry of soils processes.” Eds. John Wiley & sons. New York. 462pp
  - Bohn, H. I.; Brian, M. L. y O’Connor, G. A. (2001).- “Soil chemistry.” John Wiley and sons. New York.
  - Bonneau, M.; Souchier, B. (1987).- "2. Constituyentes y propiedades del suelo." Ed. Masson S.A. Barcelona. 461 pp
  - Borja, F.; Faura, J.; Martín, L.; Ortiz, A. y Pastor, M. (1985).- “Mapa Geológico-Minero de Andalucía escala 1:400.000.” Consejería de Economía e Industria. Junta de Andalucía.
  - Bowen, H. J. M. (1979).- “Environmental chemistry of the elements.” Academic Press, London. 333pp
  - Buol, S.W.; Hole, F.D. y McCracken, R.J. (1986).- "Génesis y Clasificación de Suelos". Ed. Trillas. México. 417pp
  - Buol S.W.; Southard, R.J.; Graham, R.C.; McDaniel, P.A. (2003).- “Soil, genesis and classification. Iowa State Press, fifth edition. 494 pp.

- Brunton, G. (1955).- “ Vapour Glycolation”. Am. Miner., 40, 124-126.
- Chen, M.; Ma, L. Q. y Harris, W. G. (1999).- “Baseline concentration of 15 trace elements in Florida surface soils.” J. Environ. Qual. 28:1173-1181.
- C.S.I.C.-I.A.R.A. (1989).- “Mapa de Suelos de Andalucía escala 1:400.000.” Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Capel, J. J. y Andujar, E. C. (1978).- “Mapa pluviométrico de Andalucía.” Revista Paralelo. 37, 2. Almería.
- Capel, J. J. (1982).- “El clima de las zonas áridas.” Seminario sobre zonas áridas. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. 327pp.
- Capel, J. J. (1990).- “Climatología de Almería.” Ed. Instituto de Estudios Almerienses. 160pp
- Cara, G. y Rivera, J. (1999).- “Residuos en la agricultura intensiva. El caso de Almería.” Encuentro medioambiental almeriense: en busca de soluciones.
- Castillo (1989).- “El clima de Andalucía.” Ed. Instituto de Estudios Almerienses. 298pp.
- Cavallaro, N. y McBride, E. (1978).- “Copper and cadmium adsorption characteristic of selected acid and calcareous soils.” Soil Science Society of America. Vol. 42, 550-556
- Cobelo-García, A. y Prego, R. (2003).- “Heavy metal sedimentary record in a Galician Ria (NW Spain): background values and recent contamination” Marine Pollution Bulletin. 46:1235-1262.
- Collado, D.; Navarro, A.; Soler, M. y Martín, M. (1996).- “Contaminación de suelos y aguas subterráneas en el Delta del río Almanzora (Almería).” IV Simposio Internacional sobre el agua en Andalucía, 257-267.

- 
- Collado, D.; Navarro, A. y Font, X. (1999).- “Evaluación de la movilidad de los metales pesados en el acuífero deltaico del río Almanzora (Almería) mediante ensayos de campo y de laboratorio.” *Minería, Industria y Medio Ambiente en al Cuenca Mediterránea*. 465pp.
  - Collado, D.; Sánchez, J.; Navarro, A. y Del Moral, F. (2000).- “Suelos desarrollados sobre materiales aluviales afectados por actividades mineras en El Arteal (Cuevas de Almanzora, Almería).” *Edafología*. 73, 217-225.
  - Collado, D. (2001).- “Movilización de contaminantes en el terreno a partir de suelos contaminados.” Tesis doctoral. Universidad de Granada. 326pp.
  - Cooker, R.V. y Warren, A.- (1973). “*Geomorphology in Deserts*.” University of California Press, Berkley, 374 p.
  - Cunningham, S.D.; Anderson, T.A.; Schawab, A.P. y Hsu, F.C. (1996).- *Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants*. *Adv. Agron.* 56, 55-114.
  - Darnley, A. G. (1997).- “A global geochemical referente network: the fundation for geochemical baselines.” *Journal of Geochemical Exploration*. 60, 1-5.
  - De Vivo, B.; Boni, M.; Marcello, A.; Di Bonito, M. y Russo, A. (1977).- “Baseline geochemical mapping of Sardinia (Italy).” *J. Geochem. Explor.* 60:77-90.
  - Delgado, G.; Delgado, R.; Parraga, J.; Gámiz, E.; Sánchez, M.; Medina, J. y Martín, J. M. (1991).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1014 (Vera)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 126pp
  - Delgado, R.; Aguilar, J y Delgado, G. (1994).- “Use of numerical estimators and multivariate analysis to characterize the genesis and pedogenic evolution of xerals from southern Spain.” *Catena*, 23,309-325

- Doner, H.E. (1978).- “Chloride as a factor in movilities of Ni(II), Cu(II) and Dc(II) in soils.” *Soil Sci. Soc. Amer. J.*42, 882-885.
- Dorronsoro, C. y Aguilar, J. (1988).- “El proceso de iluviación de arcilla”. *An Edafol. Agrobiol.* 311-350
- Dorronsoro, C. y Alonso, P. (1993).- “Soil development in the chronosequence of red mediterranean soils in Salamanca.” *Adana, Turquía.* 104-108
- Duchaufour, P. (1977).- “Atlas ecológico de los suelos del mundo”. Toray-Masson. 178 pp.
- Duchaufour, P. (1984).- "1. Edafogénesis y Clasificación" Ed. Masson S.A. Barcelona. 493pp.
- Dudas, M.J. (1987).- “Acumulation of native arsenic in acid sulphate soils in Alberta.” *Canadian Journal of Soil Science*, 67, 3-17.
- Dudka, S. y Adriano, D. (1997).- “Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review.” *Journal of Environmental Quality*, 26, 590-602.
- Ebbs, S.D.; Lasat, M.M.; Brady, D.J.; Cornish, J.; Gordon, R. y Kochian, L.V. (1997).- Heavy Metals in the environment: Phytoextraction of Cadmium and Zinc from a Contaminated Soil. *J. Environ. Qual.* 26, 1424-1430.
- Elkhatib, E.A., Benett, O.L. y Wright, R.J. (1984) .-“Kinetics of arsenite sorption in soils.” *Soil Sci. Soc. Amer. J.*48, 10-25.
- EPA (2001).- “Supplemental Guidance for Developing Soils Screening Levels for Superfund Sites.” Environmental Protection Agency. USA
- Erhart, H. (1955).- “Biostasie et Rhesistasie. Esquisse d’une théorie sur le rôle de lapédogenése en tant que phénomène géologique.” *C.R. Acad. Sc. París*, t. 241, 1218-1220.

- 
- Fallot, P. (1948).- “Les cordilleres Bétiques.” Est. Geol. nº 8. Madrid. 83-172.
  - Faniran (1978).-“Guía para la descripción de perfiles de suelo.” 2ª ed. FAO. Roma 70pp.
  - FAO (1974).- “Soil Map of the World 1:5.000.000.” Vol. I. Legend. UNESCO. París.
  - FAO (1977).-“Guía para la descripción de perfiles de suelo.” 2ªed. FAO. Roma.70 pp
  - FAO (1988).- “Soil Map of the World 1:5.000.000.” Food and Agriculture Organization the United Nations. Report 60. 142 pp
  - FAO (1990).- “Mapa mundial de suelos” FAO-UNESCO. Bol 60. Roma. 142 pp
  - FAO (1998a).- “World Reference Base for Soil Resources. Introduction”. Ed. Deckers, J.A.; Nachtergaele, F.O.; Spaargaren, O.C. Belgium. 165 pp
  - FAO (1998b).- “World Reference Base for Soil Resources. Atlas”. Ed. Bridges, E.M.; Batjes, N.H.; Nachtergaele, F.O. Belgium. 79 pp
  - FAO (1999).- “Base referencial mundial del recurso suelo”. FAO-SICS-ISRIC. Bol. 84. Roma. 90 pp.
  - Farrah, H. y Pickering, W.F. (1977).- “The sorption of lead and cadmium species by clay minerals.” Aust. J. Chem. 30, 1417-1422.
  - Fassbender, H.W. y Bounemisze, E (1987).- “Química de suelos.” Ed. I. I. C. A. de la OEA. Costa Rica. 420pp.
  - Faz, A.; Ortiz, R.; Fernandez, M.T. (1997).-“Tipología, mineralogía y génesis de los suelos poco evolucionados sobre roca no consolidada en la sierra de Carrascoy.” Actas del Congreso Latino-americano de Ciencia del Suelo. Salamanca. 281-290.

- Fenoll, P; Delgado, F.; Fontboté, L.; Gervilla, F.; Martín, J. M.; Rodríguez, J. F.; Torres, J. y Velilla, N. (1987).- “Los yacimientos de fluorita, plomo, cinc y bario del sector central de la Cordillera Bética.” Departamento de Mineralogía y petrología. Universidad de Granada. 127pp.
- Fernández, E. y Dana, E. (1999).- “Impacto ambiental de los residuos ganaderos en el levante almeriense.” Minería, Industria y Medio Ambiente en al Cuenca Mediterránea. 465pp.
- Fernández, E.; Jiménez, R.; Lallena, A.M. Aguilar, J. (2004).- “Evaluation of the BCR sequential extraction procedure applied for two unpolluted Spanish Soils. Environmental pollution 131, 355-364.
- Ferreira, A.; Inacio, M. M.; Morgado, P.; Batista, M. J.; Ferreira, L.; Pereira, V. y Pinto, M. S. (2001).- “Low-density geochemical mapping in Portugal.” Applied Geochemistry. 16:1323-1331.
- Fiedlev, H.D. Lopez-Sánchez, J.F. Rubio, R. Rauvet, G. Quevauviller, Ph.; Ure, A.M. Muntau, H. (1994).- “Study of the stability of extractable trace metal contents in a river sediment using sequential extraction Analyst. 119, 1109-1114.
- Fitzpatrick, E.A. (1.984).- "Suelos, su formación, clasificación y distribución. Ed. C.E.C.S.A. México. 245 pp.
- Frontana. J. y Rodríguez, F. (1981).- “La aridez y el balance de agua en la costa mediterránea andaluza.” Simp. Agua Andalucía (Granada). 1, 17-30
- Galán, E. (2003).- “Aportaciones de la mineralogía a la evaluación y tratamientos de suelos y sedimentos contaminados por elementos traza.” Soc. Esp. Mineralogía. 26. 186, 1-28
- Galán, E.; Gómez Ariza, J. L.; González, I.; Fernández Caliani, J. C.; Morales, E. y Giradles, I. (2003).- “Heavy metal partitioning in river sediment severely polluted by acid mine drainage in the Iberian Pyrite belt.” Appl. Geochem., 18, 409-421.

- 
- García, I.; Simón, M.; Dorronsoro, C.; Aguilar, J.; Martín, F. y Ortiz, I. (2000).- “Contaminación de suelos por oxidación de lodos piríticos.” *Edafología*. 7-3, 159-168.
  - García, A. (2003).- “Los invernaderos de Almería y su problemática ambiental: evolución del sector empresarial.” Universidad de Almería. 176pp.
  - Gaviria, M. y Baringo, D. (2001).- “Almería madura, Almería podrida.” Universidad Pública de Navarra. 96pp.
  - Genou et al. (1992) tomado de Porta, J.; López-Acevedo, M y Roquero, C. (1999).- “Edafología para la agricultura y el medio ambiente.” 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 849pp
  - Giménez-Luque, E. (2000).- “Bases botánicoecológicas para la restauración vegetal de la sierra de Gádor (Almería).” Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Inédita. 632 pp
  - Gile, L.H.; Peterson, F.F. y Grossman, R.B. (1965).- “The k horizon. A master horizon of carbonate accumulation in desert soils”. *Soil Science*. 101, 347-360
  - Gisbert, J. M. (2002).- “Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy-99).” Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 329pp
  - Gisbert, J. M. e Ibáñez, S. (2002).- “Génesis de suelos.” Ed. Univ. Politécnica de Valencia. 222pp
  - Goldschmidt, V.M. (1954).- “Geochemistry.” Oxford University Press. Oxford
  - Gómez-Miguel, V. (1987).- “Clasificación morfogenética de las acumulaciones calizas”. *An. de Edafol. y Agrobiol.* 46, 357-375
  - Gómez-Miguel, V.; Perez-Arias, J.; Roquero, C. (1988).- “Pseudoanticlinales y estructuras asociadas en las acumulaciones calizas del oeste de Cuenca (La Mancha. España Central)”. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (Sevilla). Tomo I, 253-258.

- Gómez, E. (2003).- “Contaminación e invernaderos.” Waste magazine. <http://waste.ideas.es/invernaders.htm>
- González, F. y Martín-Vivaldi, J.L. (1949).- “Caracterización y propiedades de una bentonita de Almería”. An. de Edafología, 567-582.
- González, F. y Sánchez, M. (1968).- “Diferentation of kaolinite from chloride by treatment with dimethylsulfoxide” Clay Min. 7, 447-451
- Gregorauskiene V.; Kadunas, V., (1997). Experience and goals of geochemical mapping for environmental protection in Lithuania. J. Geochem. Explor. 60, 67-76.
- Grupo IU.LV-CA (2002).- “Moción: tercer grupo energético a carbón en la central de ENDESA (Carboneras)” Diputación Provincial de Almería.
- Guerra, A. et al. (1968).- “Mapa de suelos de España escala 1:1.000.000.” C.S.I.C. Madrid. 117 pp.
- Guerrero, J.; Rodríguez, C.; Deyá, M. y Jornet, A. (1990).- “Metales pesados en sedimentos marinos del golfo de Vera (Almería).” Inf. Tec. Inst. Esp. de Oceanografía nº83.
- Gutierrez Rios, E. y Gonzalez, F. (1949).- “Génesis de la montmorillonita en Marruecos español. An. de Edafología. 538-559.
- Heeraman, D.A.; Claassen, V.P. and Zasoski, R.J. (2001).- Interaction of lime, organic matter and fertilizer on growth and uptake of arsenic and mercury by Zorro fescue (*Vulpia myuros* L.). Plant and Soil. 234, 215-231.
- Hetterlingh, J.P.; Downing, R.J. y de Smet, P.A.M. (1991).- “Mapping critical loads for Europe.” CCE Technical Report nº 1. Netherlands.
- Hoffman, E. L. (1992).- “Instrumental Neutron Activation in Geoanalysis.” Journal of Geochemical Exploration. 44, 297-319.



- 
- Holmgren, G. (1967).-“A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure” Sol sci. Soc. Am. Proc., 31, 210-211.
  - Hoyos de Castro, A. y García-Chicano, J.L. (1949).- “Geoquímica del manganeso en los yacimientos de bentonita del Marruecos español.” An. de Edafología. 538-559
  - Ibañez, J.J.; Gallardo, J. y Jiménez, R (1987).- “Suelos con horizonte argílico en el Macizo de Ayllón y sierra del Alto Rey (Sistema Central): pautas de distribución en el paisaje.” An. de edad. y agrobiol. 46, 1103-1116.
  - ICONA (1982).- “Paisajes erosivos en el Sureste español. Ensayo metodológico para el estudio de su cualificación y cuantificación.” Monografía 26. Servicio de Publicaciones del MAPA. 67 pp.
  - IGME (1982).- “Mapa Geocientífico del Medio Natural escala 1:100.000. Provincia de Almería.” Tomo I. Ministerio de Industria y Energía. 52 pp.
  - IGME (1998).- “Mapa Geológico de España.” Ministerio de Industria y Energía.
  - INHOBE (2003).- “Investigación de la contaminación del suelo.” Vol. 8. Calidad del suelo. Valores indicativos de evaluación. Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente. Gobierno Vasco.
  - Instituto de Cartografía de Andalucía.- “Modelo digital de Elevaciones de Andalucía (resolución 75m).” Consejería de Obras Públicas. Junta de Andalucía. Sevilla.
  - Instituto Geográfico Nacional (1999).- “Mapa Provincial de Almería escala 1:200.000.” Ministerio de Fomento. Madrid.
  - Instituto Nacional de Meteorología. (1991).- “Síntesis de los datos climáticos elementales de Andalucía.”
  - Junta de Andalucía. (1988).- “Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía. Serie Mediterránea. 1:50.000” Ed. Agencia de Medio Ambiente. Consejería de Obras Públicas y Transportes. 43 pp.

- Kabata-Pendias, A. y Pendias, H. (1992).- “Trace elements in soils and plants.” Edition CRC Press. 365pp.
- Kheboian, C.; and Bauer, C.F. (1987).- “Accuracy of selective extraction procedures for metal speciation in model aquatic sediments. *Analytical Chemistry* 51, 113-121.
- Lacalle-Pareja, B.; Fernandez de Pino, P. Gonzalez, P. y Romero, A. (2000).- Diferencias en la biodisponibilidad de metales pesados entre suelos naturales y suelos contaminados. *Edafología* 7-3, 251-265.
- Lin, Z. y Puls, R. (2000).- “Adsorption, desorption and oxidation of arsenic affected by clay minerals and ageing process.” *Environmental Geology*, 39, 753-759.
- Lindsay Whand Sadig, M. (1979). “Use of Eh + pH to predict and interpret metal solubility relationships in soils”. *Sci of Total Environment*, 28, 169-178.
- Lindsay, W.L. (1972).- “Zinc in soils and plants nutrition.” *Advances in agronomy*, 24, 1-47.
- López Cadenas, F. y Blanco Criado, M. (1976).- “Aspectos cualitativos y cuantitativos de la erosión hídrica y del transporte y depósito de materiales.” Ministerio de Agricultura. Madrid. 190pp
- López Cadenas, F. y Blanco Criado, M. (1976).- “Hidrología Forestal.” E.T.S. Ing. De Montes, Madrid. 187pp
- López-Ruiz, J. y Rodríguez-Badiola, E. (1980).- “La región volcánica neogena del sureste de España.” *Stud. Geol.* 36,5-63.
- López-Ruiz, J.; Cebria, J.M. y Doblas, M. (2002).- “Cenozoic volcanism I: the Iberian Peninsula.” In: Gibbons, W. & Moreno, T. (Eds). *The Geology of Spain*. 417-438.
- Lorite, J. (1995).- “Cartografía y ordenación agroforestal de la Sierra Nevada almeriense.” Tesis de licenciatura. Universidad de Granada.

- Lorite, J.; Navarro, F. B. y Valle, F. (1998a).- “Aportaciones a la flora vascular de Sierra Nevada (Almería); el elemento murciano-almeriense.” *Acta Bot. Malacitana*, 23, 256-259.
- Lorite, J.; Navarro, F. B. y Valle, F. (1998b).- “Planteamiento de objetivos como base para la gestión de la Sierra Nevada almeriense”. *Investigación+Gestión*, 3, 25-32.
- Lozano, F.J. (1992).- “Estudio edáfico de la Hoja de Baza. Balance de erosión y degradación”. Tesis Doctoral. Serv. de Publ. de la Univ. de Granada, 525pp
- Lozano, F.J.; Sierra, C.; Ortega, E.; Marañés, A. y de Haro, S. (1996).- “Glacis calcixerólico y suelos con horizonte cálcico del NE de la provincia de Granada.” *Rev. del Laboratorio Xeológico de Laxe (La Coruña)*. 21, 763-774
- Macías, F. (1993).- “Información de suelos y evaluación del impacto ambiental: situación actual y perspectivas de futuro.” *Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*, 4, 7-20.
- Manful, G. A. (1991).- “Occurrence and ecochemical behaviour of arsenic in a goldsmelter impacted area in Ghana”. University of Gent. 208 pp.
- Martín, F.J. (2001).- “Contaminación de suelos por el vertido de una mina de pirita (Aznalcóllar, España).” Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 253pp.
- Martín, F.J.; Sierra, M.; Sierra, C. y Aguilar, J. (2005).-“Proyecto LUCDEME. Mapa de Suelos escala 1:100.000 de la Provincia de Almería.” En prensa.
- Martín Vivaldi, J. L. y Rodríguez Gallego, M. (1961).- “Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction photographs. Part I- Chlorite-Kaolinite mixture Part II.- Clhorite-swelling, chlorite and montmorillonite”. *Clay. Min. Bull*,4 , 282-292 y 293-298.
- Martínez, F. J. (1990).- “Estudio edáfico de la hoja de Guadix (1011). Evaluación y uso de los suelos.” Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 693 pp

- Martínez, F. J.; Sierra, C. y Roca, A. (1992).- “Proceso geomorfoedáficos en la cuenca del río Güéneja (Granada).” Actas de la II Reunión Nacional de Geomorfología (Murcia). 251-260
- McClean, J. y Bledsoe, B. (1992).- “Behaviour of metals in soils and groundwater.” Issue EPA/540/S-92/018. US Environmental Protection Agency. Washington.
- McLaren, R.G.; Swift, R.S, y Williams, J.G. (1995).- “The absorption of copper by soil materials at low equilibrium solution concentrations.” Journal of Soil Science. 32, 247-256.
- Meagher, R.B. (2000).- Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. Current Opinion in Plant Biology. 3, 153-162.
- Menjivar, J. C. (2001).- “Estudio de los suelos de olivar de la hoja de Torres (948). Su evaluación y degradación” Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 402 pp
- Mester, Z.; Cremisinic, C.; Ghiara, E.; Morabito, R. (1998).- “Comparison of two sequential extraction for metal fractionation in sediment sampler”. An. Chim. Acta 359,113-142.
- Migueiz H. y Añó, C. (2002).- “Almería: el final de la gran cosecha.” <http://aldearural.com/subcategorias/documentacion/informesinvernaderos.htm>
- Miguel de, E.; Callaba, A.; Arranz, J. C.; Cala, V.; Chacón, E.; Gallego, E.; Alberruche, E.; Alonso, C.; Fernández-Cantelli, P.; Iribarren, I. y Palacios, H. (200).- “Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid.” Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consejería de Medio Ambiente. Instituto Geológico y Minerote España. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2000).- “Guía para la elaboración de estudios del mediofísico.” Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 809 pp.

- 
- Montoya, B.; Martínez-Carrasco, F. y Martínez, J. M. (1999).- “Amenazas y oportunidades del sector comercializador hortofrutícola almeriense.” *Minería, Industria y Medio Ambiente en la Cuenca Mediterránea*. 465pp.
  - Moreno, D.; Aguilera, P. A.; Castro, H.; Martínez, J. L.; Martínez, F. y Sanz, F. (1999).- “Valoración del impacto de los vertidos hídricos industriales en el litoral; aproximación metodológica al estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) *delile*.” *Minería, Industria y Medio Ambiente en la Cuenca Mediterránea*. 465pp.
  - Mota, J. F. y Valle, F. (1985).- “Notas corológicas sobre la flora de la provincia de Almería (España).” *Candollea*, 40, 536-570.
  - Mota, J. F.; Cabello, J.; Gómez-Mercado, F. y Peñas, J. (1993).- “Estudio fitosociológico de los pastizales subulícolas (Od Malcolmietalia Rivas Godoy, 1957) de los Campos de Níjar y Tabernas (sureste de la Península Ibérica)” *Ecol. Medit.*, XIX (3/4), 53-60.
  - Mota, J. F.; Cabello, J.; Cueto, M.; Gómez-Mercado, F.; Jiménez, E. y Peñas, J. (1997).- “Datos sobre la vegetación del sureste de Almería. (Desierto de Tabernas, Karst en yesos de Sorbas y Cabo de Gata)” *Universidad de Almería*. 130pp.
  - Mota, J. F. (2004).- “Flora y Vegetación de la provincia de Almería.” En prensa. Comunicación privada.
  - Muñoz, J. A.; Teruel, S. y Santiandreu, M. (1999).- “Depuración biológica de las aguas residuales de DMS Deretil.” *Minería, Industria y Medio Ambiente en la Cuenca Mediterránea*. 465pp.
  - Navarro, A.; Collado, D.; Font, X. y Viladevall, M. (1997).- “Geoquímica de las mineralizaciones auríferas de sierra Almagrera- Almería (España)”. *Recursos Naturales y Medio Ambiente en el sureste peninsular*. 307-320.

- Navarro, A.; Collado, D. y Sánchez, J. (1999).- “Caracterización de la contaminación producida por actividades mineras en los suelos de la cuenca baja del río Almanzora.” Bol. Geol. y Minero, 109, 173-192.
- Navarro, A.; Martínez, F. y Collado, D. (1999).- “Caracterización de la calidad de suelos de uso industrial en áreas afectadas por actividades mineras e industriales.” Minería, Industria y Medio Ambiente en al Cuenca Mediterránea. 465pp.
- Navarro, F. B.; Lorite, J. y Salazar, C. (1999).- “Estudio ecológico y florístico de la porción occidental de la sierra de las Estancias (Hinojosa, Madroñal y sierra de Lúcar).” Monogr. Fl. Veg. Béticas 11, 5-132.
- Navas, A. y Machín, J. (2002).- “Spatial distribution of heavy metals and arsenic in soils of Aragón (northeast Spain): controlling factors and environmental implications.” App. Geochem. 17:961-973.
- Netherland Soil Survey Institute (1969). Tomado de la Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología (1995). Ministerio de Medio Ambiente. 809pp
- Odor, L.; Horváth, I. y Fúgedi, U. (1997).- “Low-density geochemical mapping in Hungary.” J. Geochem. Explor. 60:55-66.
- O’Neil, P. (1995).- “Arsenic. pp:105-121.” In Heavy metals in soils. 2<sup>nd</sup> Edition. Alloway, B.J. (ed). Blackie Academic and Professional. London, UK.
- Ollier, C.D. (1976).- “Catenas in different climates.” Geomorphology and climate. Ed. E. Derbyshire. Chichester: Wiley.
- Ortega, E.; Sierra, C.; Rodríguez, T.; García, I.; Saura, I.; Iriarte, A.; Martínez, F.J. y Lozano, F.J. (1986).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1029 (Gergal)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 125 pp

- 
- Ortega, E.; Sierra, C. y Martínez, F. J. (1988).- “Caracterización de los suelos con horizonte petrocácico en el glacis de la sierra de Baza (Granada).” I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (Sevilla). Tomo I, 241-246
  - Ortiz, R, y Faz, A. (1993).- “Tipología y génesis de suelos con horizonte argílico en la sierra de Carrascoy (Murcia). Actas del Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Salamanca, 1069-1076.
  - Ortiz, I. (2001).- “Reconstrucción paleoambiental de la depresión de Granada a través del estudio de paleosuelos.” Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 231pp
  - Oyarzun, R.; Márquez, A.; Ortega, L.; Lunar, R. y Oyarzun, J. (1995).- “A late Miocene metallogenic province of Southeast Spain: a typical Andean-type processes on a smaller scale.” Trans. Inst. Min. Metall. 104,197-202.
  - Pallarés, A. (1991).- “Datos para el conocimiento de la flora y vegetación de la sierra de los Filabres (Almería).” Bol. Inst. Est. Almerienses, 9/10, 89-109.
  - Paneque, G.; Corral, L.; Gil, J.; Espino, C; Morales, I. y Herrera, P. (1990).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 996 (Huércal-Overa)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 98pp
  - Paneque, G.; Corral, L.; Gil, J.; Fernández, P.; Espino, C; Arrollo, J.; Morales, I.; del Toro, M. y Herrera, P. (1991).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 973 (Chirivel)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 94pp
  - Paquet, M. y Millot, G. (1972).- “Geochemical evolution of clay mineral in the weathered product and soil of mediterranean climatets”. International clay conference. Realigraf V.1, 153-160. Madrid
  - Pedraza, J. (1996).- “Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones.” Ed. Rueda, S.L., Madrid. 51- 61.

- Peneva, N. (1976).- “Effect of organic matter on zinc retention and liability in the soil.” *Pochvozn. Agrokhim.* 11-14.
- Peñas, J. (1997).- “Estudio fitocenológico y biogeográfico de la sierra de los Filabres (Andalucía Oriental, España). Análisis de la diversidad de los matorrales.” Tesis doctoral. Universidad de Granada. 284pp.
- Pereda, M. y Cox, M. E. (2002).- “Trace metal occurrence and distribution in sediments and mangroves. Pumice stone region, southeast Queensland, Australia.” *Environmental International*, 28:433-449.
- Pérez Pujalte, A.; Oyonarte, C.; Fernández, A.; Burgos, R.; Quesada, M. C.; Guirado, J. L. y Díaz, J. L. (1988).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1044 (Alhama de Almería)”. Proyecto LUCDEME. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA. Revisatlas. Madrid. 147pp.
- Pérez Pujalte, A.; Oyonarte, C.; Torres, M.; Fernández, A.; Burgos, R.; Guirado, J. L.; Mendoza, R. M.; Díaz, J. L. y Pérez, B. (1989).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1045 (Almería)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 151pp
- Pérez Pujalte, A.; Oyonarte, C.; Torres, M.; Fernández, A.; Burgos, R.; Guirado, J. L.; Mendoza, R. M. y Díaz, J. L. (1989).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 1031 (Sorbas)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 148pp
- Pérez Pujalte, A.; Ibáñez de la Fuente, M. A.; Torres, M.; Oyonarte, C.; Guirado, J. L.; Mendoza, R. M. (1990).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 951 (Orce)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 162pp
- Pérez Pujalte, A.; Martín, J. M.; Torres, M.; Fernández, A.; Burgos, R.; Pérez, T.; Oyonarte, C.; Valle, F.; Madroño, T. y Díaz, J. L. (1992).- “Mapa de suelos escala



- 1:100.000 de la hoja 974 (Vélez Rubio)". Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 160pp
- Pérez Pujalte, A.; Martín, J. M.; Pérez, T.; Torres, M; Fernández, A.; Burgos, R; Oyonarte, C.; Maradona, T.; Valle, F. y Díaz, J. L. (1993).- "Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 952 (Vélez Blanco)". Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 158pp
  - Plant, J.A. y Raiswell, R. (1983).- "Principle of environmental geochemistry." In I. Thornton (ed.) Applied environmental geochemistry. Academic Press. London, 1-39.
  - Plassard, F.; Winiarski, T. y Petit-Ramel, M. (2000).- "Retention and distribution of three heavy metals in a carbonated soil: comparison between batch and unsaturated column studies." Journal of Contaminant Hydrology. 42, 99-111
  - Porta, J.; López-Acevedo, M y Roquero, C. (1999).- "Edafología para la agricultura y el medio ambiente." 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 849pp
  - Pulido, A.; Macías, A.; Navarrete, F.; Martínez, J. L.; Alonso, C.; Benavente, J. y Molina, L. (1988).- "Estado de la intrusión marina en la unidad de Balanegra (Campo de Dalías, Almería)." Simp. Int. Tecnol. Intrusión en Acuíferos Costeros. Almuñecar, 311-327.
  - Puls, P. y Bohn, H. (1988).- "Sorption of cadmium, nikel and zinc by kaolinite and montmorillonite suspensions." Soil Science of America Journal, 52, 1289-1292
  - Quirantes, J. (1989).- "Aproximación cualitativa y cuantitativa de los fenómenos de erosión eólica en el SE español (Granada, Almería, Málaga)". LUCDEME-5. Madrid.
  - Rauvet, G. ; Rubio, R. ; López-Sanchez, J.F. (1989).- "Optimization of Tessier procedure for metal solid speciation in river sediments. Int. Environ. Anal.Chem. 36,69-83.

- Reimann, C. y Caritat, P. (1998).- “Chemical elements in the environment.” Ed. Springer. Berlin, Alemania. 398 pp
- Reimann, C.; Koller, F.; Kashulina, G.; Niskavaara, H y Englmaier, P. (2001).- “Influence or extreme pollution on the inorganic chemical of some plants.” *Environmental Pollution*. 115:239-252.
- Reimann, C.; Kashulina, G.; Caritat, P. y Niskavaara, H. (2001).- “Multi-element, multi-medium regional geochemistry in the European Arctic: element concentration, variation and correlation.” *Applied Geochemistry* 16:759-780.
- Richards, L. A. (1954).- “Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.” US Salinity Laboratory. US Department of Agriculture. Handbook nº 60.
- Rivas Martínez, S. (1982).- “Etagés bioclimáticas, sectores chorológicos et series de végétation de l’Espagne méditerranéenne ”. *Ecología mediterránea*, 8 (1-2), 275-288.
- Rivas Martínez, S. (1984). “Pisos bioclimáticos de España”. *Lazaroa*, 5, 33-43. Madrid
- Rivas Martínez, S. (1987).- “Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España.” Ministerio de Agricultura. Madrid. 268 p.
- Roca, A; Sierra, C.; Aguilar, J. (1994).- “Suelos con horizonte árgico en la depresión de de Baza (Granada, España). *Geomorfología en España*. Tomo II. 339-351. Logroño
- Rock, N. M. S. (1988).- “Numerical Geology.” *Lecture Notes in Earth Sciences*, 18. Springer. Berlin, 427pp.
- Rousseeuw, J. y Leroy, A. M. (1988).- “A robust scale estimator based on the shortest half.” *Statistica Neerlandica*. 42n(2):103-116.

- 
- Rousseeuw, J. y Croux, C. (1993).- “Alternatives to the mean absolute deviation.” *J. Amer. Statistical Assoc.* 88n(424):1273-1283.
  - Salminen, R.; Tarvainen, T., 1997. “The problem of defining geochemical baselines: a case study of selected elements and geological materials in Finland”. *J. Geochem. Explor.* 60, 91-98.
  - Salminen, R. y Gregorauskiene, V. (2000).- “Considerations regarding the definition of a geochemical baseline of elements of the surgical materials in areas differing in basic geology.” *Applied Geochemistry.* 15, 647-653.
  - Sánchez Camazano, M. y Sanchez Martín, M.J. (1987).- “Aspects of the adsorption of pirimicarb by smectites and soil.” *Z. Pfanzenernähr. Bodenkd.* 150, 208-212.
  - Schultz, L. (1969).- “Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierce shale”. *Geol. Surv. Prof. Paper*, 391-C
  - Shuman, L.M. (1991).- “Chemical forms of micronutrients in soils.” In Mortvedt, J.J. (ed). *Micronutrients in agriculture.* Soil Sci. Soc. Amer. Winsconsin, Madison, USA.
  - Sierra, C.; Simón, M.; De Hoyos, R. (1980).- “Influencia de la vegetación en la génesis de algunos suelos de Sierra Nevada” *An. de Edafol. y Agrob.* T XXXIX, 2033-2050.
  - Sierra, C.; Ortega E.; Quirantes, J.; Lozano, J. y Martínez, J. (1990).- “Mapa de suelos escala 1:100.000 de la hoja 994 (Baza)”. Proyecto LUCDEME. Minis. Agr. Pes. y Alim.-ICONA. Revisatlas. Madrid. 156pp
  - Sierra, C.; Lozano, J. y Quirantes, J. (1992).- “Calculo de la erodibilidad eólica en el ámbito de Baza (Granada).” *Actas del XX Congreso Internacional de la Sociedad Farmacéutica del Mediterráneo Latino (Granada).* Tomo I, 93-93.

- Sierra, C.; Quirantes, J.; Lozano, J. y Ortega, E. (1993).- “Estudio de una catena de suelos desarrollados sobre los materiales Neogeno-Cuaternarios de Caniles-Baza, Granada.” *El Cuaternario en España y Portugal*. 2, 609-613.
- Sierra, C.; Lozano, F. J.; Martínez, F. J. y Roca, A. (1999).- “Problemática de los regímenes de humedad y temperatura en los suelos del ámbito mediterráneo andaluz (España).” *Actas del 14º Congreso Latinoamericano de Ciencia de la Suelo*. Chile. Ed. Digital.
- Simón, M.; Alfaro, P.; Gonzalez, M.; López, J.A. y Gonzalez, J. (1993).- “Suelos rojos como representantes de la edafogénesis de finales del mioceno al pleistoceno.” *El cuaternario en España y Portugal*, 2, 623-632.
- Smith, B. R. y Buol, W. (1968).- “Genesis and relative wathering intensity studies in three semiarid soils.” *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32, 261-265
- Soil Conservation Service (1972).- “Soil Survey Laboratory“ *Methods and procedures for collecting soil samples*. U.S.D.A. Dpto. Agric. Washington.
- Soil Survey Staff (1975).- “Soil Taxonomy.” Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. Handbook, nº 436.
- Soil Survey Staff (1999).- “Soil Taxonomy: a basic system of Soil Classification for Making & Interpreting Soil Survey.” U.S. Department of Agriculture. 2<sup>nd</sup> edition. Handbook, nº 436. Washington. 778pp
- Sposito, G. (1989).- “The chemistry of soils.” Oxford University Press, inc. New York.
- Stevenson, F.J. y Ardakani, M.S. (1972).- “Micronutrients in agriculture.” Ed. Morvedt, J.J.; Giordan, P.M. y Lindsay, W.L. *Soil Sci. Soc. Amer.* Cap. 5.
- Tessier, A.; Campbell, P.G.C. y Bisson, M. (1979).- “Sequential extraction for the speciation of particulate trace metals.” *Analytical chemistry*, 51, 844-851.

- 
- Thornthwaite, C.W. (1948).- “An approach toward a rational classification of climate.” *Geographical Review*, 55- 94.
  - Tidball, R. R. y Ebens, R. J. (1976).- “Regional geochemical baselines in soils of the Powder River basin. Montana-Wyoming.” In: Laudon R. B. (ed). *Geology and Energy Resources of the Powder River. Wyoming. Geological Association Guide Book. 28<sup>th</sup> Annual Field Conference*. Pp. 299-319.
  - Tyler, G. y Olsson, T. (2001).- “Concentrations of 60 elements in the soil solution as related to the soil acidity.” *European Journal of Soil Science* 52, 151-165.
  - Tyurin, I. (1951).- “Analytical procedure for a comparative study of soil humus”. *Trudy pochr. Inst. Dokuchaev*.
  - Urbano, P. (1992).- “*Tratado de Fitotecnia General*.” 2<sup>a</sup> ed. Mundi-Prensa. Madrid. 895 p.
  - Ure, A. M.; Quevauviller, Ph.; Muntau, H. and Griepink, B. (1993).- “Speciation of heavy metal in soils and sediments. An account of the improvement and harmonization of extraction techniques undertaken under the auspices of the BCR of the Commission of the European Communities. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 51, 135-151.
  - USDA (1951).- “*Soil Survey Manual*.” Department of Agriculture. Handbook 18 (Washington D. C.) 420pp
  - Valle, F.; Algarra, J.A.; Arrojo, E.; Asensi, A.; Cabello, J.; Cano, E.; Cañadas, E.M.; Cueto, M.; Dana, E.; De Simón, E.; Díez, B.; García, A.; Jiménez, E.; Gómez, F.; Jiménez, M.N.; Linares, J.E.; Lorite, J.; Melendo, M.; Montoya, M.C.; Mota, F.J.; Navarro, F.B.; Peñas, J.; Salazar, C. y Torres, J.A. (2003).- “*Mapa de series de vegetación de Andalucía*.” Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía. 131pp.

- Wild, A. (1992).- “Condiciones del suelo y desarrollo d las plantas según Russell.” Departamento of Soil Science. Univ. of Reading. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 1045pp
- Yohn, S. S.; Long, d. T.; Fett, J. D.; Patino, L.; Giesy, J. P. y Kannan, K. (2002).- “Assesing environmental change through chemical-sediment chronologies from inland lakes.” Lakes & Reservoirs, Research and Management. 7:217-230.
- Zhang, C.; Selinusb, O. y Schedinb, U. J. (1998).- “Statistical analyses for heavy metals contents in till and root samples in an area of southeastern Sweden.” The Science of Total Environment. 212:217-232.
- Zimdahl, R.L. y Skogerboe, R.K. (1977).- “Behaviour of lead in soil.” Environmental Science and Technology. 11, 1202-1207.

**ANEXOS**





Anexo I

MUESTRAS.	arcilla		limo		grueso		arena			CaCO3	pH	M.O.	CIC	Na	K	Ca	Mg	suelos	litología
	fino	33.2	7.2	7.1	5.8	2.7	2.2	muy fina	media										
930-1-1	40.3	33.2	7.2	7.1	5.8	2.7	2.2	1.4	26	8.46	1.05	12.55	0.06	0.22	18.54	0.63	Regosol calcárico	margas	
930-1-2	40.7	31.5	8.3	7.2	6.2	3.0	2.3	0.9	21	8.35	0.72	10.82	0.05	0.24	23.06	0.63	Cambisol calcárico	conglomerado	
931-1-1	30.4	14.5	6.4	11.3	13.7	9.6	9.1	5.0	35	8.33	1.39	20.95	0.03	0.48	20.59	0.82	Regosol calcárico	margas	
931-1-2	30.6	13.8	10.2	14.3	13.0	8.6	6.2	3.3	30	8.32	0.75	20.22	0.03	0.27	19.29	0.75	Regosol calcárico	margas	
931-2-1	48.3	19.5	5.6	3.8	6.2	5.4	6.6	4.6	31	7.79	1.86	20.59	0.04	0.77	20.29	0.44	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo	
931-2-2	46.2	20.6	5.9	4.5	5.9	5.2	7.1	4.6	37	7.73	0.87	15.95	0.04	0.18	19.08	0.13	Calcosol háplico	coluvio calcáreo	
951-1-1	48.7	20.2	4.2	7.6	5.1	6.9	4.2	3.1	46	8.49	1.76	17.22	0.05	0.98	15.80	0.88	Calcosol háplico	coluvio calcáreo	
951-1-2	46.8	16.6	4.3	7.4	7.9	4.9	6.1	6.0	45	8.48	1.01	14.82	0.03	0.76	18.27	0.94	Calcosol háplico	coluvio calcáreo	
951-2-1	40.8	22.6	6.6	12.0	9.6	3.5	2.6	2.3	47	8.5	1.24	14.16	0.07	0.59	16.22	1.07	Calcosol háplico	coluvio calcáreo	
951-2-2	41.5	23.9	5.4	9.9	7.5	4.4	4.1	3.3	42	8.5	0.98	12.82	0.07	0.50	15.99	1.07	Calcosol háplico	margas	
951-3-1	36.5	18.5	5.8	7.9	10.9	7.6	6.3	6.4	49	8.44	0.71	8.42	0.03	0.13	17.67	0.69	Calcosol háplico	margas	
951-3-2	38.6	14.4	4.9	7.5	7.8	8.7	10.5	7.6	73	8.45	0.30	7.32	0.03	0.12	17.36	0.69	Cambisol calcárico	margas	
951-4-1	41.4	27.4	10.0	5.4	7.5	5.3	1.6	1.4	51	8.48	1.50	19.90	0.12	0.63	19.30	2.63	Cambisol calcárico	calizas y dolomías	
951-4-2	40.2	28.7	15.1	6.0	5.0	2.2	1.8	1.0	51	8.48	1.05	15.66	0.17	0.66	18.65	2.63	Cambisol calcárico	calizas y dolomías	
952-1-1	65.6	8.3	7.1	5.3	3.4	2.4	3.8	4.1	26	8.35	1.33	26.02	0.10	1.40	23.90	0.88	Leptosol réndzico	calizas y dolomías	
952-1-2	63.9	14.5	8.2	5.3	1.8	0.9	2.2	3.2	16	8.35	1.05	20.46	0.14	0.84	23.10	2.19	Regosol calcárico	margocalizas	
952-3-1	38.9	27.4	6.1	4.5	3.7	4.4	6.2	8.7	57	8.36	4.40	22.14	0.05	0.41	20.14	2.63	Regosol calcárico	margas	
952-4-1	28.4	33.4	7.6	10.2	6.5	4.9	4.8	4.3	61	8.38	2.09	22.57	0.07	2.11	18.16	1.19	Calcosol háplico	margas	
952-4-2	28.1	33.2	9.0	10.1	6.5	4.2	4.8	4.1	62	8.31	1.68	12.24	0.07	2.25	21.12	1.19	Calcosol háplico	margas	
952-5-1	30.8	20.1	7.6	6.6	10.7	8.0	10.1	6.1	80	8.67	0.81	9.27	0.04	0.16	14.21	0.94	Calcosol háplico	margas	
952-5-2	33.5	18.9	6.5	7.4	9.8	8.6	8.0	7.3	82	8.61	0.62	8.18	0.03	0.11	15.31	0.88	Calcosol háplico	margas	
952-6-1	41.4	24.9	9.9	11.0	5.8	3.0	2.6	1.4	57	8.45	0.88	12.52	0.04	0.26	16.98	0.82	Calcosol háplico	coluvio calcáreo	
952-6-2	44.8	22.5	11.0	12.1	4.7	2.2	1.6	1.1	77	8.47	0.48	10.67	0.06	0.25	19.38	0.88	Regosol calcárico	esquistos calcáreos	
973-1-1	34.2	21.3	9.8	10.0	8.0	5.2	6.2	5.3	53	8.52	1.64	16.83	0.06	0.46	15.65	0.57	Regosol calcárico	esquistos calcáreos	
973-1-2	35.2	21.2	11.1	7.6	7.2	5.2	6.6	5.9	52	8.52	0.84	13.80	0.07	0.58	22.91	0.82	Regosol calcárico	esquistos calcáreos	
973-2-1	31.0	17.6	8.1	5.8	9.9	9.7	10.2	7.8	11	7.62	1.00	12.24	0.08	0.09	14.03	1.38	Regosol calcárico	esquistos calcáreos	
973-2-2	30.6	17.3	7.2	6.2	9.1	9.1	10.5	10.0	10	7.63	0.65	10.20	0.10	0.09	13.22	1.32	Regosol calcárico	esquistos calcáreos	
973-3-1	23.2	19.2	9.6	9.3	8.8	7.5	11.3	11.0	15	8.54	0.60	10.05	0.07	0.12	15.86	0.44	Calcosol háplico	margas	
973-3-2	23.4	19.4	9.4	10.0	9.4	7.8	10.7	9.9	15	8.55	0.44	9.10	0.07	0.12	10.98	0.32	Regosol calcárico	margas	
974-1-1	39.8	12.5	11.1	6.5	7.3	8.2	7.6	7.0	29	8.49	1.22	13.58	0.05	0.09	16.45	0.82	Regosol calcárico	margas	
974-1-2	39.7	10.3	12.7	5.7	8.3	6.9	8.8	7.7	27	8.5	0.54	9.45	0.04	0.08	14.71	0.87	Regosol calcárico	margas	
974-2-1	42.4	26.4	7.5	11.3	6.8	3.4	1.6	0.6	41	8.4	0.66	11.38	0.09	0.33	12.43	2.25	Regosol calcárico	margas	
974-2-2	45.3	29.4	8.8	7.0	6.1	1.8	1.0	0.6	41	8.4	0.34	9.66	0.28	0.30	15.24	3.31	Regosol calcárico	margas	
974-3-1	24.3	20.2	8.3	6.4	9.2	9.5	7.8	14.4	0	7.42	0.74	9.38	0.06	0.05	6.39	1.25	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos	
974-3-2	24.8	20.0	6.0	4.9	8.2	9.6	14.8	11.7	0	7.48	0.58	8.74	0.09	0.05	6.18	2.06	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos	
974-4-1	19.3	18.3	6.4	6.6	10.7	12.2	17.4	9.1	1	7.38	0.68	10.82	0.05	0.04	8.07	0.88	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos	
974-4-2	20.1	17.4	8.2	6.5	10.3	11.6	10.1	15.8	0	7.35	0.58	8.98	0.05	0.04	5.61	0.94	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos	
994-1-1	32.3	7.1	3.9	15.0	21.1	8.7	7.0	4.9	1	7.53	0.89	19.47	0.04	0.41	18.65	0.56	Luvisol cálcico	coluvio calcáreo	
994-1-2	35.5	6.3	5.2	13.2	22.3	8.1	6.0	3.3	0	7.56	0.62	21.57	0.05	0.44	17.77	0.62	Luvisol cálcico	coluvio calcáreo	

Anexo I

994-2-1	24.4	4.2	4.1	12.4	20.6	13.4	12.0	8.9	0	7.73	0.65	8.36	0.00	0.17	5.21	0.25	Cambisol eútrico	coluvio no calcáreo
994-2-2	24.3	4.4	7.3	11.7	15.8	13.7	11.9	10.8	0	7.75	0.52	7.99	0.02	0.14	5.21	0.25		
995-1-1	31.2	16.4	11.6	10.1	10.5	8.0	7.6	4.6	36	8.47	0.80	12.84	0.02	0.86	14.74	0.75	Cambisol calcáreo	coluvio calcáreo
995-1-2	30.2	20.2	10.1	9.8	9.8	7.8	7.2	4.9	40	8.56	0.61	11.57	0.02	0.50	17.14	0.87		
995-2-1	30.2	31.1	21.3	10.6	4.9	0.8	0.5	0.7	18	8.43	2.04	12.65	0.20	0.69	19.65	2.62	Regosol calcáreo	conglomerado
995-2-2	31.4	31.8	20.1	10.2	4.4	0.7	0.7	0.7	45	8.45	0.85	10.84	0.23	0.50	16.42	2.68		
995-3-1	44.0	26.9	16.3	10.4	1.6	0.2	0.3	0.2	18	8.48	0.41	12.30	0.06	0.54	19.72	2.00	Regosol calcáreo	margas
995-3-2	44.8	26.1	16.1	10.6	1.6	0.2	0.4	0.1	46	8.5	0.29	11.28	0.08	0.46	17.75	1.87		
995-4-1	28.8	17.2	8.4	8.1	10.0	9.4	10.4	7.7	53	8.45	1.42	8.82	0.02	0.24	18.24	1.50	Regosol calcáreo	coluvio calcáreo
995-4-2	26.2	19.5	9.1	7.3	10.3	8.5	10.5	8.6	51	8.4	0.28	6.82	0.02	0.21	16.64	1.37		
996-1-1	25.6	18.1	12.3	15.3	21.2	5.3	1.4	0.9	11	8.5	1.26	8.55	0.26	0.76	12.20	1.56	Regosol calcáreo	margocalizas
996-1-2	25.4	17.7	11.2	17.8	21.5	4.4	1.2	0.8	12	8.51	0.25	6.18	0.31	0.48	14.06	1.62		
996-2-1	18.6	9.3	6.5	5.5	10.9	12.2	18.7	18.3	15	8.41	0.72	7.36	0.04	0.13	14.74	0.50	Fluvisol calcáreo	material aluvial
996-2-2	21.4	9.7	7.7	5.7	8.9	11.1	16.5	19.0	17	8.45	0.44	6.74	0.05	0.08	19.04	0.62		
996-3-1	26.6	25.4	14.4	10.4	10.7	5.5	4.1	2.9	14	8.55	1.01	9.45	0.21	0.12	16.26	1.31	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
996-3-2	24.3	25.1	13.3	11.1	11.5	6.2	5.4	3.0	14	8.65	0.38	7.48	0.30	0.08	15.69	1.06		
996-4-1	22.9	10.0	8.5	10.2	13.1	11.6	13.1	10.7	14	8.56	0.64	6.72	0.04	0.12	15.01	0.50	Cambisol calcáreo	conglomerado
996-4-2	26.6	10.0	8.3	9.2	12.4	12.6	10.3	10.6	15	8.55	0.45	6.48	0.04	0.12	17.71	0.50		
996-5-1	29.6	10.1	4.9	13.6	14.2	10.4	11.0	6.2	14	8.11	0.58	6.26	0.01	0.05	10.68	0.00	Regosol calcáreo	conglomerado
996-5-2	28.6	10.6	5.2	9.1	15.5	10.3	10.3	10.4	21	8.05	0.27	5.17	0.02	0.06	14.76	0.06		
997-1-1	28.1	18.4	13.2	24.1	9.7	2.6	2.4	1.5	28	8.79	0.33	6.50	5.94	5.12	20.86	2.68	Regosol gipsífero	margas yesíferas
997-1-2	26.5	23.9	9.4	24.1	9.7	2.7	2.3	1.5	25	8.8	0.29	6.07	6.05	0.58	10.49	2.25		
997-2-1	37.7	27.3	6.3	3.6	7.1	6.6	7.1	4.3	28	8.5	2.19	14.90	0.28	0.74	18.09	2.18	Regosol calcáreo	margas
997-2-2	33.9	23.6	8.9	4.0	7.9	7.3	8.1	6.3	56	8.67	0.68	10.44	0.39	0.26	18.69	2.06		
1012-1-1	28.2	27.3	9.4	8.1	10.2	5.8	6.0	5.0	23	8.55	1.91	12.54	0.04	0.16	14.20	0.31	Cambisol calcáreo	calizas y dolomías
1012-1-2	27.6	27.2	7.3	8.0	10.4	6.8	6.9	5.9	21	8.56	0.74	8.54	0.04	0.11	12.46	0.25		
1012-2-1	30.3	27.6	10.4	9.4	6.9	4.4	6.0	5.0	46	8.33	2.52	16.36	0.06	0.13	16.68	0.31	Leptosol mólico	conglomerado
1012-3-1	21.4	13.4	11.4	11.4	11.0	8.8	11.7	10.9	0	7.58	2.75	12.89	0.04	0.79	7.11	0.62	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-3-2	19.0	9.4	7.0	11.2	13.5	13.0	13.5	13.4	0	7.6	0.72	8.77	0.06	0.13	6.08	0.50		
1013-1-1	19.5	15.4	8.7	12.4	13.4	8.3	10.7	11.7	2	7.67	0.74	8.33	0.07	0.17	7.35	0.50	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-1-2	19.2	14.2	8.5	11.7	13.0	8.5	11.4	13.4	0	7.7	0.34	6.60	0.13	0.22	6.93	0.56		
1013-2-1	27.6	19.1	10.8	11.0	13.8	6.9	6.4	4.5	2	7.47	3.48	20.30	0.11	0.29	16.16	1.43	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-2-2	27.7	20.4	10.2	11.5	13.7	6.5	5.3	4.8	1	7.5	0.78	10.83	0.11	0.12	10.67	0.75		
1013-3-1	18.5	7.9	6.1	17.5	17.1	11.5	10.1	11.3	1	7.65	0.98	8.60	0.04	0.11	4.24	1.06	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-3-2	41.0	11.9	4.0	6.7	12.4	9.6	7.4	6.9	0	7.65	0.43	13.81	0.08	0.13	7.10	2.75		
1013-4-1	20.2	9.4	10.0	17.1	20.1	10.5	7.5	5.2	1	7.6	0.63	7.14	0.03	0.07	4.95	0.62	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-4-2	19.4	11.0	8.2	16.0	21.3	10.2	7.6	6.3	0	7.6	0.53	6.50	0.03	0.07	4.35	0.56		
1013-5-1	18.1	14.4	8.2	10.4	16.3	8.0	10.1	14.5	1	8.02	2.46	9.61	0.02	0.20	6.19	0.12	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-5-2	18.0	14.9	4.7	8.8	13.7	8.6	12.8	18.6	0	7.8	0.89	7.06	0.02	0.12	5.99	0.31		
1013-6-1	15.7	11.2	8.5	12.4	15.6	11.6	14.0	11.0	0	8.06	0.61	6.50	0.03	0.05	5.51	0.18	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1013-6-2	15.0	11.8	7.7	12.0	14.7	11.3	15.7	11.8	0	8	0.20	5.41	0.02	0.01	8.70	0.25		

Anexo I

1014-1-1	30.7	30.4	13.3	11.6	6.7	3.2	2.3	1.9	55	8.57	3.36	15.19	0.20	0.16	20.29	1.18	Leptosol réndzico	conglomerado
1014-2-1	30.0	12.2	7.2	8.1	9.3	9.0	12.3	11.9	1	7.36	0.66	10.52	0.06	0.17	5.89	0.75	Regosol eútrico	coluvio no calcáreo
1014-2-2	29.0	13.6	6.6	8.5	9.3	8.0	11.7	13.3	0	7.3	0.56	10.16	0.06	0.17	5.51	0.75	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1014-3-1	33.7	22.8	8.7	6.5	9.6	6.5	6.4	5.9	34	8.36	1.42	12.89	0.84	0.49	14.06	2.50	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1014-3-2	33.5	33.7	8.2	4.5	6.3	4.6	5.1	4.1	40	8.32	0.58	10.81	0.74	0.21	14.70	2.18	Regosol calcáreo	conglomerado
1014-4-1	19.3	10.8	8.0	13.3	20.5	10.4	12.6	5.1	59	8.54	2.42	11.90	0.06	0.16	18.03	0.31	Regosol calcáreo	conglomerado
1014-4-2	19.3	30.3	8.3	12.6	24.5	11.1	8.6	6.4	60	8.57	0.54	8.74	0.04	0.08	11.24	0.32	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1028-1-1	34.2	30.0	7.7	5.6	7.0	5.1	5.5	4.9	33	8.73	1.16	12.72	0.02	0.11	15.73	1.07	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1028-1-2	38.2	30.3	9.8	5.2	5.4	3.5	4.1	3.5	31	8.41	0.74	9.23	0.03	0.05	10.60	1.50	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1028-2-1	16.1	15.3	6.2	7.3	10.4	10.5	17.2	17.0	1	7.05	1.12	7.92	0.04	0.02	4.60	0.32	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1028-2-2	18.8	12.6	9.5	9.8	12.3	11.4	13.5	12.1	0	6.95	0.72	6.98	0.02	0.02	5.32	0.19	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1028-3-1	20.3	10.3	8.0	9.5	11.5	11.2	15.8	13.3	1	7	1.48	7.85	0.02	0.04	4.66	1.44	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1028-3-2	24.3	11.8	5.5	7.1	11.3	10.5	14.5	15.0	1	7	0.94	7.34	0.02	0.05	4.00	2.07	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-1-1	20.2	13.7	7.1	8.5	10.7	10.5	16.0	13.4	0	7.31	0.60	6.97	0.04	0.09	3.50	1.32	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-1-2	25.5	16.8	7.7	8.3	8.9	7.8	12.8	12.1	0	7.34	0.32	15.42	0.06	0.17	3.25	1.75	Phaeozem léptico	esquistos calcáreos
1029-2-1	20.1	14.1	9.0	10.6	11.0	9.0	12.6	13.7	3	7.46	4.80	14.01	0.13	0.25	10.66	1.63	Phaeozem léptico	esquistos calcáreos
1029-2-2	21.4	14.1	8.9	9.4	10.1	8.9	13.5	13.7	0	7.48	0.74	10.55	0.09	0.22	7.15	1.44	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-3-1	16.0	8.1	8.4	11.6	14.1	11.5	15.1	15.2	0	7.3	1.20	8.32	0.01	0.05	3.26	0.88	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-3-2	17.3	16.0	16.0	10.6	12.2	9.4	12.4	6.2	0	7.31	0.64	6.85	0.07	0.07	4.25	1.44	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-4-1	47.1	11.1	4.9	10.6	13.9	5.9	3.9	2.6	0	7.8	0.94	22.55	0.07	0.56	12.03	2.25	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-4-2	52.6	10.3	3.1	9.7	12.6	5.3	4.0	2.4	0	7.84	0.62	24.28	0.09	0.67	10.07	2.88	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-5-1	16.3	15.4	6.7	8.5	8.4	11.6	17.1	16.1	2	7.52	1.80	7.36	0.02	0.03	4.43	0.44	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-5-2	16.1	15.1	5.5	7.6	9.2	10.9	17.9	17.6	0	7.53	0.34	4.64	0.04	0.02	3.96	0.57	Fluvisol eútrico	material aluvial
1030-1-1	15.8	5.7	5.0	8.2	16.0	16.7	16.2	16.4	1	7.26	0.76	5.98	0.01	0.07	3.13	0.38	Fluvisol eútrico	material aluvial
1030-1-2	10.0	6.3	3.2	7.3	15.4	18.2	21.5	18.2	0	7.28	0.30	4.07	0.01	0.05	3.25	0.38	Regosol calcáreo	margocalizas
1030-2-1	20.0	12.6	7.2	17.2	22.1	9.7	6.1	5.1	31	8.56	0.74	8.47	0.04	0.09	17.70	1.82	Regosol calcáreo	margocalizas
1030-2-2	22.2	15.3	6.0	14.8	18.2	9.0	8.3	6.2	44	8.59	0.49	7.04	0.04	0.08	14.55	2.00	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1030-3-1	20.5	11.2	7.7	17.6	25.1	9.2	5.4	3.3	2	7.38	1.21	8.02	0.34	0.14	5.46	1.25	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1030-3-2	21.0	9.9	6.2	17.7	24.4	10.5	6.4	3.8	0	7.4	0.38	5.29	0.29	0.10	3.27	1.25	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1030-4-1	23.8	16.5	6.1	11.2	15.6	10.3	10.5	6.2	2	7.37	0.47	6.20	0.10	0.09	3.69	1.13	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1030-4-2	23.4	16.3	7.7	10.4	14.6	9.7	10.6	7.2	0	7.35	0.35	5.48	0.15	0.09	3.01	1.44	Regosol calcáreo	margas
1031-1-1	27.6	28.4	15.2	14.3	8.1	2.0	2.2	2.1	15	8.46	1.09	8.64	0.13	0.22	12.61	1.50	Regosol calcáreo	margas
1031-1-2	32.0	24.4	14.0	14.6	8.5	2.2	2.1	2.3	16	8.46	0.74	8.30	0.19	0.17	19.19	1.50	Regosol calcáreo	margas
1031-2-1	40.0	34.0	9.8	8.1	5.5	1.4	0.8	0.5	52	8.65	2.52	18.87	0.19	0.54	21.32	2.82	Regosol calcáreo	margas
1031-2-2	41.9	34.3	11.3	8.5	3.3	0.5	0.2	0.1	58	8.64	0.92	14.23	0.06	0.43	25.95	1.82	luvisol cálcico	calizas y dolomías
1043-1-1	31.2	12.6	8.3	9.9	13.1	8.6	9.2	7.0	2	7.64	0.61	8.20	0.01	0.23	6.13	0.69	luvisol cálcico	calizas y dolomías
1043-1-2	38.3	14.4	6.2	6.5	8.2	6.7	9.9	9.8	0	7.64	0.42	18.11	0.03	0.25	6.46	0.82	Cambisol calcáreo	coluvio calcáreo
1043-2-1	20.4	13.2	10.7	12.8	14.0	8.2	9.7	11.0	26	8.41	2.11	10.66	0.03	0.33	15.62	1.13	Cambisol calcáreo	coluvio calcáreo
1043-2-2	21.7	15.2	9.1	14.6	14.4	7.9	8.5	8.6	28	8.46	0.24	6.94	0.01	0.30	10.64	1.00	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1044-1-1	32.8	33.6	16.2	5.3	4.1	2.9	2.9	2.0	30	8.73	0.17	8.34	1.87	0.11	12.12	4.38	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos
1044-1-2	30.4	30.4	7.7	6.9	7.8	6.2	6.6	4.0	34	8.69	0.15	7.67	6.14	0.05	16.90	3.76	Regosol calcáreo	esquistos calcáreos

Anexo I

1044-2-1	31.6	16.3	7.1	7.6	9.1	7.6	10.2	10.6	2	7.55	1.72	11.13	0.03	0.68	10.56	1.88	Regosol léptico	calizas y dolomías
1044-2-2	40.7	13.8	5.8	6.3	8.1	7.1	9.4	8.8	0	7.56	0.70	10.23	0.06	0.34	7.76	2.07	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1044-3-1	32.7	25.5	10.6	6.3	8.0	5.6	6.6	4.6	25	8.3	2.41	13.70	0.06	0.49	14.41	1.50	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1044-3-2	32.9	26.5	10.1	5.9	7.3	5.3	6.7	5.3	24	8.31	0.81	8.04	0.06	0.41	17.29	1.57	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1044-4-1	36.4	23.4	9.8	9.2	9.1	4.6	4.0	3.6	47	8.4	2.26	16.31	0.05	0.15	20.00	1.06	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1044-4-2	41.6	17.2	7.5	7.9	8.2	5.4	6.5	5.7	41	8.41	0.99	14.43	0.05	0.47	15.12	3.26	Regosol calcárico	conglomerado
1044-5-1	15.7	2.5	12.2	10.4	16.1	13.6	16.0	13.5	18	8.45	0.88	5.10	0.03	0.13	9.06	0.63	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1044-5-2	13.3	6.4	4.0	9.9	22.0	22.3	17.4	4.7	11	8.45	0.63	4.01	0.08	0.05	9.26	0.94	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1044-6-1	52.1	25.2	6.7	5.3	4.6	2.3	2.5	1.3	20	8.42	3.65	22.16	0.04	0.20	26.01	1.06	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1044-6-2	52.8	9.3	3.0	6.7	16.6	6.5	3.1	1.9	20	8.4	0.49	16.87	0.04	0.22	18.13	2.63	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1045-1-1	21.1	19.6	7.9	7.1	13.4	11.7	10.4	9.0	9	8.37	1.36	8.04	0.39	0.39	10.52	2.63	Fluvisol calcárico	material aluvial
1045-1-2	21.9	14.0	6.1	6.8	13.4	13.5	13.1	11.2	7	8.65	0.42	8.35	0.57	0.21	6.65	2.57	Fluvisol calcárico	margocalizas
1045-2-1	16.0	8.4	9.3	22.4	34.9	6.8	1.5	0.7	21	8.5	1.53	6.92	0.19	0.12	11.21	1.57	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1045-2-2	18.6	16.0	9.6	18.4	21.2	8.6	5.4	2.1	23	8.52	0.47	4.38	0.19	0.13	11.40	1.88	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1045-3-1	22.3	21.1	11.0	8.7	9.7	7.9	11.2	8.1	56	8.56	1.34	8.55	0.03	0.27	11.32	0.75	Leptosol réndzico	esquistos calcáreos
1045-3-2	20.3	20.5	12.6	5.8	8.1	9.6	12.7	10.4	73	8.68	0.32	4.18	0.00	0.06	9.61	0.63	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1045-4-1	28.2	24.1	16.1	11.4	6.3	3.0	5.3	5.6	26	8.42	5.17	20.88	0.11	0.50	20.25	1.00	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1045-5-1	16.8	12.5	8.6	10.4	14.6	11.5	13.2	12.4	20	8.42	0.55	4.81	0.68	0.63	7.82	0.63	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
1045-5-2	15.2	14.6	9.0	10.3	15.2	12.0	12.6	11.0	18	8.36	0.48	8.66	2.68	1.34	5.55	1.07	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
1057-1-1	22.1	15.8	9.4	8.4	11.4	10.2	12.1	10.7	14	8.45	1.20	10.85	0.24	0.16	10.64	0.75	Calcosol arídico	conglomerado
1057-2-1	30.1	22.2	13.0	11.2	8.7	4.8	5.1	4.9	23	8.21	0.60	10.80	0.07	1.34	11.28	2.13	Arenosol arídico	arenas
1057-2-2	30.9	24.2	9.6	11.4	7.7	5.3	4.9	6.0	21	8.2	0.60	10.80	0.07	1.34	11.28	2.13	Fluvisol calcárico	material aluvial
1057-3-1	11.1	0.6	1.9	1.3	17.8	29.3	26.4	11.6	9	8.34	0.54	5.90	0.35	0.07	7.76	0.50	Solonchak gléyico	sedimentos salinos
1057-3-2	13.3	0.9	0.5	0.4	12.9	32.4	28.9	10.7	8	8.39	0.29	4.95	0.16	0.03	4.90	0.50	Leptosol lítico	conglomerado
1058-1-1	11.7	3.3	2.8	5.4	19.8	17.1	19.1	20.8	39	8.5	0.44	3.83	0.87	0.03	5.20	1.13	Regosol eútrico	conglomerado
1058-1-2	11.5	3.0	1.6	4.2	14.0	20.6	22.1	23.1	35	8.51	0.23	3.05	0.37	0.34	6.34	1.07	Regosol eútrico	conglomerado
1058-2-1	21.1	8.0	4.9	7.2	28.8	23.0	5.7	1.3	12	8.95	1.86	10.46	29.70	0.09	7.85	0.69	Regosol gipsífero	yesos
1058-2-2	22.5	9.9	7.3	11.3	18.8	21.1	5.4	3.7	46	8.96	0.70	9.92	25.48	0.17	9.87	2.07	Fluvisol eútrico	material aluvial
1058-3-1	30.1	21.9	14.2	14.6	9.1	3.3	3.6	3.3	32	8.57	1.99	10.85	0.13	0.31	16.87	1.57	Regosol eútrico	conglomerado
1058-4-1	25.2	5.4	6.6	14.6	29.6	6.1	8.8	3.7	5	8.05	1.00	9.46	0.07	0.61	6.61	0.88	Regosol eútrico	conglomerado
1058-4-2	24.0	6.0	3.3	10.6	25.6	16.8	9.5	4.1	1	7.77	0.82	8.92	0.24	0.53	5.66	1.38	Regosol eútrico	conglomerado
AI-1-1	20.7	21.6	8.7	16.3	13.9	8.6	8.5	1.7	2	7.95	1.21	9.71	0.20	0.61	7.12	1.62	Regosol eútrico	conglomerado
AI-1-2	22.6	20.2	10.6	15.7	11.9	7.8	8.1	3.1	1	7.45	0.42	7.62	0.06	0.15	6.18	1.79	Regosol gipsífero	yesos
AI-2-1	20.1	6.4	7.9	11.7	16.8	13.2	13.0	10.9	3	7.45	0.37	7.53	0.01	0.21	6.51	0.28	Fluvisol eútrico	material aluvial
AI-2-2	21.2	8.2	6.7	10.7	15.3	12.6	12.9	12.4	1	7.4	0.20	6.99	0.02	0.11	6.01	0.28	Fluvisol eútrico	material aluvial
AI-3-1	11.9	2.2	1.7	2.4	17.2	22.5	22.2	19.9	1	7.49	0.35	5.72	0.15	0.17	4.61	0.98	Fluvisol eútrico	material aluvial
AI-3-2	12.7	2.4	3.1	2.8	18.1	23.9	18.5	18.5	1	7.45	0.19	4.91	0.12	0.09	4.02	0.42	Fluvisol calcárico	material aluvial
AI-4-1	31.2	28.7	10.5	7.9	7.0	6.7	6.5	1.5	15	8.25	1.25	11.30	0.12	0.47	13.51	0.92	Fluvisol calcárico	material aluvial
AI-4-2	33.2	27.7	11.2	6.7	6.2	6.7	5.1	3.2	14	8.25	0.65	11.60	0.09	0.20	10.62	1.03	Regosol calcárico	calizas y dolomías
AI-5-1	38.7	22.1	11.2	5.2	4.2	6.1	7.2	5.3	15	7.15	2.17	12.70	0.16	0.61	8.11	0.69	Regosol calcárico	calizas y dolomías
AI-5-2	40.6	20.9	11.2	5.1	4.7	5.9	6.1	5.5	14	6.98	1.05	11.20	0.05	0.42	6.10	1.20	Regosol calcárico	calizas y dolomías

Anexo I

Al-6-1	30.8	33.9	14.7	6.3	5.1	3.0	2.5	3.7	2	7.22	0.85	13.50	26.04	0.20	8.29	1.11	Solonchak arídico	sedimentos salinos
Al-6-2	28.7	32.9	15.6	5.3	6.2	2.9	2.1	6.3	1	7.19	0.35	9.60	24.54	0.20	6.08	1.29		
Al-7-1	8.3	0.1	0.2	1.6	26.7	48.8	13.3	1.0	29	8.35	0.55	6.80	0.02	0.40	10.50	1.20	Arenosol arídico	arenas
Al-7-2	7.9	0.3	0.1	0.2	5.7	52.1	31.6	2.1	29	8.35	0.30	6.30	0.01	0.21	8.70	2.11		
Al-8-1	32.1	15.4	9.2	12.7	17.1	6.6	3.2	3.7	45	8.42	1.45	15.10	0.03	0.42	12.72	1.20	Fluvisol calcárico	material aluvial
Al-8-2	31.4	15.6	10.2	8.9	15.1	5.5	6.2	7.1	46	8.42	0.40	10.90	0.01	0.22	16.81	1.30		
Al-9-1	48.2	44.5	2.0	0.8	1.2	1.0	1.1	1.2	23	8.29	0.42	7.10	20.03	0.22	13.73	0.70	Solonchak arídico	sedimentos salinos
Al-9-2	48.4	45.4	1.9	1.8	0.6	0.6	0.9	0.4	31	8.4	0.22	6.40	20.01	0.20	19.84	0.95		
Al-10-1	22.1	7.9	7.9	12.7	18.6	12.2	13.1	5.5	40	8.38	0.63	7.90	0.01	0.35	14.62	0.62	Regosol léptico	volcánica carbonatada
Al-10-2	34.1	7.6	7.9	10.1	10.7	16.6	10.1	2.9	69	8.4	0.18	5.40	0.01	0.10	20.71	0.79		
Al-11-1	24.6	31.6	10.5	5.2	11.7	10.2	5.7	0.5	14	8.19	0.47	6.30	0.11	0.22	9.71	0.68	Calcisol arídico	coluvio calcáreo
Al-11-2	28.7	30.4	10.2	4.2	10.7	8.6	6.2	1.0	21	8.2	0.26	5.40	0.09	0.26	8.72	0.69		
Al-12-1	46.1	23.2	21.4	4.9	3.6	0.5	0.3	0.1	43	8.4	0.38	6.90	0.01	0.22	13.45	1.63	Calcisol arídico	coluvio calcáreo
Al-12-2	40.2	20.2	20.5	12.1	2.6	3.4	0.5	0.5	67	8.5	0.29	5.70	0.01	0.18	15.72	1.82		
Al-13-1	30.6	11.7	7.5	16.3	14.8	7.2	6.4	5.5	30	8.4	0.98	14.70	0.05	0.61	19.71	1.66	Calcisol arídico	conglomerado
Al-13-2	32.7	12.8	6.9	17.9	12.1	6.4	6.0	5.2	37	8.45	0.67	12.20	0.03	0.29	20.22	0.99		
Al-14-1	11.6	26.0	16.3	18.7	12.1	10.5	2.2	2.6	0	6.95	2.22	8.60	0.06	0.57	6.17	0.12	Fluvisol eútrico	material aluvial
Al-14-2	14.4	27.8	17.0	18.9	12.7	7.6	1.1	0.5	0	6.91	1.55	5.90	0.03	0.50	3.20	0.35		
Al-15-1	35.0	39.1	16.2	4.1	3.2	1.7	0.5	0.2	2	7.15	3.52	12.72	0.01	0.40	6.76	1.21	Phaeozem léptico	volcánica básica
Al-15-2	32.8	38.2	19.5	4.5	3.5	1.4	0.0	0.1	0	7.05	1.64	10.64	0.01	0.36	5.45	1.22		
Al-16-1	29.0	13.6	8.6	20.7	18.9	5.4	3.6	0.2	18	8.22	2.15	10.52	0.06	0.36	12.75	1.49	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
Al-16-2	30.5	14.7	8.5	16.7	17.9	6.4	4.9	0.4	15	8.2	0.92	8.79	0.05	0.21	13.12	1.69		
Al-17-1	32.6	30.0	25.7	7.7	2.8	1.2	0.0	0.0	30	7.21	1.65	11.50	19.03	0.41	17.10	0.96	Solonchak arídico	sedimentos salinos
Al-17-2	35.5	29.4	22.0	7.7	3.2	2.2	0.0	0.0	29	7.22	0.62	10.09	22.13	0.32	18.22	1.35		
Al-18-1	32.3	30.2	15.7	4.3	5.1	4.8	4.6	3.0	0	7.16	2.27	10.75	0.00	0.30	6.15	1.11	Regosol eútrico	coluvio no calcáreo
Al-18-2	31.7	30.1	19.2	6.4	5.4	3.7	2.7	0.8	0	7.14	1.13	9.60	0.00	0.16	5.72	1.10		
Al-19-1	31.9	30.4	15.1	6.3	4.2	4.8	4.3	3.0	0	7.16	2.10	10.16	0.00	0.27	6.42	0.66	Phaeozem léptico	volcánica básica
Al-19-2	32.7	29.7	16.7	4.2	4.9	2.9	5.1	3.8	0	7.17	1.05	9.57	0.00	0.15	5.92	0.49		
Al-20-1	34.6	20.8	8.7	17.8	18.2	4.4	3.5	2.0	45	8.45	0.62	10.70	0.02	0.42	19.20	1.10	Regosol calcárico	calizas y dolomías
Al-20-2	35.7	9.9	7.7	18.7	20.5	3.6	2.0	1.9	67	8.5	0.30	7.30	0.01	0.19	21.21	1.27		
B. MALEZA-1-1	23.6	22.6	9.5	5.1	7.9	9.0	12.7	9.6	49	8.49	0.44	4.81	6.18	0.18	9.12	1.82	Regosol léptico	margocalizas
B. MALEZA-1-2	23.1	21.2	6.2	4.5	7.8	9.4	14.1	13.7	44	8.5	0.32	2.81	3.74	0.17	10.71	2.07		
B. MALEZA-2-1	29.3	30.6	14.6	9.5	7.7	3.5	2.6	2.2	47	8.58	2.93	16.69	0.11	0.25	18.20	1.13	Regosol léptico	margocalizas
B. MALEZA-2-2	36.3	38.3	12.0	3.9	3.5	2.8	2.3	0.9	73	8.6	0.47	12.85	0.17	0.05	29.87	0.88		
C. CANTERAS-1-1	16.0	8.6	3.6	12.5	36.0	14.0	6.8	2.6	19	8.56	2.29	2.45	8.84	4.31	22.46	1.88	Regosol antrópico	conglomerado
C. CANTERAS-1-2	22.6	11.0	8.6	18.7	33.5	3.0	1.6	1.0	17	8.5	0.29	10.12	5.74	2.23	10.33	2.25		
C. CANTERAS-2-1	15.8	7.5	4.2	4.4	19.1	14.4	15.2	19.4	41	8.55	0.95	8.10	7.95	1.48	12.50	2.44	Arenosol arídico	arenas
C. CANTERAS-2-2	18.9	6.2	3.8	2.5	15.7	15.7	20.3	16.9	53	8.54	0.65	6.83	8.84	0.68	14.46	2.44		
C. CANTERAS-3-1	19.7	10.5	8.2	16.5	26.2	11.7	5.7	1.5	28	8.43	0.94	11.72	0.03	0.12	14.04	0.63	Regosol antrópico	conglomerado
C. CANTERAS-3-2	22.5	9.7	10.5	19.7	20.1	11.3	4.9	1.3	32	8.45	0.62	9.13	0.07	0.28	14.87	1.00		
CARBONERAS-1-1	18.9	10.5	6.3	10.8	13.2	20.7	10.2	9.4	20	8.61	1.52	9.13	0.27	0.39	11.48	1.07	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo

Anexo I

CARBONERAS-1-2	19.2	9.7	4.2	10.3	16.8	20.3	17.1	2.4	21	8.42	0.51	4.02	0.74	0.63	11.74	1.69	Arenosol arídico	arenas
CARBONERAS-2-1	16.8	6.5	4.9	3.2	17.2	17.1	16.2	18.1	29	8.51	0.38	6.94	0.63	0.23	9.50	0.75		
CARBONERAS-2-2	17.9	7.2	4.6	4.1	14.9	18.2	19.3	13.8	21	8.56	0.36	6.03	1.26	0.28	7.11	1.13		
CARBONERAS-3-1	14.3	8.7	6.6	8.7	12.1	20.3	14.7	14.6	70	8.55	1.74	3.29	0.11	0.69	13.26	0.94	Calcosol epipétrico	conglomerado
CARBONERAS-3-2	15.1	8.9	7.2	9.2	14.2	19.7	16.5	9.2	73	8.6	0.78	3.29	0.14	0.22	12.31	1.07		
NIJAR-1-1	15.1	7.3	5.4	9.5	16.5	19.8	13.2	13.2	1	8.09	1.72	5.98	0.45	0.67	2.95	1.25	Regosol antrópico	volcánica básica
NIJAR-1-2	14.7	7.5	6.9	8.8	14.2	21.2	12.2	14.5	0	8.07	0.74	5.07	0.72	0.42	2.17	2.94		
NIJAR-2-1	13.2	8.1	5.2	6.3	12.2	27.2	21.3	6.5	11	8.23	1.78	5.46	0.23	0.89	5.59	2.50	Regosol antrópico	volcánica carbonatada
NIJAR-2-2	14.7	9.2	5.1	7.2	14.1	29.3	12.1	8.3	10	8.27	1.06	4.38	0.60	0.91	7.68	2.69		
NIJAR-3-1	20.2	7.9	7.2	7.7	10.2	20.0	15.7	11.1	1	8.2	2.25	11.95	0.60	1.08	3.22	2.25	Regosol léptico	volcánica básica
NIJAR-3-2	18.9	8.1	6.5	6.7	11.2	17.6	18.5	12.5	0	8.18	1.07	8.04	0.98	1.62	3.02	2.32		
DERETIL-1-1	16.7	15.2	8.6	7.4	9.1	10.5	16.5	16.0	4	8.21	1.56	5.84	0.21	0.21	4.74	0.50	Regosol eútrico	esquistos calcáreos
DERETIL-1-2	23.1	17.4	10.2	8.3	7.4	11.5	14.2	7.9	3	8.22	1.04	5.70	0.20	0.22	7.49	0.63		
DERETIL-2-1	12.5	6.3	4.1	3.2	6.3	22.7	26.7	18.2	1	7.6	0.74	4.83	2.16	0.31	2.52	0.94	Arenosol arídico	arenas
DERETIL-2-2	11.7	7.2	3.2	3.1	10.2	23.3	27.1	14.2	0	7.68	0.22	2.56	0.67	0.14	2.21	0.57		
DERETIL-3-1	12.6	5.8	6.7	3.2	5.9	23.1	28.2	14.5	3	8.15	0.76	5.19	4.72	0.04	4.20	0.63	Arenosol arídico	arenas
DERETIL-3-2	12.9	6.1	6.7	4.1	7.1	24.9	27.1	11.1	2	8.17	0.62	4.67	5.45	0.04	3.18	0.50		
ALBOX-1-1	10.9	4.3	6.2	3.1	11.3	20.9	26.9	16.4	14	8.62	0.74	3.46	1.58	0.08	10.00	0.88	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
ALBOX-1-2	10.8	6.1	5.8	2.1	14.9	20.2	25.8	14.3	15	8.6	0.54	2.56	4.62	0.07	18.66	2.38		
ALBOX-2-1	13.5	7.2	4.3	6.9	6.4	23.1	24.7	13.9	19	8.2	1.00	2.57	0.23	0.08	9.58	0.82	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
ALBOX-2-2	12.7	6.2	6.3	5.8	6.5	23.2	26.6	12.7	17	8.19	0.68	1.83	4.90	0.03	9.92	4.07		
RENFE-1	14.3	6.7	6.3	5.9	13.2	20.7	19.8	13.1	18	8.5	2.11	6.94	0.89	5.13	3.99	2.25	Regosol antrópico	material úrbico
RENFE-2	14.0	5.8	6.7	6.2	12.2	21.7	20.8	12.6	19	8.72	1.67	5.84	5.45	8.37	4.83	2.38		
HNOS. ROMERO-1	16.9	7.2	6.6	5.2	11.3	18.7	16.5	17.6	36	8.79	2.15	9.13	8.83	1.62	12.73	2.19	Regosol antrópico	material úrbico
HNOS. ROMERO-2	16.7	7.5	6.2	5.9	11.6	16.3	17.9	17.9	40	8.61	0.45	8.82	0.07	0.18	16.15	3.88		
MINERSA-1-1	15.3	6.4	5.2	9.7	19.4	17.4	17.0	9.6	32	8.5	2.21	9.82	0.07	0.18	9.73	0.57	Regosol antrópico	calizas y dolomias
MINERSA-1-2	16.5	9.2	7.2	10.7	13.5	16.7	12.8	13.4	31	8.53	1.21	6.71	0.03	0.20	5.05	0.32		
MINERSA-2-1	14.2	5.3	5.6	7.8	14.3	20.3	20.2	12.3	39	8.54	1.97	7.63	0.02	0.50	11.66	0.63	Regosol antrópico	calizas y dolomias
MINERSA-2-2	12.3	8.4	7.9	7.0	14.5	20.1	19.6	10.2	39	8.59	0.90	6.72	0.03	0.53	12.92	0.69		
MINAS GADOR-1	12.4	6.1	5.2	8.1	13.9	20.2	17.6	16.5	40	8.4	0.90	3.98	0.09	0.20	12.39	1.32	Regosol antrópico	calizas y dolomias
MINAS GADOR-2	10.8	6.0	7.2	8.2	13.7	19.7	19.7	14.7	41	8.43	0.20	3.98	0.25	0.13	9.23	1.75		
J. CORTÉS VAL.-1	15.3	7.9	5.4	9.3	17.1	17.2	14.3	13.5	42	8.4	3.48	10.47	0.21	2.42	15.27	1.82	Regosol antrópico	conglomerado
J. CORTÉS VAL.-2	14.7	7.1	7.4	9.2	18.2	15.9	15.9	12.4	49	8.48	1.44	7.44	0.18	0.70	19.11	1.63		
SEVILLANA-1	16.3	7.1	4.3	8.6	15.7	19.3	16.8	11.9	17	8.41	0.96	5.75	0.38	0.21	4.48	0.63	Regosol antrópico	calizas y dolomias
SEVILLANA-2	20.2	6.2	3.9	6.6	13.8	18.9	19.7	10.7	22	8.61	0.42	4.07	1.67	0.07	14.70	0.57		
973-1b-1	15.7	15.2	8.3	6.6	14.0	14.7	15.6	9.9	0	7.36	0.50	5.08	0.04	0.21	4.07	0.25	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
973-1b-2	15.9	16.4	7.5	5.8	11.6	13.1	15.7	14.1	0	7.34	0.38	3.71	0.04	0.17	2.13	0.31		
973-2b-1	26.6	14.2	3.7	6.4	6.8	9.8	12.5	20.1	70	8.59	1.82	6.54	0.03	0.56	17.18	0.56	Fluvisol calcárico	material aluvial
973-2b-2	17.0	11.5	4.5	4.8	9.3	12.7	19.4	20.8	73	8.58	0.94	4.71	0.03	0.20	15.58	0.44		
973-3b-1	28.2	28.9	13.9	8.5	8.4	4.3	4.1	3.6	25	8.34	1.02	10.65	0.23	0.44	19.04	3.00	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
973-3b-2	28.8	27.5	13.9	7.7	9.2	5.7	4.6	2.5	25	8.36	0.44	9.11	0.10	0.96	16.87	2.44		

Anexo I

973-4b-1	28.6	22.7	6.9	9.6	9.2	6.3	9.0	7.7	14	8.5	1.44	12.68	0.08	0.54	19.06	4.66	Calciol endopéptico	coluvio calcáreo
973-4b-2	30.2	19.9	8.8	8.8	8.8	6.0	9.1	8.3	65	8.51	0.84	10.26	0.10	0.34	16.37	2.19		
994-1b-1	8.2	14.7	10.6	7.3	16.1	10.1	17.8	15.3	0	7.35	0.54	3.43	0.07	0.02	2.07	0.18	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
994-1b-2	9.1	15.2	7.1	10.7	16.7	10.9	17.6	12.6	0	7.38	0.48	2.14	0.05	0.01	2.08	0.19		
1012-1b-1	21.8	13.7	7.3	10.3	15.0	10.1	13.0	8.7	0	7.41	0.80	6.90	0.01	0.08	5.36	0.38	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-2b-1	25.7	12.8	6.1	9.7	10.7	7.8	13.9	13.3	0	7.38	0.72	7.63	0.02	0.31	5.70	0.69	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-3b-1	22.6	14.4	6.7	12.9	18.8	7.8	7.8	9.0	0	7.39	0.98	6.90	0.02	1.07	5.48	0.63	Leptosol lítico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-4b-1	25.8	14.7	8.0	9.4	11.7	8.2	11.5	10.7	0	7.38	1.68	8.17	0.01	0.20	4.24	0.63	Phaeozem léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-4b-2	25.3	16.9	9.8	8.2	9.2	7.2	11.4	12.0	0	7.35	0.75	7.39	0.01	0.22	4.18	0.44		
1012-5b-1	21.4	15.4	5.4	9.1	16.8	8.5	9.1	14.3	0	7.49	1.20	6.00	0.01	0.17	3.89	0.38	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-6b-1	19.5	17.1	5.6	7.8	14.7	9.0	10.2	16.2	0	7.47	2.00	7.26	0.01	0.33	5.02	0.50	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-7b-1	12.2	13.8	6.5	9.2	14.4	8.6	11.7	23.6	0	7.28	1.58	6.90	0.01	0.13	4.18	0.19	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-7b-2	12.0	12.8	6.2	9.9	16.2	9.5	12.1	21.3	0	7.25	0.62	6.46	0.01	0.12	4.14	0.19		
1012-8b-1	14.7	12.8	8.4	13.3	15.3	9.2	11.8	14.4	0	7.32	0.82	5.44	0.01	0.08	3.23	0.32	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-8b-2	14.6	13.6	8.7	13.3	15.4	8.9	11.1	14.4	0	7.29	0.66	4.44	0.01	0.07	2.08	0.38		
1012-9b-1	26.3	15.4	9.5	11.5	13.5	9.6	8.9	5.4	42	8.41	3.02	14.93	0.02	0.14	16.34	0.38	Kastanozem cálcico	calizas y dolomías
1012-9b-2	25.0	13.9	7.8	10.9	13.5	10.2	10.9	7.8	71	8.42	1.78	11.84	0.04	0.05	11.82	0.32		
1012-10b-1	30.6	16.2	9.2	9.7	13.9	7.6	7.0	5.9	12	8.05	4.40	25.16	0.01	0.72	38.62	0.50	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
1012-11b-1	14.5	13.4	6.7	11.0	15.1	6.6	10.1	22.7	1	7.31	2.26	6.90	0.01	0.12	4.17	0.63	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-12b-1	15.1	18.0	8.6	8.6	9.8	8.9	12.9	18.0	0	7.31	0.50	4.62	0.10	0.06	2.78	0.60	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-13b-1	13.6	16.4	6.2	8.2	12.6	9.7	15.1	18.2	0	7.45	1.52	6.17	0.06	0.11	4.89	0.75	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1012-13b-2	15.2	15.6	5.7	8.1	14.0	11.1	13.0	17.3	0	7.4	0.90	4.90	0.06	0.08	3.81	0.64		
1015-1b-1	29.6	27.6	9.8	10.7	10.9	4.8	4.0	2.6	44	8.47	1.74	8.98	3.28	1.41	10.29	3.88	Calciol endopéptico	conglomerado
1015-1b-2	28.2	28.9	9.3	13.4	9.8	4.5	3.8	2.1	44	8.46	1.02	6.90	4.32	0.68	13.67	4.19		
1015-2b-1	33.3	33.7	11.8	5.7	6.1	3.9	3.1	2.4	27	8.42	1.12	12.02	0.67	0.70	19.68	3.57	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
1015-2b-2	33.7	33.9	11.9	5.6	6.0	3.8	2.9	2.2	23	8.48	0.68	10.56	0.57	0.75	13.37	3.25		
1015-3b-1	24.3	19.1	6.5	5.4	9.0	10.8	15.6	9.4	24	8.3	1.06	6.37	0.01	0.07	14.90	3.71	Regosol calcárico	margas
1015-3b-2	34.6	38.6	11.4	6.4	4.0	1.4	1.5	2.1	28	8.25	0.68	8.11	0.46	1.67	12.33	5.04		
1015-4b-1	25.8	29.7	10.6	12.4	8.6	5.0	4.6	3.3	27	8.35	1.20	7.63	2.72	0.71	13.45	3.44	Regosol calcárico	margas
1015-4b-2	25.7	29.0	10.4	12.6	9.0	5.1	4.9	3.3	27	8.35	0.94	8.37	4.50	0.64	12.96	4.75		
1015-5b-1	36.7	42.2	10.1	7.6	2.6	0.2	0.4	0.2	20	8.1	1.56	9.68	3.25	1.24	13.71	5.23	Regosol calcárico	margas
1015-5b-2	37.5	39.3	12.9	7.5	2.4	0.1	0.2	0.1	20	8.48	0.82	8.54	3.20	0.68	11.91	5.99		
1015-6b-1	16.4	18.5	11.4	15.2	14.8	7.9	9.1	6.7	3	8.1	1.52	4.62	0.79	0.32	7.08	1.25	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1015-6b-2	14.8	18.5	10.8	15.1	14.7	8.1	9.9	8.1	1	8.02	1.00	3.25	0.29	0.33	7.38	1.19		
1015-7b-1	7.7	17.4	6.8	8.7	12.1	12.5	19.4	15.4	0	7.02	2.00	3.25	0.08	0.05	1.68	0.19	Leptosol lítico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1015-8b-1	28.8	37.9	15.8	15.7	0.9	0.2	0.3	0.4	19	7.96	0.98	11.65	11.27	0.77	10.70	3.44	Solonchak arídico	sedimentos salinos
1015-8b-2	26.0	41.8	15.4	15.0	0.8	0.2	0.2	0.6	22	7.92	0.44	9.92	9.60	0.65	14.28	7.38		
1015-9b-1	13.5	16.8	3.8	6.6	10.1	11.6	18.4	19.2	5	8.07	1.18	4.35	0.15	0.26	5.97	0.94	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
1015-10b-1	8.3	18.6	7.1	7.1	11.0	12.5	19.0	16.3	3	8.05	2.06	3.25	2.06	0.38	7.64	1.56	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
1015-11b-1	10.0	18.3	8.2	8.6	11.4	11.1	17.0	15.4	1	8.17	0.44	3.54	2.23	0.05	3.65	0.31	Leptosol lítico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1015-12b-1	17.1	9.0	6.1	8.7	8.7	16.6	18.1	15.7	2	8.15	2.60	4.03	0.11	0.09	2.93	2.57	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos

Anexo I

1015-12b-2	15.9	10.2	5.3	8.9	9.7	14.8	15.8	19.4	0	8.07	0.56	3.37	0.15	0.07	2.24	3.33		
1015-13b-1	12.1	22.6	8.4	8.8	12.4	11.7	15.2	8.8	7	8.26	3.18	5.97	0.10	0.08	4.31	1.16	Leptosol mólico	esquistos calcáreos
1029-1b-1	20.7	13.5	9.3	18.4	18.8	6.6	6.3	6.4	7	8.22	1.48	7.27	0.08	0.51	8.67	1.38	Regosol antrópico	esquistos calcáreos
1029-1b-2	21.6	12.8	9.5	18.1	18.3	6.5	6.5	6.7	8	8.2	1.08	6.54	0.11	0.42	9.96	1.94		
1029-3b-1	24.1	28.4	11.4	9.8	12.1	6.7	3.8	3.7	9	8.47	1.44	6.54	0.61	1.28	14.74	1.94	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-4b-1	20.6	20.4	13.5	14.5	13.1	6.1	6.5	5.3	16	8.44	2.98	8.39	0.52	0.06	10.44	4.28	Fluvisol calcárico	material aluvial
1029-4b-2	18.2	19.6	9.1	13.4	13.6	7.9	8.3	9.9	18	8.45	1.70	6.28	0.87	0.05	10.32	3.52		
1029-5b-1	20.9	11.7	5.3	8.3	12.7	11.5	14.1	15.5	0	7.79	0.98	5.81	0.01	0.10	3.23	0.81	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-6b-1	9.4	9.5	4.9	7.1	12.3	11.8	19.1	26.0	2	7.12	0.80	5.08	0.03	0.03	5.83	1.00	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-8b-1	11.1	17.4	8.2	12.0	14.1	9.6	12.8	14.8	13	8.39	1.46	6.75	0.02	0.16	8.98	0.25	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1029-8b-2	14.8	15.2	7.8	8.6	11.4	10.4	14.4	17.4	12	8.4	0.76	5.48	0.04	0.09	8.05	0.93		
1029-9b-1	9.5	13.3	7.2	15.3	19.9	10.0	11.0	13.8	3	7.84	1.14	5.48	0.02	0.40	4.72	2.31	Leptosol eútrico	esquistos calcáreos
1029-10b-1	24.0	14.6	6.5	8.4	10.1	9.2	14.0	13.2	0	7.31	2.56	10.49	0.01	0.27	7.40	0.91	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-10b-2	31.3	16.4	6.3	6.2	7.6	7.0	10.3	14.9	0	7.32	0.88	18.39	0.07	0.10	6.52	0.81		
1029-11b-1	14.9	18.3	8.8	11.8	15.2	10.3	11.2	9.5	1	7.37	2.70	8.03	0.03	0.09	6.77	0.06	Regosol antrópico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-11b-2	12.5	16.5	9.9	11.3	14.6	9.8	12.1	13.4	0	7.38	0.99	6.57	0.02	0.07	5.32	0.68		
1029-12b-1	15.1	16.0	7.8	7.6	13.0	11.3	12.8	16.4	2	8.01	1.02	5.84	0.04	0.05	3.06	0.31	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1029-12b-2	18.5	17.9	6.6	6.2	10.4	10.1	14.0	16.3	0	7.90	0.47	4.75	0.05	0.02	2.12	0.25		
1030-1b-1	21.4	22.3	11.3	9.8	11.2	9.0	9.7	5.3	0	8.00	1.15	7.81	0.57	0.05	5.66	1.33	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-1b-1	20.3	34.8	30.0	4.2	5.2	1.9	2.8	0.8	46	8.40	2.76	11.32	0.53	0.86	14.48	3.31	Regosol gipsífero	yesos
1031-1b-2	26.9	27.5	30.3	5.0	4.0	2.1	1.9	2.3	51	8.46	1.07	9.05	0.83	0.90	13.64	3.69		
1031-2b-1	23.6	33.6	11.0	9.8	11.9	3.8	3.3	3.0	48	8.51	1.00	9.50	0.08	0.40	10.38	1.43	Regosol gipsífero	margas yesíferas
1031-2b-2	25.7	30.7	5.9	10.8	14.9	5.2	4.0	2.8	42	8.55	0.53	7.67	0.07	0.21	13.85	1.75		
1031-3b-1	40.0	38.7	4.5	2.1	2.7	2.5	3.6	5.9	58	8.48	0.96	10.96	1.76	0.29	19.58	9.25	Regosol gipsífero	margas yesíferas
1031-3b-2	38.9	40.5	6.8	3.6	3.8	2.9	1.9	1.5	60	8.53	0.53	9.78	1.38	0.22	15.12	3.00		
1031-4b-1	37.4	27.9	6.2	8.3	7.1	3.8	7.8	1.5	48	8.53	1.59	20.10	0.01	0.38	25.10	1.47	Regosol calcárico	margas
1031-4b-2	35.4	27.8	6.7	8.3	8.6	5.3	4.7	3.2	49	8.53	0.68	17.25	0.08	1.24	7.25	0.77		
1031-5b-1	37.2	23.9	6.8	8.5	8.4	5.5	6.2	3.5	31	8.56	1.70	12.92	0.06	0.04	16.56	0.62	Regosol léptico	esquistos calcáreos
1031-5b-2	39.2	20.4	8.4	10.1	6.2	6.2	5.6	3.8	35	8.52	0.62	9.19	0.09	0.02	11.59	0.62		
1031-6b-1	46.2	21.4	7.7	7.9	4.2	4.7	3.2	4.6	2	8.16	2.11	22.05	0.13	1.12	12.00	1.87	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-6b-2	45.0	22.8	10.6	7.7	5.5	3.7	3.1	1.6	0	8.15	0.66	22.69	0.14	0.41	11.63	0.43		
1031-7b-1	49.4	23.3	7.4	3.0	3.3	3.5	6.0	4.1	31	8.47	2.72	13.17	0.05	0.37	15.40	1.81	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1031-7b-2	44.4	24.6	7.0	3.5	5.3	3.6	6.9	4.7	35	8.46	0.93	9.54	0.10	0.10	13.20	1.24		
1031-8b-1	19.1	38.2	7.5	6.2	9.6	7.9	6.0	5.5	3	7.95	0.76	5.84	0.14	0.17	3.75	2.43	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-8b-2	19.1	40.3	9.5	11.1	9.8	4.1	3.8	2.3	1	7.9	0.18	3.65	0.55	0.11	2.00	3.06		
1031-9b-1	15.5	17.7	7.1	7.4	15.3	12.9	13.2	10.9	1	7.53	1.94	6.21	0.06	0.17	2.97	0.56	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-9b-2	17.4	19.4	6.7	6.7	13.8	12.5	13.4	10.2	0	7.33	1.04	5.11	0.13	0.07	2.13	0.56		
1031-10b-1	15.6	15.2	5.9	7.6	14.4	13.4	16.4	11.6	0	7.11	3.97	10.23	0.30	0.21	6.19	1.31	Phaeozem háptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-10b-2	15.5	19.7	7.3	6.6	12.8	12.7	15.4	10.1	0	7.1	1.29	7.67	0.21	0.04	5.38	1.00		
1031-11b-1	32.2	19.9	13.1	7.1	7.2	5.5	7.6	7.3	0	7.18	1.54	13.71	0.21	0.07	9.03	2.38	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-11b-2	30.8	22.0	15.0	6.1	5.3	6.8	7.6	6.3	0	7.13	0.84	10.54	0.24	0.06	8.05	2.00		



Anexo I

1031-12b-1	16.3	20.5	7.3	6.5	10.8	10.4	14.7	13.4	2	8.08	2.13	6.21	0.34	0.16	3.26	0.75	Phaeozem háptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1031-12b-2	19.9	20.6	7.8	5.7	11.7	11.8	11.7	10.9	0	8.01	0.61	5.84	0.72	0.13	2.71	0.81		
1031-13b-1	10.7	9.9	7.1	11.2	20.5	15.9	9.5	15.2	17	8.49	0.96	6.21	0.28	0.23	10.09	1.12	Arenosol arídico	arenas
1031-13b-2	13.9	11.5	4.4	11.4	20.0	16.2	7.4	15.2	23	8.5	0.44	4.30	0.60	0.29	16.90	1.43		
1043-1b-1	24.4	25.6	16.4	9.4	6.9	5.1	5.8	6.3	65	8.54	2.46	9.13	0.09	0.12	16.61	0.93	Regosol calcárico	calizas y dolomías
1043-1b-2	25.4	27.5	15.4	8.7	7.0	4.4	6.4	5.2	63	8.51	0.90	8.16	0.07	0.08	17.02	1.12		
1043-2b-1	25.1	28.3	14.6	5.0	5.4	5.2	8.3	8.0	50	8.43	2.26	13.69	0.05	0.17	17.67	0.94	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1043-2b-2	20.8	29.6	20.6	4.3	5.3	4.6	6.8	8.0	42	8.42	1.98	10.33	0.05	0.14	15.43	1.25		
1043-3b-1	35.6	31.7	11.3	4.6	4.9	3.9	4.1	3.8	53	8.4	3.30	16.59	0.09	0.36	21.58	1.25	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1043-3b-2	34.4	30.7	15.0	3.5	4.8	3.7	4.5	3.4	58	8.38	1.94	14.24	0.06	0.18	24.09	1.25		
1043-4b-1	40.3	25.0	9.1	4.1	6.2	6.3	5.2	3.8	59	8.33	4.07	17.60	0.07	0.19	18.62	1.69	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
1043-5b-1	40.2	28.2	10.7	7.0	5.6	2.9	3.4	2.0	50	8.37	2.09	16.98	0.10	1.08	22.84	2.19	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1043-5b-2	42.8	25.2	7.4	4.2	14.1	2.1	2.5	1.6	25	8.37	0.99	14.89	0.21	0.95	18.70	2.63		
1043-6b-1	40.3	22.4	6.7	4.9	14.5	15.7	3.4	2.1	20	8.34	1.95	14.69	0.05	0.35	19.80	1.44	Leptosol lítico	calizas y dolomías
1043-7b-1	16.2	14.1	6.3	7.6	11.3	10.4	15.8	18.3	55	8.57	3.81	10.77	0.01	0.24	17.07	1.19	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
1043-7b-2	15.1	13.2	5.6	5.4	11.3	15.0	21.7	12.7	59	8.6	1.55	8.37	0.02	0.06	15.41	0.44		
1043-8b-1	26.2	15.2	10.0	18.3	18.5	4.8	3.9	3.1	57	8.65	0.68	6.93	0.02	0.17	7.90	1.13	Leptosol lítico	calizas y dolomías
1043-9b-1	21.0	15.7	11.2	10.3	8.3	8.4	11.6	13.6	60	8.51	0.90	4.10	0.01	0.09	6.52	0.44	Leptosol lítico	calizas y dolomías
1043-10b-1	22.4	17.7	8.0	9.4	6.8	9.4	11.5	14.9	47	8.4	1.42	9.31	0.03	0.24	15.73	0.81	Leptosol calcárico	calizas y dolomías
1043-11b-1	23.6	16.9	8.8	8.2	8.8	9.2	10.2	14.3	27	8.39	1.35	6.39	0.03	0.33	10.92	0.44	Leptosol calcárico	calizas y dolomías
1043-12b-1	28.4	22.7	10.6	6.7	7.6	5.7	7.7	10.6	23	8.37	3.64	14.58	0.12	0.44	21.96	4.09	Leptosol lítico	calizas y dolomías
1044-1b-1	45.1	22.6	6.2	7.8	8.4	3.4	3.4	3.2	33	8.54	1.60	13.33	0.12	0.44	15.28	1.25	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
1044-1b-2	45.0	24.2	5.4	6.4	8.4	4.2	3.7	2.8	42	8.6	1.02	10.95	0.10	0.24	18.62	0.94		
1044-2b-1	23.8	32.0	13.9	8.6	8.4	3.8	3.7	5.8	42	8.45	1.84	7.66	0.54	0.08	15.85	3.69	Regosol calcárico	arenisca
1044-2b-2	22.9	33.8	12.8	9.5	8.6	3.7	3.7	5.0	45	8.45	0.70	5.84	1.36	0.08	14.93	3.82		
1044-3b-1	14.1	22.9	8.7	11.7	10.6	9.9	11.9	10.3	32	8.48	2.72	7.75	0.03	0.39	12.90	1.38	Regosol léptico	calizas y dolomías
1044-3b-2	14.6	23.8	9.7	11.7	11.9	10.4	10.5	7.5	32	8.42	1.00	4.20	0.03	0.37	12.16	1.56		
1044-4b-1	14.1	22.3	8.7	11.3	19.1	12.9	7.8	3.8	20	8.29	3.16	8.98	0.04	0.18	9.96	2.06	Fluvisol calcárico	material aluvial
1044-4b-2	12.8	22.1	8.3	11.4	20.6	14.3	8.0	2.6	21	8.31	1.45	6.76	0.07	0.14	8.98	1.94		
1044-5b-1	20.5	18.5	6.8	6.1	16.6	8.9	11.6	11.0	43	8.51	3.94	11.86	0.17	2.82	16.76	2.63	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
1044-5b-2	21.3	18.9	7.9	8.2	12.4	9.9	10.6	10.8	48	8.47	0.99	9.49	0.16	2.11	11.51	1.50		
1044-6b-1	22.5	20.2	7.0	8.1	14.9	10.1	8.3	8.9	55	8.46	2.67	10.40	0.08	0.51	13.72	1.13	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
1044-6b-2	26.7	19.7	7.9	9.2	12.3	8.1	8.0	8.1	55	8.47	1.48	8.67	0.07	0.26	15.43	1.44		
1044-7b-1	28.3	20.2	8.2	7.2	11.4	8.3	7.9	8.5	45	8.39	3.88	12.23	0.09	1.04	20.39	1.56	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
1044-7b-2	23.7	19.7	11.3	6.5	10.1	8.2	10.4	10.1	42	8.42	1.76	10.77	0.09	0.68	18.32	1.56		
1044-8b-1	11.4	16.5	7.3	5.4	13.1	11.5	12.4	22.4	16	8.58	1.59	6.66	0.10	0.17	10.16	2.06	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
1044-8b-2	10.7	17.9	8.9	6.3	15.4	19.3	11.3	10.2	20	8.59	0.86	4.75	0.12	0.02	9.55	2.96		
1044-9b-1	37.4	29.8	10.7	9.1	5.8	2.3	2.4	2.5	12	8.27	3.99	24.15	0.07	1.25	17.65	2.97	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
1044-10b-1	36.5	27.6	12.4	10.1	4.8	1.3	2.5	4.8	16	8.21	4.41	23.56	0.08	1.01	18.35	2.14	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
1044-11b-1	24.3	20.7	9.9	10.6	14.1	15.3	3.1	2.0	26	8.33	2.12	10.23	0.10	0.10	21.45	2.60	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
1044-12b-1	39.7	30.5	6.5	6.6	3.9	4.2	3.6	5.0	1	8.04	1.06	31.96	0.03	0.94	17.95	3.87	Luvisol cálcico	calizas y dolomías

Anexo I

1044-12b-2	40.8	32.1	7.1	2.5	4.1	3.7	3.2	6.5	1	8.05	0.70	32.99	0.05	0.24	12.05	4.12		
1044-13b-1	42.8	33.5	5.9	3.6	4.7	3.9	4.1	1.5	20	7.91	7.55	33.79	0.03	1.25	22.45	1.16	Leptosol réndzico	calizas y dolomias
1044-14b-1	27.9	20.5	16.7	4.2	6.8	9.3	7.3	7.3	20	8.02	4.00	17.35	0.02	0.41	11.80	1.65	Leptosol réndzico	calizas y dolomias
1044-15b-1	43.1	27.6	7.1	5.4	3.9	2.1	5.7	5.1	11	7.93	8.45	35.98	0.12	1.25	17.20	1.98	Leptosol réndzico	calizas y dolomias
1044-16b-1	16.4	13.0	5.3	16.1	14.2	15.3	9.7	10.0	19	8.02	3.76	14.06	0.02	0.33	9.35	0.83	Leptosol réndzico	calizas y dolomias
1044-17b-1	37.8	26.5	9.1	4.3	3.9	3.6	5.1	9.7	20	7.61	8.29	33.05	0.05	0.68	17.20	0.58	Leptosol réndzico	calizas y dolomias
1044-18b-1	27.9	20.2	7.1	7.1	9.8	14.3	12.2	1.4	3	8.05	1.49	15.31	0.00	0.64	11.36	0.76	Cambisol crómico	calizas y dolomias
1044-18b-2	29.8	22.2	7.8	6.5	7.4	13.1	13.2	0.0	0	7.89	0.83	13.67	0.07	0.47	10.32	0.55		
1044-19b-1	41.1	22.3	6.9	5.4	7.4	6.0	6.6	4.2	42	8.31	2.74	16.33	0.04	0.67	23.10	0.58	Leptosol calcárico	calizas y dolomias
1044-20b-1	27.2	22.1	6.5	6.1	6.9	9.4	11.5	10.3	10	8.41	3.06	10.95	0.17	0.49	10.20	2.56	Fluvisol calcárico	material aluvial
1044-20b-2	25.3	23.8	7.1	5.3	7.2	4.1	13.2	14.0	11	8.4	1.25	8.12	0.08	0.18	10.02	1.98		
1044-21b-1	25.2	26.2	6.9	6.8	5.3	9.3	10.1	10.2	13	8.4	3.06	9.49	0.05	0.22	9.45	0.97	Leptosol lítico	calizas y dolomias
1044-22b-1	22.4	26.1	7.1	6.4	6.9	7.7	11.4	12.0	14	8.63	2.76	9.73	0.12	0.27	14.21	4.28	Regosol antrópico	calizas y dolomias
1044-22b-2	25.3	24.3	9.7	5.3	7.1	8.7	9.5	10.1	11	8.63	1.90	8.77	0.08	0.18	14.63	5.23		
1045-1b-1	14.4	1.8	0.3	4.1	30.6	31.1	16.6	1.1	11	8.56	0.49	3.12	0.03	0.02	1.52	0.52	Arenosol arídico	arenas
1045-1b-2	14.5	0.6	1.5	3.2	31.8	30.5	14.9	3.0	9	8.59	0.31	2.01	0.03	0.02	1.85	0.50		
1045-2b-1	30.6	10.5	8.3	16.1	14.2	10.1	10.2	0.0	10	8.46	2.51	10.52	0.12	0.72	13.05	2.14	Regosol léptico	calizas y dolomias
1045-2b-2	31.5	5.5	8.5	15.1	18.6	5.2	10.9	4.7	14	8.48	0.97	8.59	0.23	0.28	12.25	2.39		
1045-3b-1	24.8	5.9	10.8	10.4	14.2	9.8	15.7	8.4	1	7.68	2.06	10.95	0.14	0.54	14.65	2.80	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1045-3b-2	27.1	4.5	9.3	8.9	13.3	10.5	16.6	9.8	0	7.81	0.74	7.39	0.17	0.26	14.85	2.72		
1045-4b-1	35.5	41.4	7.9	3.2	2.5	2.1	3.3	4.0	3	8.19	1.02	16.02	0.90	0.51	11.95	5.44	Cambisol crómico	calizas y dolomias
1045-4b-2	35.8	42.9	6.8	3.2	2.4	1.9	4.0	3.0	1	8.2	0.67	14.03	1.50	0.72	12.05	8.81		
1045-5b-1	20.3	13.2	6.5	9.3	14.3	10.2	12.3	13.8	2	8.04	1.35	21.51	0.16	0.14	10.55	0.42	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1045-5b-2	26.7	12.5	7.7	9.8	13.3	8.4	11.3	10.3	1	8.08	0.68	19.72	0.09	0.11	9.55	0.58		
1045-6b-1	31.2	7.8	9.6	10.5	16.8	10.1	7.6	6.4	18	8.8	1.17	9.32	0.12	0.35	11.20	1.73	Regosol calcárico	margas
1045-6b-2	30.4	9.6	10.6	11.9	16.5	8.6	6.6	5.9	17	8.21	0.84	8.32	0.50	0.13	15.25	2.89		
1046-1b-1	38.1	10.8	6.3	5.7	7.7	8.5	13.1	9.8	0	8.04	2.10	18.45	0.22	0.64	10.80	1.65	Regosol léptico	volcánica básica
1046-1b-2	40.5	13.9	2.5	3.7	7.6	8.7	12.2	10.9	0	8	1.02	16.65	0.52	1.01	11.80	3.71		
1046-2b-1	30.7	13.0	11.6	12.7	8.2	7.0	8.4	8.2	0	6.95	2.20	15.15	1.34	1.08	6.20	3.05	Regosol eútrico	volcánica básica
1046-2b-2	20.9	16.8	12.0	13.7	10.5	7.5	9.0	9.6	0	6.9	1.43	10.76	0.83	0.80	3.00	3.40		
1046-3b-1	20.2	11.5	9.5	14.0	15.0	11.2	9.3	9.3	1	7.83	2.10	10.94	0.15	0.65	6.75	1.07	Regosol eútrico	volcánica básica
1046-3b-2	29.5	7.8	8.8	12.8	13.6	9.6	8.6	9.2	0	8.14	1.06	9.22	0.15	0.58	6.30	1.40		
1046-4b-1	40.1	20.9	6.4	10.5	8.8	5.5	3.7	4.1	15	8.55	1.14	16.43	1.13	1.25	14.35	3.05	Calcisol lúvico	volcánica carbonatada
1046-4b-2	49.7	19.5	3.5	10.0	5.1	4.7	4.1	3.5	20	8.11	0.96	15.16	4.61	1.25	18.05	5.76		
1046-5b-1	17.2	14.2	6.6	8.8	17.1	15.2	13.2	7.7	52	8.59	1.86	7.85	0.19	0.59	17.65	1.23	Fluvisol calcárico	material aluvial
1046-5b-2	20.1	17.5	7.8	10.0	15.4	12.7	10.9	5.6	65	8.61	1.43	7.13	0.53	1.05	14.80	2.80		
1046-6b-1	26.0	19.5	8.3	9.5	24.5	3.8	4.2	4.2	46	8.93	2.12	10.78	2.43	1.27	18.80	2.63	Calcisol endopétrico	coluvio calcáreo
1046-6b-2	29.5	22.3	6.0	7.0	20.7	6.7	4.9	2.9	70	8.8	1.13	8.03	7.74	0.42	19.90	1.32		
1046-7b-1	35.9	17.1	12.0	17.3	9.1	2.1	2.7	3.7	48	8.25	3.09	19.72	0.10	0.87	18.10	1.07	Leptosol calcárico	coluvio calcáreo
1046-8b-1	35.0	12.6	7.9	6.5	8.9	8.7	11.2	9.2	60	8.41	0.61	15.70	0.22	1.08	20.20	1.07	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
1046-8b-2	36.7	12.5	6.4	5.9	8.6	8.8	10.8	10.4	67	8.44	0.40	12.05	0.26	0.60	17.40	1.73		

Anexo I

1046-9b-1	34.0	8.2	6.6	10.0	18.2	9.7	7.4	6.0	13	8.59	2.22	24.46	0.85	1.25	21.00	2.22	Leptosol calcárico	volcánica carbonatada
1046-10b-1	34.2	13.1	9.2	10.8	14.3	7.8	6.6	3.9	16	8.41	1.52	12.80	0.22	1.37	16.35	2.06	Regosol calcárico	volcánica carbonatada
1046-10b-2	30.1	17.4	10.2	11.5	13.4	7.4	6.2	3.9	21	8.48	1.05	12.40	0.21	0.96	15.75	2.22		
1046-11b-1	18.9	18.6	5.9	6.0	8.8	14.4	18.6	8.8	34	8.42	1.37	7.05	0.68	2.09	17.36	1.05	Leptosol calcárico	arenisca
1046-12b-1	17.0	10.2	5.0	12.7	24.0	10.3	8.0	12.8	21	8.46	1.54	9.32	2.56	1.50	10.45	2.22	Calcisol endopétrico	coluvio calcáreo
1046-12b-2	15.7	9.8	4.2	14.1	27.6	10.5	6.3	11.7	20	8.37	0.85	7.04	2.52	1.50	11.00	2.30		
1046-13b-1	21.1	19.9	11.9	21.6	9.0	4.6	4.6	7.3	18	8.42	1.99	9.26	0.24	0.24	10.36	1.81	Calcisol endopétrico	coluvio calcáreo
1046-13b-2	21.8	18.2	11.8	22.7	8.9	4.1	4.7	7.8	17	8.41	0.55	8.20	0.36	0.19	10.52	1.28		
1046-14b-1	21.4	16.7	7.3	8.4	20.8	16.4	6.8	2.2	42	8.41	2.00	10.59	0.08	0.41	13.75	0.58	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
1046-14b-2	21.7	18.8	8.1	7.2	19.8	15.0	7.0	2.4	78	8.41	1.19	9.51	0.12	0.44	16.95	0.66		
1046-15b-1	31.7	30.9	15.6	10.7	6.0	1.8	1.6	1.7	64	8.21	1.66	12.26	0.69	0.62	13.50	2.37	Leptosol lítico	arenisca
1046-16b-1	18.2	14.5	9.9	11.9	12.8	8.5	11.5	12.8	32	8.71	0.99	6.20	0.14	0.45	11.40	1.81	Leptosol lítico	conglomerado
1046-18b-1	17.2	17.9	10.4	16.1	23.1	9.1	4.5	1.7	27	8.56	1.37	7.30	0.95	1.25	12.15	2.80	Cambisol calcárico	conglomerado
1046-18b-2	16.5	17.8	10.2	15.2	21.8	9.4	5.5	3.7	27	8.52	0.63	6.20	0.88	0.78	13.85	2.72		
1046-19b-1	14.7	8.7	5.3	11.1	19.0	16.0	13.9	11.3	15	8.44	1.07	8.68	1.01	1.25	16.10	2.06	Regosol calcárico	conglomerado
1046-19b-2	14.6	8.9	5.7	11.8	20.0	16.5	13.4	9.2	16	8.45	0.85	7.95	0.99	1.25	16.45	2.06		
1046-20b-1	17.7	11.5	6.8	17.1	24.3	9.4	5.6	7.7	19	8.38	0.57	5.33	3.20	1.38	13.66	3.14	Cambisol calcárico	conglomerado
1046-20b-2	16.4	11.2	7.7	17.1	25.2	9.8	5.6	6.9	19	8.48	0.47	4.94	3.20	1.24	13.66	2.95		
1046-21b-1	21.0	14.4	14.5	9.2	12.9	10.0	9.7	8.4	21	8.48	1.39	10.95	0.28	0.89	15.10	1.81	Cambisol calcárico	conglomerado
1046-21b-2	24.1	15.3	8.1	10.7	13.3	9.1	9.6	9.7	21	8.47	0.85	7.03	0.24	0.59	17.25	2.30		
1046-22b-1	34.6	21.5	6.7	10.3	11.2	6.4	5.0	4.3	31	8.58	1.27	14.24	0.41	1.63	11.55	3.94	Calcisol háplico	arenisca
1046-22b-2	33.3	24.7	6.5	10.0	11.3	6.1	4.8	3.4	34	8.6	0.70	10.35	0.30	0.61	10.66	3.11		
1046-23b-1	22.5	9.6	7.5	22.3	19.1	10.0	5.8	3.2	2	8.19	1.03	9.54	0.10	0.82	6.28	2.00	Regosol eútrico	volcánica básica
1046-23b-2	24.1	8.6	7.6	23.7	17.2	9.1	5.4	4.3	0	8.15	0.95	9.34	0.03	0.64	5.74	2.57		
1057-1b-1	24.6	14.2	11.4	10.5	10.5	8.0	11.4	9.4	10	8.63	1.39	9.10	0.27	0.71	9.71	2.47	Calcisol lúvico	esquistos calcáreos
1057-1b-2	25.8	12.9	11.0	9.9	9.5	10.9	11.9	8.1	14	8.5	0.70	7.45	0.15	0.42	8.66	2.40		
1057-2b-1	20.6	16.8	10.1	12.8	13.1	8.8	10.7	7.1	2	8.19	1.68	8.43	0.05	0.25	6.36	2.95	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1057-2b-2	20.8	17.5	9.1	12.7	13.1	8.9	10.6	7.3	0	8.07	0.79	7.24	0.07	0.12	5.59	2.95		
1057-3b-1	19.6	17.9	11.7	10.3	10.1	8.6	11.0	10.9	15	8.55	2.21	7.90	0.07	0.23	8.66	1.15	Cambisol calcárico	esquistos calcáreos
1057-3b-2	20.9	16.8	9.7	12.1	12.1	9.3	10.5	8.6	12	8.53	1.02	7.11	0.06	0.12	8.95	2.10		
1057-4b-1	11.2	25.0	7.4	5.4	8.2	10.4	17.0	15.4	0	8.16	0.31	3.18	0.08	0.03	1.61	0.86	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1057-4b-2	11.6	22.3	6.8	5.3	10.0	12.1	18.1	13.9	0	8.17	0.14	2.55	0.07	0.02	1.47	0.65		
1057-5b-1	11.8	17.7	10.9	13.4	17.0	11.9	11.6	5.6	2	8.07	0.63	3.02	0.10	0.25	1.71	0.28	Leptosol lítico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1057-6b-1	9.1	24.4	13.5	7.3	14.9	9.9	13.3	7.7	0	8.03	0.31	7.16	0.13	0.15	1.62	0.47	Leptosol lítico	cuarcitas, pizarras y esquistos
1059-1b-1	12.5	6.2	2.8	6.7	21.9	27.3	18.1	4.5	11	8.56	0.63	3.99	0.19	0.70	10.02	0.71	Arenosol árido	arenas
1059-1b-2	12.7	5.9	2.8	7.7	23.6	26.1	16.7	4.5	10	8.57	0.46	4.18	0.15	0.69	10.02	0.96		
1059-2b-1	14.0	5.2	2.1	10.2	23.7	25.7	14.3	4.8	0	8.12	0.86	3.14	0.14	0.10	2.01	0.30	Arenosol árido	arenas
1059-2b-2	15.7	6.9	3.8	12.0	24.4	22.3	10.9	4.0	0	8.09	0.63	2.06	0.16	0.09	1.11	0.25		
1059-3b-1	7.8	2.2	0.4	1.5	30.3	42.3	14.9	0.6	1	7.9	0.39	1.69	0.12	0.15	5.23	0.93	Arenosol árido	arenas
1059-3b-2	5.6	1.5	0.4	1.3	37.9	44.9	8.3	0.1	0	7.91	0.20	0.74	0.08	0.05	0.93	0.71		
1059-4b-1	17.8	10.0	10.7	6.5	10.9	11.9	15.4	16.8	0	7.76	1.93	7.73	0.47	0.39	3.42	0.96	Regosol léptico	volcánica básica

Anexo I

1059-4b-2	14.7	11.9	5.9	7.5	12.5	14.1	16.7	16.8	1	7.78	0.57	7.81	0.53	0.25	2.81	0.98		
1060-1b-1	61.0	10.7	3.3	3.0	5.9	4.9	5.4	5.8	0	7.79	0.92	16.40	1.57	0.20	13.10	0.71	Regosol léptico	volcánica básica
1060-1b-2	65.4	10.7	3.9	2.0	4.4	3.8	4.8	5.0	0	7.8	0.45	15.60	4.12	0.17	10.09	0.82	Regosol léptico	volcánica básica
1060-2b-1	16.4	14.7	8.8	12.8	12.2	10.2	12.4	12.5	0	7.53	1.64	6.99	1.99	0.21	3.04	0.15	Regosol léptico	volcánica básica
1060-2b-2	17.8	14.4	7.7	11.0	14.2	11.2	12.1	11.6	0	7.51	0.58	5.89	2.05	0.10	2.69	0.21	Cambisol crómico	volcánica básica
1060-3b-1	37.1	19.5	7.9	7.0	9.3	6.2	7.3	5.7	0	7.86	1.11	12.01	0.27	0.19	8.12	0.37	Cambisol calcárico	volcánica carbonatada
1060-3b-2	36.7	12.3	3.9	6.5	13.1	14.7	9.5	3.3	0	7.84	0.71	11.86	0.42	0.11	0.45	0.36	Cambisol calcárico	volcánica carbonatada
1060-4b-1	38.8	11.3	5.6	13.0	13.7	7.8	5.9	3.9	30	8.77	1.41	12.75	0.19	0.19	22.10	0.42	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-4b-2	37.8	23.7	6.8	12.8	8.6	3.8	3.4	3.1	40	8.78	0.75	10.96	0.23	0.12	25.15	0.50	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-5b1	32.5	13.6	5.1	10.3	19.0	9.6	6.1	3.8	16	8.67	1.76	16.72	0.24	0.42	22.15	0.72	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-5b2	35.4	12.9	4.9	9.5	17.0	9.2	6.7	4.4	17	8.74	0.63	14.38	0.39	0.13	19.11	1.79	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-6b-1	23.3	11.9	8.7	11.8	16.8	10.6	10.1	6.8	0	7.7	1.58	10.71	0.30	0.57	7.60	0.66	Regosol eútrico	volcánica básica
1060-6b-2	22.9	11.5	4.3	9.8	16.7	11.9	11.6	11.3	0	7.73	0.49	8.99	0.21	0.32	7.05	0.91	Phaeozem léptico	volcánica básica
1060-7b-1	20.7	9.5	5.7	7.1	18.0	13.6	14.3	11.1	0	7.96	1.33	9.79	0.31	0.18	6.92	1.12	Phaeozem léptico	volcánica básica
1060-7b-2	23.0	9.7	5.9	6.5	17.0	12.3	13.9	11.7	0	7.95	0.58	8.60	0.22	0.10	6.12	1.15	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-8b-1	48.9	13.7	4.7	8.3	12.0	5.9	3.6	3.0	19	8.59	1.43	20.42	2.70	2.38	17.82	5.61	Regosol léptico	volcánica carbonatada
1060-8b-2	53.6	15.9	3.8	5.3	8.4	5.1	4.2	3.7	16	8.4	0.72	18.88	5.41	2.80	17.36	6.94	Luvisol crómico	volcánica básica
1060-9b-1	37.8	15.9	6.9	6.8	9.7	8.2	7.6	7.0	0	7.91	1.88	14.79	0.37	0.71	10.95	0.79	Regosol calcárico	margas
1060-9b-2	42.8	18.4	7.1	6.4	9.3	3.6	6.1	6.3	0	7.92	0.67	21.68	1.11	0.21	8.80	0.79	Regosol calcárico	margas
1060-10b-1	47.7	11.5	5.8	6.3	7.7	6.7	7.6	6.8	43	8.59	1.33	15.79	0.52	0.42	20.15	0.32	Regosol calcárico	margas
1060-10b-2	48.5	19.9	5.3	4.5	4.5	4.8	6.2	5.0	60	8.59	0.82	12.87	1.09	0.15	16.11	0.45	Calcisol háptico	conglomerado
L-931-1-1	22.5	16.9	15.8	13.4	12.9	8.4	4.6	5.5	46	7.70	1.50	14.30	0.27	0.20	16.89	0.37	Calcisol háptico	conglomerado
L-931-1-2	20.5	22.9	14.6	11.6	10.9	8.7	6.1	4.9	66	7.90	0.75	11.00	0.71	0.15	19.71	0.80	Kastanozem lúvico	conglomerado
L-931-2-1	4.1	29.6	27.4	11.9	8.3	7.1	6.0	5.6	47	8.00	2.61	12.50	0.15	0.31	20.74	1.01	Kastanozem lúvico	conglomerado
L-931-2-2	21.8	26.0	15.3	18.3	6.0	5.2	4.7	2.7	63	8.00	1.73	14.30	0.12	0.20	27.13	1.91	Regosol calcárico	margas
L-931-3-1	25.3	31.5	3.6	16.7	8.9	6.1	3.7	4.2	60	7.70	2.97	18.70	0.32	0.71	20.56	1.72	Regosol calcárico	margas
L-931-3-2	26.1	33.3	14.5	16.2	5.9	2.5	0.6	0.9	61	7.90	0.82	20.90	0.54	0.42	22.75	1.95	Regosol calcárico	margas
L-931-7-1	52.2	33.9	9.0	2.7	1.4	0.4	0.2	0.2	38	8.50	0.21	23.90	0.74	0.43	29.29	1.63	Calcisol háptico	conglomerado
L-931-7-2	53.8	30.1	12.6	2.4	0.9	0.2	0.0	0.0	37	8.10	0.33	24.20	0.69	0.40	35.40	2.18	Calcisol háptico	conglomerado
L-951-4-1	17.9	21.0	20.4	22.7	11.1	3.5	2.6	0.8	48	8.20	1.64	11.56	0.04	0.29	29.04	0.82	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-951-4-2	19.7	22.0	24.1	20.9	8.6	2.4	1.7	0.7	63	8.30	1.21	11.10	0.05	0.25	31.03	0.95	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-951-5-1	21.8	28.9	24.2	8.4	7.5	2.4	3.7	3.1	28	8.40	3.24	24.51	0.07	0.79	42.91	1.81	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-951-5-2	23.2	19.0	27.0	9.0	7.4	3.0	5.5	5.9	23	8.20	3.14	25.91	0.07	0.62	46.21	1.73	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-951-6-1	11.0	26.2	28.7	14.2	8.4	2.5	4.2	4.8	54	8.30	2.43	16.71	0.05	0.65	35.23	2.55	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-951-6-2	8.6	13.0	20.6	8.9	11.7	6.9	15.5	14.8	75	8.40	1.34	10.24	0.03	0.24	31.34	1.81	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-951-21-1	17.9	28.3	35.6	9.8	7.1	0.9	0.2	0.2	49	8.30	2.69	14.44	2.79	0.87	128.44	20.74	Regosol calcárico	margas
L-951-21-2	12.4	25.8	42.8	8.5	8.5	1.5	0.3	0.2	44	8.40	1.59	14.78	6.36	0.84	325.15	18.52	Regosol calcárico	margas
L-951-24-1	26.3	23.7	32.8	12.1	4.0	0.6	0.2	0.3	59	8.20	0.71	13.89	0.07	0.42	33.33	1.81	Regosol calcárico	margas
L-951-24-2	27.9	25.0	34.6	9.8	2.1	0.2	0.1	0.3	55	8.30	0.36	13.65	0.11	0.35	37.62	1.89	Regosol calcárico	margas
L-951-25-1	26.4	23.1	27.1	10.9	7.2	2.1	1.9	1.5	84	8.35	0.67	12.06	0.06	0.32	28.00	0.70	Regosol calcárico	margas
L-951-25-2	24.9	22.7	29.9	11.0	6.8	2.0	1.8	1.1	81	8.30	0.50	11.89	0.09	0.31	38.00	0.81	Regosol calcárico	margas

Anexo I

L-951-26-1	31.0	27.2	15.7	13.4	7.7	2.3	1.7	1.0	63	8.10	1.12	13.62	0.05	0.59	34.83	1.81	Regosol calcárico	margas
L-951-26-2	34.7	30.1	16.6	10.3	6.3	1.2	0.6	0.2	60	8.20	0.36	12.50	0.11	0.44	36.83	2.22		
L-952-1-1	22.6	23.1	27.1	9.5	8.1	2.4	3.4	3.8	66	7.97	2.12	12.30	0.02	0.62	35.03	2.28	Cambisol calcárico	conglomerado
L-952-1-2	21.8	21.1	27.0	10.3	8.3	3.1	4.4	4.0	62	8.02	0.97	12.50	0.01	0.31	34.53	2.96		
L-952-2-1	15.3	25.0	25.2	9.8	8.7	3.6	5.7	6.7	48	8.36	7.67	21.16	0.15	0.32	41.72	1.73	Leptosol réndzico	conglomerado
L-952-3-1	11.8	17.5	32.0	7.7	9.3	4.0	8.2	9.5	56	8.54	10.79	26.74	0.07	0.71	39.52	3.46	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
L-952-3-2	19.5	20.4	24.4	6.3	8.9	5.0	8.0	7.5	62	8.84	2.45	17.92	0.09	0.34	35.23	2.80		
L-952-4-1	16.1	17.8	23.4	10.2	12.7	4.9	6.9	8.0	45	8.02	1.74	21.25	0.03	0.48	39.72	1.56	Calcisol háplico	conglomerado
L-952-4-2	16.3	18.0	22.3	9.3	11.6	4.8	7.3	10.4	50	8.05	0.81	21.38	0.01	0.35	39.62	1.56		
L-952-5-1	15.1	15.0	22.2	20.0	11.4	4.2	7.0	5.1	61	9.01	1.62	12.91	0.09	0.42	38.22	0.91	Calcisol háplico	conglomerado
L-952-5-2	19.6	21.1	14.6	18.3	11.7	4.3	6.2	4.2	60	8.59	0.91	14.36	0.10	0.39	40.02	1.07		
L-952-6-1	11.8	14.5	19.4	8.9	8.3	4.0	13.0	20.1	59	8.62	8.55	19.95	0.09	0.29	41.82	0.82	Kastanozem cálcico	calizas y dolomías
L-952-6-2	12.3	16.1	21.4	8.9	8.1	4.0	11.6	17.6	70	8.60	7.78	15.96	0.12	0.09	37.03	0.58		
L-952-7-1	29.4	26.3	30.3	5.3	5.1	1.2	0.8	1.6	59	8.70	1.86	18.81	0.16	0.62	37.72	4.19	Regosol calcárico	margas
L-952-7-2	31.1	29.1	26.8	4.6	4.8	0.9	0.9	1.8	60	9.00	0.82	20.45	0.71	0.71	37.82	6.33		
L-952-8-1	23.4	18.6	27.8	13.4	9.5	2.4	2.4	2.5	53	8.00	1.20	12.22	0.05	1.14	36.43	0.74	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-952-8-2	18.6	15.6	28.1	15.8	14.2	3.4	1.9	2.4	71	8.06	0.80	8.08	0.09	0.86	33.73	0.58		
L-952-9-1	47.0	31.0	9.9	4.3	4.0	1.2	1.0	1.6	35	8.35	1.53	41.11	0.59	1.54	70.76	1.65	Regosol calcárico	margas
L-952-9-2	41.6	27.0	17.9	3.9	4.2	1.3	2.0	2.1	36	8.39	1.08	36.36	5.98	1.41	76.55	3.13		
L-952-10-1	18.9	27.5	10.7	19.0	12.8	3.4	4.4	3.3	61	8.64	1.60	18.25	0.08	0.40	43.11	1.15	Calcisol háplico	calizas y dolomías
L-952-10-2	17.0	16.2	22.6	23.1	9.5	2.5	4.7	4.4	70	8.74	0.63	12.64	0.08	0.23	37.82	0.91		
L-952-11-1	22.8	14.2	17.3	20.7	13.5	3.7	4.8	3.0	49	8.83	1.03	18.62	0.08	0.18	39.92	1.15	Calcisol háplico	margocalizas
L-952-11-2	23.8	14.9	19.0	19.0	16.6	2.2	2.7	1.8	49	8.74	0.83	16.60	0.11	0.28	40.42	2.06		
L-952-12-1	21.5	23.6	20.7	11.0	6.1	2.2	5.2	9.7	53	8.82	1.17	12.08	0.09	0.34	38.62	1.07	Cambisol calcárico	conglomerado
L-952-12-2	20.9	21.7	24.9	9.9	5.9	1.9	5.6	9.2	53	8.81	1.02	10.81	0.11	0.27	39.72	1.15		
L-952-13-1	20.5	21.2	23.7	13.9	12.6	2.9	2.7	2.5	21	8.18	10.91	29.95	0.11	0.12	54.99	1.65	Kastanozem cálcico	coluvio calcáreo
L-952-13-2	17.1	18.3	29.9	16.8	11.2	1.9	3.0	1.8	28	8.76	3.60	16.26	0.10	0.21	27.52	0.66		
L-952-25-1	14.5	18.2	19.8	11.9	11.9	5.4	10.5	7.8	63	7.83	8.62	16.36	0.06	0.53	37.92	0.99	Phaeozem calcárico	margocalizas
L-952-25-2	10.6	16.9	19.3	10.3	12.4	6.3	11.6	12.6	66	7.98	4.40	11.74	0.05	0.38	33.73	0.91		
L-973-1-1	62.0	18.8	9.4	3.7	2.1	1.0	1.4	1.6	21	7.90	4.40	19.52	0.11	0.61	17.60	0.99	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-973-1-2	26.6	20.2	10.1	11.8	22.9	5.5	1.6	1.3	29	7.50	1.50	9.50	0.07	0.48	15.10	0.82		
L-973-2-1	14.8	11.2	10.8	13.3	13.3	17.5	12.6	6.5	23	7.60	1.30	29.31	0.22	0.56	25.30	2.63	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
L-973-2-2	11.9	8.7	9.4	11.7	14.9	17.5	13.8	12.3	20	7.80	0.60	26.60	0.23	0.52	23.20	2.00		
L-973-3-1	11.6	12.8	6.4	9.3	16.2	17.2	14.4	12.1	2	7.10	1.40	12.07	0.09	0.49	4.40	1.32	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-973-3-2	38.3	10.0	5.0	10.0	7.4	8.8	9.2	11.3	0	7.40	0.40	9.41	0.13	0.47	5.90	2.30		
L-973-4-1	9.3	37.0	18.5	13.7	9.1	7.2	3.6	1.6	8	7.90	2.50	18.63	0.11	0.98	15.10	2.30	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-973-4-2	14.1	26.6	13.3	11.2	9.7	10.6	8.6	6.0	10	8.00	1.65	13.69	0.10	0.75	12.80	2.10		
L-973-11-1	7.2	7.3	6.8	9.3	20.8	16.5	14.7	17.4	1	7.30	1.70	24.63	0.23	0.32	15.10	2.47	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-973-11-2	10.2	8.1	6.6	14.5	17.5	15.1	13.9	14.1	1	7.50	1.00	22.23	0.19	0.28	15.10	2.47		
L-974-1-1	11.5	11.2	13.7	5.7	15.0	11.9	15.4	15.6	1	7.60	2.34	13.09	0.12	0.24	13.97	2.14	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-974-7-1	7.4	12.0	14.0	4.0	10.2	9.5	17.3	25.6	2	7.50	0.97	11.10	0.15	0.11	12.28	3.29	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos

Anexo I

L-974-7-2	11.4	12.3	14.3	3.6	7.8	7.4	17.8	25.4	0	7.50	0.69	12.10	0.15	0.12	18.26	3.37		Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-974-8-1	11.8	16.7	14.4	5.2	10.2	8.8	16.3	16.6	1	7.50	1.16	13.52	0.10	0.15	12.57	3.46		Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-974-9-1	35.2	12.1	14.0	4.3	8.5	6.2	9.8	9.9	2	7.80	1.22	18.00	0.15	0.22	13.47	2.55			
L-974-9-2	49.7	11.0	12.4	2.5	5.0	4.1	7.4	7.9	0	7.80	0.86	20.00	0.18	0.23	10.57	2.72			
L-974-10-1	5.6	14.6	21.9	8.0	13.0	9.7	15.8	11.4	12	8.00	1.86	14.15	0.03	0.18	41.22	0.33		Cambisol calcárico	esquistos calcáreos
L-974-10-2	8.6	18.6	19.4	6.9	14.5	10.2	14.1	7.7	14	8.10	1.03	15.77	0.15	0.18	41.92	0.49			
L-974-11-1	1.6	4.5	9.4	8.6	16.7	13.1	21.8	24.3	10	8.10	1.14	12.52	0.16	0.42	39.02	0.25		Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-974-12-1	4.3	20.9	21.0	23.3	23.3	3.5	1.9	1.8	56	7.90	3.40	13.05	0.06	0.84	28.84	5.18		Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-974-13-1	14.5	20.0	17.9	7.0	12.0	8.6	11.3	8.7	22	8.30	2.43	8.16	0.18	0.19	31.04	3.21		Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-974-14-1	5.9	14.6	14.5	5.6	12.9	10.6	17.9	18.0	24	8.30	0.88	6.06	0.05	0.36	31.04	1.23		Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-974-16-1	4.5	18.0	22.6	8.0	12.4	7.8	14.3	12.4	9	9.00	1.02	4.80	0.84	0.14	27.74	2.79		Regosol calcárico	conglomerado
L-974-16-2	5.7	21.7	30.0	8.0	12.1	6.9	1.9	13.7	6	8.80	0.84	4.85	1.74	0.16	21.47	4.36			
L-974-17-1	7.6	15.4	22.5	8.7	13.7	8.2	13.5	10.4	18	8.20	1.55	9.00	0.10	0.12	34.13	1.07		Regosol calcárico	conglomerado
L-974-17-2	6.0	16.6	24.3	8.1	13.1	8.3	13.6	10.0	22	8.20	1.21	7.81	0.06	0.10	33.93	0.99			
L-974-18-1	9.2	13.7	15.8	7.8	15.0	10.3	16.6	11.6	30	8.20	1.29	7.97	0.05	0.33	34.13	0.58		Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-974-18-2	13.9	14.0	20.5	7.5	13.5	8.9	12.5	9.2	30	8.20	0.72	10.26	0.18	0.26	36.83	0.66			
L-974-19-1	20.3	16.6	18.5	9.8	12.2	6.0	8.8	7.8	2	7.70	1.29	16.26	0.09	0.22	19.66	2.72		Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-974-19-2	18.3	17.6	20.4	3.7	6.4	6.5	15.2	11.9	1	7.80	1.09	15.11	0.11	0.20	23.06	2.84			
L-974-20-1	15.3	28.2	13.3	10.5	11.6	5.2	8.7	7.2	75	8.10	0.50	11.11	0.07	0.18	39.62	0.99		Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-974-21-1	11.5	18.1	20.5	9.5	12.9	6.4	11.5	9.6	78	8.10	4.10	11.68	0.04	0.20	39.62	1.98		Leptosol lítico	conglomerado
L-974-22-1	9.4	23.0	19.9	7.1	11.3	6.9	11.2	11.2	18	8.20	2.50	10.16	0.11	0.26	37.72	2.39		Leptosol lítico	conglomerado
L-974-23-1	15.0	24.8	20.4	9.8	17.1	5.7	4.1	3.1	30	8.30	2.17	9.26	0.19	0.29	35.83	3.62		Fluvisol calcárico	material aluvial
L-974-23-2	14.5	22.8	18.4	10.9	20.6	6.0	4.5	2.3	31	8.60	2.21	8.58	0.51	0.20	35.43	3.97			
L-974-24-1	15.1	15.0	20.7	10.3	13.9	8.1	11.2	5.7	8	8.20	1.43	12.73	0.05	0.43	38.82	1.15		Calcisol lúvico	esquistos calcáreos
L-974-24-2	28.7	18.1	22.7	7.5	9.0	4.3	5.9	3.8	30	8.20	0.69	15.83	0.40	0.28	44.71	15.83			
L-974-25-1	8.3	17.2	14.6	5.8	10.9	7.0	14.4	21.8	1	7.80	0.90	11.00	0.07	0.14	12.18	2.88		Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-974-25-2	9.0	14.9	13.2	9.1	11.7	8.8	16.2	17.1	0	7.60	0.62	13.20	0.05	0.13	13.47	3.63			
L-974-26-1	2.6	15.2	18.1	5.6	11.9	9.2	20.4	17.0	1	7.70	2.03	9.40	0.04	0.15	8.58	2.14		Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-994-56-1	14.7	22.0	11.7	18.8	19.7	4.9	3.3	4.9	18	8.40	0.96	5.90	0.10	0.10	17.60	2.10		Regosol léptico	conglomerado
L-994-56-2	16.7	21.3	12.5	16.8	17.3	6.2	3.9	5.3	31	8.40	0.46	5.70	0.10	0.10	18.30	1.90			
L-994-59-1	5.2	12.9	8.5	8.2	13.2	15.8	17.4	18.8	0	8.20	0.93	7.10	0.00	0.00	21.00	0.90		Regosol léptico	conglomerado
L-994-59-2	5.1	13.6	8.7	4.2	15.1	13.2	16.5	23.6	0	8.20	0.47	5.20	0.00	0.10	16.30	0.60			
L-994-60-1	7.8	15.7	6.1	8.4	12.9	9.1	11.3	28.7	3	8.10	2.16	5.50	0.10	0.10	8.80	1.60		Regosol léptico	conglomerado
L-994-60-2	6.3	16.2	7.5	8.2	12.9	9.1	10.3	29.5	0	8.10	0.66	4.90	0.00	0.00	8.60	0.60			
L-994-61-1	5.3	15.8	7.1	11.3	18.3	13.6	12.0	16.6	4	8.20	2.12	6.30	0.00	0.00	17.60	0.70		Regosol léptico	conglomerado
L-994-61-2	3.2	14.9	9.1	10.4	17.2	13.1	14.5	17.6	0	8.20	0.71	5.20	0.00	0.00	13.20	0.20			
L-994-95-1	15.2	12.7	10.6	11.7	15.1	11.2	10.1	13.4	2	8.30	2.05	16.10	0.10	0.20	22.70	0.40		Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-994-95-2	13.7	11.4	10.3	9.6	17.3	10.1	11.2	16.4	0	8.30	0.60	7.50	0.10	0.10	16.20	0.30			
L-994-98-1	17.8	12.7	7.7	9.4	19.6	12.0	9.1	11.7	45	8.30	0.47	10.60	0.10	0.20	12.80	5.70		Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-995-1-1	12.1	10.0	6.7	14.6	21.2	15.3	10.7	9.4	4	7.70	0.87	29.35	0.16	0.34	9.30	1.10		Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-995-1-2	15.0	12.6	6.8	12.8	17.4	15.3	10.7	9.4	4	7.70	0.68	29.09	2.84	0.29	11.50	1.97			

Anexo I

L-995-2-1	12.9	17.8	25.6	13.4	19.8	6.2	2.2	2.1	64	8.20	1.89	35.04	0.01	0.30	12.70	3.62	Regosol calcárico	calizas y dolomías
L-995-2-2	22.8	15.7	29.6	11.5	13.0	4.1	1.8	1.5	61	8.10	0.90	21.77	0.04	0.18	8.60	7.84		
L-995-3-1	17.4	19.0	10.1	14.5	10.4	8.7	9.9	10.0	5	7.30	6.11	15.35	0.19	0.63	10.51	2.82	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
L-995-3-2	15.5	20.3	16.5	5.4	8.3	10.4	12.2	11.4	1	7.80	1.21	6.45	0.01	0.10	4.68	1.22		
L-995-4-1	24.1	30.0	23.3	13.1	8.1	0.4	0.4	0.6	30	7.68	1.44	12.91	0.36	0.92	8.90	4.11	Cambisol vértico	margas
L-995-4-2	23.7	30.4	25.3	11.1	8.0	0.5	0.3	0.7	27	7.70	0.74	12.01	0.46	1.92	10.90	3.71		
L-995-5-1	23.4	30.1	28.6	10.6	6.0	0.6	0.3	0.4	43	7.70	1.01	10.89	0.01	0.54	10.60	5.92	Cambisol calcárico	margas
L-995-5-2	26.4	30.7	25.0	10.0	6.6	0.5	0.4	0.4	44	7.80	0.61	11.78	0.30	0.65	10.92	4.89		
L-995-6-1	10.4	23.2	17.6	21.2	20.0	4.1	2.3	1.2	24	7.90	1.17	9.05	0.33	0.44	9.50	3.62	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-995-6-2	8.2	16.4	15.6	22.0	27.5	6.8	2.3	1.2	15	7.90	0.66	9.70	1.98	0.21	14.40	8.06		
L-995-7-1	7.0	16.8	11.8	23.6	10.9	11.7	11.1	7.1	61	7.90	1.53	8.65	0.17	0.85	4.85	1.12	Leptosol calcárico	calizas y dolomías
L-995-8-1	13.2	17.1	21.1	27.7	5.0	3.5	5.7	6.7	15	7.50	1.60	12.15	0.16	0.48	18.00	1.81	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-995-8-2	15.2	16.4	22.8	26.4	5.2	4.0	4.8	5.2	11	7.70	1.10	10.13	0.14	0.34	17.30	2.19		
L-995-9-1	24.1	18.7	8.0	10.2	7.6	12.4	9.7	9.3	13	7.80	1.34	10.00	0.46	0.91	17.30	1.72	Calcisol háplico	conglomerado
L-995-9-2	30.8	20.3	8.9	9.8	9.3	10.1	5.8	5.0	26	7.80	0.62	10.98	0.63	0.57	17.10	1.66		
L-995-10-1	9.9	20.5	12.7	10.5	15.4	11.0	11.2	8.8	85	8.00	1.93	10.74	1.38	0.25	11.50	1.58	Regosol léptico	coluvio calcáreo
L-995-11-1	24.1	18.7	8.0	10.2	7.6	12.4	9.7	9.3	13	7.80	1.34	12.30	0.46	0.91	17.30	1.72	Regosol léptico	calizas y dolomías
L-995-11-2	30.8	20.3	8.9	9.8	9.3	10.1	5.8	5.0	26	7.80	0.62	15.98	0.63	0.57	17.10	1.66		
L-996-1-1	11.1	4.0	3.4	9.4	18.2	20.8	20.8	12.3	4	8.00	0.98	4.60	0.10	0.20	8.70	0.80	Arenosol arídico	arenas
L-996-1-2	14.0	4.5	4.7	11.2	20.3	19.5	16.0	9.8	1	8.00	0.51	4.40	0.20	0.10	12.30	0.90		
L-996-2-1	22.6	7.0	7.1	12.2	8.3	15.4	12.0	15.4	14	7.90	2.50	16.80	0.30	0.10	14.70	0.70	Regosol léptico	conglomerado
L-996-3-1	36.1	5.0	4.8	10.9	11.9	12.0	10.5	8.8	32	8.30	0.91	15.10	0.40	0.20	20.00	0.80	Regosol gipsífero	yesos
L-996-3-2	30.0	6.5	5.0	10.5	14.9	13.1	9.5	10.5	12	8.00	0.39	10.70	0.50	0.50	21.40	1.20		
L-996-4-1	16.7	3.0	3.6	11.1	25.9	16.1	14.5	9.1	24	7.10	0.94	5.65	0.30	0.10	7.00	1.00	Arenosol arídico	arenas
L-996-4-2	10.7	8.9	2.5	10.1	24.6	17.7	13.2	12.3	19	7.20	0.64	5.60	0.40	0.05	7.20	1.10		
L-996-5-1	11.4	6.0	5.2	20.1	24.5	16.2	9.0	7.6	20	7.70	0.86	11.90	1.20	0.20	11.40	1.10	Regosol léptico	conglomerado
L-996-6-1	27.0	23.0	21.6	13.3	9.2	2.7	1.7	1.5	21	7.60	1.64	11.30	3.00	0.70	14.10	7.40	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-996-6-2	26.9	23.1	20.5	14.4	8.2	3.5	1.9	1.5	20	7.70	1.44	10.30	3.60	0.60	14.15	6.40		
L-996-7-1	9.0	4.0	3.4	13.3	39.0	26.2	3.0	2.1	15	8.10	1.60	7.00	0.90	0.30	27.70	1.60	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-996-7-2	9.0	4.0	3.4	13.3	39.0	26.2	3.0	2.1	15	8.10	1.60	6.51	0.90	0.30	27.70	1.60		
L-996-8-1	14.0	7.5	7.9	22.5	28.0	13.0	4.5	2.6	17	8.10	2.41	11.79	0.35	0.15	5.80	1.70	Regosol calcárico	arenisca
L-996-8-2	14.9	9.0	9.5	29.9	31.4	5.1	0.1	0.1	35	8.20	1.47	12.01	0.40	0.10	8.40	2.60		
L-996-9-1	19.5	4.4	5.0	14.7	21.7	18.3	9.6	6.8	22	7.80	0.86	10.03	0.40	0.10	12.40	1.50	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-996-9-2	13.3	5.0	4.9	14.0	21.1	20.7	12.6	8.4	47	7.50	0.76	8.08	1.30	0.10	8.70	3.30		
L-996-10-1	27.3	12.4	8.0	7.2	8.3	15.0	14.3	7.5	5	8.60	0.76	10.29	0.30	0.10	4.50	0.60	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
L-996-11-1	25.2	8.4	7.0	13.2	14.7	12.9	10.3	8.3	25	7.90	1.81	11.48	0.10	0.20	3.70	2.00	Regosol léptico	conglomerado
L-996-11-2	17.6	7.8	6.0	10.0	12.9	15.3	14.9	15.5	26	7.90	0.76	9.12	0.10	0.30	3.00	3.10		
L-997-2-1	12.7	22.9	15.9	4.5	12.7	25.9	4.2	1.2	24	8.00	0.82	4.70	0.70	0.30	6.10	0.60	Gipsisol arídico	margas yesíferas
L-997-2-2	3.3	45.4	15.8	2.5	8.1	19.2	4.5	1.2	15	8.50	0.51	5.70	0.40	0.10	8.00	0.80		
L-997-3-1	18.5	19.0	13.1	4.1	14.6	17.7	5.8	7.2	11	8.00	0.40	6.30	0.20	0.40	13.00	2.60	Calcisol epipéptico	conglomerado
L-997-4-1	22.7	40.3	15.2	5.9	6.8	2.7	3.1	3.3	26	8.40	2.64	7.30	0.10	0.30	9.80	1.30	Fluvisol calcárico	material aluvial

Anexo I

L-997-4-2	23.9	38.5	15.8	3.3	8.1	3.9	3.5	3.0	24	8.30	1.23	8.60	0.40	0.10	9.50	1.70	Calcol epipétrico
L-997-5-1	9.9	15.0	15.3	4.3	12.1	27.4	9.4	6.6	12	8.10	0.75	6.70	0.20	0.30	13.70	2.10	conglomerado
L-997-6-1	13.7	13.4	15.6	8.2	9.1	22.1	9.3	8.6	12	8.20	0.87	5.50	1.10	0.30	3.10	1.00	Gipsisol arídico
L-997-6-2	15.0	16.4	13.9	10.3	11.8	20.6	7.2	4.8	13	8.30	0.68	5.30	1.70	0.30	4.50	1.00	
L-997-8-1	28.1	22.1	15.9	3.9	18.6	6.3	3.9	1.2	58	8.60	0.51	8.30	1.50	0.20	9.40	2.10	Regosol gipsífero
L-997-8-2	38.0	26.8	13.5	3.4	12.3	3.5	1.8	0.7	57	8.30	0.47	7.40	2.10	0.10	8.30	2.10	
L-997-15-1	7.4	6.4	1.6	2.3	5.3	16.8	36.5	23.7	11	8.50	0.12	2.30	0.10	0.10	3.10	0.40	Fluvisol calcárico
L-997-15-2	7.1	4.6	0.5	2.1	4.5	13.1	27.4	40.7	11	8.40	0.05	2.60	0.10	0.20	3.20	0.40	
L-997-16-1	10.4	12.9	1.0	9.9	25.8	19.8	10.6	9.6	0	8.10	0.60	4.40	0.50	0.20	3.5	0.70	Leptosol eútrico
L-1011-18-1	12.5	16.7	13.5	16.7	15.7	8.5	7.5	8.9	4	8.10	0.72	2.80	0.05	0.05	16.60	1.50	Regosol léptico
L-1011-50-1	15.9	14.2	10.9	13.0	34.7	7.4	2.4	1.5	3	6.80	5.00	15.40	0.00	0.50	12.50	2.60	Fluvisol eútrico
L-1011-50-2	15.2	14.6	14.8	10.9	33.6	5.4	3.4	2.1	1	7.40	2.19	12.60	0.00	0.40	10.80	2.50	
L-1012-1-1	15.8	14.3	13.5	19.7	21.3	5.6	4.9	4.9	0	7.00	1.98	8.58	0.04	0.34	5.89	1.05	Luvisol crómico
L-1012-1-2	51.9	10.2	12.4	10.5	9.3	1.9	1.9	1.9	0	7.00	0.66	27.59	0.13	0.32	11.97	3.34	
L-1012-2-1	9.5	15.1	7.1	9.8	18.9	11.3	16.3	12.0	1	7.30	0.83	7.09	0.04	0.04	5.73	1.27	Leptosol eútrico
L-1012-3-1	14.0	26.8	21.8	23.6	9.5	1.7	1.5	1.1	1	7.40	0.88	6.88	0.27	0.80	12.39	2.42	Solonchak arídico
L-1012-3-2	14.3	27.6	18.1	15.2	12.3	4.8	4.4	3.3	2	7.60	0.36	6.50	6.39	0.05	13.23	8.56	
L-1012-4-1	10.5	15.6	14.8	16.0	14.8	7.1	11.0	10.2	0	6.90	1.88	10.98	0.03	0.42	4.62	1.55	Regosol eútrico
L-1012-4-2	10.8	16.5	10.5	12.1	14.7	7.9	13.7	13.8	0	6.90	0.92	7.64	0.04	0.23	3.05	1.30	
L-1012-14-1	12.4	23.4	15.4	20.7	20.1	4.5	2.2	1.3	3	7.80	3.36	9.14	0.03	1.05	14.28	2.53	Fluvisol eútrico
L-1012-14-2	10.1	16.8	13.2	22.5	28.1	5.7	2.3	1.3	1	7.80	1.41	6.50	0.36	0.10	9.66	2.02	
L-1012-15-1	30.0	7.3	6.7	11.3	14.8	8.4	12.4	9.1	0	7.40	1.09	9.63	0.10	0.25	6.72	1.77	Luvisol crómico
L-1012-15-2	54.0	7.2	5.6	7.0	7.3	4.1	6.9	7.9	0	7.70	0.59	26.88	0.16	0.31	24.92	3.49	
L-1012-17-1	18.7	33.9	11.7	6.5	9.9	6.2	6.9	6.4	15	7.40	1.26	7.67	0.04	0.06	4.78	3.13	Calcol háptico
L-1012-17-2	13.1	28.9	8.4	7.4	9.5	9.3	14.6	8.8	35	8.00	0.26	4.03	0.01	0.01	3.87	3.19	
L-1012-18-1	25.1	12.2	11.1	14.1	12.1	6.8	8.6	10.1	1	7.40	1.07	12.00	0.09	0.23	14.00	0.87	Regosol eútrico
L-1012-18-2	32.5	10.1	11.8	11.6	10.3	6.0	8.1	9.6	0	7.20	0.78	12.48	0.11	0.25	15.60	1.05	
L-1012-19-1	13.5	25.5	8.8	8.7	17.0	7.9	9.3	9.5	5	7.30	0.44	4.82	0.03	0.05	7.15	0.04	Gipsisol arídico
L-1012-19-2	14.9	28.2	7.7	9.8	21.1	7.9	6.0	4.4	5	7.30	0.30	5.79	0.05	0.05	6.09	0.09	
L-1012-20-1	16.5	18.3	9.1	11.2	14.9	8.5	11.5	10.0	1	7.60	0.95	11.25	0.02	1.00	9.75	2.19	Leptosol eútrico
L-1012-21-1	9.5	14.0	9.2	13.1	18.1	11.2	15.3	9.6	6	7.70	1.86	9.96	0.05	0.05	10.61	0.79	Kastanozem calcáico
L-1012-21-2	11.9	18.9	11.5	18.7	13.1	9.0	11.9	5.0	14	7.90	1.17	8.36	0.07	0.02	12.15	0.47	
L-1012-22-1	9.9	18.5	7.7	10.0	14.5	9.6	15.5	14.3	0	7.00	1.78	6.24	0.02	0.14	4.91	1.19	Regosol léptico
L-1012-23-1	15.9	20.1	8.2	10.9	14.7	7.0	11.0	12.5	0	7.00	0.98	6.20	0.00	0.25	5.00	0.75	Regosol eútrico
L-1012-23-2	11.8	28.0	12.2	11.6	14.5	5.8	8.8	7.3	0	6.80	0.59	5.40	0.02	0.12	3.77	0.91	
L-1012-24-1	15.2	17.7	13.2	14.2	11.0	6.7	11.2	11.0	0	6.80	0.74	6.00	0.02	0.16	3.65	0.49	Cambisol eútrico
L-1012-24-2	20.0	20.4	13.6	12.8	9.8	5.7	9.2	8.7	0	6.80	0.47	5.46	0.04	0.10	3.36	0.54	
L-1012-25-1	16.7	16.1	8.2	11.7	14.1	9.2	13.1	11.1	0	6.55	3.43	10.56	0.03	0.27	6.30	1.97	Phaeozem háptico
L-1012-25-2	16.1	17.3	9.6	9.8	16.8	8.4	11.7	10.3	0	7.00	2.43	10.61	0.07	0.14	6.49	1.82	
L-1013-1-1	18.1	15.8	7.0	12.5	18.0	9.1	11.9	7.6	0	6.20	0.72	6.07	0.00	0.00	5.51	1.27	Regosol eútrico
L-1013-1-2	15.9	20.1	9.5	14.3	17.4	6.5	8.8	7.5	0	6.60	0.42	8.91	0.05	0.05	7.42	2.44	



Anexo I

L-1013-2-1	6.6	14.4	11.3	15.7	19.9	8.9	12.1	11.1	0	7.90	0.84	6.23	0.00	0.00	5.75	1.22	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-2-2	6.8	16.4	10.5	13.5	18.0	9.3	13.2	12.3	1	7.90	0.55	4.98	0.00	0.00	4.90	2.19		
L-1013-3-1	23.7	18.8	18.7	11.2	9.9	3.9	5.7	8.1	31	7.80	0.76	13.75	0.05	0.61	12.06	1.47	Calcisol háptico	coluvio calcáreo
L-1013-3-2	32.0	23.1	12.1	10.3	8.0	3.2	4.5	6.8	23	7.80	0.69	16.24	0.07	0.37	12.60	3.11		
L-1013-4-1	11.0	19.8	8.8	6.6	12.9	10.3	15.6	15.0	0	7.00	0.90	4.98	0.00	0.00	6.92	0.41	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-4-2	8.5	21.4	6.5	6.6	5.7	8.4	19.0	23.9	0	7.30	0.45	3.86	0.05	0.02	5.75	0.14		
L-1013-5-1	11.2	13.7	17.3	9.2	22.3	8.7	9.4	8.2	13	7.00	1.90	8.05	0.04	0.06	7.60	0.52	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1013-6-1	20.1	13.8	10.4	13.4	26.3	8.1	4.8	3.1	0	7.30	1.47	12.74	0.01	0.04	11.29	3.11	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-6-2	25.3	14.5	10.7	13.4	28.3	6.1	1.5	0.2	0	7.20	0.95	14.79	0.02	0.04	13.48	3.77		
L-1013-7-1	26.1	22.6	13.7	9.7	12.6	5.5	5.4	4.4	17	7.90	2.26	17.36	0.07	0.31	15.00	0.60	Cambisol calcárico	esquistos calcáreos
L-1013-7-2	23.3	23.5	15.5	8.1	13.2	5.9	6.1	4.4	15	7.90	1.09	19.97	0.06	0.25	14.61	0.60		
L-1013-8-1	9.6	13.8	6.0	16.8	25.3	6.9	8.9	12.7	0	7.40	3.69	6.07	0.00	0.50	4.69	0.81	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-8-2	10.0	13.4	12.3	17.1	23.2	6.2	7.6	10.2	0	6.80	1.64	5.91	0.00	0.00	4.08	0.66		
L-1013-9-1	6.9	17.5	13.6	10.6	16.5	8.9	12.0	14.0	11	7.60	1.71	6.14	0.03	0.09	8.92	0.69	Regosol calcárico	conglomerado
L-1013-9-2	3.4	23.1	15.6	10.7	16.3	8.3	11.5	11.1	10	7.40	0.43	5.40	0.05	0.04	7.19	1.12		
L-1013-10-1	17.8	10.2	6.2	15.9	21.2	7.1	9.2	12.4	0	6.80	1.16	12.58	0.00	0.15	4.41	1.21	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1013-10-2	29.6	10.0	5.9	10.2	18.7	6.3	8.1	11.2	0	6.40	0.81	13.25	0.00	0.10	5.51	1.83		
L-1013-11-1	13.0	17.6	13.4	11.4	14.8	6.3	9.6	13.9	0	7.10	0.91	6.54	0.00	0.20	4.69	0.20	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-11-2	16.9	20.2	11.7	9.6	11.8	6.3	9.9	13.6	0	6.70	0.43	6.77	0.00	0.15	4.21	0.50		
L-1013-12-1	16.9	15.2	10.9	11.6	22.6	8.2	8.5	6.1	42	7.90	1.47	7.64	0.05	0.34	8.91	2.51	Regosol calcárico	conglomerado
L-1013-12-2	11.4	17.7	17.1	7.1	12.2	6.8	11.6	16.1	48	7.80	0.97	6.27	0.04	0.02	8.04	3.89		
L-1013-13-1	29.9	8.7	9.6	12.6	22.9	8.1	5.4	2.8	1	7.90	1.05	14.58	0.08	0.28	12.40	1.73	Leptosol eútrico	conglomerado
L-1013-14-1	9.6	20.2	16.1	15.1	18.9	6.9	7.5	5.7	14	7.60	1.38	10.23	0.10	0.69	10.01	1.21	Regosol léptico	esquistos calcáreos
L-1013-14-2	13.5	22.8	18.3	14.0	16.4	5.3	5.4	4.3	15	7.50	0.48	9.54	0.20	0.51	10.91	1.38		
L-1013-15-1	8.3	10.8	13.1	10.9	18.7	12.2	14.9	11.1	6	7.60	1.28	10.40	0.04	0.19	11.42	0.69	Regosol léptico	volcánica carbonatada
L-1013-16-1	13.7	10.5	4.8	18.0	25.8	9.7	9.4	8.1	0	7.00	1.98	10.40	0.00	0.40	8.92	1.43	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1013-16-2	31.8	17.3	6.7	9.5	17.1	6.9	8.1	2.6	0	7.20	0.76	20.34	0.00	0.00	17.46	3.72		
L-1013-17-1	19.1	23.9	15.0	6.8	9.3	6.5	9.9	9.5	14	7.60	5.34	10.64	0.05	1.21	11.52	2.16	Leptosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1014-1-1	18.2	20.6	12.5	13.5	16.1	7.9	10.5	0.7	0	7.60	1.41	11.00	0.10	0.30	10.70	1.20	luvisol cálcico	conglomerado
L-1014-1-2	20.6	11.1	12.3	14.7	14.2	10.9	8.2	8.0	0	8.00	1.04	16.00	0.20	0.40	12.60	1.40		
L-1014-2-1	14.3	23.2	33.2	6.2	3.1	4.2	4.7	11.1	50	8.20	10.29	12.60	0.10	0.60	11.00	1.70	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1014-3-1	20.6	25.4	26.4	7.2	5.2	6.1	4.3	4.8	0	8.00	6.81	13.80	0.20	0.60	11.00	2.30	Phaeozem lúvico	volcánica básica
L-1014-3-2	48.0	20.4	20.4	3.1	2.1	1.2	2.4	2.4	0	7.90	2.00	16.40	0.30	0.40	13.40	3.60		
L-1014-4-1	12.9	13.5	21.3	19.7	20.1	7.5	4.9	0.1	6	7.90	3.91	5.50	0.10	0.20	4.80	1.50	Regosol eútrico	volcánica básica
L-1014-4-2	10.4	15.2	30.3	17.2	15.0	6.3	4.7	0.9	1	8.00	0.67	7.90	0.10	0.10	5.50	2.40		
L-1014-5-1	6.1	5.2	12.2	10.6	15.7	10.4	25.7	14.1	1	8.10	1.34	6.00	0.10	0.20	4.20	1.80	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1014-6-1	6.3	8.1	14.1	7.6	8.7	16.7	18.5	20.0	0	7.60	5.71	6.60	0.10	0.50	7.70	1.90	Phaeozem háptico	calizas y dolomías
L-1014-6-2	11.7	7.0	15.2	8.6	7.5	15.7	19.6	14.7	0	7.70	2.50	7.60	0.10	0.30	9.75	2.40		
L-1014-7-1	16.3	12.1	25.1	12.2	13.5	13.6	4.5	2.7	13	7.90	0.91	10.80	0.20	0.76	12.40	1.38	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-1014-8-1	23.1	20.1	20.3	16.2	4.1	6.3	4.9	5.0	6	8.25	1.47	15.65	0.35	0.70	16.75	0.74	Calcisol lúvico	conglomerado
L-1014-8-2	35.6	22.0	24.2	6.2	3.1	3.1	2.4	3.4	16	8.15	0.69	20.55	0.50	0.50	20.50	2.25		

Anexo I

L-1014-9-1	5.6	4.0	6.1	10.2	14.7	20.5	30.6	8.3	10	8.20	1.20	5.05	0.15	0.10	4.70	0.55	Arenosol álbico	arenas
L-1014-9-2	5.7	4.5	6.6	11.2	12.7	25.5	30.1	3.7	12	8.20	0.66	5.00	0.20	0.10	4.80	0.60		
L-1014-10-1	8.5	12.4	18.6	9.5	13.0	15.0	12.0	11.0	32	7.95	0.53	6.45	0.25	0.30	6.85	1.70	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-1014-11-1	5.6	18.6	43.9	13.9	9.5	4.9	2.6	1.0	2	8.30	0.59	9.80	2.60	0.55	7.75	1.35	Solonchak arídico	sedimentos salinos
L-1014-11-2	9.6	21.2	33.7	16.1	10.1	6.0	2.8	0.5	2	7.90	0.28	11.60	1.20	0.50	9.80	0.90		
L-1014-12-1	10.6	13.8	15.0	13.2	10.6	15.0	11.8	10.0	11	7.70	2.26	7.30	0.50	0.20	5.50	1.40	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1014-12-2	10.8	14.0	15.9	6.7	11.0	15.0	12.5	14.1	11	7.80	3.10	7.60	0.60	0.20	6.60	1.60		
L-1014-13-1	4.8	12.8	17.4	12.2	14.1	15.0	13.7	10.0	19	8.15	1.88	4.50	0.10	0.10	3.25	0.50	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1014-13-2	1.9	4.9	7.4	12.0	13.6	15.9	19.3	25.0	7	8.30	0.90	2.10	0.10	0.10	2.00	0.30		
L-1014-14-1	30.3	21.1	15.2	12.1	7.0	6.3	5.2	2.8	1	8.10	2.31	17.70	0.40	1.40	13.90	3.90	Leptosol móllico	material aluvial
L-1014-15-1	13.7	15.8	19.7	13.1	12.2	12.3	9.1	4.1	16	8.00	1.09	8.90	1.10	0.30	7.10	0.80	Regosol calcárico	arcillas y limos
L-1014-15-2	13.0	16.5	22.7	10.0	14.2	12.4	7.3	3.9	17	7.85	0.64	8.55	1.30	0.30	7.30	0.90		
L-1014-16-1	17.2	19.1	9.8	11.1	13.2	12.1	10.7	6.8	0	8.00	1.50	7.30	0.20	0.30	6.80	1.00	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1014-16-2	15.7	21.0	10.6	9.0	12.5	12.7	11.5	7.0	0	8.10	0.88	9.90	0.20	0.40	7.60	1.30		
L-1014-17-1	11.2	15.1	17.3	8.3	9.1	10.3	12.8	15.9	6	8.00	2.60	7.70	0.70	0.20	6.70	0.80	Kastanozem cálcico	esquistos calcáreos
L-1014-17-2	12.4	15.7	16.3	7.3	10.3	10.9	12.9	14.2	19	8.10	0.81	8.30	0.50	0.20	7.50	0.90		
L-1014-18-1	12.3	10.3	14.3	5.4	10.5	13.9	16.1	17.2	0	7.35	2.17	8.80	0.20	0.30	7.05	0.75	Cambisol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1014-18-2	16.5	12.7	13.2	6.2	8.9	13.0	14.2	15.3	0	7.40	0.88	8.90	0.30	0.30	7.00	1.00		
L-1014-19-1	12.3	16.9	23.3	12.1	14.0	11.1	7.2	3.1	49	8.10	1.41	12.60	0.20	0.60	7.70	3.30	Calcisol háptico	coluvio calcáreo
L-1014-19-2	25.6	29.8	14.7	10.3	6.9	5.1	3.9	3.7	74	8.20	0.45	14.60	0.30	0.30	10.00	4.30		
L-1014-20-1	13.6	13.9	16.1	11.2	10.3	13.6	12.5	8.8	0	8.00	2.09	9.90	0.30	0.30	8.30	1.20	Cambisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1014-20-2	21.3	23.2	19.8	13.2	8.3	5.4	4.9	3.9	0	7.90	1.55	11.20	0.40	0.20	10.10	1.60		
L-1014-21-1	13.1	14.7	19.7	16.1	10.9	13.4	7.4	4.7	1	8.20	1.76	8.60	0.20	0.20	7.90	0.60	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1014-21-2	14.9	12.9	20.0	15.6	11.4	12.9	8.0	4.3	1	8.20	0.76	8.60	0.10	0.10	8.00	0.70		
L-1014-22-1	17.3	14.9	10.3	7.5	7.0	11.4	16.7	14.9	0	7.43	1.59	14.53	0.30	0.30	8.16	1.40	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1014-22-2	20.7	18.3	13.7	7.3	8.1	10.3	13.6	8.0	0	6.60	0.70	18.20	0.40	0.20	8.40	1.40		
L-1014-23-1	16.5	21.0	19.6	12.8	10.7	7.8	6.3	5.3	34	8.10	0.64	10.90	0.30	0.10	8.20	3.50	Calcisol epipétrico	conglomerado
L-1014-23-2	14.1	9.8	12.4	10.1	12.1	11.8	16.0	13.7	62	8.30	0.34	9.80	0.20	0.20	7.90	3.50		
L-1014-24-1	8.2	27.1	36.9	8.2	6.9	7.1	4.2	1.4	57	8.20	1.22	8.30	0.20	0.10	5.80	2.50	Regosol léptico	margocalizas
L-1014-25-1	21.3	16.3	9.6	7.0	10.7	12.4	14.6	8.1	10	7.90	1.34	12.40	0.10	0.30	12.60	1.20	Regosol calcárico	arenisca
L-1014-25-2	28.0	13.1	8.2	8.1	10.6	13.1	13.5	5.4	10	8.00	1.07	15.60	0.20	0.20	14.90	1.40		
L-1014-26-1	16.4	15.3	12.1	9.2	10.2	11.1	13.1	12.6	20	8.20	1.97	11.10	0.10	0.20	10.30	1.80	Leptosol calcárico	conglomerado
L-1014-27-1	17.1	21.0	23.0	8.1	7.7	9.7	8.1	5.3	32	7.85	3.36	9.90	0.15	0.20	8.55	1.60	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1014-27-2	44.2	24.1	19.7	5.1	3.1	1.9	1.0	0.9	34	8.20	2.09	8.70	0.10	0.10	7.90	1.30		
L-1014-28-1	31.2	17.0	12.7	8.7	8.1	6.8	7.3	8.2	58	8.10	0.86	17.10	0.20	0.10	14.50	3.40	Calcisol arídico	conglomerado
L-1014-29-1	16.3	21.1	26.3	10.0	6.5	5.8	6.7	7.3	25	7.80	2.66	14.10	0.10	0.60	12.20	2.30	Leptosol rándzico	calizas y dolomías
L-1014-30-1	11.2	12.1	15.3	8.0	10.8	13.8	14.8	14.0	13	7.90	4.09	9.60	0.10	0.20	9.20	1.40	Leptosol móllico	conglomerado
L-1014-31-1	14.1	15.0	18.9	10.2	8.1	9.4	10.3	14.0	1	7.93	2.14	9.80	0.25	0.25	8.30	1.20	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1015-1-1	25.2	14.4	7.1	12.4	17.3	7.9	8.0	7.7	17	8.10	0.53	12.18	0.01	0.05	14.20	1.71	Leptosol calcárico	conglomerado
L-1015-2-1	19.3	39.6	21.5	9.5	6.0	1.8	1.2	1.1	18	7.90	1.31	11.66	0.13	0.04	10.21	2.01	Regosol calcárico	margas
L-1015-2-2	20.5	42.0	24.0	9.9	2.9	0.3	0.1	0.3	16	8.00	1.24	14.28	0.21	0.02	13.60	2.60		

Anexo I

L-1015-3-1	21.9	13.2	5.1	6.8	16.3	12.1	14.6	10.0	0	8.00	2.02	23.17	0.24	0.79	19.85	3.25	Phaeozem háplico	volcánica básica
L-1015-3-2	30.4	13.1	6.4	7.2	15.7	9.9	10.6	6.7	0	8.00	1.97	28.18	0.82	0.56	23.92	3.69		
L-1015-4-1	22.4	30.2	15.4	12.5	11.7	4.2	2.2	1.4	18	7.70	0.79	5.88	0.18	0.28	8.25	1.46	Calcisol arídico	arcillas y limos
L-1015-4-2	24.9	35.2	15.7	12.6	8.0	1.6	1.1	0.9	36	8.00	0.48	5.46	1.20	0.26	15.16	3.51		
L-1015-5-1	21.3	32.8	27.3	11.6	3.0	1.2	1.3	1.5	16	8.30	0.77	11.58	38.64	2.11	12.91	5.73	Solonchak arídico	sedimentos salinos
L-1015-5-2	26.2	35.3	17.3	14.5	5.8	0.4	0.2	0.3	18	8.40	1.60	22.12	0.02	0.38	12.62	2.15	Regosol calcárico	volcánica carbonatada
L-1015-6-1	19.2	17.8	10.5	14.5	16.9	6.7	7.8	6.6	16	8.50	0.98	20.08	0.05	0.25	21.14	4.15		
L-1015-7-1	12.5	16.4	9.1	21.9	27.9	5.3	4.0	2.9	11	8.30	1.34	8.40	0.22	0.30	9.95	1.88	Calcisol háplico	conglomerado
L-1015-7-2	25.0	15.4	7.8	18.0	21.8	4.0	3.8	4.2	14	8.10	0.53	9.66	1.36	0.16	10.04	2.40		
L-1015-8-1	11.7	18.4	14.9	27.1	21.5	3.4	1.7	1.3	15	8.00	1.09	5.04	0.12	0.40	8.71	1.46	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1015-8-2	15.9	23.2	15.3	23.1	15.7	2.7	2.1	2.0	19	8.00	0.72	7.14	1.36	0.16	8.43	3.68		
L-1015-9-1	14.5	36.2	17.8	16.5	10.8	1.6	1.2	1.4	25	7.90	0.48	4.57	0.35	0.07	9.72	2.11	Solonchak gléyico	sedimentos salinos
L-1015-9-2	21.2	40.0	18.4	9.6	8.0	1.3	0.5	1.0	31	8.00	0.39	7.05	1.05	0.08	8.36	4.01		
L-1015-10-1	7.4	14.7	7.1	7.5	12.9	11.4	20.3	18.7	1	8.40	3.51	7.04	0.01	0.02	6.50	1.49	Phaeozem háplico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1015-10-2	8.4	18.5	8.8	8.8	12.5	9.7	16.3	17.0	0	8.30	2.41	8.14	0.01	0.04	6.08	1.82		
L-1015-11-1	27.4	44.1	18.6	7.3	2.0	0.2	0.1	0.3	24	8.20	1.31	16.80	0.44	0.82	22.12	4.62	Calcisol háplico	arcillas y limos
L-1015-11-2	30.8	38.3	17.6	9.5	3.3	0.1	0.1	0.3	30	7.80	0.90	14.28	0.60	0.48	26.18	5.05		
L-1015-12-1	16.1	48.2	16.0	18.0	19.2	8.2	3.1	1.1	20	7.80	0.78	7.88	3.78	0.64	8.71	2.48	Gipsisol hipergipsico	margas yesíferas
L-1015-12-2	29.3	48.7	12.0	5.5	2.4	0.9	0.6	0.6	25	8.00	0.45	10.92	4.96	1.20	8.70	8.99		
L-1015-13-1	15.3	29.1	13.9	12.2	15.0	5.8	6.0	2.7	9	7.80	1.36	5.88	0.12	0.26	7.88	0.34	Gipsisol arídico	arenisca
L-1015-13-2	17.3	31.5	17.7	12.5	9.7	4.5	5.0	1.8	6	7.70	0.43	6.72	0.14	0.28	7.12	0.51		
L-1015-14-1	42.3	50.0	6.1	0.8	0.3	0.0	0.1	0.4	36	7.70	0.92	18.16	8.78	0.51	19.14	8.99	Solonchak arídico	sedimentos salinos
L-1015-14-2	40.4	50.6	7.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.4	38	7.70	0.34	16.38	13.86	0.22	21.32	8.98		
L-1028-2-1	10.0	20.2	9.0	8.5	11.3	8.3	17.2	15.5	0	5.40	1.91	12.35	0.05	0.21	3.00	1.83	Cambisol dístico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-2-2	9.1	21.3	8.2	8.3	12.2	9.7	16.7	14.5	0	5.70	0.76	8.98	0.01	0.12	1.75	1.00		
L-1028-3-1	10.2	14.4	10.1	10.3	16.1	10.1	16.5	12.3	0	5.80	5.34	8.64	0.17	0.18	2.33	0.81	Leptosol dístico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-12-1	12.5	8.9	11.6	21.8	22.8	8.7	8.7	5.0	0	7.00	1.64	9.57	0.00	0.10	3.45	4.28	Cambisol crómico	volcánica básica
L-1028-12-2	20.7	10.4	10.7	17.5	20.5	6.5	8.2	5.5	0	7.20	0.74	13.56	0.00	0.09	2.73	8.96		
L-1028-13-1	20.2	31.2	8.3	7.2	11.1	6.9	9.1	6.0	45	7.70	1.14	10.67	0.13	0.05	15.60	1.00	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1028-13-2	10.7	26.6	10.0	8.8	12.9	9.8	13.8	7.4	49	7.70	0.50	5.10	0.05	0.03	10.10	0.50		
L-1028-14-1	23.6	34.4	16.6	8.9	5.9	2.7	3.4	4.5	9	7.60	3.34	12.00	0.05	0.16	13.21	1.00	Leptosol lítico	calizas y dolomías
L-1028-15-1	13.4	19.5	8.0	12.8	12.2	7.1	10.9	16.1	0	6.60	3.29	9.33	0.07	0.24	13.08	0.87	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1028-15-2	24.8	17.0	11.6	7.3	9.4	6.6	11.7	11.6	0	6.30	0.72	16.22	0.04	0.07	13.98	0.66		
L-1028-16-1	16.3	13.3	15.4	12.4	10.6	6.1	11.5	14.4	0	6.30	3.76	9.24	0.04	0.35	3.00	0.87	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-16-2	19.0	21.5	10.7	11.3	10.2	5.6	9.8	11.9	0	6.50	2.05	7.71	0.04	0.18	2.89	0.77		
L-1028-17-1	10.3	19.6	8.2	14.0	16.5	9.4	10.9	11.1	0	5.90	1.05	6.67	0.02	0.24	2.74	0.94	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-17-2	14.8	18.5	8.9	13.4	14.7	8.5	10.7	10.5	0	6.00	0.98	7.24	0.23	0.03	3.22	1.05		
L-1028-18-1	10.3	16.4	11.0	12.7	15.7	8.8	11.7	13.4	0	6.20	1.47	8.22	0.04	0.36	4.28	0.68	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-18-2	12.0	16.6	10.5	11.3	15.1	9.5	11.3	13.7	0	6.40	0.79	9.32	0.02	0.33	4.88	0.78		
L-1028-19-1	14.4	16.9	8.8	11.2	15.2	9.9	12.9	10.7	0	6.80	1.48	7.56	0.04	0.14	4.09	0.68	Regosol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos

Anexo I

L-1028-20-1	14.0	25.3	9.6	12.7	8.3	6.6	11.0	12.5	0	6.40	3.02	11.32	0.03	0.30	4.41	0.66	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-20-2	14.4	24.9	10.6	11.8	8.2	6.0	11.6	12.5	0	6.40	2.92	10.94	0.03	0.30	4.10	0.61	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-23-1	10.3	21.1	6.3	9.6	9.4	8.9	16.3	18.1	0	6.30	6.86	13.13	0.03	0.49	4.41	0.85	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-23-2	10.5	19.9	9.2	8.4	11.1	9.4	15.6	15.9	0	5.60	3.83	11.38	0.00	0.23	3.15	0.39	Gléysol dístico	
L-1028-27-1	30.9	52.6	9.5	3.8	1.8	0.5	0.6	0.3	0	5.00	13.55	9.18	0.00	0.42	3.06	0.81		
L-1028-27-2	20.4	40.4	18.3	16.4	3.6	0.5	0.3	0.1	0	5.30	10.00	10.28	0.00	0.20	1.02	0.40		
L-1028-33-1	22.8	15.7	10.8	8.2	14.5	7.7	16.1	14.2	0	6.00	1.40	6.94	0.03	0.35	2.31	0.17	Cambisol dístico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-33-2	11.9	16.8	8.8	10.3	14.7	9.7	14.0	13.8	0	5.60	0.40	5.95	0.02	0.30	2.01	0.15		
L-1028-36-1	9.9	15.8	11.3	11.2	17.0	10.5	13.4	10.9	0	5.90	5.43	12.22	0.02	0.16	3.57	1.12	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-36-2	9.1	17.9	12.8	9.8	15.5	9.3	12.0	13.6	0	5.50	2.17	9.55	0.02	0.13	1.68	0.56		
L-1028-37-1	10.1	14.9	10.4	12.4	15.6	9.4	12.7	14.5	0	6.60	1.84	17.60	0.03	0.13	14.20	1.54	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-37-2	17.7	17.2	12.3	12.0	13.1	7.0	9.2	11.5	0	6.70	0.79	17.30	0.05	0.10	13.00	2.38		
L-1028-40-1	20.6	19.8	6.4	12.7	24.2	7.8	5.6	2.9	0	7.30	1.09	13.78	0.01	0.36	11.84	0.51	Cambisol crómico	calizas y dolomías
L-1028-40-2	27.5	16.6	9.2	14.2	16.8	6.7	5.0	4.0	0	7.60	0.83	10.12	0.02	0.07	8.98	0.31		
L-1028-41-1	13.1	17.5	8.7	8.8	8.4	9.4	13.3	20.8	0	5.20	6.76	11.56	0.00	0.20	2.73	0.56	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-41-2	18.0	22.5	9.7	9.9	9.1	7.6	11.1	12.1	0	5.10	1.24	6.67	0.00	0.03	0.73	0.20		
L-1028-42-1	13.1	22.7	12.1	7.3	11.8	8.6	13.1	11.3	0	5.40	4.83	13.32	0.16	0.17	2.66	1.00	Leptosol úmbrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-43-1	13.7	25.5	9.1	10.9	9.7	6.9	11.0	13.2	0	5.80	3.60	10.51	0.06	0.29	4.31	0.33	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-43-2	12.4	26.7	9.0	12.3	9.7	6.9	10.3	12.7	0	5.70	2.74	9.91	0.07	0.16	4.24	0.23		
L-1028-44-1	15.0	23.0	10.5	10.8	9.5	6.8	11.2	13.2	0	6.00	2.81	12.49	0.05	0.39	3.32	0.63	Regosol dístico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-44-2	14.4	24.4	11.7	10.9	8.5	6.7	9.8	13.6	0	6.00	0.95	13.32	0.04	0.18	3.57	0.70		
L-1028-45-1	13.4	16.1	8.9	8.0	14.4	9.9	14.7	14.6	0	6.10	2.34	9.94	0.13	0.13	3.55	0.67	Leptosol úmbrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-47-1	17.9	31.0	8.3	9.1	10.5	6.8	9.6	6.8	55	7.70	1.79	9.78	0.04	0.15	11.28	1.05	Regosol léptico	coluvio calcáreo
L-1028-47-2	21.1	29.7	7.3	10.2	8.9	6.3	9.4	7.1	44	8.10	0.47	8.00	0.09	0.00	10.15	0.98		
L-1028-48-1	18.3	24.9	8.3	11.4	14.7	6.6	7.8	8.0	13	7.20	1.64	12.89	0.09	0.33	13.24	1.09	Calcisol háptico	calizas y dolomías
L-1028-48-2	16.2	20.2	8.9	10.6	13.9	8.4	12.1	9.7	33	7.60	0.76	8.00	0.11	0.09	12.13	0.66		
L-1028-49-1	26.4	9.7	8.2	8.6	13.5	9.5	13.2	10.9	0	6.50	1.69	21.60	0.02	0.13	16.72	1.40	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-49-2	32.8	8.9	7.9	9.5	11.4	6.5	12.9	10.1	0	5.60	0.64	25.11	0.02	0.04	17.94	0.70		
L-1028-50-1	21.8	23.8	7.9	9.9	13.3	6.5	8.7	8.1	30	7.60	1.38	13.78	0.07	0.40	15.62	1.05	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1028-50-2	25.5	25.5	10.3	11.5	12.6	3.8	4.1	6.7	33	7.70	0.62	18.00	0.07	0.27	14.71	0.84		
L-1028-51-1	15.6	12.9	9.9	18.0	25.7	6.8	7.3	3.8	0	6.90	4.86	13.45	0.04	0.15	6.25	6.62	Leptosol mólico	volcánica básica
L-1028-52-1	10.1	17.1	20.1	14.5	12.2	6.9	10.3	8.8	0	6.00	4.48	8.83	0.00	0.06	1.72	0.49	Leptosol úmbrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1028-53-1	12.4	15.3	11.4	13.5	15.0	6.7	11.4	14.3	0	6.70	1.00	7.56	0.01	0.07	3.90	2.44	Regosol eútrico	volcánica básica
L-1028-53-2	9.4	15.7	16.9	17.9	16.8	5.4	8.6	9.3	0	7.10	0.77	5.65	0.05	0.07	1.20	2.92		
L-1029-1-1	20.6	18.6	29.8	17.7	9.5	1.1	1.4	1.3	1	7.30	1.90	11.10	0.01	0.03	9.20	2.10	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-1-2	23.5	5.6	11.7	10.6	10.4	9.4	14.3	14.5	0	7.20	0.63	10.20	0.01	0.03	7.50	2.10		
L-1029-2-1	16.5	4.5	12.7	10.4	11.7	10.6	16.3	17.5	7	7.30	1.33	9.50	0.00	0.05	5.25	1.90	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1029-2-2	21.3	4.1	12.3	9.2	9.6	8.7	16.2	18.6	10	6.80	0.58	12.20	0.00	0.07	6.50	2.50		
L-1029-3-1	14.1	7.3	17.2	7.7	21.2	10.5	12.1	10.0	0	6.75	1.55	12.60	0.00	0.23	10.15	2.60	Cambisol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-3-2	14.0	7.2	17.2	6.7	22.3	10.4	11.9	10.5	0	6.95	0.70	13.00	0.00	0.09	10.40	2.65		
L-1029-4-1	8.9	9.4	11.7	8.6	14.2	15.1	18.2	14.0	0	7.25	4.91	13.00	0.00	0.55	8.00	3.20	Leptosol mólico	cuarcitas, pizarras y esquistos

Anexo I

L-1029-5-1	16.7	15.3	9.2	7.2	13.1	14.3	17.0	7.2	0	7.60	1.16	14.40	0.00	0.00	19.10	1.10	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-5-2	26.7	16.6	10.2	8.5	12.9	12.1	8.0	5.0	0	7.60	0.86	20.59	0.00	0.00	21.11	1.10		
L-1029-6-1	8.2	8.4	13.0	8.5	14.1	13.1	18.1	16.8	0	5.35	4.26	10.00	0.00	0.01	6.70	1.05	Phaeozem háplico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-6-2	4.8	8.8	18.7	9.7	15.8	12.1	15.9	14.2	0	5.50	1.60	7.30	0.00	0.00	4.70	1.00		
L-1029-7-1	21.2	6.8	33.5	6.4	7.6	5.3	8.3	11.2	31	8.00	1.83	10.80	0.15	0.19	41.75	2.40	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1029-7-2	22.7	8.4	24.4	5.3	7.4	6.5	13.1	12.3	28	8.10	0.48	8.70	0.15	0.00	43.75	2.10		
L-1029-8-1	9.4	10.1	17.6	8.0	10.3	10.3	15.9	18.6	2	6.70	3.40	5.35	0.07	0.03	1.85	0.30	Umbrisol léptico	coluvio no calcáreo
L-1029-9-1	31.1	12.9	22.6	10.1	8.7	4.6	4.9	5.0	15	7.90	1.69	19.20	0.13	0.17	25.33	0.70	Calcisol lúvico	coluvio calcáreo
L-1029-9-2	47.6	6.5	27.5	5.8	6.1	2.6	2.1	1.8	12	7.90	1.07	24.20	0.55	0.15	27.50	0.90		
L-1029-10-1	9.9	10.1	14.9	10.1	14.8	12.3	13.9	14.0	0	7.50	2.33	10.40	0.33	0.03	11.50	0.60	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-11-1	12.0	8.2	14.7	7.7	14.5	11.9	16.6	14.5	0	5.50	4.07	7.25	0.24	0.00	1.95	0.30	Umbrisol léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-12-1	9.9	10.3	18.6	7.5	10.4	8.6	16.0	18.7	0	6.40	5.52	14.00	0.40	0.30	12.00	2.20	Leptosol mólico	coluvio no calcáreo
L-1029-13-1	11.1	8.1	12.2	7.6	9.4	9.2	18.1	24.3	0	6.90	1.84	8.40	0.11	0.00	6.80	1.10	Leptosol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1029-14-1	24.8	8.7	15.0	7.3	9.0	8.7	13.2	13.5	0	7.35	1.55	17.01	0.38	0.00	9.50	2.00	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-14-2	35.5	9.3	14.2	6.9	8.7	5.9	10.3	9.2	1	7.30	0.86	20.32	0.14	0.01	9.40	3.10		
L-1029-15-1	37.3	8.0	17.4	6.3	8.5	5.5	7.3	9.8	20	8.10	1.78	18.02	0.01	0.23	18.15	1.07	Calcisol lúvico	conglomerado
L-1029-15-2	36.2	7.9	12.6	6.0	8.0	1.0	11.5	16.8	31	8.10	0.79	19.88	0.01	0.10	19.11	1.13		
L-1029-16-1	19.3	13.0	20.4	8.6	10.8	8.2	9.5	10.2	14	8.10	1.81	6.81	0.01	0.10	12.11	0.40	Cambisol calcárico	esquistos calcáreos
L-1029-16-2	19.6	12.0	19.1	9.1	13.5	8.7	9.0	9.2	24	8.20	0.72	5.21	0.01	0.01	12.10	0.13		
L-1029-17-1	16.1	13.7	25.1	25.6	18.1	1.0	0.3	0.3	10	7.72	1.40	8.00	0.01	0.25	9.75	1.13	Regosol calcárico	arenisca
L-1029-17-2	15.6	14.8	23.6	27.2	18.0	0.4	0.2	0.2	12	7.78	0.71	8.44	0.01	0.15	9.70	1.03		
L-1029-18-1	22.1	14.1	29.2	13.7	13.3	3.3	2.3	2.2	16	7.68	1.69	8.33	0.43	0.26	9.45	2.74	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1029-18-2	22.1	16.1	28.7	14.2	11.6	3.2	2.3	1.8	11	7.72	1.59	8.22	0.34	0.01	6.73	4.24		
L-1029-19-1	10.5	10.6	11.2	13.0	14.1	9.8	16.0	14.8	0	5.60	4.02	12.52	0.01	0.52	4.09	1.38	Fluvisol dístrico	material aluvial
L-1029-19-2	13.1	11.6	6.9	11.6	12.2	13.9	16.7	14.0	0	5.80	1.42	10.66	0.02	0.16	3.26	1.04		
L-1029-20-1	6.6	10.6	4.9	11.9	16.9	13.7	16.4	19.0	0	7.80	1.26	5.33	0.17	0.15	4.22	0.30	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-20-2	6.6	8.9	4.3	11.9	17.8	14.5	17.7	18.3	0	7.80	0.81	4.00	0.17	0.01	2.79	2.46		
L-1029-21-1	11.6	16.0	13.4	12.2	11.3	7.6	12.4	15.5	0	7.10	2.14	11.76	0.01	0.42	3.80	0.58	Cambisol dístrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-21-2	15.2	11.8	14.8	11.1	12.0	7.9	13.0	14.2	0	6.40	1.34	10.50	0.18	0.30	2.20	0.56		
L-1029-22-1	13.3	9.7	13.9	8.2	11.8	12.6	13.2	17.5	0	5.65	2.07	11.10	0.01	0.21	1.10	0.22	Regosol dístrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-22-2	19.4	8.3	12.0	7.5	11.2	10.0	13.9	17.9	0	5.55	1.78	10.80	0.05	0.12	1.10	0.20		
L-1029-23-1	18.0	9.4	8.7	9.9	16.6	14.3	12.1	11.2	6	7.20	0.97	9.15	0.14	0.22	9.10	0.55	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-1029-23-2	20.0	9.4	13.3	8.6	14.4	12.2	9.3	12.9	18	7.35	0.43	9.95	0.15	0.20	10.10	0.91		
L-1029-25-1	20.0	18.4	34.2	14.4	9.1	2.2	0.9	0.9	14	7.75	1.12	12.26	0.59	0.67	15.72	2.37	Regosol gipsífero	margas yesíferas
L-1029-25-2	21.8	18.0	38.2	12.3	5.2	1.9	1.3	1.3	14	7.86	0.66	11.76	1.03	0.96	14.96	4.50		
L-1029-27-1	9.0	9.8	17.0	13.3	18.3	15.3	11.4	5.9	2	7.95	0.64	8.12	1.04	0.17	9.49	2.08	Fluvisol eútrico	material aluvial
L-1029-27-2	6.8	12.3	13.1	13.8	21.3	16.6	11.6	4.8	1	8.17	0.66	6.03	0.56	0.11	9.06	1.23		
L-1029-29-1	36.8	14.1	19.0	7.1	7.2	6.1	5.1	4.6	13	7.30	1.40	13.58	0.26	0.63	18.10	4.33	Calcisol háplico	margas
L-1029-29-2	36.6	12.4	18.2	9.5	6.3	7.2	5.7	4.1	25	7.40	0.62	10.30	0.28	0.35	15.40	4.99		
L-1029-30-1	14.5	18.5	22.5	12.0	11.0	8.0	8.0	5.5	2	7.60	1.53	15.96	0.21	0.34	6.80	2.16	Cambisol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1029-30-2	15.4	14.4	21.2	10.9	12.4	8.9	8.9	7.9	1	8.00	1.38	12.46	0.18	0.18	6.40	2.10		

Anexo I

L-1029-31-1	24.1	8.1	11.4	8.5	10.6	8.6	12.1	16.6	0	7.70	2.02	14.14	0.15	0.13	8.20	13.74	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-32-1	39.3	16.5	7.6	11.7	9.3	5.3	5.3	5.0	0	7.50	0.86	19.20	0.14	0.77	17.20	3.33	Luvisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-32-2	59.7	5.8	2.6	8.0	9.3	4.6	4.7	5.3	0	7.80	0.84	22.74	0.17	0.63	18.20	2.58		
L-1029-33-1	22.9	19.6	38.2	9.3	7.0	2.7	0.2	0.1	0	8.03	2.40	13.58	0.68	0.23	9.00	2.58	Fluvisol eútrico	material aluvial
L-1029-33-2	24.6	18.1	38.5	12.1	5.4	0.9	0.2	0.2	0	8.17	1.50	11.48	0.40	0.12	9.20	2.83		
L-1029-34-1	10.1	9.1	12.6	9.1	12.6	13.1	18.2	15.2	0	8.08	1.29	9.38	0.11	0.01	5.90	1.00	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1029-35-1	7.4	4.9	7.4	11.8	21.7	14.8	17.2	14.8	0	8.09	2.05	7.70	0.10	0.01	2.10	0.58	Leptosol distríctico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1030-1-1	4.9	12.7	17.8	9.2	15.6	11.3	11.7	16.8	2	8.42	1.84	4.05	0.43	1.28	4.27	1.48	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1030-2-1	4.4	10.3	11.9	7.6	14.0	10.9	19.8	21.1	0	7.90	2.40	6.42	0.43	0.26	4.04	2.14	Phaeozem léptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1030-2-2	11.2	17.8	15.5	8.1	12.9	8.5	14.4	11.6	0	7.62	1.48	10.34	0.43	0.51	7.06	4.94		
L-1030-3-1	15.1	22.1	29.6	25.2	7.0	0.5	0.4	0.1	24	8.07	0.59	6.16	4.35	0.77	10.35	4.94	Solonchak arídico	margas yesíferas
L-1030-3-2	15.3	19.0	30.1	26.2	7.1	0.7	0.8	0.8	20	8.50	0.33	4.21	19.21	1.45	14.04	6.78		
L-1030-4-1	1.8	2.4	4.6	16.8	30.1	13.2	17.3	13.8	0	8.02	0.93	2.71	0.22	0.51	2.02	0.82	Arenosol arídico	arenas
L-1030-4-2	3.0	5.3	6.4	10.9	21.6	11.1	16.1	25.6	0	7.74	0.63	3.93	0.65	0.38	2.02	1.64		
L-1030-5-1	5.4	13.7	16.6	8.4	12.4	9.9	16.6	17.0	1	6.79	1.98	10.96	1.09	1.53	7.06	5.26	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1030-5-2	12.6	16.9	14.1	7.0	10.9	9.0	16.1	13.4	1	6.92	1.07	9.41	1.09	0.51	6.06	7.90		
L-1030-6-1	4.8	10.9	14.6	30.2	32.3	4.3	2.2	0.7	14	7.60	0.99	5.76	0.87	0.64	5.60	0.49	Gipsisol arídico	margas yesíferas
L-1030-6-2	7.2	15.0	18.5	19.4	21.4	7.5	8.1	2.9	15	7.77	0.51	5.15	7.83	0.62	5.34	0.31		
L-1030-7-1	12.5	9.5	10.3	19.4	37.6	6.1	3.6	1.0	5	8.15	1.14	8.88	1.52	1.28	14.32	3.78	Calcisol endopéptico	conglomerado
L-1030-7-2	17.1	6.1	7.0	16.7	39.3	7.8	4.0	2.0	3	8.09	0.76	10.24	2.83	0.89	17.25	3.45		
L-1030-8-1	15.0	9.3	11.2	18.7	26.4	8.1	8.2	3.1	1	8.04	0.99	10.01	0.01	0.28	14.39	0.66	luvisol calcíco	conglomerado
L-1030-8-2	26.4	7.6	9.1	11.6	18.1	9.2	11.6	6.4	1	8.13	0.81	15.63	0.10	0.24	17.14	1.15		
L-1030-9-1	4.5	7.2	9.0	28.3	19.6	8.8	11.6	11.0	2	8.20	1.52	4.02	0.11	0.29	5.54	1.15	Arenosol arídico	arenas
L-1030-9-2	6.8	6.2	8.6	21.4	24.5	9.3	12.0	11.2	1	8.20	0.91	3.54	0.05	0.21	3.39	0.78		
L-1030-10-1	9.4	11.3	14.9	13.2	17.8	7.8	11.6	14.0	11	8.05	1.38	3.82	0.07	0.15	4.70	1.23	Leptosol eútrico	esquistos calcáreos
L-1030-11-1	6.5	17.4	7.5	16.0	23.5	9.2	9.5	10.4	17	8.25	1.88	4.37	0.13	0.08	6.15	1.07	Regosol léptico	coluvio calcáreo
L-1030-11-2	7.1	16.1	7.5	10.8	23.3	16.8	12.2	6.2	19	8.30	1.16	2.95	0.07	0.03	3.05	1.23		
L-1030-12-1	12.9	22.1	17.5	15.6	17.2	5.0	4.8	4.9	50	7.96	0.76	6.69	0.15	0.31	7.35	1.48	Calcisol epipéptico	arenisca
L-1030-13-1	9.6	14.3	11.7	10.4	16.8	10.0	17.2	10.0	1	7.80	2.36	5.86	0.08	0.09	3.29	1.23	Leptosol mólico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1030-14-1	5.0	15.1	15.1	8.0	13.0	10.0	15.0	18.8	1	8.27	1.57	6.02	0.09	0.07	5.68	0.58	Leptosol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1031-1-1	8.1	12.6	26.7	15.2	16.1	6.8	7.6	6.9	15	8.64	0.93	7.71	0.03	0.23	9.54	1.99	Regosol calcárico	arenisca
L-1031-1-2	15.4	16.9	27.3	7.3	6.3	2.8	2.6	21.4	16	8.52	0.88	11.82	0.33	0.27	10.77	8.17		
L-1031-2-1	13.9	11.0	5.8	17.2	22.6	11.2	11.3	7.0	0	5.20	3.21	14.05	0.17	0.44	15.77	0.63	Phaeozem lúvico	calizas y dolomías
L-1031-2-2	31.5	9.0	6.9	14.4	16.8	7.8	8.2	5.4	0	5.54	1.00	20.06	0.21	0.43	17.08	1.19		
L-1031-3-1	12.2	17.8	16.9	29.6	14.1	2.9	3.7	2.8	6	8.34	0.45	16.12	0.11	0.39	20.24	0.98	Calcisol lúvico	arcillas y limos
L-1031-3-2	31.0	20.3	12.0	22.4	8.5	1.4	2.5	1.9	3	8.30	0.40	18.71	0.17	0.45	24.78	1.51		
L-1031-4-1	6.2	12.7	16.3	12.6	12.8	8.7	14.8	15.9	2	8.37	0.19	8.04	0.07	0.20	7.77	0.78	Regosol léptico	coluvio no calcáreo
L-1031-4-2	8.9	14.0	16.9	14.3	12.8	7.5	12.6	13.0	0	8.47	1.00	7.06	0.04	0.10	6.46	1.36		
L-1031-5-1	8.9	11.2	19.5	18.8	21.5	5.8	7.0	7.3	27	8.47	1.12	8.77	0.12	0.16	10.62	0.69	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1031-5-2	14.3	17.2	21.2	10.8	12.0	7.8	10.0	6.7	21	8.21	0.38	5.57	0.11	0.03	7.08	0.46		
L-1031-6-1	6.4	8.3	17.9	12.6	16.4	10.0	14.2	14.2	22	8.52	1.19	5.32	0.06	0.11	7.00	0.85	Leptosol calcárico	coluvio calcáreo

Anexo I

L-1031-7-1	45.6	31.8	13.1	5.6	1.3	0.9	0.9	0.8	44	8.08	0.79	18.49	0.51	0.85	20.44	2.96	Regosol gipsífero	yesos
L-1031-8-1	13.4	12.0	15.9	20.2	21.9	7.8	5.8	3.0	18	8.20	1.31	5.06	0.43	0.73	7.14	1.81	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1031-8-2	13.5	14.0	12.4	22.4	23.3	7.2	5.0	2.2	17	8.51	0.59	4.46	0.37	0.31	5.45	1.40		arenas
L-1031-9-1	5.0	11.1	10.2	24.3	30.6	6.2	7.7	4.9	21	8.68	0.31	2.94	0.04	0.19	4.05	0.99	Arenosol arídico	
L-1031-9-2	7.5	11.2	10.9	23.5	28.3	5.9	6.5	6.2	22	8.75	0.26	3.58	0.09	0.14	2.85	2.55		
L-1031-10-1	12.3	25.4	33.5	16.0	8.0	1.2	2.0	1.6	30	8.61	0.62	6.63	0.06	0.11	9.15	0.83	Regosol calcárico	margas
L-1031-11-1	11.8	16.3	20.1	27.9	17.5	2.7	2.0	1.7	18	8.36	0.41	8.10	0.10	0.35	12.09	0.53	Regosol gipsífero	yesos
L-1031-11-2	20.4	21.7	13.3	16.5	11.5	12.0	2.8	1.8	37	8.29	0.07	11.23	0.12	0.22	13.43	0.25		
L-1031-12-1	10.8	8.0	7.6	15.6	37.9	8.4	6.8	4.9	8	8.33	0.97	5.08	0.05	0.40	6.75	0.25	Calcisol háptico	arenisca
L-1031-12-2	11.7	11.0	10.9	11.9	30.0	10.9	7.9	5.7	26	8.34	0.34	4.48	0.06	0.12	7.86	0.16		
L-1031-13-1	9.5	12.2	11.0	17.3	28.0	8.8	9.0	4.2	10	8.42	1.43	6.27	0.11	0.17	8.54	4.61	Cambisol calcárico	conglomerado
L-1031-13-2	15.4	17.0	6.1	13.1	23.6	8.6	9.5	6.7	12	8.41	1.26	7.20	0.07	0.15	10.14	0.66		
L-1031-14-1	4.0	7.2	12.6	11.8	22.8	14.5	17.2	9.9	2	8.43	1.12	4.11	0.04	0.30	3.93	0.58	Arenosol arídico	arenas
L-1031-14-2	4.9	6.7	12.4	15.1	17.5	13.5	19.6	10.3	1	8.52	0.40	4.13	0.06	0.17	4.32	0.70		
L-1031-15-1	18.3	9.7	15.6	25.4	19.6	4.3	3.4	3.7	3	8.23	1.14	10.37	0.11	0.45	9.62	1.56	Cambisol eútrico	conglomerado
L-1031-15-2	16.3	11.0	13.4	25.4	21.1	5.9	4.3	2.6	1	8.36	0.76	9.69	0.09	0.33	8.23	1.73		
L-1031-16-1	13.7	11.8	22.2	20.7	19.7	5.8	4.0	2.1	35	8.14	0.88	7.90	0.09	0.33	10.12	1.23	Cambisol calcárico	margas
L-1031-16-2	30.1	16.2	19.2	10.2	15.4	4.1	2.9	1.9	33	8.18	0.57	10.51	0.14	0.22	16.01	1.73		
L-1031-17-1	3.9	17.2	25.7	13.0	24.1	8.8	5.1	2.2	20	7.76	5.71	9.34	0.37	0.26	7.10	1.56	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1031-17-2	3.3	18.0	24.7	14.0	26.2	8.4	4.2	1.2	20	8.04	0.98	5.16	0.36	0.13	7.68	3.46		
L-1031-18-1	11.7	18.9	28.9	18.3	17.9	2.1	1.2	1.0	42	7.98	0.52	10.80	0.21	0.42	12.90	0.99	Regosol gipsífero	yesos
L-1031-18-2	20.7	25.3	15.8	19.1	15.0	2.1	1.3	0.7	33	8.07	0.32	12.24	0.16	0.24	14.39	1.07		
L-1031-19-1	4.8	9.8	14.6	7.3	19.8	12.8	17.1	13.8	1	8.15	0.83	7.96	0.11	0.04	10.98	0.90	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1031-20-1	10.7	11.5	18.1	8.2	16.5	10.2	13.2	11.6	1	7.85	1.67	11.70	0.28	0.46	12.47	5.68	Regosol léptico	volcánica básica
L-1031-20-2	12.9	21.7	18.9	15.9	10.4	6.1	7.5	6.6	1	7.25	1.07	10.31	1.09	0.30	8.25	5.38		
L-1031-21-1	19.0	17.9	13.5	6.4	10.4	8.0	12.4	12.4	1	7.65	2.62	13.91	0.49	0.43	10.25	7.24	Phaeozem léptico	volcánica básica
L-1031-21-2	21.6	19.0	11.2	14.9	12.1	6.6	8.6	6.0	1	7.43	1.71	12.10	2.82	0.24	8.75	8.88		
L-1031-22-1	49.0	13.7	7.1	5.9	3.8	6.3	6.5	7.7	1	7.74	1.02	14.38	0.37	0.26	12.98	3.37	Cambisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1031-22-2	51.7	11.1	8.5	3.5	3.6	4.0	8.3	9.3	1	7.18	0.66	14.73	0.53	0.28	11.07	6.42		
L-1031-23-1	30.1	14.8	10.2	5.1	6.3	6.7	12.3	14.5	1	7.28	1.62	13.12	0.30	0.31	10.78	2.96	Cambisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1031-23-2	35.3	15.8	11.3	3.2	4.0	5.0	11.2	14.2	1	7.15	0.72	14.57	0.41	0.15	13.07	3.29		
L-1031-24-1	9.3	17.0	22.0	7.9	10.4	7.7	11.5	14.2	27	7.91	2.02	8.48	0.08	0.18	10.64	1.48	Regosol léptico	esquistos calcáreos
L-1031-24-2	11.3	19.0	19.4	8.2	11.3	9.1	9.8	11.9	37	8.31	0.97	6.30	0.06	0.05	11.34	1.23		
L-1032-1-1	6.7	13.6	8.4	5.5	12.6	18.7	18.6	15.9	0	7.70	1.24	4.03	0.23	0.07	5.92	0.64	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1032-1-2	8.6	13.6	6.9	4.8	11.8	18.1	19.8	16.4	0	7.80	0.47	2.02	0.30	0.05	1.36	0.49		
L-1032-2-1	19.4	18.0	16.2	15.3	10.8	4.4	7.8	8.1	30	7.90	3.00	16.16	0.90	0.55	21.40	4.65	Kastanozem calcárico	coluvio calcáreo
L-1032-2-2	28.3	22.6	12.2	11.4	8.7	4.1	6.4	6.3	49	7.70	2.41	20.20	1.66	0.65	22.62	5.65		
L-1032-3-1	13.6	23.7	10.0	6.8	11.5	9.8	14.3	10.3	1	7.60	2.82	10.06	0.18	0.12	5.94	1.33	Phaeozem háptico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1032-3-2	13.4	36.9	11.7	5.2	9.4	7.9	10.4	5.1	0	8.00	2.57	9.04	4.04	0.00	4.32	3.65		
L-1032-4-1	18.5	29.8	12.5	9.3	9.3	5.1	7.6	7.9	25	7.70	0.50	8.08	2.10	0.36	10.10	6.15	Solonchak arídico	arenisca
L-1032-4-2	16.7	26.0	15.0	12.0	8.8	4.0	7.0	10.5	20	7.30	0.39	6.05	11.90	0.29	14.20	3.10		

Anexo I

L-1032-5-1	13.7	25.5	10.0	7.8	9.2	7.0	12.9	13.9	4	8.10	1.57	9.04	0.12	0.05	9.90	1.16	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1032-5-2	13.0	36.5	0.6	10.2	10.6	7.6	12.4	9.1	10	8.10	0.98	7.77	0.45	0.52	7.18	1.16		
L-1032-6-1	43.2	4.9	3.8	6.5	2.9	5.5	5.9	27.3	0	7.60	1.17	10.12	0.28	0.50	14.03	1.66	Cambisol crómico	conglomerado
L-1032-6-2	47.2	2.5	4.9	2.0	4.1	3.0	19.8	16.5	0	7.40	0.81	11.10	0.35	0.50	14.56	2.06		
L-1032-7-1	55.8	40.8	2.7	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	26	7.70	1.83	25.26	0.98	0.95	30.00	6.65	Vertisol crómico	arcillas y limos
L-1032-7-2	56.4	40.3	2.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	38	7.80	0.84	24.24	1.32	0.62	24.20	6.15		
L-1032-8-1	30.5	7.2	7.3	15.9	24.3	6.6	4.7	3.5	21	8.00	0.81	14.04	1.12	0.21	16.01	1.49	Solonchak arídico	coluvio calcáreo
L-1032-8-2	31.4	13.8	8.7	16.0	13.2	5.5	6.4	5.0	20	7.40	0.42	15.06	16.10	0.31	15.92	1.51		
L-1032-9-1	15.6	27.8	10.8	6.7	10.5	9.2	11.9	7.5	7	7.70	0.49	8.17	3.56	8.74	9.72	1.32	Calcisol háptico	esquistos calcáreos
L-1032-9-2	16.3	26.3	11.0	8.1	11.6	8.4	11.4	6.9	13	7.80	0.25	6.62	4.00	0.60	7.81	2.01		
L-1032-10-1	16.7	36.9	8.4	6.7	6.3	7.7	9.8	7.5	2	7.70	1.48	7.91	8.00	0.05	8.41	1.92	Cambisol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1032-10-2	17.7	26.8	12.0	6.3	4.1	9.0	13.8	10.3	1	7.90	0.40	6.90	0.90	0.05	8.00	2.33		
L-1032-11-1	18.6	37.9	18.3	11.0	5.9	2.1	2.7	3.5	37	7.50	1.16	6.06	1.34	0.50	8.94	2.99	Regosol calcárico	arenisca
L-1032-11-2	18.0	36.7	20.2	14.9	5.6	1.3	1.7	1.6	35	7.60	0.76	5.49	1.42	0.33	8.92	2.09		
L-1043-8-1	27.5	15.3	6.1	8.7	12.0	7.9	11.4	11.1	0	7.60	0.71	9.38	0.15	0.29	20.11	1.79	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1043-8-2	38.2	12.4	5.3	6.6	10.0	7.8	11.1	8.6	0	7.90	0.47	19.22	0.09	0.24	29.07	1.14		
L-1043-9-1	29.9	24.7	9.4	9.8	10.5	5.0	5.9	4.8	12	7.80	1.48	13.91	0.22	0.70	18.32	1.80	Calcisol háptico	coluvio calcáreo
L-1043-9-2	31.4	23.9	9.7	9.5	9.7	4.6	5.7	5.5	27	7.60	0.79	11.13	0.35	0.25	19.71	2.72		
L-1043-13-1	29.7	31.9	24.0	9.4	6.3	2.0	2.0	1.7	34	7.90	1.02	8.52	0.17	0.10	9.70	0.36	Regosol calcárico	margocalizas
L-1043-13-2	22.2	38.1	20.8	9.0	7.1	2.8	1.6	1.4	54	8.00	0.83	9.13	0.30	0.07	9.33	0.48		
L-1043-14-1	31.7	15.4	10.8	13.0	9.2	3.8	7.7	8.4	1	7.20	0.91	15.39	0.17	0.16	22.00	1.38	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1043-14-2	61.7	15.4	5.8	3.6	4.1	2.3	3.7	3.4	1	7.20	0.41	26.39	0.15	0.26	30.29	1.38		
L-1043-16-1	20.8	33.3	10.7	7.4	7.2	3.6	5.9	11.1	40	8.10	0.88	17.30	0.67	0.20	21.50	2.01	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
L-1043-16-2	22.8	35.4	12.8	8.2	8.7	3.8	5.5	2.8	40	8.10	0.48	16.94	0.77	0.20	20.41	2.21		
L-1043-17-1	10.3	21.9	7.4	9.6	13.6	9.9	15.1	12.2	9	8.10	0.86	8.87	0.26	0.07	10.11	0.90	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1043-17-2	9.8	20.4	6.1	3.9	12.2	10.4	18.0	19.2	8	8.10	0.50	6.87	0.24	0.05	8.21	1.08		
L-1043-19-1	14.3	22.5	21.3	24.0	11.4	2.8	1.9	1.8	32	7.70	0.55	6.93	0.14	0.16	9.64	0.58	Regosol calcárico	margocalizas
L-1043-24-1	7.6	13.9	12.2	17.1	29.4	11.1	6.5	2.2	5	8.00	2.16	4.87	0.10	0.29	3.71	0.72	Fluvisol eútrico	material aluvial
L-1043-24-2	7.1	14.4	18.8	13.1	29.1	9.6	5.3	2.6	1	8.10	1.05	4.62	0.12	0.10	3.59	1.08		
L-1043-25-1	30.8	39.5	10.1	6.3	3.8	2.1	3.5	3.9	33	8.10	1.43	11.97	0.23	0.19	15.15	2.10	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1043-25-2	30.8	39.5	10.1	6.3	3.8	2.1	3.5	3.9	33	8.10	0.66	12.01	0.23	0.19	14.70	2.10		
L-1043-41-1	15.1	57.8	15.9	5.4	2.6	0.8	1.8	0.6	35	8.20	5.95	15.70	0.15	1.99	18.21	1.33	Leptosol réndzico	margocalizas
L-1043-42-1	25.6	26.4	15.3	15.7	12.5	1.8	1.3	1.4	36	8.20	4.83	18.66	0.11	0.24	22.25	3.02	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1043-43-1	18.8	22.7	19.9	18.0	10.0	1.9	2.5	6.2	28	8.30	2.07	11.82	0.11	0.25	15.70	1.97	Calcisol endopétrico	coluvio calcáreo
L-1043-43-2	11.5	13.5	19.5	24.2	15.7	2.9	5.2	7.5	25	8.30	0.52	6.08	0.16	0.10	10.11	0.94		
L-1043-44-1	5.4	7.1	11.3	26.3	37.3	4.9	4.1	3.6	23	8.40	2.69	4.35	0.06	0.08	6.35	2.69	Phaeozem calcárico	coluvio calcáreo
L-1043-44-2	6.3	6.8	12.1	26.1	37.2	4.4	3.4	3.7	20	8.30	1.90	5.91	0.05	0.07	7.92	2.16		
L-1043-45-1	40.5	31.8	13.8	4.9	5.3	1.9	1.4	0.4	3	8.00	6.03	16.74	0.14	1.09	21.90	1.83	Cambisol crómico	coluvio calcáreo
L-1043-45-2	57.7	21.2	8.2	5.6	4.0	1.5	1.2	0.6	4	8.10	1.08	15.13	0.27	0.56	20.74	1.97		
L-1043-46-1	42.9	24.5	12.3	5.8	4.2	2.2	3.3	4.8	20	8.20	3.62	18.43	0.25	0.56	19.11	0.61	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
L-1043-46-2	36.9	23.2	13.7	5.0	5.5	3.3	6.1	6.3	38	8.30	1.90	15.61	0.26	0.19	14.32	0.38		



Anexo I

L-1043-47-1	11.9	18.4	12.8	12.3	17.9	9.6	11.4	5.7	18	8.30	0.86	4.69	0.16	0.05	6.64	0.47	Regosol léptico	esquistos calcáreos
L-1043-48-1	23.8	28.9	11.4	7.5	7.4	4.4	7.2	9.4	29	8.20	0.97	12.69	0.24	0.41	15.11	1.31	Calcisol háptico	coluvio calcáreo
L-1043-48-2	27.0	24.2	11.3	7.8	8.2	5.1	8.3	8.1	49	8.30	0.33	9.32	0.24	0.14	10.22	1.22		
L-1043-49-1	22.9	27.9	13.4	5.8	8.2	5.3	8.3	8.2	20	8.20	5.17	15.82	0.29	0.30	21.17	5.45	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
L-1043-49-2	26.3	33.9	13.1	9.9	5.5	3.4	5.2	2.7	40	8.10	1.38	17.13	0.02	0.09	20.03	2.16		
L-1043-50-1	27.4	23.9	20.8	10.1	7.5	2.5	3.9	3.9	31	7.90	9.83	28.47	0.41	1.23	30.25	5.21	Leptosol réndzico	conglomerado
L-1044-1-1	25.0	23.5	19.5	6.1	5.7	3.7	6.8	9.7	25	8.14	0.86	11.66	0.13	0.10	11.92	2.63	Calcisol háptico	coluvio calcáreo
L-1044-1-2	18.7	19.9	19.1	6.2	6.9	4.5	10.1	14.6	44	8.27	0.69	7.42	0.09	0.37	7.91	2.80		
L-1044-2-1	21.0	12.3	13.7	28.3	11.0	3.0	5.7	5.0	13	8.35	1.52	15.40	0.13	0.50	20.04	10.30	Leptosol calcárico	conglomerado
L-1044-3-1	20.1	15.0	14.0	27.9	8.1	2.7	4.2	8.0	24	8.13	7.24	26.60	0.14	0.41	25.95	8.87	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1044-4-1	10.8	13.5	32.6	21.9	9.2	3.7	4.4	3.9	29	8.20	5.52	14.10	0.09	0.37	21.04	12.04	Phaeozem calcárico	arenisca
L-1044-4-2	12.1	17.5	35.0	12.3	9.2	3.9	4.7	5.3	31	8.15	4.14	12.30	0.12	0.28	48.10	1.00		
L-1044-5-1	15.7	19.6	35.0	17.0	5.8	2.3	2.5	2.1	5	7.38	4.48	19.80	0.05	0.40	19.50	4.85	Leptosol mólico	calizas y dolomías
L-1044-6-1	18.4	20.8	28.5	17.3	9.0	1.9	1.8	2.3	35	8.10	6.03	17.90	0.03	0.42	18.47	7.38	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1044-7-1	23.0	28.0	18.8	5.3	4.3	3.5	7.5	9.6	30	8.40	2.00	13.30	0.11	0.35	16.96	1.41	Cambisol calcárico	calizas y dolomías
L-1044-7-2	21.3	23.0	23.5	5.5	4.2	3.4	6.5	12.6	30	8.30	1.20	13.70	0.11	0.25	14.95	1.41		
L-1044-8-1	20.0	19.8	17.3	7.1	8.0	5.0	9.8	13.0	48	8.35	4.48	19.00	0.10	0.51	18.04	4.01	Phaeozem calcárico	margocalizas
L-1044-8-2	20.0	20.0	20.6	7.8	7.9	4.6	8.5	10.6	52	8.24	3.28	16.10	0.07	0.33	16.15	3.51		
L-1044-9-1	13.8	15.1	8.7	17.3	15.1	9.1	12.7	8.2	9	7.87	0.52	4.20	0.08	0.08	4.01	1.84	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1044-9-2	12.9	16.9	16.4	7.9	15.2	11.5	9.5	9.7	9	7.85	0.34	4.90	0.04	0.03	5.04	2.17		
L-1044-10-1	8.2	26.5	27.5	3.3	5.0	4.6	9.6	15.3	62	8.14	3.14	5.00	0.15	0.22	6.06	3.41	Regosol léptico	calizas y dolomías
L-1044-11-1	8.5	20.4	21.1	20.5	16.9	3.1	3.5	6.0	67	8.35	3.79	10.40	0.05	0.21	12.05	6.72	Phaeozem calcárico	calizas y dolomías
L-1044-11-2	10.9	19.3	20.0	19.1	16.1	2.7	4.3	7.6	67	8.43	3.28	10.20	0.10	0.17	12.96	8.81		
L-1044-12-1	19.0	19.0	20.4	13.4	12.4	6.1	5.0	4.7	5	8.13	1.81	12.37	0.08	0.43	16.93	2.47	Leptosol réndzico	conglomerado
L-1044-13-1	19.8	24.8	35.9	8.7	4.6	1.9	1.8	2.5	21	7.83	4.26	20.52	0.23	0.54	17.92	3.13	Leptosol réndzico	arenisca
L-1044-14-1	12.5	20.7	15.3	7.5	13.5	7.6	10.2	12.7	59	8.21	2.28	9.50	0.07	0.32	10.91	0.99	Leptosol réndzico	arenisca
L-1044-15-1	26.8	30.0	22.7	11.2	4.2	1.7	1.6	1.8	2	8.02	0.95	15.47	0.13	0.11	18.71	2.06	luvisol cálcico	calizas y dolomías
L-1044-15-2	48.8	16.9	20.2	4.4	6.2	1.1	1.2	1.2	0	8.09	0.33	22.49	0.17	0.79	25.45	3.50		
L-1044-16-1	13.2	42.5	14.6	8.7	5.0	3.5	5.8	6.7	28	8.49	1.57	13.24	0.17	1.00	12.44	6.80	Cambisol calcárico	margas
L-1044-16-2	15.1	45.2	10.7	9.3	5.7	4.0	4.8	5.2	30	8.80	0.97	9.32	0.26	0.82	10.94	4.31		
L-1044-17-1	13.0	25.1	27.2	21.4	10.5	1.2	1.2	0.4	7	8.61	1.00	6.49	3.37	0.37	7.41	4.40	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1044-17-2	11.0	21.9	33.0	19.7	12.6	0.9	0.6	0.3	13	8.82	0.53	5.13	4.52	0.09	6.95	3.90	Calcisol endopétrico	conglomerado
L-1044-18-1	16.7	32.0	16.0	12.8	9.5	3.1	4.5	5.4	39	8.39	0.97	8.94	0.17	0.51	11.44	8.04		
L-1044-18-2	16.6	33.0	20.9	13.5	8.7	2.7	2.8	1.8	36	8.55	0.66	9.33	0.22	0.18	11.93	3.23		
L-1044-19-1	21.5	32.6	27.5	7.3	5.3	1.9	1.7	2.2	22	7.88	5.28	21.50	0.07	0.66	21.94	6.25	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1045-1-1	30.3	21.0	26.5	10.5	5.7	1.3	2.3	2.4	15	7.46	3.55	20.50	0.21	0.50	21.52	5.35	Leptosol réndzico	calizas y dolomías
L-1045-2-1	24.6	18.2	11.5	8.3	7.3	6.3	12.6	11.2	52	8.41	0.55	5.45	0.05	0.20	7.23	1.81	Calcisol epipétrico	conglomerado
L-1045-2-2	34.7	17.0	11.3	2.6	3.5	4.8	13.5	12.6	76	8.43	0.24	2.14	0.04	0.04	6.03	3.21		
L-1045-3-1	0.8	9.3	10.5	20.6	28.4	10.3	10.8	9.3	1	8.59	0.98	3.17	0.06	0.09	2.25	0.16	Arenosol árido	arenas
L-1045-3-2	1.4	7.8	17.2	20.0	28.1	10.3	9.4	5.9	1	8.74	1.29	4.22	0.09	0.05	2.37	0.32		
L-1045-4-1	14.4	16.3	39.1	14.0	7.8	2.1	3.5	2.8	28	8.19	3.40	17.90	0.18	0.64	18.32	3.95	Kastanozem cálcico	calizas y dolomías



Anexo I

L-1046-3-2	19.5	17.3	6.9	11.3	26.2	9.1	6.4	3.3	26	7.70	0.72	8.51	1.25	0.20	10.52	2.91		
L-1046-4-1	18.6	15.0	10.6	18.8	16.9	6.4	7.6	6.1	10	8.20	0.50	13.83	1.20	0.22	17.19	2.23	Cambisol calcárico	volcánica carbonatada
L-1046-4-2	20.6	15.5	10.8	17.6	14.5	5.8	8.0	7.2	11	8.25	0.41	14.52	1.35	0.17	18.11	2.01		
L-1046-5-1	25.2	13.7	8.4	20.7	25.3	3.5	1.7	1.5	18	8.00	1.47	10.31	0.17	0.61	12.22	10.30	Calcisol endopétrico	volcánica carbonatada
L-1046-5-2	37.8	19.1	7.0	15.2	14.2	2.4	2.1	2.2	30	7.90	0.79	11.69	0.18	0.54	13.35	1.54		
L-1046-6-1	31.6	13.9	5.9	9.6	22.8	7.5	5.2	3.5	19	8.10	2.47	24.26	0.57	0.58	23.28	5.56	Kastanozem cálcico	conglomerado
L-1046-6-2	30.1	14.7	6.8	7.3	20.6	9.4	4.2	6.9	29	8.15	1.70	21.26	0.60	0.40	22.14	6.00		
L-1046-7-1	10.0	5.6	5.4	12.7	26.4	14.8	14.7	10.4	9	8.20	0.73	6.89	0.10	0.74	8.74	1.11	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1046-7-2	16.3	11.6	10.0	15.6	25.6	9.6	7.4	3.9	13	8.10	0.31	6.59	0.24	0.74	9.73	1.37		
L-1046-8-1	44.0	47.2	3.2	0.9	2.0	1.0	1.1	0.6	27	7.60	2.38	16.16	3.52	0.40	17.45	6.42	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1046-8-2	40.8	49.6	1.1	1.1	3.0	1.6	1.7	1.1	26	7.90	2.10	13.61	1.92	0.28	15.21	4.62		
L-1046-9-1	46.5	11.3	6.0	17.4	8.9	4.8	3.3	1.8	2	7.90	1.09	15.25	0.35	0.91	18.31	3.02	Luvisol crómico	coluvio no calcáreo
L-1046-9-2	54.5	9.2	1.1	17.4	9.2	4.6	2.7	1.3	0	7.90	0.76	20.25	0.46	0.76	25.39	3.51		
L-1046-10-1	19.3	17.2	3.8	4.1	12.8	11.6	16.7	14.5	56	7.80	1.47	12.41	1.97	0.80	15.34	3.51	Regosol calcárico	arenisca
L-1046-10-2	17.6	18.9	3.1	3.7	10.7	11.5	19.2	15.3	61	8.00	0.90	12.18	3.97	0.50	15.35	3.25		
L-1046-11-1	22.2	16.9	10.3	30.5	10.9	3.4	3.4	2.4	22	8.00	1.67	10.43	0.26	0.76	12.20	1.80	Leptosol calcárico	conglomerado
L-1046-12-1	23.6	13.1	8.4	12.7	12.4	8.1	11.6	10.1	0	7.80	1.83	16.63	0.24	0.67	18.71	2.66	luvisol cálcico	volcánica carbonatada
L-1046-12-2	62.1	6.4	4.1	4.9	4.7	3.2	5.9	8.7	0	7.70	1.06	25.62	0.17	0.46	24.15	2.74		
L-1046-13-1	17.2	17.0	9.1	28.9	11.8	5.2	6.4	4.4	16	8.10	1.67	13.99	0.07	0.58	17.17	2.00	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1046-13-2	20.0	18.5	10.3	29.5	9.3	3.7	4.6	4.1	21	8.10	0.88	13.04	0.11	0.43	18.14	2.40		
L-1046-14-1	21.1	11.7	6.1	10.1	23.3	12.4	9.9	5.4	14	8.40	0.79	16.19	0.81	0.72	18.17	3.51	Calcisol háplico	volcánica carbonatada
L-1046-14-2	25.1	11.9	6.0	9.2	19.3	11.0	10.5	7.0	10	8.20	0.37	16.73	2.21	0.81	18.24	5.03		
L-1046-15-1	27.0	21.1	8.7	9.1	10.6	5.9	8.9	8.7	32	8.20	1.05	13.61	0.19	0.68	13.10	2.57	Regosol calcárico	conglomerado
L-1046-15-2	28.6	32.4	11.6	10.3	3.8	2.2	5.2	5.9	36	8.40	0.02	14.65	0.46	0.60	15.21	6.50		
L-1046-16-1	24.7	13.0	9.1	7.6	17.3	9.9	7.1	11.3	0	8.00	1.36	8.43	0.37	0.76	7.52	1.63	Cambisol crómico	volcánica básica
L-1046-16-2	31.1	12.3	7.0	9.2	11.4	5.8	8.7	14.5	0	8.00	0.71	13.08	0.69	0.38	10.38	3.34		
L-1046-17-1	13.5	13.4	13.0	17.3	22.1	7.2	7.5	6.0	2	8.50	1.12	11.09	0.37	0.57	14.91	2.23	Cambisol crómico	volcánica básica
L-1046-17-2	14.2	9.1	6.0	10.5	27.7	13.8	10.7	8.0	0	8.50	0.76	13.76	0.63	0.94	15.34	3.68		
L-1046-18-1	24.3	17.7	10.0	26.9	10.9	4.0	3.5	2.7	17	8.30	1.14	15.75	0.24	0.80	18.10	2.05	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1046-18-2	31.2	17.0	10.7	23.3	9.6	3.7	2.6	1.9	20	8.20	0.67	14.98	0.35	0.53	19.21	2.09		
L-1046-19-1	14.6	9.0	9.5	3.8	29.4	25.8	6.1	1.8	48	8.00	0.97	7.10	0.08	0.23	10.37	1.45	Regosol calcárico	arenisca
L-1046-19-2	13.3	8.5	4.1	2.8	27.2	34.8	7.3	2.0	46	8.10	0.66	6.78	0.10	0.18	9.22	1.75		
L-1046-20-1	44.1	19.6	3.3	11.3	12.5	5.5	2.3	1.4	3	8.00	1.47	19.52	0.31	1.40	20.91	3.77	luvisol cálcico	volcánica carbonatada
L-1046-20-2	64.6	14.1	2.3	5.0	6.0	3.2	2.6	2.2	0	8.00	1.06	25.98	0.62	0.91	24.09	5.11		
L-1046-21-1	10.8	12.9	7.6	9.7	15.8	10.6	13.1	13.8	16	8.10	1.74	8.57	0.07	0.31	10.33	2.40	Regosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1046-21-2	13.3	13.0	8.6	11.8	12.6	9.9	12.7	18.1	16	8.20	0.70	8.07	0.17	0.41	10.25	3.40		
L-1046-22-1	5.5	7.9	6.1	7.4	18.6	15.7	22.7	16.1	1	7.90	1.22	4.54	0.02	0.22	6.11	0.51	Arenosol arídico	arenas
L-1046-22-2	5.8	8.6	5.6	5.9	17.2	16.5	22.1	18.3	0	8.00	1.02	5.39	0.06	0.06	5.27	0.90		
L-1046-23-1	16.4	15.9	8.1	6.8	12.5	10.4	16.0	13.9	11	8.00	0.79	12.12	0.10	0.10	14.42	0.77	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1046-23-2	15.9	19.8	7.2	5.7	9.3	7.9	15.8	18.4	13	8.00	0.36	10.59	0.17	0.02	11.22	0.68		
L-1046-24-1	21.3	14.6	9.1	16.5	13.2	7.3	9.9	8.1	4	8.40	0.52	9.66	0.84	1.03	10.98	2.65	Solonchak arídico	sedimentos salinos

Anexo I

L-1046-24-2	18.7	13.1	8.5	15.1	13.3	8.3	12.1	10.9	3	8.50	0.38	9.15	15.74	0.15	16.94	2.91	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1057-1-1	8.4	16.5	11.7	18.0	27.3	7.4	6.3	4.4	9	8.70	1.31	3.63	0.12	0.09	6.24	1.87	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1057-1-2	10.7	23.3	12.0	13.8	17.9	6.8	8.1	7.7	8	8.35	1.29	4.13	0.16	0.09	6.25	1.97	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1057-2-1	14.9	17.3	10.9	13.3	13.5	8.9	11.0	10.4	3	7.80	1.19	4.10	0.33	0.12	3.55	2.27	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1057-2-2	19.5	16.9	11.0	15.8	10.8	10.1	9.8	6.1	2	7.80	0.69	4.46	0.31	0.02	3.72	0.67	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-5-1	14.2	18.8	8.5	6.9	11.9	9.7	15.2	14.8	0	6.30	1.21	9.11	0.02	0.09	4.80	1.87	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-5-2	20.9	15.6	7.0	4.7	9.8	7.4	16.2	18.4	0	7.00	0.86	10.00	0.03	0.08	5.97	2.08	Leptosol mólico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-6-1	11.9	15.1	9.1	7.7	15.3	11.9	17.1	11.9	0	7.50	4.71	11.16	0.02	0.14	7.65	2.92	Regosol léptico	esquistos calcáreos
L-1057-8-1	7.4	27.1	32.2	8.6	6.6	5.1	8.1	4.9	3	8.10	1.62	5.65	0.03	0.06	3.22	1.04	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-10-1	6.0	14.1	15.8	15.1	14.8	9.8	14.1	10.4	1	7.60	0.86	4.41	0.01	0.04	3.72	1.03	Regosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-10-2	6.1	14.2	15.1	14.0	14.0	10.7	15.5	10.4	0	7.70	0.64	3.76	0.01	0.01	2.19	0.83	Cambisol crómico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-11-1	34.0	16.7	7.8	7.2	7.6	6.1	10.5	10.1	1	8.00	2.07	12.16	0.08	0.13	9.91	2.38	Cambisol calcárico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-11-2	40.0	19.0	3.7	4.2	5.8	5.4	10.2	11.7	0	7.90	1.03	13.03	0.14	0.12	10.65	3.12	Leptosol mólico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-12-1	11.7	21.4	8.4	9.5	13.2	8.8	13.7	13.3	1	8.00	4.29	13.43	0.35	0.68	8.86	5.38	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1057-13-1	9.9	28.2	4.0	11.4	12.3	8.5	14.6	11.1	5	8.30	0.90	6.90	0.02	0.07	6.53	1.08	Regosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1057-13-2	10.2	34.0	6.0	10.6	10.7	7.9	12.4	8.2	9	8.70	0.79	6.04	0.02	0.07	6.72	1.96	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-14-1	23.6	29.7	22.9	11.6	4.8	2.6	1.8	3.0	32	8.30	1.50	12.65	0.06	0.28	12.75	4.43	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-14-2	26.6	35.9	15.1	11.6	5.1	1.9	2.0	1.8	32	8.30	0.98	12.00	0.06	0.23	12.95	3.97	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-16-1	19.8	22.3	15.5	13.8	12.0	4.2	5.9	6.5	42	8.20	1.24	12.65	0.02	0.31	15.21	2.17	Regosol léptico	coluvio calcáreo
L-1057-16-2	20.8	21.6	14.3	12.7	9.1	6.6	3.9	11.5	42	8.20	0.65	11.45	0.01	0.37	15.05	1.10	Regosol léptico	coluvio calcáreo
L-1057-17-1	20.2	26.7	13.8	13.8	13.2	3.9	4.3	4.1	40	8.20	2.02	7.50	0.26	0.28	10.11	2.90	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
L-1057-17-2	21.3	23.6	11.7	12.9	14.4	3.0	5.1	8.0	41	8.20	1.01	9.90	0.20	0.38	10.71	3.95	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
L-1057-18-1	8.3	16.1	13.5	13.6	17.4	9.4	12.3	9.4	9	8.40	0.60	4.46	0.02	0.06	5.15	0.71	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1057-19-1	6.9	17.1	10.6	11.5	19.7	11.7	13.8	8.7	9	8.50	0.57	4.96	0.03	0.03	5.06	0.29	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1057-20-1	6.8	18.3	9.6	14.8	18.4	10.4	14.4	7.3	10	8.40	0.86	4.21	0.02	0.02	5.05	2.29	Leptosol calcárico	esquistos calcáreos
L-1057-21-1	30.8	33.1	14.5	14.0	5.5	0.9	0.8	0.6	15	8.30	4.17	19.52	0.09	0.30	22.50	5.22	Leptosol mólico	esquistos calcáreos
L-1057-22-1	27.5	30.7	12.2	16.5	8.3	1.9	1.5	1.4	9	8.20	5.22	22.46	0.05	0.02	25.11	5.42	Leptosol lítico	esquistos calcáreos
L-1057-23-1	18.3	17.6	24.3	10.0	13.5	5.4	5.6	5.3	52	8.00	6.00	14.35	0.07	0.27	18.07	2.50	Leptosol réndzico	conglomerado
L-1057-24-1	22.6	31.9	11.4	10.7	7.3	3.6	5.3	7.2	37	8.20	1.50	10.29	0.02	0.33	15.29	2.50	Leptosol calcárico	conglomerado
L-1057-25-1	17.9	25.0	15.7	12.9	11.5	5.0	6.1	6.0	16	8.30	1.72	9.31	0.03	0.15	10.12	2.60	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-25-2	18.4	15.9	23.3	12.0	11.6	5.5	7.1	6.2	20	8.30	0.81	8.10	0.03	0.07	9.90	3.90	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-26-1	25.9	35.2	15.6	14.2	6.4	1.2	1.0	0.5	9	8.30	1.74	12.71	0.10	0.41	15.50	5.83	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-26-2	30.8	33.1	14.6	14.0	5.5	0.9	0.8	0.4	7	8.30	0.60	12.55	0.09	0.30	15.72	5.62	Calcosol lúvico	coluvio calcáreo
L-1057-27-1	24.5	15.4	21.4	20.7	9.4	2.3	3.2	3.1	14	8.20	1.29	18.71	0.03	0.38	20.15	1.67	Calcosol lúvico	coluvio calcáreo
L-1057-27-2	31.9	14.4	32.5	10.2	4.9	1.4	2.2	2.5	22	8.20	0.57	21.76	0.04	0.28	25.22	4.37	Leptosol eútrico	cuarcitas, pizarras y esquistos
L-1057-28-1	15.1	23.1	17.8	31.8	9.4	1.3	1.0	0.5	1	8.10	1.48	8.98	0.43	0.45	10.71	4.99	Leptosol calcárico	coluvio calcáreo
L-1057-29-1	23.6	17.5	31.7	17.7	5.1	0.6	3.3	0.6	8	8.30	1.72	14.00	0.24	0.19	16.27	3.15	Calcosol háptico	coluvio calcáreo
L-1057-30-1	16.4	19.3	16.8	11.3	11.3	6.1	8.8	10.0	46	8.10	1.72	10.00	2.27	0.69	11.27	1.99	Calcosol háptico	coluvio calcáreo
L-1057-30-2	15.3	21.0	10.0	8.5	8.4	6.4	13.1	17.5	58	8.30	1.12	7.90	1.12	0.10	11.21	1.91	Arenosol álbico	arenas
L-1057-31-1	2.1	2.7	0.3	1.4	31.4	49.0	12.4	0.7	7	8.40	0.74	2.41	0.27	0.10	2.27	0.85	Arenosol álbico	arenas
L-1057-31-2	3.7	2.9	2.2	6.4	29.4	40.3	14.4	0.7	7	8.60	0.54	1.69	0.37	0.11	2.23	0.75	Arenosol álbico	arenas

Anexo I

L-1057-32-1	9.8	18.3	10.4	8.2	15.5	12.2	12.1	13.5	0	7.60	1.50	4.27	0.22	0.14	3.65	1.53	Leptosol eútrico	coluvio no calcáreo
L-1057-33-1	12.4	9.7	6.1	17.7	27.8	19.2	3.6	3.5	1	8.00	0.55	2.96	0.35	0.36	4.15	1.67	Arenosol álbico	arenas
L-1057-33-2	4.4	3.3	0.6	2.2	23.9	33.4	26.7	5.5	6	8.60	0.34	1.89	0.12	0.08	3.06	1.25		
L-1057-35-1	7.4	3.6	2.7	6.1	40.1	32.4	6.7	1.0	4	8.40	0.63	2.76	0.11	0.12	4.09	1.25	Arenosol álbico	arenas
L-1057-35-2	5.5	3.9	3.2	4.7	39.2	31.5	4.4	7.6	3	8.40	0.41	2.06	1.11	1.15	4.20	1.28		
L-1058-1-1	10.7	24.0	30.7	15.3	9.4	2.2	3.2	4.5	41	8.01	5.67	12.80	4.35	0.42	10.98	6.58	Leptosol calcárico	calizas y dolomías
L-1058-2-1	7.8	12.7	13.5	8.5	15.7	10.3	17.1	14.4	37	8.09	0.91	6.70	0.43	0.19	10.98	2.39	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1058-2-2	10.8	14.3	14.8	11.4	23.2	8.1	9.2	8.3	34	8.00	0.74	6.80	0.73	0.27	8.83	3.80		
L-1058-3-1	13.5	26.3	28.7	13.3	10.3	2.5	2.9	2.5	38	7.89	0.49	6.40	0.43	0.50	8.57	4.94	Calcisol epipétrico	coluvio calcáreo
L-1058-3-2	13.1	19.5	21.7	13.8	13.5	4.7	5.6	8.2	63	8.01	0.28	6.90	0.54	0.14	8.01	3.50		
L-1058-4-1	14.0	16.9	25.7	23.6	9.8	3.0	3.8	3.2	37	7.95	2.19	8.90	0.97	0.29	10.87	3.33	Regosol léptico	conglomerado
L-1058-5-1	13.2	21.0	31.9	15.9	8.3	2.3	3.3	4.1	29	8.08	0.98	10.40	0.65	0.50	12.07	2.63	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1058-5-2	8.3	18.9	36.6	13.9	11.2	4.6	3.6	3.0	50	8.14	0.69	8.30	0.63	0.18	11.54	3.82		
L-1058-6-1	15.3	23.7	43.5	8.0	8.3	0.7	0.4	0.1	38	7.75	1.41	9.80	3.26	0.20	12.57	4.28	Cambisol calcárico	coluvio calcáreo
L-1058-6-2	13.6	24.0	40.1	15.8	4.8	0.9	0.6	0.2	39	7.94	0.98	8.80	1.96	0.09	10.58	2.30		
L-1058-7-1	25.0	18.2	5.1	14.7	21.5	7.7	5.0	2.8	12	8.12	1.29	12.40	1.09	1.01	18.08	3.13	Calcisol lúvico	conglomerado
L-1058-7-2	36.0	17.7	6.0	9.8	16.8	7.1	4.8	1.9	10	7.89	1.16	19.60	1.05	0.62	25.40	3.20		
L-1058-8-1	9.3	13.2	18.8	17.8	21.8	8.7	7.3	3.1	23	7.92	2.86	10.50	1.52	0.76	23.13	1.65	Regosol calcárico	conglomerado
L-1058-8-2	13.9	15.2	18.4	12.3	18.9	8.4	7.8	5.1	38	7.83	0.19	6.10	0.17	0.14	25.13	2.80		
L-1058-9-1	25.8	7.4	9.2	12.2	25.1	9.9	7.9	2.5	4	7.90	1.33	16.50	2.34	1.14	20.06	2.96	Calcisol lúvico	conglomerado
L-1058-9-2	38.6	10.2	12.2	7.2	14.3	7.3	6.8	3.6	13	8.09	1.03	22.80	1.64	3.71	22.18	4.16		
L-1058-10-1	7.6	12.2	14.5	21.5	29.1	6.6	4.9	3.6	15	7.86	2.48	7.90	4.21	2.29	20.22	15.22	Solonchak gléyco	sedimentos salinos
L-1058-10-2	6.0	16.1	16.8	20.6	28.7	6.1	3.8	1.9	31	7.87	2.00	6.90	3.47	1.78	16.13	9.79		
L-1058-11-1	21.0	8.0	12.7	17.2	20.5	9.9	7.9	2.8	4	7.69	1.41	18.50	1.57	0.88	11.08	1.23	Calcisol lúvico	conglomerado
L-1058-11-2	28.6	8.5	12.3	12.9	20.2	8.2	4.5	5.1	12	7.70	0.53	20.90	0.68	0.52	21.11	2.21		
L-1058-12-1	26.6	11.7	9.2	16.1	17.2	7.8	7.7	3.7	0	8.02	1.64	18.90	0.70	0.46	22.08	1.07	luvisol cálcico	conglomerado
L-1058-12-2	31.3	14.0	10.0	14.3	10.2	9.7	6.9	3.6	0	7.83	2.03	24.70	0.35	0.35	27.15	2.14		
L-1058-13-1	31.5	3.1	10.2	12.0	15.6	15.0	9.1	3.5	0	8.09	1.29	23.30	0.30	0.26	26.99	0.25	luvisol calcico	conglomerado
L-1058-13-2	45.1	9.8	5.6	7.0	12.8	6.6	6.5	6.6	1	8.06	0.55	25.50	0.26	1.14	31.06	4.61		
L-1059-1-1	20.0	7.8	2.9	16.1	30.2	13.5	5.5	4.0	3	8.30	1.09	19.56	0.14	0.34	24.11	2.14	Calcisol endopétrico	volcánica carbonatada
L-1059-1-2	27.6	12.8	6.0	12.5	21.2	13.2	4.3	2.4	20	8.40	0.53	22.40	0.66	0.42	29.20	4.13		
L-1059-2-1	8.2	20.3	22.5	36.8	11.1	0.5	0.2	0.4	5	8.10	1.24	9.20	6.00	0.84	10.21	0.50	Solonchak gléyco	sedimentos salinos
L-1059-2-2	11.4	19.6	32.7	12.0	23.5	0.3	0.1	0.4	6	8.10	1.66	8.20	16.82	0.14	13.15	0.59		
L-1059-3-1	14.8	5.8	11.2	3.6	19.5	16.5	17.6	11.0	0	7.80	2.81	10.16	1.18	0.88	9.03	2.17	Phaeozem háplico	volcánica básica
L-1059-3-2	14.8	6.2	11.0	15.1	21.0	12.2	10.8	8.9	1	7.80	2.17	9.92	0.52	0.40	10.40	1.78		
L-1059-4-1	7.6	20.9	20.2	11.8	12.9	11.0	11.1	4.5	1	7.55	1.78	9.10	9.10	0.90	9.00	1.60	Solonchak gléyco	sedimentos salinos
L-1059-4-2	10.4	23.3	20.2	9.7	10.7	10.0	10.9	4.9	1	7.75	1.88	8.20	15.60	0.58	16.21	2.00		
L-1059-5-1	7.6	20.1	18.5	11.6	11.2	10.6	12.4	8.0	1	8.00	1.24	19.24	6.60	2.42	21.97	1.27	Solonchak gléyco	sedimentos salinos
L-1059-5-2	8.8	19.1	20.1	12.1	16.1	9.1	8.5	6.2	7	8.40	0.97	10.40	14.80	0.90	6.93	1.90		
L-1059-6-1	47.5	6.2	6.4	5.4	7.3	4.8	8.5	14.0	6	6.70	1.33	16.44	0.54	0.78	4.52	1.57	Calcisol lúvico	volcánica carbonatada
L-1059-6-2	73.7	4.1	2.3	3.0	2.3	1.2	6.0	7.4	10	7.00	1.04	22.00	1.37	0.62	6.11	4.98		

Anexo I

L-1059-7-1	18.7	4.5	4.1	6.2	17.4	35.3	11.4	2.4	12	7.80	0.83	6.68	1.84	0.26	11.55	2.59	Calcisol epipétrico	conglomerado
L-1059-7-2	21.4	6.0	3.3	3.7	12.9	20.7	16.9	15.1	29	7.90	0.52	6.30	4.68	0.62	6.94	3.67		
L-1059-8-1	8.3	0.2	0.1	1.6	26.7	48.8	13.3	1.0	9	8.60	1.30	1.96	0.06	0.04	1.29	0.49	Arenosol álbico	arenas
L-1059-8-2	8.1	0.2	0.1	0.9	16.2	50.5	22.6	1.6	9	8.70	1.09	1.75	0.05	0.03	2.17	0.42		
L-1059-9-1	28.8	4.9	3.8	5.7	22.1	25.1	8.1	1.5	7	8.10	0.98	8.84	2.02	1.04	9.75	3.43	Cambisol calcárico	conglomerado
L-1059-9-2	28.7	10.3	7.5	3.7	15.3	23.5	9.2	1.8	8	8.20	0.43	9.36	2.52	0.98	10.22	3.57		
L-1059-10-1	13.0	21.3	10.0	13.9	23.8	7.5	5.3	5.2	6	7.80	1.12	4.52	0.12	0.41	6.31	2.20	Fluvisol calcárico	material aluvial
L-1059-10-2	13.0	21.3	10.0	13.9	23.8	7.5	5.3	5.2	6	7.80	2.84	5.52	0.35	1.41	6.97	2.16		
L-1060-1-1	35.5	18.3	10.3	3.8	11.6	6.6	4.5	9.4	13	8.00	0.45	15.32	0.58	1.42	20.18	3.88	Calcisol epipétrico	volcánica carbonatada
L-1060-1-2	31.9	18.0	11.1	4.0	8.9	8.2	8.3	9.6	37	7.90	0.33	15.22	0.82	0.54	20.13	4.02		
L-1060-2-1	11.1	3.9	2.3	6.2	33.8	28.7	10.2	3.8	14	8.30	1.07	9.36	0.22	0.42	9.79	1.33	Calcisol háplico	coluvio calcáreo
L-1060-2-2	11.6	4.0	2.3	6.4	35.6	28.5	9.2	2.4	23	8.30	0.69	8.84	0.20	0.26	8.61	1.26		
L-1060-3-1	26.4	12.1	7.5	2.8	17.0	24.7	8.1	1.4	3	8.20	2.38	12.76	1.10	0.76	15.16	4.52	Phaeozem calcárico	conglomerado
L-1060-3-2	31.1	13.7	8.9	4.9	17.3	16.5	6.0	1.7	22	8.30	1.55	12.39	2.85	0.48	15.02	6.06		
L-1060-4-1	62.1	11.1	5.3	4.6	6.9	3.8	2.8	3.4	10	8.20	1.34	27.72	1.04	0.78	28.58	6.36	Calcisol lúvico	volcánica carbonatada
L-1060-4-2	63.6	11.2	5.0	4.2	6.7	3.8	2.7	2.8	15	7.80	0.36	24.78	4.16	1.10	23.04	8.95		
L-1060-5-1	18.3	3.1	4.3	9.1	13.5	14.6	25.4	11.7	1	8.00	2.93	12.28	0.51	0.24	10.80	6.60	Leptosol mólico	volcánica básica
L-1060-6-1	38.6	5.5	3.7	10.5	13.2	12.1	9.3	7.1	2	7.80	1.76	25.12	2.15	0.72	35.61	10.80	Vertisol crómico	margas
L-1060-6-2	40.1	10.5	4.7	6.3	10.4	9.1	8.4	10.5	2	7.80	0.94	24.02	3.60	0.81	37.19	8.76		
L-1060-7-1	26.4	12.1	7.5	2.8	17.0	24.7	8.1	1.4	3	8.20	2.02	15.52	0.63	0.35	19.22	3.71	Kastanozem cálcico	volcánica carbonatada
L-1060-7-2	35.7	15.3	10.3	7.0	17.6	8.3	3.8	2.0	42	8.40	1.00	17.76	1.04	0.05	20.11	3.94		

Anexo II  
Superficie

muestra	longitud	latitud	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
930-1-1	568560	4192300	5.4	5.0	24.0	0.0	0.4	9.4	15.5	0.0	17.7
931-1-1	578680	4189100	3.6	5.0	29.0	0.0	0.5	11.8	15.8	14.8	23.9
931-2-1	587500	4191100	10.5	20.0	92.0	0.0	0.0	20.5	40.6	10.3	54.4
951-1-1	571200	4173000	9.3	9.0	46.0	0.0	0.0	17.6	23.5	18.1	41.3
951-2-1	564000	4185900	6.7	8.0	40.0	0.0	0.0	13.7	19.4	8.6	28.7
951-3-1	566100	4178500	6.0	5.0	20.0	0.0	0.0	6.3	8.8	6.8	15.7
951-4-1	564200	4173000	7.2	7.0	39.0	0.0	0.0	15.3	17.9	30.0	48.9
952-1-1	586300	4182800	7.3	11.0	61.0	0.0	0.0	21.9	34.5	19.5	52.6
952-3-1	582300	4178900	7.6	6.0	34.0	0.0	0.0	11.4	14.5	14.8	25.6
952-4-1	579100	4182500	3.7	6.0	25.0	0.0	0.0	20.3	16.1	36.2	48.1
952-5-1	577300	4173400	3.2	4.0	20.0	0.0	0.0	10.3	9.7	0.0	9.4
952-6-1	572100	4180600	3.1	6.0	30.0	0.0	0.0	10.1	14.9	6.7	21.0
973-1-1	564100	4162000	9.8	10.0	46.0	0.0	0.0	12.8	19.8	23.8	35.9
973-2-1	560400	4155400	40.9	24.0	126.0	0.0	0.0	42.8	67.4	37.6	107.0
973-3-1	570700	4154600	4.7	20.0	89.0	0.0	0.0	36.7	45.9	20.3	91.2
974-1-1	583300	4165900	18.0	13.0	70.0	0.0	0.0	16.8	24.5	12.6	31.8
974-2-1	574100	4165300	6.9	13.0	56.0	0.0	0.0	34.4	33.4	23.1	54.5
974-3-1	588600	4156300	16.9	21.0	113.0	0.0	0.0	29.9	62.6	30.7	95.4
974-4-1	583200	4154500	15.0	21.0	129.0	0.0	0.0	27.1	46.9	26.8	104.0
994-1-1	537000	4141100	17.2	12.0	60.0	0.0	0.0	11.8	32.1	15.9	53.7
994-2-1	533400	4136500	36.1	13.0	77.0	0.0	0.0	46.8	28.9	22.0	60.7
995-1-1	556000	4147800	19.7	10.0	48.0	0.0	0.0	17.0	20.5	34.0	46.7
995-2-1	570300	4146300	20.6	17.0	76.0	0.0	0.3	28.2	34.5	37.7	85.8
995-3-1	566600	4135900	6.2	6.0	64.0	0.0	0.0	11.0	18.8	24.0	42.5
995-4-1	550300	4139300	9.4	8.0	35.0	0.0	0.0	9.0	16.1	28.4	61.6
996-1-1	596800	4140300	13.4	12.0	67.0	0.0	0.0	24.4	32.8	24.3	80.3
996-2-1	594800	4146700	7.6	10.0	54.0	0.0	0.0	10.5	23.3	19.9	50.6
996-3-1	580600	4144500	10.6	17.0	81.0	0.0	0.0	18.9	38.4	25.5	72.4
996-4-1	577900	4136200	9.7	11.0	52.0	0.0	0.0	15.1	27.4	22.0	52.5
996-5-1	591500	4134800	19.7	13.0	53.0	0.0	0.0	30.2	36.2	28.8	50.0
997-1-1	608600	4142200	9.6	10.0	62.0	0.0	0.5	10.2	27.1	21.4	68.2
997-2-1	608800	4139300	13.0	7.0	44.0	0.0	0.0	24.4	20.2	50.3	65.5
1012-1-1	541800	4128300	10.9	23.0	107.0	0.0	0.0	18.2	78.9	18.0	32.9
1012-2-1	514558	4116160	36.5	15.0	45.0	0.0	0.0	41.3	21.8	32.4	35.6
1012-3-1	522370	4119720	38.6	22.0	91.0	0.0	0.0	25.6	61.8	41.1	100.0
1013-1-1	543400	4126500	7.3	22.0	111.0	0.0	0.0	24.5	46.9	27.8	64.5
1013-2-1	564000	4126400	8.1	37.0	124.0	0.0	0.0	13.0	80.1	15.3	23.6
1013-3-1	562800	4117700	4.7	10.0	40.0	0.0	0.0	10.0	24.9	35.0	48.3
1013-4-1	570900	4117300	3.5	15.0	43.0	0.0	0.0	11.3	24.7	28.1	48.6
1013-5-1	542800	4118700	31.9	19.0	96.0	0.0	0.0	31.7	57.1	37.9	99.3
1013-6-1	549100	4124200	5.2	16.0	101.0	0.0	0.0	23.5	40.6	29.1	65.0
1014-1-1	594000	4128700	10.0	7.0	24.0	0.0	0.0	10.7	11.7	15.3	10.5
1014-2-1	583600	4121100	8.8	17.0	99.0	0.0	0.0	16.2	56.2	32.0	60.4
1014-3-1	584800	4128600	5.9	11.0	57.0	0.0	0.0	16.0	28.6	7.2	24.3
1014-4-1	574300	4125400	8.5	21.0	74.0	0.0	0.0	9.1	32.9	17.6	12.1
1028-1-1	508600	4095200	15.3	12.0	66.0	0.0	0.0	24.4	29.2	42.3	47.7
1028-2-1	504700	4098400	23.0	3.0	90.0	0.0	0.0	25.8	10.1	77.2	60.1
1028-3-1	500100	4099100	31.7	9.0	66.0	0.0	0.0	21.0	33.3	32.4	63.6
1029-1-1	515279	4107520	22.2	19.0	106.0	0.0	0.0	23.3	38.8	29.3	78.0
1029-2-1	522860	4109880	28.3	16.0	86.0	0.0	0.0	35.0	39.5	38.1	101.6
1029-3-1	523056	4104440	26.2	16.0	75.0	0.0	0.0	15.5	41.6	9.6	73.1
1029-4-1	536070	4109300	53.8	17.0	89.0	0.0	0.0	21.0	45.9	22.8	57.9
1029-5-1	537197	4102850	43.0	34.0	114.0	0.0	0.0	29.6	75.3	23.8	118.8
1030-1-1	556900	4106700	27.2	18.0	56.0	0.0	0.0	28.4	50.8	40.3	85.2
1030-2-1	570900	4102100	9.1	9.0	43.0	0.0	0.0	11.6	21.7	14.5	48.0

Anexo II  
Superficie

1030-3-1	554500	4101700	20.2	12.0	54.0	0.0	0.0	30.0	32.5	41.3	76.9
1030-4-1	551800	4112300	33.6	19.0	85.0	0.0	0.0	29.5	52.1	24.4	88.1
1031-1-1	578800	4106100	13.0	16.0	80.0	0.0	0.0	23.4	45.2	40.9	75.4
1031-2-1	582800	4104700	8.3	11.0	60.0	0.0	0.0	21.9	30.5	30.5	61.9
1043-1-1	509200	4092600	22.7	15.0	75.0	0.0	0.0	26.3	45.4	106.9	75.8
1043-2-1	503200	4083300	36.3	11.0	43.0	0.0	1.3	26.5	18.3	98.3	145.1
1044-1-1	541700	4087200	9.5	16.0	90.0	0.0	0.0	4.5	37.3	18.4	59.4
1044-2-1	535000	4081200	43.4	17.0	75.0	0.0	0.0	31.8	42.3	85.4	100.6
1044-3-1	530300	4080200	16.5	15.0	79.0	0.0	0.0	33.7	32.2	237.8	85.8
1044-4-1	523200	4093400	86.4	10.0	64.0	0.0	2.1	31.2	26.7	1200.5	1830.7
1044-5-1	538240	4092660	27.5	9.0	56.0	0.0	0.0	12.8	21.6	14.9	53.2
1044-6-1	520700	4086000	65.5	14.0	114.0	0.0	0.0	41.4	47.9	69.5	134.2
1045-1-1	546400	4089300	31.3	12.0	66.0	0.0	0.0	23.3	31.0	25.1	74.2
1045-2-1	546200	4089600	25.1	10.0	57.0	0.0	0.0	21.2	30.4	34.4	87.1
1045-3-1	544450	4088400	24.8	8.0	36.0	0.0	0.0	16.3	18.4	36.8	51.1
1045-4-1	543490	4086500	30.3	13.0	65.0	0.0	0.0	22.0	33.9	89.2	60.7
1045-5-1	553500	4089400	12.7	10.0	94.0	0.0	0.0	6.4	34.7	35.0	82.6
1057-1-1	494950	4068600	25.8	20.0	84.0	0.0	0.0	24.9	42.5	28.0	86.0
1057-2-1	502130	4076000	19.3	13.0	61.0	0.0	0.0	48.4	25.1	63.6	71.7
1057-3-1	510700	4064400	25.6	13.0	48.0	0.0	0.0	12.0	21.4	14.0	63.6
1058-1-1	536650	4073300	8.4	10.0	46.0	0.0	1.4	12.0	22.2	35.3	84.3
1058-2-1	525960	4060830	11.5	7.0	28.0	0.0	0.0	9.2	10.1	23.3	45.5
1058-3-1	520110	4071430	29.9	14.0	59.0	0.0	0.6	23.0	23.2	87.4	122.7
1058-4-1	531300	4066500	16.1	8.0	47.0	0.0	0.0	10.5	17.1	23.5	51.1
AI-1-1	547660	4092240	20.0	10.0	39.0	0.0	0.0	15.0	23.0	38.0	93.0
AI-2-1	562780	4104590	13.3	10.0	37.0	0.0	0.0	11.0	26.0	30.0	52.0
AI-3-1	590400	4110900	23.4	16.0	67.0	0.0	0.0	21.0	39.0	31.0	86.0
AI-4-1	578200	4111600	40.5	20.0	67.0	0.0	0.0	29.0	54.0	24.0	116.0
AI-5-1	592810	4107800	33.5	25.0	67.0	0.0	0.0	16.0	28.0	134.0	141.0
AI-6-1	553700	4076500	27.5	13.0	56.0	0.0	0.0	19.0	26.0	37.0	77.0
AI-7-1	562960	4076490	214.0	19.0	91.0	0.0	0.0	30.4	43.4	105.5	100.7
AI-8-1	568480	4075120	23.7	9.0	33.0	0.0	0.0	17.0	16.0	53.0	70.0
AI-9-1	568290	4070910	93.1	22.0	73.0	0.0	0.5	41.0	25.0	417.0	376.0
AI-10-1	574900	4076700	28.3	15.0	42.0	0.0	0.0	13.6	14.0	87.3	139.7
AI-11-1	576120	4089130	49.8	18.0	74.0	0.0	0.0	25.0	40.0	38.0	96.0
AI-12-1	573770	4093010	211.0	19.0	85.0	0.0	0.0	35.0	46.0	116.0	100.0
AI-13-1	585030	4093540	19.1	14.0	54.0	0.0	0.0	13.0	24.0	34.0	52.0
AI-14-1	591240	4092440	30.2	20.0	97.0	0.0	0.0	30.0	41.0	53.0	120.0
AI-15-1	594390	4093810	8.8	24.0	77.0	0.0	0.0	31.0	24.0	11.0	55.0
AI-16-1	601770	4105260	52.0	20.0	82.0	0.0	0.0	36.0	39.0	51.0	118.0
AI-17-1	604380	4116910	9.1	13.0	86.0	0.0	0.4	17.8	37.8	31.9	55.3
AI-18-1	608000	4125190	25.3	17.0	81.0	0.0	0.0	31.0	39.0	234.0	132.0
AI-19-1	606820	4128980	39.6	13.0	116.0	0.0	0.0	23.0	30.0	200.0	131.0
AI-20-1	609910	4129890	83.7	26.0	106.0	0.0	1.5	34.0	52.0	380.0	675.0
B. Maleza-1-1	513900	4072100	14.3	11.0	61.0	0.0	0.0	15.4	19.9	15.2	25.4
B. Maleza-2-1	513901	4072101	38.1	15.0	40.0	0.0	0.0	16.4	17.7	38.4	36.3
C. Canteras-1-1	533900	4068750	16.4	7.0	37.0	0.0	0.0	18.1	15.6	32.7	87.8
C. Canteras-2-1	533901	4068751	12.7	7.0	44.0	0.0	0.0	7.5	14.8	22.6	43.3
C. Canteras-3-1	533902	4068752	9.3	6.0	25.0	0.0	0.4	8.0	12.3	17.2	66.1
Carboneras-1-1	598325	4095825	10.7	4.0	25.0	0.0	0.0	6.3	9.8	17.6	16.9
Carboneras-2-1	598326	4095826	12.9	7.0	26.0	0.0	0.0	8.3	13.9	22.4	47.2
Carboneras-3-1	598327	4095827	8.6	8.0	33.0	0.0	0.4	16.5	15.0	20.9	15.4
Níjar-1-1	597975	4095525	140.0	17.0	38.0	0.0	2.2	341.6	16.3	2981.7	452.0
Níjar-2-1	597976	4095526	48.5	15.0	58.0	0.0	2.0	68.9	16.7	141.1	212.6
Níjar-3-1	597977	4095527	154.0	14.0	54.0	0.0	5.4	128.0	20.3	451.1	438.2
DERETIL-1-1	609175	4123650	28.9	12.0	122.0	0.0	0.0	26.0	38.6	107.1	158.2



Anexo II  
Superficie

DERETIL-2-1	609176	4123651	68.0	23.0	90.6	0.0	0.0	57.0	65.1	150.4	561.4
DERETIL-3-1	609177	4123652	50.1	16.0	113.0	0.0	1.4	45.0	51.0	226.8	157.1
Albox-1-1	575600	4137200	6.7	20.0	82.0	0.0	0.0	34.2	42.7	15.4	94.8
Albox-2-1	575601	4137201	9.4	19.0	95.0	0.0	0.0	11.1	34.9	9.9	73.8
RENFE-1	549291	4077115	27.3	15.0	78.0	0.0	0.0	55.9	36.1	124.3	139.1
H.H. Romero-1	549232	4078718	21.6	9.0	44.0	0.0	0.5	36.8	20.4	214.6	123.2
MINERSA-1-1	512500	4082975	1100.0	19.0	41.0	12.0	5.6	65.4	57.2	27910.0	913.4
MINERSA-2-1	512501	4082976	35.4	10.0	49.0	0.0	0.0	18.7	23.8	363.1	141.3
M. Gádor-1	549003	4079976	24.7	6.0	30.0	0.0	1.4	36.8	13.0	86.0	67.6
J. Cortés-1	548913	4078677	21.2	9.0	38.0	0.0	2.6	458.4	25.3	426.1	360.7
SEVILLANA-1	549834	4075630	27.0	13.0	56.0	0.0	0.3	22.8	23.9	20.0	99.1
973-1b-1	562805	4161099	10.8	13.0	64.0	0.0	0.0	16.5	44.3	22.6	67.5
973-2b-1	566135	4161137	4.0	4.0	20.0	0.0	0.0	14.0	7.4	16.0	10.9
973-3b-1	567267	4160858	12.9	13.0	76.0	0.0	0.0	21.3	32.0	32.1	69.4
973-4b-1	566314	4162090	6.6	8.0	38.0	0.0	0.0	9.6	15.8	21.9	19.5
994-1b-1	535782	4133030	9.5	12.0	65.0	0.0	0.0	20.1	32.7	20.0	83.1
1012-1b-1	522964	4114716	389.0	15.0	73.0	0.0	0.0	27.1	40.8	29.7	89.3
1012-2b-1	523897	4117639	37.3	15.0	78.0	0.0	0.0	24.2	39.8	25.7	90.1
1012-3b-1	525860	4118842	48.0	16.0	93.0	0.0	0.0	40.4	44.1	27.5	87.0
1012-4b-1	530284	4118282	76.3	26.0	96.0	0.0	0.0	31.3	36.9	46.9	88.6
1012-5b-1	533145	4121699	51.3	17.0	80.0	0.0	0.0	28.3	55.0	36.1	91.0
1012-6b-1	533016	4125062	56.1	23.0	87.0	0.0	0.0	24.0	51.6	31.1	113.6
1012-7b-1	535502	4127156	32.8	13.0	79.0	0.0	0.0	27.2	47.6	17.0	107.1
1012-8b-1	536338	4129300	5.2	14.0	91.0	0.0	0.0	22.2	45.3	24.7	89.8
1012-9b-1	535657	4131455	24.7	7.0	31.0	0.0	0.0	13.6	18.2	15.3	0.0
1012-10b-1	542044	4122614	21.5	12.0	52.0	0.0	0.0	27.9	30.9	49.7	99.1
1012-11b-1	540632	4119553	29.3	13.0	70.0	0.0	0.0	31.6	33.7	31.2	87.7
1012-12b-1	541537	4116316	192.0	21.0	93.0	0.0	0.0	31.8	67.3	26.8	94.1
1012-13b-1	534925	4115797	45.5	14.0	70.0	0.0	0.0	25.6	37.8	32.5	102.1
1015-1b-1	604417	4128295	10.0	11.0	71.0	0.0	0.0	17.3	24.8	32.6	48.7
1015-2b-1	697186	4128139	23.7	13.0	93.0	0.0	0.0	26.3	36.2	87.0	91.9
1015-3b-1	607026	4126527	36.3	14.0	70.0	0.0	1.9	25.4	27.3	561.2	282.6
1015-4b-1	606723	4125968	10.0	11.0	76.0	0.0	0.0	22.5	30.7	264.9	192.5
1015-5b-1	607773	4124915	19.2	16.0	104.0	0.0	0.0	29.7	41.4	34.2	76.3
1015-6b-1	608240	4124036	30.9	17.0	97.0	0.0	0.5	24.6	46.4	144.9	373.8
1015-7b-1	698905	4123562	22.0	19.0	147.0	0.0	0.0	29.8	60.5	30.7	109.4
1015-8b-1	604290	4116654	11.2	17.0	108.0	0.0	0.0	23.3	50.6	100.9	78.0
1015-9b-1	609877	4124736	24.5	21.0	93.0	0.0	0.0	38.6	66.2	95.3	201.4
1015-10b-1	610768	4125497	34.3	23.0	120.0	0.0	0.4	53.1	68.5	78.1	182.8
1015-11b-1	613062	4127988	43.3	23.0	111.0	0.0	0.4	117.2	63.2	89.1	356.5
1015-12b-1	614058	4132538	47.2	20.0	87.0	0.0	0.0	25.4	54.2	51.4	117.8
1015-13b-1	611475	4130424	26.3	23.0	120.0	0.0	0.0	30.3	67.0	78.4	135.8
1029-1b-1	519645	4111978	62.5	8.0	38.0	0.0	0.0	77.1	20.8	30.5	65.2
1029-3b-1	536093	4096003	23.1	13.0	76.0	0.0	0.0	70.8	31.3	28.9	90.2
1029-4b-1	533476	4098928	23.9	12.0	72.0	0.0	0.0	33.0	28.0	67.6	95.5
1029-5b-1	534661	4103950	32.4	19.0	98.0	0.0	0.0	21.9	51.7	31.7	94.0
1029-6b-1	537961	4112158	16.2	7.0	42.0	0.0	0.0	11.7	19.2	11.5	53.0
1029-8b-1	531485	4107499	31.1	17.0	89.0	0.0	0.0	20.6	38.0	30.4	85.7
1029-9b-1	526994	4110468	40.0	10.0	58.0	0.0	0.0	18.3	18.3	29.3	60.8
1029-10b-1	521132	4106347	29.7	15.0	88.0	0.0	0.0	20.3	34.5	28.7	72.2
1029-11b-1	523811	4101917	21.3	15.0	80.0	0.0	0.0	22.3	46.9	31.2	95.3
1029-12b-1	524472	4097059	90.3	11.0	58.0	0.0	0.0	20.9	25.3	13.1	46.8
1030-1b-1	543550	4112600	22.4	13.0	96.0	0.0	0.0	21.5	32.7	22.1	96.0
1031-1b-1	589739	4111200	7.4	10.0	60.0	0.0	0.0	16.8	27.2	27.0	77.4
1031-2b-1	591511	4111317	10.9	9.0	47.0	0.0	0.6	18.9	27.2	115.7	171.3
1031-3b-1	593847	4111821	6.4	6.0	45.0	0.0	0.0	9.9	18.4	38.9	60.2

Anexo II  
Superficie

1031-4b-1	594616	4109079	7.9	7.0	39.0	0.0	0.0	14.4	23.4	29.4	40.6
1031-5b-1	594938	4107976	49.3	18.0	95.0	0.0	0.0	28.9	58.2	131.3	273.9
1031-6b-1	596208	4107243	51.2	20.0	103.0	0.0	0.0	27.2	51.0	128.2	247.2
1031-7b-1	596139	4106174	31.7	15.0	80.0	0.0	0.0	23.2	34.1	86.5	111.3
1031-8b-1	595813	4105740	15.7	18.0	96.0	0.0	0.0	24.7	47.5	31.7	96.9
1031-9b-1	595569	4104517	32.8	21.0	91.0	0.0	0.0	21.5	48.3	43.3	189.9
1031-10b-1	596845	4102253	36.8	19.0	104.0	0.0	2.3	28.6	55.3	314.6	1105.8
1031-11b-1	597786	4101248	30.2	25.0	110.0	0.0	0.0	12.1	51.8	62.5	739.8
1031-12b-1	599546	4101122	21.6	17.0	98.0	0.0	0.4	33.2	47.8	67.3	142.7
1031-13b-1	599661	4097605	17.6	9.0	42.0	0.0	0.0	7.1	18.3	42.9	69.0
1043-1b-1	506130	4081180	218.0	7.0	34.0	13.0	10.9	48.6	12.3	3606.2	2263.8
1043-2b-1	507112	4081633	50.8	11.0	42.0	3.0	1.2	25.6	24.7	365.7	309.0
1043-3b-1	507057	4082269	49.2	9.0	47.0	0.0	2.1	19.0	21.5	768.2	551.1
1043-4b-1	506506	4083846	41.9	12.0	31.0	4.0	0.4	63.7	18.9	177.5	77.3
1043-5b-1	507287	4083846	181.0	30.0	81.0	0.0	0.7	95.0	39.4	551.7	271.1
1043-6b-1	508504	4083868	650.0	17.0	68.0	37.0	17.5	106.4	31.5	7376.0	4728.5
1043-7b-1	508604	4084108	238.0	7.0	24.0	26.0	10.7	59.3	11.1	22696.4	3572.2
1043-8b-1	509396	4083639	136.0	8.0	42.0	5.0	8.7	81.2	20.5	2658.0	4262.5
1043-9b-1	510101	4083991	332.0	4.0	23.0	61.0	29.2	95.1	9.6	22730.4	8737.3
1043-10b-1	510524	4085181	232.0	16.0	68.0	25.0	14.8	77.0	32.1	9957.7	2910.1
1043-11b-1	509066	4085274	50.0	11.0	50.0	0.0	1.1	45.0	27.0	663.4	286.1
1043-12b-1	512936	4076631	30.6	15.0	71.0	0.0	0.0	22.8	30.5	133.3	59.5
1044-1b-1	514652	4094247	55.5	15.0	80.0	0.0	0.0	23.1	42.4	57.6	105.3
1044-2b-1	515910	4095118	13.1	7.0	48.0	0.0	0.0	14.6	20.5	41.3	66.4
1044-3b-1	520000	4094414	12.4	8.0	40.0	0.0	0.0	97.9	21.2	41.4	74.0
1044-4b-1	521357	4093972	20.0	12.0	64.0	0.0	1.2	41.4	28.5	281.3	489.3
1044-5b-1	533277	4082938	14.6	9.0	53.0	0.0	0.0	37.4	22.4	257.6	160.0
1044-6b-1	533093	4082584	19.0	9.0	42.0	0.0	0.3	19.6	20.2	5521.2	145.7
1044-7b-1	533346	4082297	16.1	10.0	50.0	0.0	0.0	16.0	21.1	66.1	54.1
1044-8b-1	534495	4080996	9.2	13.0	69.0	0.0	0.0	23.5	29.0	24.4	62.7
1044-9b-1	540345	4079144	196.0	23.0	117.0	0.0	1.8	80.6	56.6	592.1	336.1
1044-10b-1	537885	4079860	48.9	14.0	68.0	0.0	0.0	23.7	37.5	63.1	74.1
1044-11b-1	514588	4077043	14.5	14.0	88.0	0.0	0.0	6.7	28.8	22.1	49.7
1044-12b-1	519209	4079592	63.0	20.0	83.0	0.0	0.3	30.9	48.8	157.6	259.1
1044-13b-1	522018	4084367	99.4	25.0	123.0	0.0	0.0	34.7	47.7	1148.5	123.2
1044-14b-1	518696	4081846	72.4	15.0	81.0	12.0	4.0	62.0	42.6	29529.0	1475.1
1044-15b-1	517488	4081887	148.0	16.0	78.0	0.0	5.1	30.3	30.9	616.1	1488.2
1044-16b-1	516326	4082789	38.9	15.0	67.0	0.0	0.0	32.1	33.8	24503.9	116.2
1044-17b-1	517434	4084041	42.2	17.0	79.0	0.0	0.0	26.9	44.4	40.9	98.1
1044-18b-1	519067	4088544	40.3	9.0	67.0	0.0	0.0	30.8	30.2	94.8	85.6
1044-19b-1	519719	4091321	28.6	9.0	56.0	0.0	0.0	17.4	24.6	60.7	75.4
1044-20b-1	527081	4094494	25.2	11.0	66.0	0.0	0.0	48.2	27.1	79.1	131.7
1044-21b-1	528581	4092861	23.3	10.0	52.0	0.0	0.0	17.0	21.1	32.8	60.0
1044-22b-1	532747	4092424	21.7	9.0	60.0	0.0	0.0	57.6	28.1	71.5	110.4
1045-1b-1	558043	4077971	39.2	18.0	76.0	0.0	0.6	25.1	33.1	34.5	96.1
1045-2b-1	572168	4089835	15.8	8.0	36.0	0.0	0.0	22.2	17.6	31.8	42.4
1045-3b-1	570160	4092139	31.9	6.0	14.0	0.0	0.0	7.7	5.5	69.7	72.4
1045-4b-1	569933	4093988	14.3	6.0	25.0	0.0	0.0	12.7	11.9	46.5	40.4
1045-5b-1	569740	4094429	90.1	20.0	76.0	0.0	0.0	162.6	56.9	69.2	141.3
1045-6b-1	563229	4086165	45.3	14.0	75.0	0.0	0.0	27.7	38.7	67.2	133.7
1046-1b-1	585073	4079190	131.0	20.0	56.0	0.0	1.1	38.5	10.7	224.5	225.1
1046-2b-1	584412	4078727	94.7	5.0	43.0	0.0	0.0	43.2	8.4	261.2	85.4
1046-3b-1	582695	4078884	66.5	16.0	41.0	0.0	0.0	35.1	22.7	148.2	181.6
1046-4b-1	583790	407931	68.2	12.0	79.0	0.0	0.0	27.2	38.4	108.7	138.0
1046-5b-1	597764	4091278	9.4	4.0	19.0	0.0	0.0	2.5	7.0	29.4	13.8
1046-6b-1	596456	4088894	11.0	8.0	24.0	0.0	0.0	4.8	13.8	32.3	21.7

Anexo II  
Superficie

1046-7b-1	595057	4089026	15.1	11.0	48.0	0.0	0.0	10.6	25.6	52.0	49.4
1046-8b-1	592981	4089637	12.8	9.0	28.0	0.0	0.0	13.8	17.4	34.7	31.1
1046-9b-1	594268	4093625	8.0	27.0	95.0	0.0	0.0	26.2	33.7	33.9	66.2
1046-10b-1	596168	4096081	9.7	22.0	103.0	0.0	0.0	33.7	34.9	32.9	54.4
1046-11b-1	592553	4093669	5.8	4.0	18.0	0.0	0.0	3.5	10.6	17.1	26.1
1046-12b-1	588131	4090588	11.9	10.0	40.0	0.0	0.0	10.1	16.4	22.2	43.5
1046-13b-1	584882	4087538	22.7	13.0	62.0	0.0	0.0	15.5	24.4	19.9	53.3
1046-14b-1	582718	4085405	8.2	5.0	22.0	0.0	0.0	2.7	7.6	29.9	23.7
1046-15b-1	573315	4091937	12.1	5.0	42.0	0.0	0.0	10.1	17.6	20.6	36.9
1046-16b-1	573642	4089533	48.9	14.0	48.0	0.0	0.0	27.6	25.4	34.7	69.7
1046-18b-1	575378	4086264	29.5	13.0	60.0	0.0	0.0	28.8	30.2	46.8	93.1
1046-19b-1	577164	4085154	16.6	13.0	55.0	0.0	0.0	19.3	16.3	40.1	64.4
1046-20b-1	574032	4084772	24.1	13.0	46.0	0.0	0.0	30.3	23.5	34.3	71.4
1046-21b-1	572032	4085783	26.2	13.0	50.0	0.0	0.0	21.3	26.6	40.7	75.3
1046-22b-1	573617	4081675	12.5	10.0	41.0	0.0	0.0	15.7	16.9	32.7	44.0
1046-23b-1	575068	4077710	33.4	13.0	55.0	0.0	0.0	24.7	24.1	54.6	84.4
1057-1b-1	490815	4067518	36.3	13.0	46.0	0.0	0.7	13.7	21.6	102.5	136.4
1057-2b-1	491451	4067522	12.2	18.0	69.0	0.0	0.0	25.6	49.2	44.5	98.9
1057-3b-1	495405	4067531	24.7	14.0	66.0	0.0	0.0	22.1	36.2	42.7	81.9
1057-4b-1	499602	4071641	19.8	20.0	118.0	0.0	0.0	23.8	48.9	94.2	117.6
1057-5b-1	497677	4074975	12.5	19.0	96.0	0.0	0.0	23.8	47.8	51.1	109.8
1057-6b-1	498481	4075287	19.0	20.0	127.0	0.0	0.0	15.1	52.7	185.8	126.0
1059-1b-1	568625	4073314	27.6	9.0	41.0	0.0	0.0	26.1	18.4	34.0	75.2
1059-2b-1	568981	4071968	35.9	10.0	47.0	0.0	0.0	15.9	22.7	120.7	130.1
1059-3b-1	568431	4070747	22.2	7.0	28.0	0.0	0.3	10.5	14.2	132.0	84.0
1059-4b-1	570943	4066214	38.3	13.0	30.0	0.0	0.0	24.6	15.6	255.2	233.1
1060-1b-1	572840	4064498	49.7	14.0	62.0	0.0	0.0	15.7	15.8	38.0	83.6
1060-2b-1	573926	4064871	23.8	8.0	34.0	0.0	0.0	13.3	17.9	38.5	53.2
1060-3b-1	576400	4074443	65.9	13.0	43.0	0.0	0.0	61.0	20.5	166.8	158.8
1060-4b-1	577999	4072881	69.4	13.0	52.0	0.0	0.0	21.6	22.0	148.1	220.7
1060-5b1	579600	4071176	14.5	16.0	42.0	0.0	0.0	22.5	12.4	246.3	175.9
1060-6b-1	578127	4067718	33.8	14.0	32.0	0.0	0.0	23.3	14.2	170.2	190.2
1060-7b-1	576600	4066134	47.4	15.0	24.0	0.0	0.0	15.3	12.3	56.2	99.4
1060-8b-1	581533	4074032	54.6	17.0	32.0	0.0	0.0	14.6	28.0	56.1	78.2
1060-9b-1	585067	4075952	50.2	13.0	57.0	0.0	0.0	24.7	26.0	181.5	249.3
1060-10b-1	585462	4077624	23.3	17.0	57.0	0.0	0.0	41.5	28.2	51.6	93.6

Anexo II  
Profundidad

muestras	longitud	latitud	As	Co	Cr	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
930-1-2	568560	4192300	5.5	6.0	33.0	0.0	0.0	9.0	14.8	0.0	16.9
931-1-2	578680	4189100	3.6	7.0	37.0	0.0	0.0	12.1	17.7	5.3	23.6
931-2-2	587500	4191100	5.7	9.0	45.0	0.0	0.0	8.3	22.1	8.3	31.5
951-1-2	571200	4173000	9.5	12.0	50.0	0.0	0.0	16.2	25.7	18.3	37.6
951-2-2	564000	4185900	4.9	8.0	39.0	0.0	0.0	14.3	19.4	12.6	31.4
951-3-2	566100	4178500	6.1	4.0	20.0	0.0	0.0	6.8	8.5	n.d.	15.2
951-4-2	564200	4173000	7.5	7.0	40.0	0.0	0.5	16.1	18.3	33.0	51.6
952-1-2	586300	4182800	10.4	17.0	85.0	0.0	0.0	24.9	55.0	18.0	71.0
952-4-2	579100	4182500	2.4	6.0	27.0	0.0	0.0	20.6	16.9	36.6	44.8
952-5-2	577300	4173400	3.7	5.0	17.0	0.0	0.0	8.7	8.7	0.0	9.5
952-6-2	572100	4180600	3.1	5.0	29.0	0.0	0.0	10.3	15.0	4.1	21.8
973-1-2	564100	4162000	9.1	10.0	45.0	0.0	0.0	13.4	20.5	18.8	38.2
973-2-2	560400	4155400	47.9	24.0	116.0	0.0	0.0	43.8	67.6	40.1	107.2
973-3-2	570700	4154600	4.2	19.0	83.0	0.0	0.0	32.7	44.4	33.6	92.5
974-1-2	583300	4165900	16.6	10.0	56.0	0.0	0.0	15.2	24.1	14.2	22.0
974-2-2	574100	4165300	8.0	15.0	68.0	0.0	0.8	39.8	30.4	15.0	48.0
974-3-2	588600	4156300	17.8	22.0	117.0	0.0	0.0	26.2	64.6	22.0	86.1
974-4-2	583200	4154500	11.3	19.0	115.0	0.0	0.0	29.1	53.9	25.9	108.0
994-1-2	537000	4141100	17.3	12.0	63.0	0.0	0.0	14.1	34.7	19.0	58.3
994-2-2	533400	4136500	33.0	11.0	67.0	0.0	0.0	19.7	28.1	20.1	56.6
995-1-2	556000	4147800	17.9	8.0	43.0	0.0	0.0	14.9	17.6	32.3	36.0
995-2-2	570300	4146300	23.9	17.0	87.0	0.0	0.0	29.4	36.7	39.2	86.9
995-3-2	566600	4135900	6.8	5.0	54.0	0.0	0.0	10.7	17.4	18.0	41.7
995-4-2	550300	4139300	8.4	7.0	34.0	0.0	0.0	9.0	16.3	28.0	58.7
996-1-2	596800	4140300	11.6	12.0	63.0	0.0	0.0	23.5	33.5	20.2	78.0
996-2-2	594800	4146700	9.4	11.0	65.0	0.0	0.3	11.5	22.8	20.6	50.6
996-3-2	580600	4144500	12.3	16.0	80.0	0.0	0.0	21.0	47.8	27.8	87.2
996-4-2	577900	4136200	11.0	11.0	54.0	0.0	0.0	10.9	18.9	15.6	39.6
996-5-2	591500	4134800	20.6	13.0	55.0	0.0	0.0	30.3	32.8	41.6	52.3
997-1-2	608600	4142200	8.2	11.0	60.0	0.0	0.0	9.8	28.2	21.4	68.0
997-2-2	608800	4139300	12.1	7.0	38.0	0.0	0.0	21.3	17.4	45.9	54.8
1012-1-2	541800	4128300	6.4	14.0	70.0	0.0	0.0	16.9	70.9	15.6	25.5
1012-3-2	522370	4119720	28.5	10.0	54.0	0.0	0.0	13.9	21.7	18.3	55.4
1013-1-2	543400	4126500	5.8	15.0	77.0	0.0	0.0	24.7	47.0	17.7	56.5
1013-2-2	564000	4126400	7.4	42.0	152.0	0.0	0.0	13.8	70.9	6.1	21.7
1013-3-2	562800	4117700	12.1	8.0	50.0	0.0	0.0	22.1	30.8	18.7	52.7
1013-4-2	570900	4117300	3.2	10.0	46.0	0.0	0.0	10.6	25.2	22.5	46.4
1013-5-2	542800	4118700	37.4	15.0	93.0	0.0	0.0	51.3	55.9	23.8	85.4
1013-6-2	549100	4124200	3.4	6.0	86.0	0.0	0.0	3.7	29.6	17.3	28.2
1014-2-2	583600	4121100	9.1	20.0	118.0	0.0	0.0	17.9	51.8	26.6	61.6
1014-3-2	584800	4128600	7.2	13.0	65.0	0.0	0.0	17.8	25.7	n.d.	18.3
1014-4-2	574300	4125400	8.0	30.0	64.0	0.0	0.3	8.5	40.5	24.2	8.6
1028-1-2	508600	4095200	10.0	9.0	73.0	0.0	0.0	17.1	24.5	25.4	51.7
1028-2-2	504700	4098400	24.0	5.0	82.0	0.0	0.0	16.8	18.7	52.3	60.5
1028-3-2	500100	4099100	38.3	22.0	73.0	0.0	0.0	32.9	67.3	29.5	69.9
1029-1-2	515279	4107520	25.9	19.0	111.0	0.0	0.0	26.4	47.3	27.3	85.1
1029-2-2	522860	4109880	37.8	14.0	98.0	0.0	0.0	29.8	30.4	37.6	94.1
1029-3-2	523056	4104440	30.1	20.0	87.0	0.0	0.0	19.2	53.6	20.6	83.3
1029-4-2	536070	4109300	56.7	19.0	94.0	0.0	0.0	22.0	49.1	11.4	56.8
1029-5-2	537197	4102850	46.4	43.0	123.0	0.0	0.0	36.3	94.8	26.4	129.9
1030-1-2	556900	4106700	29.0	17.0	52.0	0.0	0.4	29.8	56.2	60.5	94.1
1030-2-2	570900	4102100	10.2	8.0	41.0	0.0	0.0	12.7	20.9	21.9	50.8
1030-3-2	554500	4101700	21.4	11.0	52.0	0.0	0.0	21.9	28.9	17.4	65.9
1030-4-2	551800	4112300	29.4	16.0	82.0	0.0	0.0	27.4	53.8	22.2	85.6
1031-1-2	578800	4106100	13.5	16.0	89.0	0.0	0.0	24.2	47.7	36.8	74.2

Anexo II  
Profundidad

1031-2-2	582800	4104700	4.9	13.0	75.0	0.0	0.0	22.4	31.6	13.4	57.9
1043-1-2	509200	4092600	24.6	18.0	85.0	0.0	0.0	34.3	55.3	129.1	91.3
1043-2-2	503200	4083300	36.2	11.0	50.0	0.0	1.1	26.5	20.9	82.4	128.1
1044-1-2	541700	4087200	16.2	17.0	117.0	0.0	0.0	4.1	50.3	27.0	77.5
1044-2-2	535000	4081200	45.9	18.0	86.0	0.0	0.0	33.2	45.3	59.3	102.3
1044-3-2	530300	4080200	17.6	16.0	83.0	0.0	0.0	34.2	33.9	167.9	85.2
1044-4-2	523200	4093400	89.4	14.0	69.0	0.0	2.3	31.4	29.2	1106.2	1608.5
1044-5-2	538240	4092660	23.1	12.0	59.0	0.0	0.0	21.4	27.7	6.7	70.3
1044-6-2	520700	4086000	54.6	9.0	79.0	0.0	0.0	28.1	24.1	35.1	103.4
1045-1-2	546400	4089300	31.1	11.0	67.0	0.0	0.0	21.0	32.7	26.5	74.9
1045-2-2	546200	4089600	36.1	15.0	76.0	0.0	0.0	28.1	37.3	37.3	104.1
1045-3-2	544450	4088400	21.4	5.0	23.0	0.0	0.0	13.1	10.3	15.2	32.5
1045-5-2	553500	4089400	16.1	14.0	109.0	0.0	0.0	12.4	34.6	45.9	89.9
1057-2-2	502130	4076000	20.5	13.0	63.0	0.0	0.0	43.3	25.7	56.8	76.1
1057-3-2	510700	4064400	17.8	11.0	37.0	0.0	0.0	9.8	17.7	12.8	54.1
1058-1-2	536650	4073300	8.3	11.0	49.0	0.0	0.0	11.8	19.8	19.9	76.4
1058-2-2	525960	4060830	16.0	11.0	30.0	0.0	1.0	7.0	11.0	5.0	21.0
1058-4-2	531300	4066500	32.7	12.0	46.0	0.0	0.0	11.0	20.0	18.0	61.0
AI-1-2	547660	4092240	23.0	11.0	45.0	0.0	0.0	13.0	20.0	21.0	75.0
AI-2-2	562780	4104590	15.0	11.0	39.0	0.0	0.0	11.0	20.0	17.0	53.0
AI-3-2	590400	4110900	24.4	17.0	80.0	0.0	0.0	21.0	52.0	48.0	81.0
AI-4-2	578200	4111600	36.3	20.0	70.0	0.0	0.0	27.0	50.0	23.0	120.0
AI-5-2	592810	4107800	34.4	21.0	78.0	0.0	0.0	15.0	31.0	117.0	119.0
AI-6-2	553700	4076500	26.8	12.0	51.0	0.0	0.0	17.0	26.0	41.0	78.0
AI-7-2	562960	4076490	32.7	12.0	46.0	0.0	0.0	11.0	20.0	18.0	61.0
AI-8-2	568480	4075120	29.9	10.0	43.0	0.0	0.0	15.0	19.0	48.0	74.0
AI-9-2	568290	4070910	84.4	20.0	66.0	0.0	0.0	53.0	29.0	580.0	474.0
AI-10-2	574900	4076700	27.8	16.0	46.0	0.0	0.0	17.0	16.0	90.0	157.0
AI-11-2	576120	4089130	44.2	17.0	72.0	0.0	0.0	26.0	41.0	32.0	91.0
AI-12-2	573770	4093010	140.0	21.0	105.0	0.0	0.0	32.0	48.0	228.0	328.0
AI-13-2	585030	4093540	20.6	14.0	58.0	0.0	0.0	12.0	23.0	29.0	50.0
AI-14-2	591240	4092440	33.1	20.0	93.0	0.0	0.0	31.0	41.0	54.0	121.0
AI-15-2	594390	4093810	5.5	15.0	41.0	0.0	0.0	29.0	13.0	0.0	28.0
AI-16-2	601770	4105260	49.1	17.0	75.0	0.0	0.0	19.2	36.7	46.2	82.7
AI-17-2	604380	4116910	8.1	18.0	95.0	0.0	0.0	19.0	44.0	20.0	55.0
AI-18-2	608000	4125190	24.9	15.0	81.0	0.0	0.0	28.0	36.0	239.0	129.0
AI-19-2	606820	4128980	37.2	12.0	112.0	0.0	0.0	22.0	30.0	131.0	89.0
AI-20-2	609910	4129890	25.8	10.0	31.0	0.0	0.0	10.0	17.0	16.0	62.0
B. Maleza-1-2	513900	4072100	13.4	12.0	62.0	0.0	0.0	18.9	20.0	22.0	24.5
B. Maleza-2-2	513901	4072101	22.3	8.0	16.0	0.0	0.0	6.5	8.1	6.8	4.4
C. Canteras-1-2	533900	4068750	14.8	8.0	52.0	0.0	0.0	19.3	19.8	41.3	97.8
C. Canteras-2-2	533901	4068751	13.7	5.0	30.0	0.0	0.0	5.4	11.5	5.2	16.0
C. Canteras-3-2	533902	4068752	13.0	11.0	59.0	0.0	0.0	17.1	30.4	29.1	75.2
Carboneras-1-2	598325	4095825	15.2	10.0	56.0	0.0	0.0	9.9	17.1	57.9	51.1
Carboneras-2-2	598326	4095826	15.6	10.0	27.0	0.0	0.0	14.1	14.4	15.3	48.2
Carboneras-3-2	598327	4095827	8.4	8.0	25.0	0.0	0.0	16.6	15.2	19.9	11.0
Níjar-1-2	597975	4095525	184.0	36.0	59.0	0.0	2.0	417.4	14.5	4017.7	670.0
Níjar-2-2	597976	4095526	47.1	14.0	53.0	0.0	0.7	68.9	18.6	139.2	196.2
Níjar-3-2	597977	4095527	146.0	14.0	50.0	0.0	4.1	112.3	19.3	392.5	397.4
DERETIL-1-2	609175	4123650	37.7	12.0	117.0	0.0	0.0	24.5	33.4	162.9	151.7
DERETIL-2-2	609176	4123651	56.5	25.0	84.3	0.0	0.6	42.5	59.7	133.4	458.7
DERETIL-3-2	609177	4123652	44.3	17.0	113.0	0.0	0.4	50.6	49.2	203.2	142.9
Albox-1-2	575600	4137200	9.9	18.0	98.0	0.0	0.0	23.7	38.1	18.5	83.3
Albox-2-2	575601	4137201	11.3	21.0	122.0	0.0	0.0	3.4	43.0	6.2	88.8
RENFE-2	549291	4077115	31.3	14.0	91.0	0.0	0.0	47.5	35.5	125.0	119.9
H.H. Romero-2	549232	4078718	23.8	11.0	42.0	0.0	0.7	43.9	22.1	234.4	154.9

Anexo II  
Profundidad

MINERSA-1-2	512500	4082975	1370.0	11.0	26.0	24.0	14.9	68.0	24.0	25900.0	1655.7
MINERSA-2-2	512501	4082976	30.1	10.0	48.0	0.0	0.0	17.0	22.4	69.5	77.6
M. Gádor-2	549003	4079976	19.5	6.0	22.0	0.0	0.3	99.6	13.1	181.2	104.7
J. Cortés-2	548913	4078677	23.5	6.0	26.0	0.0	0.0	10.5	13.6	36.7	40.0
SEVILLANA-2	549834	4075630	26.8	13.0	74.0	0.0	0.4	27.4	35.4	43.4	106.5
973-1b-2	562805	4161099	10.0	14.0	66.0	0.0	0.0	16.7	40.5	19.2	64.5
973-2b-2	566135	4161137	4.0	5.0	12.0	0.0	0.0	3.3	6.9	15.1	17.3
973-3b-2	567267	4160858	12.1	13.0	74.0	0.0	0.0	20.2	32.9	33.0	68.1
973-4b-2	566314	4162090	6.0	8.0	37.0	0.0	0.0	4.9	16.1	23.0	18.6
994-1b-2	535782	4133030	9.9	12.0	62.0	0.0	0.4	18.3	34.9	12.3	79.7
1012-4b-2	530284	4118282	102.0	38.0	91.0	0.0	0.0	40.2	36.8	27.4	76.8
1012-7b-2	535502	4127156	31.8	13.0	76.0	0.0	0.0	31.5	47.9	21.7	106.4
1012-8b-2	536338	4129300	5.1	14.0	84.0	0.0	0.0	22.9	52.8	30.8	91.9
1012-9b-2	535657	4131455	10.8	7.0	29.0	0.0	0.0	20.7	15.4	4.7	0.0
1012-13b-2	534925	4115797	46.8	13.0	80.0	0.0	0.0	29.1	45.3	24.7	101.5
1015-1b-2	604417	4128295	9.4	10.0	63.0	0.0	0.0	24.6	24.9	31.3	44.3
1015-2b-2	697186	4128139	26.5	13.0	89.0	0.0	0.0	18.2	33.9	72.9	88.7
1015-3b-2	607026	4126527	38.9	16.0	105.0	0.0	1.3	46.1	37.7	1002.9	314.4
1015-4b-2	606723	4125968	12.5	11.0	69.0	0.0	0.0	21.6	32.8	306.1	195.0
1015-5b-2	607773	4124915	18.6	16.0	101.0	0.0	0.0	30.9	43.8	42.0	76.5
1015-6b-2	608240	4124036	37.5	19.0	103.0	0.0	0.8	36.7	48.1	145.0	420.6
1015-8b-2	604290	4116654	11.8	15.0	100.0	0.0	0.0	22.6	49.4	93.9	87.4
1015-12b-2	614058	4132538	50.4	19.0	83.0	0.0	0.0	24.4	57.5	49.2	117.2
1029-1b-2	519645	4111978	60.1	8.0	37.0	0.0	0.0	62.7	18.4	24.2	58.8
1029-4b-2	533476	4098928	23.3	12.0	64.0	0.0	0.0	31.7	26.3	53.7	82.8
1029-8b-2	531485	4107499	31.9	17.0	90.0	0.0	0.0	21.1	34.5	31.0	84.1
1029-10b-2	521132	4106347	33.4	15.0	89.0	0.0	0.0	19.8	42.6	26.2	72.0
1029-11b-2	523811	4101917	19.8	15.0	75.0	0.0	0.0	18.6	39.0	23.5	87.5
1029-12b-2	524472	4097059	123.0	12.0	56.0	0.0	0.0	23.2	30.1	16.0	56.5
1031-1b-2	589739	4111200	7.3	9.0	51.0	0.0	0.0	18.6	23.1	27.6	73.8
1031-2b-2	591511	4111317	11.4	7.0	46.0	0.0	0.0	15.7	21.9	58.5	101.2
1031-3b-2	593847	4111821	3.3	7.0	42.0	0.0	0.0	7.3	17.1	26.8	52.5
1031-4b-2	594616	4109079	7.0	6.0	33.0	0.0	0.0	19.0	19.3	46.6	68.5
1031-5b-2	594938	4107976	54.2	20.0	102.0	0.0	0.0	32.2	58.3	120.0	263.3
1031-6b-2	596208	4107243	60.5	21.0	105.0	0.0	0.0	25.6	50.5	117.7	262.5
1031-7b-2	596139	4106174	19.6	9.0	48.0	0.0	0.0	11.8	19.7	49.7	53.6
1031-8b-2	595813	4105740	20.1	17.0	100.0	0.0	0.0	2.3	51.8	23.8	90.6
1031-9b-2	595569	4104517	30.2	21.0	91.0	0.0	0.0	22.2	54.6	42.4	206.3
1031-10b-2	596845	4102253	33.0	24.0	100.0	0.0	2.1	28.1	71.5	302.1	1146.4
1031-11b-2	597786	4101248	25.8	24.0	95.0	0.0	0.0	23.1	53.9	42.4	893.5
1031-12b-2	599546	4101122	22.8	17.0	103.0	0.0	0.3	37.7	49.6	56.3	144.5
1031-13b-2	599661	4097605	16.6	8.0	38.0	0.0	0.0	5.6	17.5	26.9	67.3
1043-1b-2	506130	4081180	193.0	8.0	34.0	12.0	8.6	46.3	13.1	3477.1	1745.9
1043-2b-2	507112	4081633	55.6	16.0	59.0	2.0	0.0	28.1	23.0	107.7	49.0
1043-3b-2	507057	4082269	26.7	9.0	46.0	0.0	0.0	13.1	19.6	225.6	79.4
1043-5b-2	507287	4083846	143.0	30.0	97.0	0.0	0.9	106.3	48.4	292.9	163.3
1043-7b-2	508604	4084108	245.0	5.0	14.0	27.0	10.0	57.6	4.9	35820.6	5464.3
1044-1b-2	514652	4094247	38.9	11.0	58.0	0.0	0.0	30.6	30.0	34.6	64.4
1044-2b-2	515910	4095118	11.9	7.0	45.0	0.0	0.0	11.0	21.3	35.5	53.5
1044-3b-2	520000	4094414	11.0	8.0	44.0	0.0	0.0	17.6	21.6	38.1	73.8
1044-4b-2	521357	4093972	20.1	11.0	60.0	0.0	0.8	36.6	28.5	335.2	436.8
1044-5b-2	533277	4082938	16.0	10.0	47.0	0.0	0.0	30.4	23.5	1071.0	116.0
1044-6b-2	533093	4082584	19.6	8.0	46.0	0.0	0.0	21.5	24.2	5442.8	150.8
1044-7b-2	533346	4082297	18.7	10.0	53.0	0.0	0.0	20.8	24.2	101.1	57.0
1044-8b-2	534495	4080996	4.8	11.0	53.0	0.0	0.0	53.0	25.4	15.0	62.0
1044-12b-2	519209	4079592	79.3	23.0	101.0	0.0	0.0	40.1	63.1	176.3	335.7

Anexo II  
Profundidad

1044-18b-2	519067	4088544	48.1	12.0	102.0	0.0	0.0	37.5	46.0	60.3	125.6
1044-20b-2	527081	4094494	25.0	12.0	65.0	0.0	0.0	36.4	25.8	93.5	147.7
1044-22b-2	532747	4092424	22.7	11.0	57.0	0.0	0.0	68.0	22.9	62.0	93.4
1045-1b-2	558043	4077971	36.4	15.0	75.0	0.0	0.7	17.4	34.9	27.3	77.6
1045-2b-2	572168	4089835	15.7	9.0	37.0	0.0	0.0	11.9	16.7	41.8	36.1
1045-3b-2	570160	4092139	24.1	8.0	39.0	0.0	0.0	32.5	19.7	49.8	59.4
1045-4b-2	569933	4093988	21.0	8.0	37.0	0.0	0.0	17.5	16.3	92.5	54.3
1045-5b-2	569740	4094429	71.7	17.0	72.0	0.0	0.0	353.9	39.4	61.9	63.3
1045-6b-2	563229	4086165	43.8	12.0	76.0	0.0	0.3	32.3	38.4	68.2	140.0
1046-1b-2	585073	4079190	123.0	44.0	50.0	0.0	3.7	43.6	13.8	121.3	340.9
1046-2b-2	584412	4078727	83.4	5.0	45.0	0.0	0.0	35.9	15.3	295.7	102.4
1046-3b-2	582695	4078884	63.6	16.0	38.0	0.0	0.0	36.2	24.5	144.4	171.2
1046-4b-2	583790	407931	76.8	13.0	79.0	0.0	0.3	24.3	38.1	89.0	124.9
1046-5b-2	597764	4091278	9.7	6.0	28.0	0.0	0.0	4.1	10.4	23.1	15.1
1046-6b-2	596456	4088894	5.4	4.0	13.0	0.0	0.0	0.0	6.8	13.3	1.4
1046-8b-2	592981	4089637	13.4	10.0	32.0	0.0	0.0	11.5	17.1	28.5	23.2
1046-10b-2	596168	4096081	10.0	19.0	104.0	0.0	0.3	33.9	34.6	32.7	55.0
1046-12b-2	588131	4090588	12.6	8.0	31.0	0.0	0.0	7.6	18.4	17.5	41.3
1046-13b-2	584882	4087538	20.4	13.0	58.0	0.0	0.0	16.1	25.3	14.4	55.8
1046-14b-2	582718	4085405	8.6	5.0	22.0	0.0	0.0	16.3	4.9	20.0	18.3
1046-18b-2	575378	4086264	28.7	11.0	57.0	0.0	0.0	26.4	28.2	46.7	84.1
1046-19b-2	577164	4085154	15.1	13.0	51.0	0.0	0.0	16.0	19.1	47.6	67.2
1046-20b-2	574032	4084772	22.6	10.0	49.0	0.0	0.0	16.8	26.9	40.3	71.8
1046-21b-2	572032	4085783	23.1	11.0	55.0	0.0	0.4	21.9	32.8	29.8	72.6
1046-22b-2	573617	4081675	14.2	11.0	44.0	0.0	0.0	15.6	17.0	27.4	41.8
1046-23b-2	575068	4077710	31.8	12.0	57.0	0.0	0.0	17.8	24.5	55.3	88.1
1057-1b-2	490815	4067518	43.3	19.0	102.0	0.0	0.4	16.7	49.6	55.2	91.7
1057-2b-2	491451	4067522	16.5	17.0	76.0	0.0	0.0	21.2	44.7	59.8	94.0
1057-3b-2	495405	4067531	29.7	16.0	78.0	0.0	0.0	30.5	40.0	38.4	83.2
1057-4b-2	499602	4071641	17.5	17.0	96.0	0.0	0.0	22.1	47.3	29.8	73.3
1059-1b-2	568625	4073314	26.1	9.0	36.0	0.0	0.4	15.1	17.9	40.1	67.9
1059-2b-2	568981	4071968	22.9	14.0	66.0	0.0	0.0	18.2	38.7	41.7	85.5
1059-3b-2	568431	4070747	24.1	8.0	26.0	0.0	0.0	21.4	14.9	53.9	64.8
1059-4b-2	570943	4066214	42.8	12.0	31.0	0.0	0.0	24.0	15.5	230.4	189.0
1060-1b-2	572840	4064498	55.8	14.0	65.0	0.0	0.0	15.1	26.1	41.0	91.8
1060-2b-2	573926	4064871	32.6	7.0	12.0	0.0	0.0	104.0	10.2	71.0	75.4
1060-3b-2	576400	4074443	63.7	11.0	45.0	0.0	0.0	17.3	22.0	178.9	156.7
1060-4b-2	577999	4072881	54.8	11.0	42.0	0.0	0.0	45.2	19.3	76.2	124.8
1060-5b2	579600	4071176	13.7	15.0	40.0	0.0	0.0	16.8	12.1	94.5	96.4
1060-6b-2	578127	4067718	34.3	15.0	29.0	0.0	0.0	23.3	14.8	139.5	200.3
1060-7b-2	576600	4066134	41.1	16.0	29.0	0.0	0.0	15.5	10.9	49.7	99.7
1060-8b-2	581533	4074032	53.3	17.0	72.0	0.0	0.0	98.4	24.5	40.6	72.2
1060-9b-2	585067	4075952	109.0	14.0	64.0	0.0	0.0	19.0	23.8	102.1	247.1
1060-10b-2	585462	4077624	13.3	15.0	34.0	0.0	0.0	59.1	16.4	5.8	42.8

Anexo III

ref.	longitud	latitud	As	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	13.1	C. Alpujárride	arenisca	6	16	13.2	13.2	0.0	0.0
68	509396	4083639	136.0	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	34	97.6		120.2	88.3
73	533346	4082297	16.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	17	15.9	15.9	0.0	0.0
69	512936	4076631	30.6	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	27	30.4		14.8	48.2
78	543490	4086500	30.3	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	27	30.4		14.5	47.7
70	523200	4093400	86.4	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	34	97.6		45.6	52.7
75	522018	4084367	99.4	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	34	97.6		58.6	58.9
74	540345	4079144	196.0	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	35	205.0		155.2	79.2
76	516326	4082789	38.9	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	31	40.8	40.8	0.0	0.0
24	550300	4139300	9.4	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	10	9.4	9.4	0.0	0.0
18	567267	4160858	12.9	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	16	13.2		3.5	27.1
21	556000	4147800	19.7	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	20	19.7	19.7	0.0	0.0
67	503200	4083300	36.3	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	30	36.4		16.6	45.7
29	591500	4134800	19.7	C. Alpujárride	conglomerado	7	20	19.7		9.7	49.2
87	502130	4076000	19.3	C. Alpujárride	conglomerado	5	19	19.2		9.3	48.2
22	570300	4146300	20.6	C. Alpujárride	conglomerado	5	21	20.3		10.6	51.5
42	594000	4128700	10.0	C. Alpujárride	conglomerado	4	12	10.0	10.0	0.0	0.0
91	497677	4074975	12.5	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	15	12.6		1.4	11.2
16	583200	4154500	15.0	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	17	15.9		3.9	26.0
51	500100	4099100	31.7	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	28	31.8		20.6	65.0
17	562805	4161099	10.8	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	14	11.1	11.1	0.0	0.0
15	588600	4156300	16.9	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	18	17.4	17.4	0.0	0.0
89	490815	4067518	36.3	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	30	36.4		31.6	87.1
50	504700	4098400	23.0	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	23	22.9		18.3	79.6
90	495405	4067531	24.7	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	25	25.0		20.0	81.0
11	560400	4155400	40.9	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	31	40.8		36.2	88.5
12	570700	4154600	4.7	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	3	4.7	4.7	0.0	0.0
23	566600	4135900	6.2	C. Alpujárride	margas	6	5	6.1	6.1	0.0	0.0
25	596800	4140300	13.4	C. Alpujárride	margocalizas	4	16	13.2		6.6	49.3



Anexo III

14	574100	4165300	6.9	C. Maláguide	margas	3	6	6.8	6.8	0.0	0.0
13	583300	4165900	18.0	C. Maláguide	margas	3	18	17.4		11.2	62.2
66	509200	4092600	22.7	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	23	22.9		11.6	51.1
36	535657	4131455	24.7	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	25	25.0		13.6	55.1
31	541800	4128300	10.9	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	14	11.1	11.1	0.0	0.0
43	583600	4121100	8.8	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	9	8.5	8.5	0.0	0.0
45	574300	4125400	8.5	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	9	8.5	8.5	0.0	0.0
55	533476	4098928	23.9	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	24	24.0	24.0	0.0	0.0
59	556900	4106700	27.2	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	26	27.6		3.2	11.8
65	597786	4101248	30.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	27	30.4		26.7	88.2
39	570900	4117300	3.5	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	2	3.6	3.6	0.0	0.0
41	549100	4124200	5.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	4	5.3		1.7	31.7
37	564000	4126400	8.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	9	8.5		4.6	56.2
52	515279	4107520	22.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	22	21.8		18.7	84.0
40	542800	4118700	31.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	28	31.8		27.2	85.3
33	523897	4117639	37.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	30	36.4		32.6	87.4
35	533016	4125062	56.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	33	54.2		51.4	91.6
34	530284	4118282	76.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	34	97.6		71.6	93.8
80	569740	4094429	90.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	34	97.6		85.4	94.8
58	523811	4101917	21.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	22	21.8		16.6	77.9
62	551800	4112300	33.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	29	33.5		28.9	86.0
38	562800	4117700	4.7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	3	4.7	4.7	0.0	0.0
56	537961	4112158	16.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	17	15.9	15.9	0.0	0.0
106	601770	4105260	52.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	33	54.2		45.9	88.2
53	522860	4109880	28.3	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	26	27.6		22.2	78.3
44	584800	4128600	5.9	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	5	6.1	6.1	0.0	0.0
88	510700	4064400	25.6	D. Postorogénicas	arenas	3	25	25.0	25.0	0.0	0.0
96	568981	4071968	35.9	D. Postorogénicas	arenas	4	30	36.4		10.9	30.4
103	562960	4076490	214.0	D. Postorogénicas	arenas	4	35	205.0		189.0	88.3
83	582718	4085405	8.2	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	9	8.5		1.4	17.1

Anexo III

4	564000	4185900	6.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	6	6.8	6.8	0.0	0.0
19	537000	4141100	17.2	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	18	17.4	17.4	10.4	60.5
20	533400	4136500	36.1	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	30	36.4	36.4	0.0	0.0
82	597764	4091278	9.4	D. Postorogénicas	conglomerado	8	10	9.4	9.4	1.8	19.1
77	532747	4092424	21.7	D. Postorogénicas	conglomerado	7	22	21.8	21.8	14.1	65.0
26	594800	4146700	7.6	D. Postorogénicas	conglomerado	5	8	7.6	7.6	0.0	0.0
92	536650	4073300	8.4	D. Postorogénicas	conglomerado	5	9	8.5	8.5	0.8	9.5
46	604417	4128295	10.0	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	10.0	10.0	2.4	24.0
85	574032	4084772	24.1	D. Postorogénicas	conglomerado	5	24	24.0	24.0	16.5	68.5
94	520110	4071430	29.9	D. Postorogénicas	conglomerado	5	27	30.4	30.4	22.3	74.6
32	514558	4116160	36.5	D. Postorogénicas	conglomerado	5	30	36.4	36.4	28.9	79.2
28	577900	4136200	9.7	D. Postorogénicas	conglomerado	4	11	9.7	9.7	2.1	21.6
104	585030	4093540	19.1	D. Postorogénicas	conglomerado	4	19	19.2	19.2	11.5	60.2
105	591240	4092440	30.2	D. Postorogénicas	conglomerado	4	27	30.4	30.4	0.0	0.0
101	578200	4111600	40.5	D. Postorogénicas	conglomerado	4	31	40.8	40.8	10.1	25.0
84	573642	4089533	48.9	D. Postorogénicas	conglomerado	4	32	47.2	47.2	41.3	84.5
95	531300	4066500	16.1	D. Postorogénicas	conglomerado	3	17	15.9	15.9	8.5	52.8
99	547660	4092240	20.0	D. Postorogénicas	conglomerado	3	21	20.3	20.3	12.4	62.0
71	538240	4092660	27.5	D. Postorogénicas	conglomerado	3	26	27.6	27.6	19.9	72.4
54	537197	4102850	43.0	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	31	40.8	40.8	22.7	52.9
49	614058	4132538	47.2	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	32	47.2	47.2	26.9	57.1
61	554500	4101700	20.2	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	21	20.3	20.3	0.0	0.0
47	698905	4123562	22.0	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	22	21.8	21.8	0.0	0.0
79	553500	4089400	12.7	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	15	12.6	12.6	2.1	16.7
57	531485	4107499	31.1	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	27	30.4	30.4	20.6	66.1
27	580600	4144500	10.6	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	13	10.6	10.6	0.0	0.0
63	582800	4104700	8.3	D. Postorogénicas	margas	7	9	8.5	8.5	2.2	26.1
81	563229	4086165	45.3	D. Postorogénicas	margas	6	32	47.2	47.2	39.2	86.5
5	566100	4178500	6.0	D. Postorogénicas	margas	3	5	6.1	6.1	0.0	0.0
64	593847	4111821	6.4	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	5	6.1	6.1	0.3	4.2

Anexo III

30	608600	4142200	9.6	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	11	9.7	3.5	36.1
60	570900	4102100	9.1	D. Postorogénicas	margocalizas	6	9	8.5	3.0	32.6
48	604290	4116654	11.2	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	14	11.1	0.1	0.9
102	553700	4076500	27.5	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	26	27.6	16.4	59.6
93	525960	4060830	11.5	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	14	11.1	0.0	0.0
97	576600	4066134	47.4	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	32	47.2	13.9	29.3
86	575068	4077710	33.4	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	29	33.5	0.0	0.0
98	581533	4074032	54.6	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	33	54.2	0.0	0.0
100	562780	4104590	13.3	D. Postorogénicas	yesos	7	16	13.2	0.0	0.0
7	586300	4182800	7.3	Subbético	calizas y dolomías	7	7	7.3	0.0	0.0
8	582300	4178900	7.6	Subbético	calizas y dolomías	6	8	7.6	0.0	0.0
2	578680	4189100	3.6	Subbético	conglomerado	6	2	3.6	0.5	12.5
9	577300	4173400	3.2	Subbético	margas	6	1	3.2	0.1	1.6
3	587500	4191100	10.5	Subbético	margas	6	13	10.6	7.4	70.0
10	572100	4180600	3.1	Subbético	margas	4	1	3.2	0.0	0.0
1	568560	4192300	5.4	Subbético	margas	4	4	5.3	2.3	41.7
6	564200	4173000	7.2	Subbético	margas	4	7	7.3	4.1	56.3

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Co	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	7	C. Alpujarride	arenisca	6	5	7	7	0	0.0
76	516326	4082789	15	C. Alpujarride	calizas y dolomías	3	13	15	15	0	0.0
74	540345	4079144	23	C. Alpujarride	calizas y dolomías	5	20	23		8	34.8
70	523200	4093400	10	C. Alpujarride	calizas y dolomías	6	8	10	10	0	0.0
73	533346	4082297	10	C. Alpujarride	calizas y dolomías	6	8	10		0	0.0
78	543490	4086500	13	C. Alpujarride	calizas y dolomías	6	11	13		3	23.1
69	512936	4076631	15	C. Alpujarride	calizas y dolomías	6	13	15		5	33.3
75	522018	4084367	25	C. Alpujarride	calizas y dolomías	6	22	25		15	60.0
68	509396	4083639	8	C. Alpujarride	calizas y dolomías	8	6	8	8	0	0.0
21	556000	4147800	10	C. Alpujarride	coluvio calcáreo	4	8	10	10	0	0.0
67	503200	4083300	11	C. Alpujarride	coluvio calcáreo	4	9	11		1	9.1
24	550300	4139300	8	C. Alpujarride	coluvio calcáreo	5	6	8	8	0	0.0
18	567267	4160858	13	C. Alpujarride	coluvio calcáreo	5	11	13		5	38.5
42	594000	4128700	7	C. Alpujarride	conglomerado	4	5	7	7	0	0.0
87	502130	4076000	13	C. Alpujarride	conglomerado	5	11	13		6	46.2
22	570300	4146300	17	C. Alpujarride	conglomerado	5	15	17		10	58.8
29	591500	4134800	13	C. Alpujarride	conglomerado	7	11	13		6	46.2
15	588600	4156300	21	C. Alpujarride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	19	21	21	0	0.0
17	562805	4161099	13	C. Alpujarride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	11	13	13	0	0.0
51	500100	4099100	9	C. Alpujarride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	7	9	9	0	0.0
16	583200	4154500	21	C. Alpujarride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	19	21		12	57.1
91	497677	4074975	19	C. Alpujarride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	17	19		10	52.6
12	570700	4154600	20	C. Alpujarride	esquistos calcáreos	3	18	20	20	0	0.0
11	560400	4155400	24	C. Alpujarride	esquistos calcáreos	4	21	24		4	16.7
90	495405	4067531	14	C. Alpujarride	esquistos calcáreos	6	12	14	14	0	0.0
50	504700	4098400	3	C. Alpujarride	esquistos calcáreos	7	1	3	3	0	0.0
89	490815	4067518	13	C. Alpujarride	esquistos calcáreos	8	11	13		10	76.9
23	566600	4135900	6	C. Alpujarride	margas	6	4	6	6	0	0.0
25	596800	4140300	12	C. Alpujarride	margocalizas	4	10	12	12	0	0.0

Anexo III

13	583300	4165900	13	C. Maláguide	margas	3	11	13	13	0	0.0
14	574100	4165300	13	C. Maláguide	margas	3	11	13		0	0.0
31	541800	4128300	23	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	20	23	23	0	0.0
36	535657	4131455	7	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	5	7	7	0	0.0
66	509200	4092600	15	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	13	15		8	53.3
43	583600	4121100	17	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	15	17	17	0	0.0
59	556900	4106700	18	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	16	18	18	0	0.0
55	533476	4098928	12	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	10	12	12	0	0.0
45	574300	4125400	21	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	19	21		9	42.9
56	537961	4112158	7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	5	7	7	0	0.0
38	562800	4117700	10	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	8	10		3	30.0
58	523811	4101917	15	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	13	15		8	53.3
62	551800	4112300	19	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	17	19		12	63.2
33	523897	4117639	15	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	13	15		8	53.3
40	542800	4118700	19	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	17	19		12	63.2
80	569740	4094429	20	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	18	20		13	65.0
35	533016	4125062	23	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	20	23		16	69.6
34	530284	4118282	26	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	23	26		19	73.1
39	570900	4117300	15	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	13	15		8	53.3
41	549100	4124200	16	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	14	16		9	56.3
52	515279	4107520	19	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	17	19		12	63.2
37	564000	4126400	37	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	25	37		30	81.1
65	597786	4101248	25	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	22	25		18	72.0
44	584800	4128600	11	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	9	11	11	0	0.0
53	522860	4109880	16	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	14	16		5	31.3
106	601770	4105260	20	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	18	20		9	45.0
88	510700	4064400	13	D. Postorogénicas	arenas	3	11	13	13	0	0.0
96	568981	4071968	10	D. Postorogénicas	arenas	4	8	10	10	0	0.0
103	562960	4076490	19	D. Postorogénicas	arenas	4	17	19		9	47.4
4	564000	4185900	8	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	6	8	8	0	0.0

Anexo III

19	537000	4141100	12	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	10	12	4	33.3
83	582718	4085405	5	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	3	5	0	0.0
20	533400	4136500	13	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	11	13	0	0.0
95	531300	4066500	8	D. Postorogénicas	conglomerado	3	6	8	0	0.0
71	538240	4092660	9	D. Postorogénicas	conglomerado	3	7	9	1	11.1
99	547660	4092240	10	D. Postorogénicas	conglomerado	3	8	10	2	20.0
28	577900	4136200	11	D. Postorogénicas	conglomerado	4	9	11	3	27.3
84	573642	4089533	14	D. Postorogénicas	conglomerado	4	12	14	6	42.9
104	585030	4093540	14	D. Postorogénicas	conglomerado	4	12	14	6	42.9
101	578200	4111600	20	D. Postorogénicas	conglomerado	4	18	20	12	60.0
105	591240	4092440	20	D. Postorogénicas	conglomerado	4	18	20	12	60.0
26	594800	4146700	10	D. Postorogénicas	conglomerado	5	8	10	2	20.0
92	536650	4073300	10	D. Postorogénicas	conglomerado	5	8	10	2	20.0
46	604417	4128295	11	D. Postorogénicas	conglomerado	5	9	11	3	27.3
85	574032	4084772	13	D. Postorogénicas	conglomerado	5	11	13	5	38.5
94	520110	4071430	14	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	14	6	42.9
32	514558	4116160	15	D. Postorogénicas	conglomerado	5	13	15	7	46.7
77	532747	4092424	9	D. Postorogénicas	conglomerado	7	7	9	1	11.1
82	597764	4091278	4	D. Postorogénicas	conglomerado	8	2	4	0	0.0
47	698905	4123562	19	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	17	19	0	0.0
61	554500	4101700	12	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	10	12	0	0.0
49	614058	4132538	20	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	18	20	8	40.0
54	537197	4102850	34	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	24	34	22	64.7
27	580600	4144500	17	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	15	17	0	0.0
79	553500	4089400	10	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	8	10	0	0.0
57	531485	4107499	17	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	15	17	7	41.2
5	566100	4178500	5	D. Postorogénicas	margas	3	3	5	0	0.0
81	563229	4086165	14	D. Postorogénicas	margas	6	12	14	9	64.3
63	582800	4104700	11	D. Postorogénicas	margas	7	9	11	6	54.5
30	608600	4142200	10	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	8	10	5	50.0

Anexo III

64	593847	4111821	6	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	4	6	1	16.7
60	570900	4102100	9	D. Postorogénicas	margocalizas	6	7	9	4	44.4
93	525960	4060830	7	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	5	7	0	0.0
102	553700	4076500	13	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	11	13	6	46.2
48	604290	4116654	17	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	15	17	10	58.8
86	575068	4077710	13	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	11	13	0	0.0
97	576600	4066134	15	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	13	15	0	0.0
98	581533	4074032	17	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	15	17	0	0.0
100	562780	4104590	10	D. Postorogénicas	yesos	7	8	10	0	0.0
8	582300	4178900	6	Subbético	calizas y dolomías	6	4	6	0	0.0
7	586300	4182800	11	Subbético	calizas y dolomías	7	9	11	5	45.5
2	578680	4189100	5	Subbético	conglomerado	6	3	5	0	0.0
1	568560	4192300	5	Subbético	margas	4	3	5	0	0.0
10	572100	4180600	6	Subbético	margas	4	4	6	1	16.7
6	564200	4173000	7	Subbético	margas	4	5	7	2	28.6
9	577300	4173400	4	Subbético	margas	6	2	4	0	0.0
3	587500	4191100	20	Subbético	margas	6	18	20	16	80.0

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Cr	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	48	C. Alpujárride	arenisca	6	14	48.4	48.4	0.0	0.0
76	516326	4082789	67	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	22	67.0	67.0	0.0	0.0
74	540345	4079144	117	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	31	114.7		50.0	42.7
73	533346	4082297	50	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	14	48.4	48.4	0.0	0.0
70	523200	4093400	64	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	20	64.3		15.6	24.4
78	543490	4086500	65	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	20	64.3		16.6	25.5
69	512936	4076631	71	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	23	71.0		22.6	31.8
75	522018	4084367	123	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	32	125.5		74.6	60.7
68	509396	4083639	42	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	9	42.0	42.0	0.0	0.0
67	503200	4083300	43	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	10	43.0	43.0	0.0	0.0
21	556000	4147800	48	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	14	48.4		5.0	10.4
24	550300	4139300	35	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	6	35.3	35.3	0.0	0.0
18	567267	4160858	76	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	25	76.6		40.7	53.5
42	594000	4128700	24	C. Alpujárride	conglomerado	4	4	24.0	24.0	0.0	0.0
87	502130	4076000	61	C. Alpujárride	conglomerado	5	19	61.3		37.0	60.7
22	570300	4146300	76	C. Alpujárride	conglomerado	5	25	76.6		52.0	68.4
29	591500	4134800	53	C. Alpujárride	conglomerado	7	15	52.5		29.0	54.7
15	588600	4156300	113	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	31	114.7	114.7	0.0	0.0
17	562805	4161099	64	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	20	64.3	64.3	0.0	0.0
51	500100	4099100	66	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	21	66.0		1.8	2.7
16	583200	4154500	129	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	32	125.5		64.8	50.2
91	497677	4074975	96	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	29	97.5		31.8	33.1
12	570700	4154600	89	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	28	90.8	90.8	0.0	0.0
11	560400	4155400	126	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	32	125.5		35.2	27.9
90	495405	4067531	66	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	21	66.0	66.0	0.0	0.0
50	504700	4098400	90	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	28	90.8		24.0	26.7
89	490815	4067518	46	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	12	46.0	46.0	0.0	0.0
23	566600	4135900	64	C. Alpujárride	margas	6	20	64.3		7.8	12.2
25	596800	4140300	67	C. Alpujárride	margocalizas	4	22	67.0		10.8	16.1



Anexo III

14	574100	4165300	56	C. Maláguide	margas	3	17	56.2	56.2	56.2	0.0	0.0
13	583300	4165900	70	C. Maláguide	margas	3	23	71.0	71.0	13.8	19.7	0.0
31	541800	4128300	107	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	30	107.8	107.8	0.0	0.0	0.0
36	535657	4131455	31	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	5	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
66	509200	4092600	75	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	24	74.7	74.7	45.0	60.0	0.0
43	583600	4121100	99	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	29	97.5	97.5	0.0	0.0	0.0
59	556900	4106700	56	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	17	56.2	56.2	0.0	0.0	0.0
55	533476	4098928	72	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	23	71.0	71.0	0.0	0.0	0.0
45	574300	4125400	74	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	24	74.7	74.7	17.8	24.1	0.0
56	537961	4112158	42	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	9	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
38	562800	4117700	40	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	8	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0
58	523811	4101917	80	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	26	81.0	81.0	40.0	50.0	0.0
62	551800	4112300	85	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	27	86.3	86.3	45.0	52.9	0.0
33	523897	4117639	78	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	25	76.6	76.6	38.0	48.7	0.0
80	569740	4094429	76	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	25	76.6	76.6	36.0	47.4	0.0
35	533016	4125062	87	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	27	86.3	86.3	47.0	54.0	0.0
34	530284	4118282	96	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	29	97.5	97.5	56.0	58.3	0.0
40	542800	4118700	96	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	29	97.5	97.5	56.0	58.3	0.0
39	570900	4117300	43	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	10	43.0	43.0	3.0	7.0	0.0
41	549100	4124200	101	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	29	97.5	97.5	61.0	60.4	0.0
52	515279	4107520	106	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	30	107.8	107.8	66.0	62.3	0.0
37	564000	4126400	124	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	32	125.5	125.5	84.0	67.7	0.0
65	597786	4101248	110	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	30	107.8	107.8	70.0	63.6	0.0
44	584800	4128600	57	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	17	56.2	56.2	0.0	0.0	0.0
53	522860	4109880	86	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	27	86.3	86.3	29.8	34.7	0.0
106	601770	4105260	82	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	26	81.0	81.0	25.8	31.5	0.0
88	510700	4064400	48	D. Postorogénicas	arenas	3	14	48.4	48.4	0.0	0.0	0.0
96	568981	4071968	47	D. Postorogénicas	arenas	4	13	47.0	47.0	0.0	0.0	0.0
103	562960	4076490	91	D. Postorogénicas	arenas	4	28	90.8	90.8	44.0	48.4	0.0
4	564000	4185900	40	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	8	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0

Anexo III

19	537000	4141100	60	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	18	59.8		20.0	33.3
83	582718	4085405	22	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	3	22.0	22.0	0.0	0.0
20	533400	4136500	77	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	25	76.6	76.6	0.0	0.0
99	547660	4092240	39	D. Postorogénicas	conglomerado	3	7	39.0	39.0	0.0	0.0
95	531300	4066500	47	D. Postorogénicas	conglomerado	3	13	47.0		8.0	17.0
71	538240	4092660	56	D. Postorogénicas	conglomerado	3	17	56.2		17.0	30.4
84	573642	4089533	48	D. Postorogénicas	conglomerado	4	14	48.4		9.0	18.8
28	577900	4136200	52	D. Postorogénicas	conglomerado	4	15	52.5		13.0	25.0
104	585030	4093540	54	D. Postorogénicas	conglomerado	4	16	54.3		15.0	27.8
101	578200	4111600	67	D. Postorogénicas	conglomerado	4	22	67.0		28.0	41.8
105	591240	4092440	97	D. Postorogénicas	conglomerado	4	29	97.5		58.0	59.8
32	514558	4116160	45	D. Postorogénicas	conglomerado	5	11	45.0		6.0	13.3
85	574032	4084772	46	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	46.0		7.0	15.2
92	536650	4073300	46	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	46.0		7.0	15.2
26	594800	4146700	54	D. Postorogénicas	conglomerado	5	16	54.3		15.0	27.8
94	520110	4071430	59	D. Postorogénicas	conglomerado	5	18	59.8		20.0	33.9
46	604417	4128295	71	D. Postorogénicas	conglomerado	5	23	71.0		32.0	45.1
77	532747	4092424	60	D. Postorogénicas	conglomerado	7	18	59.8		21.0	35.0
82	597764	4091278	19	D. Postorogénicas	conglomerado	8	1	19.0	19.0	0.0	0.0
47	698905	4123562	147	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	33	147.0	147.0	0.0	0.0
61	554500	4101700	54	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	16	54.3	54.3	0.0	0.0
49	614058	4132538	87	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	27	86.3		32.8	37.6
54	537197	4102850	114	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	31	114.7		59.8	52.4
27	580600	4144500	81	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	26	81.0	81.0	0.0	0.0
57	531485	4107499	89	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	28	90.8		8.0	9.0
79	553500	4089400	94	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	28	90.8		13.0	13.8
5	566100	4178500	20	D. Postorogénicas	margas	3	2	20.0	20.0	0.0	0.0
81	563229	4086165	75	D. Postorogénicas	margas	6	24	74.7		55.0	73.3
63	582800	4104700	60	D. Postorogénicas	margas	7	18	59.8		40.0	66.7
30	608600	4142200	62	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	19	61.3		42.0	67.7

Anexo III

64	593847	4111821	45	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	11	45.0		25.0	55.6
60	570900	4102100	43	D. Postorogénicas	margocalizas	6	10	43.0		23.0	53.5
93	525960	4060830	28	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	5	30.0	30.0	0.0	0.0
102	553700	4076500	56	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	17	56.2		26.0	46.4
48	604290	4116654	108	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	30	107.8		78.0	72.2
86	575068	4077710	55	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	16	54.3	54.3	0.0	0.0
97	576600	4066134	24	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	4	24.0	24.0	0.0	0.0
98	581533	4074032	32	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	5	30.0	30.0	0.0	0.0
100	562780	4104590	37	D. Postorogénicas	yesos	7	6	35.3	35.3	0.0	0.0
8	582300	4178900	34	Subbético	calizas y dolomías	6	6	35.3	35.3	0.0	0.0
7	586300	4182800	61	Subbético	calizas y dolomías	7	19	61.3		25.7	42.1
2	578680	4189100	29	Subbético	conglomerado	6	5	30.0			0.0
1	568560	4192300	24	Subbético	margas	4	4	24.0	24.0	0.0	0.0
10	572100	4180600	30	Subbético	margas	4	5	30.0		6.0	20.0
6	564200	4173000	39	Subbético	margas	4	7	39.0		15.0	38.5
9	577300	4173400	20	Subbético	margas	6	2	20.0	2.0	0.0	0.0
3	587500	4191100	92	Subbético	margas	6	28	90.8		72.0	78.3

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Cu	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	14.6	C. Alpujárride	arenisca	6	12	14.6	14.6	0.0	0.0
68	509396	4083639	81.2	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	38	80.9		65.1	80.2
73	533346	4082297	16.0	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	15	16.1	16.1	0.0	0.0
78	543490	4086500	22.0	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	21	22.2		5.9	26.8
69	512936	4076631	22.8	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	22	22.9		6.7	29.3
70	523200	4093400	31.2	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	32	31.3		15.1	48.4
75	522018	4084367	34.7	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	34	34.7		18.6	53.6
74	540345	4079144	80.6	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	38	80.9		48.4	60.0
76	516326	4082789	32.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	33	32.3	32.3	0.0	0.0
24	550300	4139300	9.0	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	3	9.2	9.2	0.0	0.0
18	567267	4160858	21.3	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	19	21.2		12.1	56.9
21	556000	4147800	17.0	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	16	17.0	17.0	0.0	0.0
67	503200	4083300	26.5	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	26	26.4		9.4	35.6
29	591500	4134800	30.2	C. Alpujárride	conglomerado	7	31	30.3		19.3	63.9
22	570300	4146300	28.2	C. Alpujárride	conglomerado	5	28	28.3		17.3	61.3
87	502130	4076000	48.4	C. Alpujárride	conglomerado	5	37	50.9		37.5	77.5
42	594000	4128700	10.7	C. Alpujárride	conglomerado	4	6	10.9	10.9	0.0	0.0
91	497677	4074975	23.8	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	24	24.2		7.6	32.2
51	500100	4099100	21.0	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	19	21.2		4.9	23.3
16	583200	4154500	27.1	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	27	27.4		11.0	40.5
17	562805	4161099	16.5	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	15	16.1	16.1	0.0	0.0
15	588600	4156300	29.9	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	30	30.0	30.0	0.0	0.0
89	490815	4067518	13.7	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	11	13.6	13.6	0.0	0.0
50	504700	4098400	25.8	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	25	25.6		3.6	14.1
90	495405	4067531	22.1	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	21	22.2	22.2	0.0	0.0
11	560400	4155400	42.8	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	36	42.0		6.4	15.1
12	570700	4154600	36.7	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	35	36.3	36.3	0.0	0.0
23	566600	4135900	11.0	C. Alpujárride	esquistos calcáreos margas	6	6	10.9	10.9	0.0	0.0
25	596800	4140300	24.4	C. Alpujárride	margocalizas	4	24	24.2		7.3	30.1

Anexo III

13	583300	4165900	16.8	C. Maláguide	margas	3	16	17.0	17.0	0.0	0.0
14	574100	4165300	34.4	C. Maláguide	margas	3	34	34.7		17.4	50.5
66	509200	4092600	26.3	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	26	26.4		12.6	48.1
36	535657	4131455	13.6	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	11	13.6	13.6	0.0	0.0
31	541800	4128300	18.2	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	17	18.7	18.7	0.0	0.0
43	583600	4121100	16.2	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	15	16.1	16.1	0.0	0.0
45	574300	4125400	9.1	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	3	9.2	9.2	0.0	0.0
55	533476	4098928	33.0	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	33	32.3		23.8	72.1
59	556900	4106700	28.4	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	28	28.3	28.3	0.0	0.0
65	597786	4101248	12.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	9	12.1		2.0	16.7
39	570900	4117300	11.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	7	11.4		1.2	10.8
37	564000	4126400	13.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	10	12.9		2.9	22.2
41	549100	4124200	23.5	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	23	23.4		13.4	57.0
52	515279	4107520	23.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	23	23.4		13.2	56.7
33	523897	4117639	24.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	24	24.2		14.1	58.2
35	533016	4125062	24.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	24	24.2		13.9	57.9
34	530284	4118282	31.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	32	31.3		21.2	67.7
40	542800	4118700	31.7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	33	32.3		21.6	68.1
80	569740	4094429	162.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	39	162.6		152.5	93.8
58	523811	4101917	22.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	21	22.2		12.2	54.7
62	551800	4112300	29.5	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	29	29.5		19.4	65.8
38	562800	4117700	10.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	4	10.1	10.1	0.0	0.0
56	537961	4112158	11.7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	8	11.7	11.7	0.0	0.0
106	601770	4105260	36.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	35	36.3		19.9	55.2
53	522860	4109880	35.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	34	34.7		18.9	54.0
44	584800	4128600	16.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	15	16.1	16.1	0.0	0.0
88	510700	4064400	12.0	D. Postorogénicas	arenas	3	9	12.1	12.1	0.0	0.0
96	568981	4071968	15.9	D. Postorogénicas	arenas	4	15	16.1	16.1	0.0	0.0
103	562960	4076490	30.4	D. Postorogénicas	arenas	4	31	30.3		14.3	47.0
83	582718	4085405	2.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	1	2.6	2.6	0.0	0.0

Anexo III

19	537000	4141100	11.8	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	8	11.7	11.7	0.0	0.0
4	564000	4185900	13.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	11	13.6		2.0	14.4
20	533400	4136500	46.8	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	37	50.9	50.9	0.0	0.0
82	597764	4091278	2.5	D. Postorogénicas	conglomerado	8	1	2.6	2.6	0.0	0.0
77	532747	4092424	57.6	D. Postorogénicas	conglomerado	7	37	50.9		47.1	81.8
26	594800	4146700	10.5	D. Postorogénicas	conglomerado	5	5	10.5		0.0	0.1
92	536650	4073300	12.0	D. Postorogénicas	conglomerado	5	9	12.1		1.6	12.9
46	604417	4128295	17.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	16	17.0		6.9	39.6
94	520110	4071430	23.0	D. Postorogénicas	conglomerado	5	22	22.9		12.5	54.5
85	574032	4084772	30.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	31	30.3		19.9	65.5
32	514558	4116160	41.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	36	42.0		30.8	74.6
104	585030	4093540	13.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	10	12.9		2.5	19.5
28	577900	4136200	15.1	D. Postorogénicas	conglomerado	4	13	15.1		4.7	30.8
84	573642	4089533	27.6	D. Postorogénicas	conglomerado	4	27	27.4		17.1	62.0
101	578200	4111600	29.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	29	29.5		18.5	63.9
105	591240	4092440	30.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	30	30.0		19.5	65.1
95	531300	4066500	10.5	D. Postorogénicas	conglomerado	3	5	10.5	10.5	0.0	0.0
71	538240	4092660	12.8	D. Postorogénicas	conglomerado	3	10	12.9		2.3	17.9
99	547660	4092240	15.0	D. Postorogénicas	conglomerado	3	13	15.1		4.5	30.2
54	537197	4102850	29.6	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	29	29.5		4.0	13.5
49	614058	4132538	25.4	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	25	25.6	25.6	0.0	0.0
61	554500	4101700	30.0	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	30	30.0		0.5	1.7
47	698905	4123562	29.8	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	29	29.5	29.5	0.0	0.0
79	553500	4089400	6.4	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	2	6.3	6.4	0.0	0.0
57	531485	4107499	20.6	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	18	20.5		14.2	69.2
27	580600	4144500	18.9	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	17	18.7	18.7	0.0	0.0
63	582800	4104700	21.9	D. Postorogénicas	margas	7	20	21.9		15.5	71.0
81	563229	4086165	27.7	D. Postorogénicas	margas	6	27	27.4		21.3	77.1
5	566100	4178500	6.3	D. Postorogénicas	margas	3	2	6.3		0.0	-0.2
64	593847	4111821	9.9	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	4	10.1		3.5	35.6

Anexo III

30	608600	4142200	10.2	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	4	10.1	3.9	37.8
60	570900	4102100	11.6	D. Postorogénicas	margocalizas	6	8	11.7	5.3	45.3
102	553700	4076500	19.0	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	17	18.7	9.8	51.6
48	604290	4116654	23.3	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	23	23.4	14.1	60.6
93	525960	4060830	9.2	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	3	9.2	0.0	0.0
97	576600	4066134	15.3	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	14	15.3	0.0	0.0
86	575068	4077710	24.7	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	24	24.2	0.0	0.0
98	581533	4074032	14.6	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	12	14.6	0.0	0.0
100	562780	4104590	11.0	D. Postorogénicas	yesos	7	6	10.9	0.0	0.0
7	586300	4182800	21.9	Subbético	calizas y dolomías	7	20	21.9	10.5	48.1
8	582300	4178900	11.4	Subbético	calizas y dolomías	6	7	11.4	0.0	0.0
2	578680	4189100	11.8	Subbético	conglomerado	6	8	11.7	0.0	0.0
9	577300	4173400	10.3	Subbético	margas	6	4	10.1	1.1	10.9
3	587500	4191100	20.5	Subbético	margas	6	18	20.5	11.3	55.1
1	568560	4192300	9.4	Subbético	margas	4	3	9.2	0.0	0.0
10	572100	4180600	10.1	Subbético	margas	4	4	10.1	0.9	8.8
6	564200	4173000	15.3	Subbético	margas	4	14	15.3	6.1	39.9

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Ni	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	20.5	C. Alpujárride	arenisca	6	8	20.5	20.5	0.0	0.0
68	509396	4083639	20.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	8	20.5	20.5	0.0	0.0
73	533346	4082297	21.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	9	21.2	21.2	0.0	0.0
70	523200	4093400	26.7	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	16	27.1		5.5	20.6
69	512936	4076631	30.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	19	30.5		9.3	30.5
78	543490	4086500	33.9	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	23	33.9		12.7	37.5
75	522018	4084367	47.7	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	32	47.8		26.5	55.6
74	540345	4079144	56.6	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	36	56.9		22.8	40.2
76	516326	4082789	33.8	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	23	33.9	33.9	0.0	0.0
24	550300	4139300	16.1	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	5	15.8	15.8	0.0	0.0
18	567267	4160858	32.0	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	20	32.0		16.2	50.6
67	503200	4083300	18.3	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	6	18.1	18.1	0.0	0.0
21	556000	4147800	20.5	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	8	20.5		2.3	11.4
29	591500	4134800	36.2	C. Alpujárride	conglomerado	7	25	36.4		24.1	66.7
87	502130	4076000	25.1	C. Alpujárride	conglomerado	5	14	24.9		13.1	52.1
22	570300	4146300	34.5	C. Alpujárride	conglomerado	5	24	34.6		22.5	65.2
42	594000	4128700	11.7	C. Alpujárride	conglomerado	4	3	12.0	12.0	0.0	0.0
91	497677	4074975	47.8	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	32	47.8		14.5	30.3
51	500100	4099100	33.3	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	22	33.4	33.4	0.0	0.0
16	583200	4154500	46.9	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	31	46.9		13.5	28.9
17	562805	4161099	44.3	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	29	43.9	43.9	0.0	0.0
15	588600	4156300	62.6	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	37	63.5	63.5	0.0	0.0
89	490815	4067518	21.6	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	10	21.6		11.9	55.2
50	504700	4098400	10.1	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	2	9.7	9.7	0.0	0.0
90	495405	4067531	36.2	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	25	36.4	36.4	0.0	0.0
11	560400	4155400	67.4	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	37	63.5		21.7	32.2
12	570700	4154600	45.9	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	30	45.7	45.7	0.0	0.0
23	566600	4135900	18.8	C. Alpujárride	margas	6	6	18.1	18.1	0.0	0.0
25	596800	4140300	32.8	C. Alpujárride	margocalizas	4	21	32.7		7.9	24.0



Anexo III

13	583300	4165900	24.5	C. Maláguide	margas	3	14	24.9	24.9	0.0	0.0
14	574100	4165300	33.4	C. Maláguide	margas	3	22	33.4		8.5	25.4
66	509200	4092600	45.4	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	30	45.7		27.3	60.1
36	535657	4131455	18.2	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	6	18.1	18.1	0.0	0.0
31	541800	4128300	78.9	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	38	78.1	78.1	0.0	0.0
43	583600	4121100	56.2	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	36	56.9	56.9	0.0	0.0
55	533476	4098928	28.0	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	17	28.0	28.0	0.0	0.0
45	574300	4125400	32.9	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	21	32.7		4.9	14.8
59	556900	4106700	50.8	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	33	50.7		22.8	44.9
65	597786	4101248	51.8	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	34	51.8		32.5	62.7
39	570900	4117300	24.7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	14	24.9		5.4	21.8
52	515279	4107520	38.8	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	26	38.6		19.4	50.1
41	549100	4124200	40.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	28	40.7		21.2	52.4
37	564000	4126400	80.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	38	78.1		60.7	75.9
34	530284	4118282	36.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	25	36.4		17.5	47.6
33	523897	4117639	39.8	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	27	39.7		20.5	51.5
35	533016	4125062	51.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	34	51.8		32.2	62.5
40	542800	4118700	57.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	36	56.9		37.8	66.2
80	569740	4094429	56.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	36	56.9		37.5	66.0
58	523811	4101917	46.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	31	46.9		27.5	58.8
62	551800	4112300	52.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	34	51.8		32.7	62.9
38	562800	4117700	24.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	14	24.9		5.6	22.3
56	537961	4112158	19.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	7	19.3	19.3	0.0	0.0
106	601770	4105260	39.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	26	38.6		10.2	26.2
53	522860	4109880	39.5	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	27	39.7		10.7	27.2
44	584800	4128600	28.6	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	18	28.8	28.8	0.0	0.0
88	510700	4064400	21.4	D. Postorogénicas	arenas	3	9	21.2	21.2	0.0	0.0
96	568981	4071968	22.7	D. Postorogénicas	arenas	4	12	23.1		1.5	6.7
103	562960	4076490	43.4	D. Postorogénicas	arenas	4	29	43.9		22.2	51.2
83	582718	4085405	7.6	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	1	7.3	7.3	0.0	0.0

Anexo III

4	564000	4185900	19.4	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	7	19.3	19.3	0.0	0.0
19	537000	4141100	32.1	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	20	32.0	32.0	12.7	39.7
20	533400	4136500	28.9	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	18	28.8	28.8	0.0	0.0
82	597764	4091278	7.0	D. Postorogénicas	conglomerado	8	1	7.3	7.3	0.0	0.0
77	532747	4092424	28.1	D. Postorogénicas	conglomerado	7	17	28.0	28.0	10.0	35.5
32	514558	4116160	21.8	D. Postorogénicas	conglomerado	5	11	21.9	21.9	3.6	16.7
92	536650	4073300	22.2	D. Postorogénicas	conglomerado	5	11	21.9	21.9	4.0	18.2
26	594800	4146700	23.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	23.1	23.1	5.1	22.1
85	574032	4084772	23.5	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	23.1	23.1	5.3	22.7
94	520110	4071430	23.2	D. Postorogénicas	conglomerado	5	12	23.1	23.1	5.0	21.7
46	604417	4128295	24.8	D. Postorogénicas	conglomerado	5	14	24.9	24.9	6.6	26.7
104	585030	4093540	24.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	13	24.1	24.1	5.9	24.4
84	573642	4089533	25.4	D. Postorogénicas	conglomerado	4	14	24.9	24.9	7.3	28.7
28	577900	4136200	27.4	D. Postorogénicas	conglomerado	4	16	27.1	27.1	9.3	33.8
105	591240	4092440	41.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	28	40.7	40.7	22.9	55.8
101	578200	4111600	54.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	35	54.1	54.1	35.9	66.4
95	531300	4066500	17.1	D. Postorogénicas	conglomerado	3	6	18.1	18.1	0.0	0.0
71	538240	4092660	21.6	D. Postorogénicas	conglomerado	3	10	21.6	21.6	3.4	15.9
99	547660	4092240	23.0	D. Postorogénicas	conglomerado	3	12	23.1	23.1	4.9	21.1
54	537197	4102850	75.3	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	38	78.1	78.1	42.6	56.5
49	614058	4132538	54.2	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	35	54.1	54.1	21.5	39.6
61	554500	4101700	32.5	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	21	32.7	32.7	0.0	0.0
47	698905	4123562	60.5	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	37	63.5	63.5	0.0	0.0
79	553500	4089400	34.7	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	24	34.6	34.6	0.0	0.0
57	531485	4107499	38.0	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	26	38.6	38.6	-0.6	-1.5
27	580600	4144500	38.4	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	26	38.6	38.6	0.0	0.0
63	582800	4104700	30.5	D. Postorogénicas	margas	7	19	30.5	30.5	20.9	68.3
81	563229	4086165	38.7	D. Postorogénicas	margas	6	26	38.6	38.6	29.1	75.0
5	566100	4178500	8.8	D. Postorogénicas	margas	3	2	9.7	9.7	0.0	0.0
64	593847	4111821	18.4	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	6	18.1	18.1	8.8	47.5

Anexo III

30	608600	4142200	27.1	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	16	27.1	17.5	64.3
60	570900	4102100	21.7	D. Postorogénicas	margocalizas	6	11	21.9	12.1	55.5
102	553700	4076500	26.0	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	15	26.0	16.3	62.8
48	604290	4116654	50.6	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	33	50.7	40.9	80.9
93	525960	4060830	10.1	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	2	9.7	0.0	0.0
97	576600	4066134	12.3	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	3	12.0	0.0	0.0
86	575068	4077710	24.1	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	13	24.1	0.0	0.0
98	581533	4074032	28.0	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	17	28.0	0.0	0.0
100	562780	4104590	26.0	D. Postorogénicas	yesos	7	15	26.0	0.0	0.0
7	586300	4182800	34.5	Subbético	calizas y dolomías	7	24	34.6	19.8	57.4
8	582300	4178900	14.5	Subbético	calizas y dolomías	6	4	14.7	0.0	0.0
2	578680	4189100	15.8	Subbético	conglomerado	6	5	15.8	0.0	0.0
9	577300	4173400	9.7	Subbético	margas	6	2	9.7	0.0	0.0
3	587500	4191100	40.6	Subbético	margas	6	28	40.7	25.9	63.8
10	572100	4180600	14.9	Subbético	margas	4	4	14.7	0.0	0.0
1	568560	4192300	15.5	Subbético	margas	4	5	15.8	0.8	5.1
6	564200	4173000	17.9	Subbético	margas	4	6	18.1	3.2	18.0

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Pb	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	41.3	C. Alpujárride	arenisca	6	26	41.4	41.4	0.0	0.0
68	509396	4083639	2658.0	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	35	1669.0		2588.2	97.4
73	533346	4082297	66.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	30	69.8	69.8	0.0	0.0
78	543490	4086500	89.2	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	31	88.3		19.4	21.8
69	512936	4076631	133.3	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	34	282.0		63.6	47.7
70	523200	4093400	1200.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	35	1669.0		1130.7	94.2
75	522018	4084367	1148.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	35	1669.0		1078.7	93.9
74	540345	4079144	592.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	34	282.0	282.0	0.0	0.0
76	516326	4082789	24503.9	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	36	24503.9	24503.9	0.0	0.0
24	550300	4139300	28.4	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	13	28.3	28.3	0.0	0.0
18	567267	4160858	32.1	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	20	32.1	32.1	0.0	0.0
21	556000	4147800	34.0	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	22	34.1	34.1	0.0	0.0
67	503200	4083300	98.3	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	32	100.6		64.2	65.3
29	591500	4134800	28.8	C. Alpujárride	conglomerado	7	14	28.9		13.4	46.4
22	570300	4146300	37.7	C. Alpujárride	conglomerado	5	24	37.4		22.2	59.0
87	502130	4076000	63.6	C. Alpujárride	conglomerado	5	29	63.0		48.1	75.7
42	594000	4128700	15.3	C. Alpujárride	conglomerado	4	5	15.5	15.5	0.0	0.0
91	497677	4074975	51.1	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	27	50.1		27.9	54.7
16	583200	4154500	26.8	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	12	26.0		3.6	13.6
51	500100	4099100	32.4	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	21	32.4		9.2	28.6
17	562805	4161099	22.6	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	9	23.1	23.1	0.0	0.0
15	588600	4156300	30.7	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	18	30.7	30.7	0.0	0.0
89	490815	4067518	102.5	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	32	100.6		82.6	80.6
50	504700	4098400	77.2	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	30	69.8		57.3	74.2
90	495405	4067531	42.7	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	26	41.4		22.8	53.4
11	560400	4155400	37.6	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	24	37.4		17.7	47.1
12	570700	4154600	20.3	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	7	19.9	19.9	0.0	0.0
23	566600	4135900	24.0	C. Alpujárride	margas	6	10	23.9		12.5	52.2
25	596800	4140300	24.3	C. Alpujárride	margocalizas	4	11	24.4		12.9	52.9

Anexo III

13	583300	4165900	12.6	C. Maláguide	margas	3	3	11.4	11.5	0.0	0.0
14	574100	4165300	23.1	C. Maláguide	margas	3	9	23.1		11.6	50.4
66	509200	4092600	106.9	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	33	106.2		91.5	85.5
36	535657	4131455	15.3	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	5	15.5	15.5	0.0	0.0
31	541800	4128300	18.0	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	6	17.8	17.8	0.0	0.0
43	583600	4121100	32.0	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	20	32.1	32.1	0.0	0.0
45	574300	4125400	17.6	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	6	17.8	17.8	0.0	0.0
55	533476	4098928	67.6	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	30	69.8		49.8	73.7
59	556900	4106700	40.3	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	26	41.4	41.4	0.0	0.0
65	597786	4101248	62.5	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	29	63.0		51.0	81.7
37	564000	4126400	15.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	5	15.5		3.9	25.2
39	570900	4117300	28.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	13	28.3		16.6	59.3
41	549100	4124200	29.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	14	28.9		17.6	60.6
52	515279	4107520	29.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	15	29.3		17.8	60.9
33	523897	4117639	25.7	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	12	26.0		14.2	55.4
35	533016	4125062	31.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	19	31.1		19.6	63.2
40	542800	4118700	37.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	25	38.2		26.4	69.8
34	530284	4118282	46.9	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	27	50.1		35.5	75.6
80	569740	4094429	69.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	30	69.8		57.7	83.5
62	551800	4112300	24.4	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	11	24.4		12.9	53.1
58	523811	4101917	31.2	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	19	31.1		19.7	63.3
38	562800	4117700	35.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	23	35.0		23.6	67.3
56	537961	4112158	11.5	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	3	11.4	11.5	0.0	0.0
106	601770	4105260	51.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	27	50.1		43.7	85.6
53	522860	4109880	38.1	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	25	38.2		30.8	80.8
44	584800	4128600	7.2	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	2	7.3	7.3	0.0	0.0
88	510700	4064400	14.0	D. Postorogénicas	arenas	3	4	14.6	14.6	0.0	0.0
103	562960	4076490	105.5	D. Postorogénicas	arenas	4	33	106.2		91.0	86.2
96	568981	4071968	120.7	D. Postorogénicas	arenas	4	34	282.0		106.1	87.9
83	582718	4085405	29.9	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	16	30.0		22.5	75.4

Anexo III

4	564000	4185900	8.6	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	2	7.3	7.3	0.0	0.0
19	537000	4141100	15.9	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	5	15.5		8.6	54.0
20	533400	4136500	22.0	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	8	21.8	21.8	0.0	0.0
82	597764	4091278	29.4	D. Postorogénicas	conglomerado	8	15	29.3		14.8	50.4
77	532747	4092424	71.5	D. Postorogénicas	conglomerado	7	30	69.8		56.9	79.6
26	594800	4146700	19.9	D. Postorogénicas	conglomerado	5	7	19.9		5.3	26.7
32	514558	4116160	32.4	D. Postorogénicas	conglomerado	5	21	32.4		17.8	54.9
46	604417	4128295	32.6	D. Postorogénicas	conglomerado	5	21	32.4		18.0	55.3
85	574032	4084772	34.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	22	34.1		19.7	57.5
92	536650	4073300	35.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	23	35.0		20.7	58.6
94	520110	4071430	87.4	D. Postorogénicas	conglomerado	5	31	88.3		72.8	83.3
28	577900	4136200	22.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	8	21.8		7.4	33.6
101	578200	4111600	24.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	10	23.9		9.4	39.2
104	585030	4093540	34.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	22	34.1		19.4	57.1
84	573642	4089533	34.7	D. Postorogénicas	conglomerado	4	23	35.0		20.1	57.9
105	591240	4092440	53.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	28	54.9		38.4	72.5
71	538240	4092660	14.9	D. Postorogénicas	conglomerado	3	4	14.6	14.6	0.0	0.0
95	531300	4066500	23.5	D. Postorogénicas	conglomerado	3	9	23.1		8.9	37.8
99	547660	4092240	38.0	D. Postorogénicas	conglomerado	3	25	38.2		23.4	61.6
54	537197	4102850	23.8	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	10	23.9	23.9	0.0	0.0
49	614058	4132538	51.4	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	27	50.1		20.7	40.2
61	554500	4101700	41.3	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	26	41.4		10.6	25.7
47	698905	4123562	30.7	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	18	30.7	30.7	0.0	0.0
57	531485	4107499	30.4	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	17	30.4		4.4	14.5
79	553500	4089400	35.0	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	23	35.0		9.0	25.7
27	580600	4144500	25.5	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	12	26.0	26.0	0.0	0.0
63	582800	4104700	30.5	D. Postorogénicas	margas	7	17	30.4		23.2	76.0
81	563229	4086165	67.2	D. Postorogénicas	margas	6	30	69.8		59.8	89.1
5	566100	4178500	6.8	D. Postorogénicas	margas	3	2	7.3	7.3	0.0	0.0
64	593847	4111821	38.9	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	25	38.2		31.6	81.1

Anexo III

30	608600	4142200	21.4	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	8	21.8	14.1	65.8
60	570900	4102100	14.5	D. Postorogénicas	margocalizas	6	4	14.6	7.2	49.4
102	553700	4076500	37.0	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	24	37.4	13.9	37.5
48	604290	4116654	100.9	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	32	100.6	77.8	77.1
93	525960	4060830	23.3	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	9	23.1	0.0	0.0
97	576600	4066134	56.2	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	28	54.9	0.0	0.0
86	575068	4077710	54.6	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	28	54.9	0.0	0.0
98	581533	4074032	56.1	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	28	54.9	0.0	0.0
100	562780	4104590	30.0	D. Postorogénicas	yesos	7	16	30.0	0.0	0.0
7	586300	4182800	19.5	Subbético	calizas y dolomías	7	7	19.9	4.9	25.3
8	582300	4178900	14.8	Subbético	calizas y dolomías	6	4	14.6	0.0	0.0
2	578680	4189100	14.8	Subbético	conglomerado	6	4	14.6	0.0	0.0
9	577300	4173400	0.0	Subbético	margas	6	1	0.0	0.0	0.0
3	587500	4191100	10.3	Subbético	margas	6	3	11.4	10.2	99.0
1	568560	4192300	0.0	Subbético	margas	4	1	0.0	0.0	0.0
10	572100	4180600	6.7	Subbético	margas	4	2	7.3	6.6	98.5
6	564200	4173000	30.0	Subbético	margas	4	16	30.0	29.9	99.7

Anexo III

ref.	longitud	latitud	Zn	geología	litología	índice	grupos	NC1	NC2	anomalía	% anomalía
72	515910	4095118	66.4	C. Alpujárride	arenisca	6	17	66.8	66.8	0.0	0.0
68	509396	4083639	4262.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	8	38	4262.5		4208.6	98.7
73	533346	4082297	54.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	11	53.9	53.9	0.0	0.0
69	512936	4076631	59.5	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	13	60.0		5.6	9.4
78	543490	4086500	60.7	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	14	60.7		6.7	11.1
75	522018	4084367	123.2	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	33	123.0		69.3	56.2
70	523200	4093400	1830.7	C. Alpujárride	calizas y dolomías	6	37	1830.7		1776.8	97.1
74	540345	4079144	336.1	C. Alpujárride	calizas y dolomías	5	36	538.0		220.9	65.7
76	516326	4082789	116.2	C. Alpujárride	calizas y dolomías	3	31	115.3	115.3	0.0	0.0
24	550300	4139300	61.6	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	15	61.8		16.7	27.0
18	567267	4160858	69.4	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	5	18	69.6		24.5	35.3
21	556000	4147800	46.7	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	6	44.9	44.9	0.0	0.0
67	503200	4083300	145.1	C. Alpujárride	coluvio calcáreo	4	35	143.2		100.2	69.0
29	591500	4134800	50.0	C. Alpujárride	conglomerado	7	7	49.3		40.0	80.1
87	502130	4076000	71.7	C. Alpujárride	conglomerado	5	19	71.9		61.8	86.1
22	570300	4146300	85.8	C. Alpujárride	conglomerado	5	24	85.5		75.8	88.4
42	594000	4128700	10.5	C. Alpujárride	conglomerado	4	2	10.0	10.0	0.0	0.0
91	497677	4074975	109.8	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	30	109.1		46.2	42.1
51	500100	4099100	63.6	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	16	63.6	63.6	0.0	0.0
16	583200	4154500	104.0	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	29	102.1		40.5	38.9
17	562805	4161099	67.5	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	17	66.8	66.8	0.0	0.0
15	588600	4156300	95.4	C. Alpujárride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	27	95.4	95.4	0.0	0.0
89	490815	4067518	136.4	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	8	34	133.4		76.3	56.0
50	504700	4098400	60.1	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	7	13	60.0	60.1	0.0	0.0
90	495405	4067531	81.9	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	6	22	81.6	81.6	0.0	0.0
11	560400	4155400	107.0	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	4	30	109.1		15.6	14.6
12	570700	4154600	91.2	C. Alpujárride	esquistos calcáreos	3	26	91.4	91.4	0.0	0.0
23	566600	4135900	42.5	C. Alpujárride	margas	6	6	44.9		9.1	21.4
25	596800	4140300	80.3	C. Alpujárride	margocalizas	4	22	81.6		46.8	58.3



Anexo III

13	583300	4165900	31.8	C. Maláguide	margas	3	5	33.4	33.4	0.0	0.0
14	574100	4165300	54.5	C. Maláguide	margas	3	12	54.5		21.1	38.7
66	509200	4092600	75.8	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	7	20	76.5		75.8	100.0
36	535657	4131455	0.0	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	6	1	0.0	0.0	0.0	0.0
31	541800	4128300	32.9	C. Nevado-Filábride	calizas y dolomías	5	5	33.4	33.4	0.0	0.0
43	583600	4121100	60.4	C. Nevado-Filábride	coluvio no calcáreo	8	13	60.0	60.0	0.0	0.0
45	574300	4125400	12.1	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	3	14.8	14.8	0.0	0.0
55	533476	4098928	95.5	C. Nevado-Filábride	conglomerado	8	27	95.4		80.7	84.5
59	556900	4106700	85.2	C. Nevado-Filábride	conglomerado	5	24	85.5	85.6	0.0	0.0
65	597786	4101248	739.8	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	9	36	538.0		715.4	96.7
37	564000	4126400	23.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	4	24.4	24.4	0.0	0.0
39	570900	4117300	48.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	7	49.3		24.2	49.7
41	549100	4124200	65.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	17	66.8		40.6	62.4
52	515279	4107520	78.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	8	21	78.0		53.6	68.7
34	530284	4118282	88.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	25	88.4		39.3	44.4
33	523897	4117639	90.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	26	91.4		40.8	45.3
40	542800	4118700	99.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	28	99.3		50.0	50.4
35	533016	4125062	113.6	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	31	115.3		64.4	56.6
80	569740	4094429	141.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	35	143.2		92.0	65.1
62	551800	4112300	88.1	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	25	88.4		38.8	44.1
58	523811	4101917	95.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	27	95.4		46.1	48.3
38	562800	4117700	48.3	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	5	7	49.3	49.3	0.0	0.0
56	537961	4112158	53.0	C. Nevado-Filábride	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	10	53.1	53.1	0.0	0.0
106	601770	4105260	118.0	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	9	32	118.6		93.6	79.3
53	522860	4109880	101.6	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	7	29	102.1		77.2	76.0
44	584800	4128600	24.3	C. Nevado-Filábride	esquistos calcáreos	5	4	24.4	24.4	0.0	0.0
88	510700	4064400	63.6	D. Postorogénicas	arenas	3	16	63.6	63.6	0.0	0.0
103	562960	4076490	100.7	D. Postorogénicas	arenas	4	29	102.1		37.1	36.9
96	568981	4071968	130.1	D. Postorogénicas	arenas	4	34	133.4		66.5	51.1
83	582718	4085405	23.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	4	4	24.4	24.4	0.0	0.0

Anexo III

4	564000	4185900	28.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	4	24.4		0.0	0.0
19	537000	4141100	53.7	D. Postorogénicas	coluvio calcáreo	3	11	53.9	53.9	0.0	0.0
20	533400	4136500	60.7	D. Postorogénicas	coluvio no calcáreo	5	14	60.7	60.7	0.0	0.0
82	597764	4091278	13.8	D. Postorogénicas	conglomerado	8	3	14.8	14.8	0.0	0.0
77	532747	4092424	110.4	D. Postorogénicas	conglomerado	7	30	109.1		77.0	69.7
32	514558	41116160	35.6	D. Postorogénicas	conglomerado	5	5	33.4	33.4	0.0	0.0
26	594800	4146700	50.6	D. Postorogénicas	conglomerado	5	7	49.3		17.1	33.9
46	604417	4128295	48.7	D. Postorogénicas	conglomerado	5	7	49.3		15.3	31.4
85	574032	4084772	71.4	D. Postorogénicas	conglomerado	5	19	71.9		38.0	53.2
92	536650	4073300	84.3	D. Postorogénicas	conglomerado	5	23	84.4		50.9	60.4
94	520110	4071430	122.7	D. Postorogénicas	conglomerado	5	33	123.0		89.3	72.8
104	585030	4093540	52.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	8	52.0		2.7	5.2
28	577900	4136200	52.5	D. Postorogénicas	conglomerado	4	9	52.5		3.2	6.0
84	573642	4089533	69.7	D. Postorogénicas	conglomerado	4	18	69.6		20.4	29.3
101	578200	4111600	116.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	31	115.3		66.7	57.5
105	591240	4092440	120.0	D. Postorogénicas	conglomerado	4	32	118.6		70.7	58.9
95	531300	4066500	51.1	D. Postorogénicas	conglomerado	3	7	49.3	49.3	0.0	0.0
71	538240	4092660	53.2	D. Postorogénicas	conglomerado	3	10	53.1		3.9	7.4
99	547660	4092240	93.0	D. Postorogénicas	conglomerado	3	26	91.4		43.7	47.0
54	537197	4102850	118.8	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	7	32	118.6		42.3	35.6
49	614058	4132538	117.8	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	6	32	118.6		41.2	35.0
61	554500	4101700	76.9	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	4	20	76.5	76.5	0.0	0.0
47	698905	4123562	109.4	D. Postorogénicas	cuarcitas, pizarras y esquistos	3	30	109.1	109.1	0.0	0.0
79	553500	4089400	82.6	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	22	81.6		10.8	13.0
57	531485	4107499	85.7	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	6	24	85.5		13.8	16.2
27	580600	4144500	72.4	D. Postorogénicas	esquistos calcáreos	5	19	71.9	71.9	0.0	0.0
63	582800	4104700	61.9	D. Postorogénicas	margas	7	15	61.8		47.1	76.1
81	563229	4086165	133.7	D. Postorogénicas	margas	6	34	133.4		118.9	88.9
5	566100	4178500	15.7	D. Postorogénicas	margas	3	3	14.8	14.8	0.0	0.0
64	593847	4111821	60.2	D. Postorogénicas	margas yesíferas	8	13	60.0		45.4	75.4

Anexo III

30	608600	4142200	68.2	D. Postorogénicas	margas yesíferas	5	17	66.8	53.4	78.3
60	570900	4102100	48.0	D. Postorogénicas	margocalizas	6	7	49.3	33.2	69.1
102	553700	4076500	77.0	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	20	76.5	32.1	41.6
48	604290	4116654	78.0	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	5	21	78.0	33.0	42.4
93	525960	4060830	45.5	D. Postorogénicas	sedimentos salinos	3	6	44.9	0.0	0.0
97	576600	4066134	99.4	D. Postorogénicas	volcánica básica	8	28	99.3	15.0	15.1
86	575068	4077710	84.4	D. Postorogénicas	volcánica básica	5	23	84.4	84.4	0.0
98	581533	4074032	78.2	D. Postorogénicas	volcánica carbonatada	6	21	78.0	0.0	0.0
100	562780	4104590	52.0	D. Postorogénicas	yesos	7	8	52.0	0.0	0.0
7	586300	4182800	52.6	Subbético	calizas y dolomías	7	9	52.5	28.2	53.6
8	582300	4178900	25.6	Subbético	calizas y dolomías	6	4	24.4	0.0	0.0
2	578680	4189100	23.9	Subbético	conglomerado	6	4	24.4	0.0	0.0
9	577300	4173400	9.4	Subbético	margas	6	2	10.0	0.0	0.0
3	587500	4191100	54.4	Subbético	margas	6	12	54.5	44.4	81.7
1	568560	4192300	17.7	Subbético	margas	4	3	14.8	0.0	0.0
10	572100	4180600	21.0	Subbético	margas	4	4	24.4	6.2	29.6
6	564200	4173000	48.9	Subbético	margas	4	7	49.3	34.1	69.7



**ANEXO FOTOGRÁFICO:**  
**Actividades potencialmente  
contaminantes en la provincia  
de Almería**

Central térmica de  
SEVILLANA-ENDESA  
localizada en Carboneras



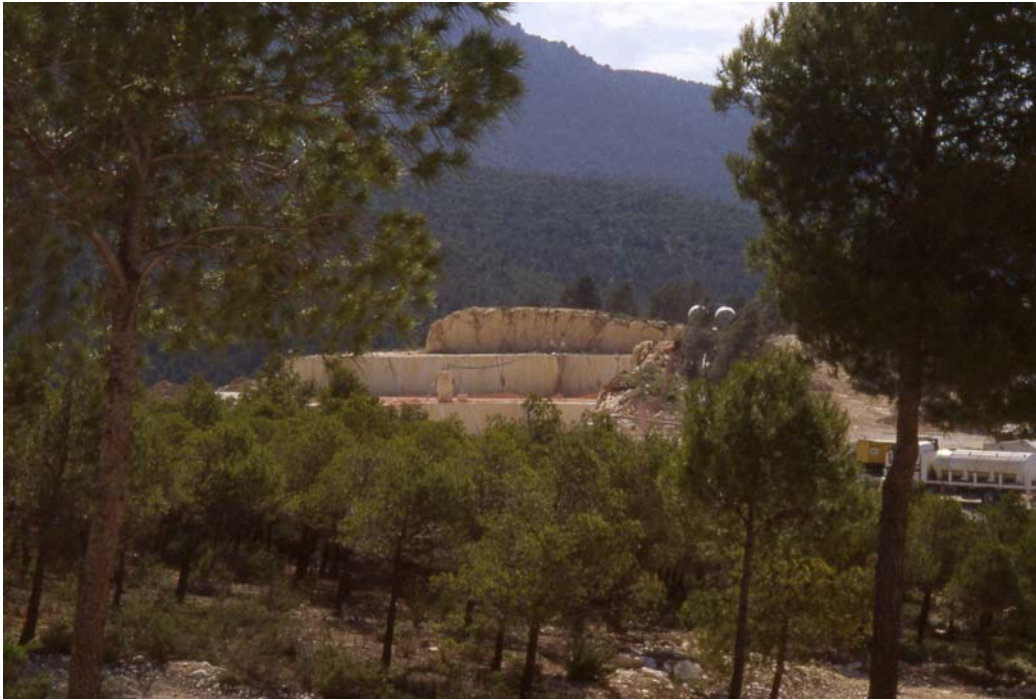
Fábrica de productos químicos DMS-DERETIL localizada en Villaricos



Desguace J. Cortés Valverde localizado en Almería capital







Explotaciones mineras a cielo abierto, tanto de áridos como ornamentales



Explotación minera de plomo y oro de Rodalquilar



Pista de pruebas de MICHELIN (Cabo de Gata)



Agricultura intensiva en el Campo de Dalías



