

C. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los antecedentes edáficos en la zona son escasos y la casuística se reduce a mapas de suelos a gran escala o a estudios puntuales en zonas próximas a nuestro área.

En primer lugar, cabe destacar el Mapa de Suelos Europeos, a escala 1:2.500.000, publicado por F.A.O. (1967), donde se distinguen, en orden creciente de asiduidad, los siguientes tipos de suelos y asociaciones: Serosem, suelos pardo-rojizos asociados a Litosoles y suelos rojos mediterráneos.

Guerra et al (1968) cartografían el Mapa de Suelos de España, a escala 1:1.000.000, atendiendo a las denominaciones que ofrecía F.A.O. en la época.

La Junta de Andalucía (1974) hace mención de las diferentes tipologías de suelos de la zona en una publicación denominada Catálogo de los Suelos de Andalucía.

Más recientemente, la Comisión de las Comunidades Europeas (1985) editaría un Mapa de Suelos de las Comunidades Europeas, a escala 1:1.000.000, así como una Memoria y Cartografía de Suelos (1991) como base para la protección de los suelos europeos.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación también editó sendos Mapas de Cultivos y Aprovechamientos de la provincia de Málaga (1986), a escala 1:200.000, y de la hoja topográfica de Teba (1981), a escala 1:50.000, en la que se incluye íntegramente el Término Municipal de Cuevas del Becerro. Análogamente, el Instituto Tecnológico Geominero de España, sobre la base geográfica del Instituto Geográfico Nacional, publicó el Mapa Geológico de Teba (1991), a escala 1:50.000.

Dentro del Convenio Universidad de Granada-ICONA, y bajo el marco del Proyecto LUCDEME, se han realizado las Memorias y Mapas de Suelos, a escala 1:100.000, de Teba (hoja 1037), así como de la mayoría de hojas que rodean a ésta última.

Como otros antecedentes, podemos destacar también trabajos como el de Ortega et al (1990), en el que se caracterizan los regímenes de humedad y temperatura del sur de España.

Una de las tipologías de suelos más ampliamente representadas en nuestra zona son las que cuentan con características vérticas, en cuyo estudio genético, de degradación y evaluación se basan los trabajos de Asensio (1993), si bien en una zona próxima a la nuestra como lo es la hoja de Álora. Este mismo autor analiza en 1996 la

dinámica del CaCO_3 en los Vertisoles del Valle del Guadalhorce. Ortega et al (1996) estudian los aspectos micromorfológicos de las modificaciones texturales en Vertisoles de la comarca Montes de Málaga, y los mismos autores caracterizan posteriormente la mineralogía de los suelos vérticos en la franja litoral de la provincia de Málaga.

Otra tipología de suelos destacada en nuestra zona son los Leptosoles, y sobre ellos estudian los parámetros analíticos y características generales en la zona central de la provincia de Málaga (1993) distintos miembros de los Departamentos de Edafología y Química Agrícola de las Facultades de Farmacia de la Universidad de Granada y de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería. Algo similar realizan estos investigadores en el mismo año, pero con los Fluvisoles de la Depresión del Guadalhorce.

Para la adecuación de las descripciones de los perfiles de suelos, prestamos especial atención al trabajo de Gómez-Díaz et al (1993) en el que se hacen distintas consideraciones acerca de la correcta descripción de campo, con una especial incidencia sobre la variabilidad espacial, temporal y el status de actividad de los suelos.

Por último, podemos destacar publicaciones como la de Asensio et al (1995), referentes a la distribución de elementos fertilizantes del suelo, fundamentalmente nitrógeno, potasio y fósforo, en Vertisoles que mantienen sus grietas abiertas por más de sesenta días consecutivos todos los años, y que además presentan un chroma relativamente alto, como sucede con los Vertisoles de Cuevas del Becerro; o la de Ortega et al (1995) en la que se plantea el uso de suelos vérticos para el cultivo de leguminosas en el centro de la provincia de Málaga.

C.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA. RECURSOS.

El Término Municipal de Cuevas del Becerro se sitúa en el extremo noroccidental de la provincia de Málaga, muy próximo al límite con la de Cádiz (Figura nº 1). Perteneciendo al sur de la hoja topográfica 1037, a escala 1:50.000, de Teba, comprende una superficie de 15'98 Km², cuyas coordenadas UTM extremas son 30 S UF 165859, 30 S UF 152807, 30 S UF 219847 y 30 S UF 163798.

Paisajísticamente, se pueden diferenciar tres zonas montañosas que se sitúan en cada uno de los tres brazos que ofrece la morfología del Término Municipal de Cuevas del Becerro. Al pie de estas zonas aparecen gran cantidad de cultivos de secano, en las que existe una dominancia de suelos, fundamentalmente Cambisoles, Regosoles y Vertisoles. Hacia el noreste del núcleo de población aparece una zona de vega en la que dominan los Fluvisoles acompañados de Cambisoles; en esta última zona, la fertilidad de los suelos es tremendamente superior, debido al hecho de encontrarse en regadío, sino por el gran contenido en materia orgánica de este tipo de suelo.

Desde el punto de vista tectónico, la zona de estudio se encuentra integrada en su práctica totalidad dentro del ámbito del Subbético Interno, incluyéndose en este dominio un conjunto de elementos caracterizados por presentar tanto una potente secuencia jurásica, enteramente caliza, que da lugar a la casi totalidad de los relieves presentes, como un Cretácico-Paleógeno margocalizo muy característico (capas rojas) que ocupa zonas más deprimidas. Junto con el Subbético, aparecen Unidades Alóctonas como, por ejemplo, Unidades con flysch tipo Campo de Gibraltar, donde dominarán los tipos de suelos vérticos.

Nuestra zona de estudio se localiza en las estribaciones nororientales de la comarca agraria de la Serranía de Ronda y presenta unas precipitaciones anuales en torno a 860 mm.

El punto más elevado se encuentra en el Cerro del Castillón a 958 m, en el suroeste del término. Al noroeste destaca otra elevación, hacia el norte del Pilón del Zorro, de 944 m de altitud, y al este aparece el pico denominado La Mesa a 732 m. El núcleo de población se sitúa a 725 m y la zona más deprimida del término se localiza algo por debajo de los 600 m, al noreste del área estudiada.

El Río de las Cuevas discurre contorneando el término al norte de éste y en dirección este, para confluir en el Río Guadalteba, cuyas aguas son recogidas en el Embalse del Guadalteba-Guadamedina, a unos 15 Km lineales del núcleo de población.

En cuanto al resto de la red hidrográfica, condicionada por la litología, ofrece diferentes modos de encauzamiento y modos de encajarse de los arroyos de las zonas montañosas, donde es de forma brusca y profunda, frente a las áreas más abiertas por donde los arroyos circulan mansamente. Se puede destacar la presencia de tres fuentes en un radio inferior a 1 Km en torno al pueblo, una incluida en el mismo, otra al sur, junto al Ventorrillo del Marqués y la tercera al norte, quizás la más importante, denominada la Fuente del Zorro.



Figura nº 1.- Localización del Término Municipal de Cuevas del Becerro

En algunos piedemontes y puntualmente en vegas más recientes, se produce una antropización positiva, con zonas de bancales que protegen al suelo frente a la erosión hídrica y originan un paisaje escalonado característico de áreas concretas. Pese a estos intentos aislados para frenar la erosión, en otras áreas hemos observado laboreo a favor de la pendiente que, junto con la torrencialidad y discontinuidad de las lluvias, incentivan los efectos erosivos provocando grandes pérdidas edáficas.

Desde el año 1900, en el que se censaron en Cuevas del Becerro 2.934 habitantes, la población ha ido decreciendo paulatinamente, si bien aparecieron ciertos altibajos en la primera mitad del siglo, pero ya a mitad de los años sesenta nunca se han superado los 2.000 habitantes. Esa retrogradación demográfica tuvo como principal agente causal la emigración acelerada, como sucedió en otras regiones de base agrícola y economía deprimida. En la actualidad, la población de Cuevas del Becerro se sitúa prácticamente en la mitad del mencionado censo de 1900.

El trazado que presentan las carreteras en el término presenta una forma de "T" girada 90°, en la que destaca la carretera comarcal C-341, que cruza de norte a sur

proveniendo de Campillos en dirección a Ronda y cuyo último destino es Jimena de la Frontera, bordeando el pueblo de Cuevas del Becerro. Desde el núcleo de población sale otra carretera secundaria hacia el oeste, con dirección a Setenil y Alcalá del Valle, ambas ya en la provincia de Cádiz. La red viaria se encuentra en malas condiciones en la actualidad por efecto de las lluvias torrenciales más recientes, fundamentalmente en el tramo desde el pueblo hacia el norte, en dirección a Campillos.

Otra posibilidad de comunicación la ofrece la línea férrea Algeciras-Bobadilla, que cuenta con una estación, la Estación de Setenil, situada justo en el límite de las provincias de Málaga y Cádiz, a poco más de 7 Km de Cuevas del Becerro.

Respecto a los recursos de la zona, la base agrícola en su mayoría aparece dominada por el olivar y cultivos de cereales, acompañados en menor escala por cultivos herbáceos de regadío, como la alfalfa, y áreas aisladas dedicadas al almendro.

Junto a las explotaciones agrícolas de Cuevas del Becerro, se encuentran algunas explotaciones ganaderas, mayoritariamente vacunas y caprinas, de las que se obtienen productos lácteos que repercuten en la presencia de una fábrica que produce fundamentalmente queso, en las proximidades del límite central superior del término.

C.2. FACTORES FORMADORES.

C.2.1.GEOMORFOLOGÍA.

La síntesis geológica realizada por Jerez y Baena(1980), nos ayuda a comprender la situación dentro del marco geológico del ámbito regional de las Cordilleras Béticas, donde se encuentra ubicado el término de Cuevas del Becerro. Se pueden diferenciar, siguiendo el concepto de desarrollo geosinclinal, unas zonas externas (bordes de las placas europeas y africana) y unas zonas internas (zona de separación de ambas placas). Las zonas externas están compuestas por el Prebético y el Subbético, mientras que las zonas internas están compuestas por la Circumbética y la Bética.

La zona Subbética se localiza al sur de la Prebética: el Subbético Externo se caracteriza por los depósitos turbidíticos; el Subbético Medio por facies profundas, radiolaritas y vulcanismo submarino mientras que el Subbético Interno por las facies calcáreas a lo largo del Jurásico.

Desde el punto de vista geológico, el término de Cuevas del Becerro se ubica en la zona Subbética, aflorando en ella materiales correspondientes a la zona Circumbética y a la zona Bética.

En conjunto, el Subbético Medio se caracteriza por los depósitos carbonatados (calizas, dolomías, margocalizas y margas) que en determinadas alcanzan considerables potencias.

Esta serie carbonatada se extiende a lo largo del Jurásico y Cretácico, presentando en este último una monótona alternancia de calizas-margocalizas-margas.

La zona Circumbética viene definida por afloramientos tipo flysh (margoso, calcáreo o arenoso) y calizas con *Microcodium* y abarcan desde el Paleoceno al Oligoceno.

Los materiales correspondientes al Subbético Medio Septentrional están representados por: arcillas, margas, areniscas, yesos, ofitas, y dolomías negras y grises del Triásico; calizas, margas, margocalizas y calizas nodulosas del Jurásico; margocalizas, calizas blancas con sílex, margas verdes, rojas del Cretácico; calcarenitas y margas blancas y rosadas del Paleógeno, culminando el Miógeno con silexitas y margas blancas. Afloran a lo largo de una amplia banda, en la que se encuentra el término sometido a estudio, siendo el afloramiento más extenso el correspondiente a las materiales triásicos constituidos por arcillas, margas, areniscas, yesos y ofitas.

El Cuaternario también está ampliamente representado mediante conglomerados con cemento arenoso pertenecientes a antiguos glaciares del Plio-cuaternario, localizados al norte ; coluviones antiguos hacia el sur; glaciares tallados en arcillas rojizas y cantos de naturaleza calcárea; destacar también terrazas; materiales eluviales desarrollados "in situ" producto de la alteración de materiales subyacentes, presentando un cierto desarrollo vertical.

C.2.2. RELIEVE.

Topográficamente, el término municipal de Cuevas del Becerro se encuentra situado al norte de las estribaciones de la Serranía de Ronda, entre los Sistemas Béticos y la Depresión del mismo nombre, cercano al límite de la provincia de Málaga con la de Sevilla al noroeste y con la de Cádiz al este.

El relieve predominante en la zona es moderadamente montañoso (clases 5 y 6) e inclinado (clase 3) según F:A.O. (1977) con áreas suavemente inclinadas (clase 2) al este, en torno al pueblo y fundamentalmente al suroeste (Figura nº 2).

Los sectores con una morfología más montañosa corresponden al sur, por donde discurren las estribaciones de la serranía de Ronda, y noreste de la zona, con altitudes medias comprendidas entre los 700-950 m. Los picos más elevados en el sector sur corresponden al Cerro del Castillón (958 m) y al pico La Mesa (732 m). En el sector noroccidental destaca el Pilón del Zorro con una altitud máxima de 944 m. Los macizos serranos se orientan preferentemente en la diagonal de la dirección SW-NE y transversalmente en dirección NW-SE.

Los conjuntos montañosos presentan una naturaleza caliza y margocaliza, con vegetación de matorral mediterráneo y se encuentran separados unas de otros por depresiones suaves, alomadas de naturaleza fundamentalmente margosa, dedicadas a cultivos de cereales de forma mayoritaria.

En el conjunto de la región, la ordenación de las sierras que la componen no sigue una dirección determinada, por lo que existe una tectónica que se ha llamado por diferentes autores de tipo alpino, constituida por mantos de corrimiento, que han generado en su desplazamiento pliegues autóctonos separados de sus raíces. La alternancia de materiales de tipo calizo y margoso, junto a margas, arcillas y areniscas, de diferente consistencia, caracteriza a las formaciones de tipo "flysch" que se encuentran representadas de forma importante en esta zona.

Parte del surco intrabético está representado al noreste del área de estudio por la Depresión de Antequera, separando la Cordillera Subbética de la Penibética, mientras que las sierras Subbéticas se van sucediendo en dirección suroeste, en dirección a la provincia de Cádiz .

De esta zona montañosa parten numerosos arroyos caracterizados por una red hidrográfica dendrítica, que vierten sus agua al Río de las Cuevas, el cual discurre en dirección NE, siendo un gran afluente del Río Guadalteba, que alimenta al embalse Guadalhorce- Guadalteba, al SW de la Depresión de Antequera. La red hidrográfica está condicionada por la morfología cambiante del terreno, constituida por la alternancia de zonas montañosas y depresiones, dando lugar a una red subparalela de cañadas y arroyos de escasa entidad.

C.2.3. CLIMATOLOGÍA.

De acuerdo con los datos aportados por el MAPA (1981 y 1986), el clima está condicionado por el relieve accidentado que presenta la hoja de Teba, por lo que se puede decir que hablar de una caracterización climática de la misma es difícil. No obstante, en la clasificación climática de Papadakis (1980), los inviernos serán de tipo Citrus o Avena cálida y los veranos Algodón o Arroz; mientras que por el régimen de humedad, el clima se podría definir como Mediterráneo seco o húmedo.

Efectuamos el estudio del clima del suelo con la intención de llegar a tipificar cuál es la influencia que ejercen cada uno de los parámetros climáticos en la génesis y evolución de los suelos que se encuentran en el ámbito de la hoja de Teba.

Todos los datos han sido obtenidos del SMN (1991) y del Servicio de Hidrología de la Confederación de Aguas del Sur de España (C.A.S.E.), correspondientes a precipitación y temperatura en el área de Teba (Málaga), así como en zonas limítrofes de dicha hoja.

Para caracterizar el clima del suelo, se han utilizado los datos de precipitación y temperatura del aire de un total de 7 estaciones, de las cuales sólo dos (Cuevas del Becerro y Teba) son termopluviométricas. Las estaciones se encuentran recogidas en la Tabla nº 1, en la que se expresa nombre, tipo, localización, altitud y período considerado en años. Los datos que aportan estas siete estaciones se encuentran recogidos en la Tabla nº 2.

El análisis global de las precipitaciones en la zona nos ofrece los valores más elevados en las localidades de Setenil, Alcalá del Valle y Cuevas del Becerro, limítrofes con la Serranía de Ronda (1047-746 mm/año); mientras que las precipitaciones totales anuales correspondientes a las restantes estaciones oscilan entre un máximo de 603 mm/año en Cañete la Real, centrada en el tercio norte de la hoja de Teba, y un mínimo de 491-500 mm/año, para las estaciones de la Presa del Guadalhorce-Guadalteba y la localidad de Almargen, situada en el centro del límite norte de la hoja de Teba.

| Estación | Altura (m) | Latitud | Longitud | Periodo años |
|---------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Alcalá del Valle | 621 | 365420 | 51015 | 1960-90 |
| Almargen | 500 | 370010 | 50115 | 1955-89 |
| Cañete la Real | 742 | 365710 | 50125 | 1967-87 |
| Cuevas del Becerro* | 733 | 365300 | 51220 | 1946-80 |
| Presa Guadalteba | 340 | 365730 | 45125 | 1956-89 |
| Setenil | 527 | 365150 | 51055 | 1967-90 |
| Teba* | 555 | 365900 | 45515 | 1967-89 |

* Estación termopluviométrica

Tabla nº 1.- Estaciones consideradas en la zona.

La distribución mensual de las precipitaciones refleja su concentración en los últimos meses de otoño y durante el invierno, decreciendo durante la primavera, para ser muy escasas durante la época estival. La precipitación media mensual máxima corresponde a 181,1 mm en el mes de Diciembre en la estación de Setenil, mientras que la precipitación mensual mínima es de 1,2 mm para el mes de Julio en la misma, lo que nos indica los fuertes contrastes pluviométricos existentes entre los meses de verano e invierno de las estaciones de la zona.

Las temperaturas son más elevadas al norte de la hoja y se encuentran representadas por la estación de Teba, en la que la media anual de la temperatura del aire se sitúa en 16 °C, con inviernos benignos, debido a que la temperatura media mensual no baja de los 8 °C, y veranos calurosos, con temperaturas medias que oscilan entre 21-25 °C.

En áreas más al sur de la hoja, en los límites con la Serranía de Ronda, las temperaturas medias anuales descienden cerca de 2 °C para situarse en los 14,5 °C, con mínimos de 7,5 °C en el mes de Enero y máximas de 23 °C en los de Julio y Agosto.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| Estación | | | | | | | | | | | | | |
| Alcalá del Valle Precipitación | 108.1 | 105.2 | 73.1 | 77.4 | 40.1 | 23.2 | 2.0 | 5.8 | 26.8 | 60.1 | 113.8 | 110.5 | 746.1 |
| Almargen Precipitación | 63.2 | 74.5 | 54.9 | 60.4 | 28.7 | 9.3 | 1.9 | 7.7 | 14.4 | 46.6 | 78.2 | 61.0 | 490.8 |
| Cañete la Real Precipitación | 96.1 | 81.9 | 70.3 | 56.2 | 40.5 | 18.4 | 1.5 | 9.7 | 10.9 | 45.4 | 67.4 | 104.8 | 603.1 |
| Cuevas Becerro Precipitación | 120.1 | 122.9 | 119.5 | 67.0 | 47.7 | 18.8 | 2.8 | 4.8 | 30.5 | 74.0 | 99.2 | 128.6 | 835.9 |
| Cuevas Becerro Temperatura | 7.5 | 8.3 | 10.2 | 12.0 | 15.5 | 19.0 | 22.9 | 23.1 | 20.3 | 15.5 | 11.0 | 8.0 | 14.4 |
| Presa Guadalteba Precipitación | 59.3 | 58.6 | 41.3 | 47.3 | 35.2 | 15.2 | 1.3 | 13.3 | 16.4 | 57.8 | 91.4 | 63.0 | 500.1 |
| Setenil Precipitación | 160.3 | 136.6 | 125.0 | 99.9 | 60.3 | 26.7 | 1.2 | 6.7 | 24.2 | 88.1 | 137.0 | 181.1 | 1047.1 |
| Teba Precipitación | 59.9 | 71.9 | 53.6 | 48.8 | 23.2 | 14.3 | 2.4 | 11.1 | 14.8 | 62.2 | 91.0 | 66.1 | 519.3 |
| Teba Temperatura | 8.1 | 9.0 | 12.1 | 13.1 | 16.4 | 21.2 | 24.8 | 25.1 | 22.8 | 17.9 | 12.4 | 9.6 | 16.0 |

Tabla nº 2.- Datos termopluviométricos de las estaciones.

REGIMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO.

Los regímenes de humedad y temperatura se han calculado de acuerdo con Soil Taxonomy (1975) y Keys to Soil Taxonomy (1997), teniendo en cuenta las temperaturas medias del aire en °C y la precipitación en mm de agua (Figura nº 3). Para poder calcular los balances hídricos correspondientes a los suelos de la zona.

Con el objeto de establecer los regímenes de humedad y temperatura del suelo en cada una de las dos zonas establecidas, hemos considerado la reserva de agua del suelo (AWC) standard de 100 mm, aunque para cada uno de los suelos habría que realizar las correspondientes correcciones debidas a los contenidos de materia orgánica, textura, profundidad de enraizamiento y retención de agua. El cálculo de la evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, variación de la reserva, exceso y déficit de agua, se han efectuado siguiendo las directrices de Thornthwaite 1948 y siguiendo la técnica propuesta por Ortega et al 1990.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|---------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Temperatura | 7.8 | 8.7 | 11.2 | 12.6 | 16.0 | 20.1 | 23.9 | 24.1 | 23.9 | 16.7 | 11.7 | 8.8 | 15.5 |
| Precipitación | 95.3 | 93.1 | 76.8 | 76.3 | 50.3 | 17.9 | 1.9 | 8.4 | 19.7 | 62.0 | 96.9 | 102.2 | 700.8 |
| ETP | 16.3 | 19.0 | 34.9 | 45.0 | 73.2 | 106.4 | 142.7 | 135.4 | 117.6 | 62.4 | 30.9 | 19.1 | 802.9 |
| ETR | 16.3 | 19.0 | 34.9 | 45.0 | 73.2 | 95.0 | 1.9 | 8.4 | 19.7 | 62.0 | 30.9 | 19.1 | 425.4 |
| V. reserva | --- | --- | --- | --- | -22.9 | -77.1 | --- | --- | --- | --- | 66.0 | 34.0 | --- |
| Reserva | 100 | 100 | 100 | 100 | 77.1 | --- | --- | --- | --- | --- | 66.0 | 100 | --- |
| Exceso agua | 79.0 | 74.1 | 41.9 | 31.3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 49.1 | 275.4 |
| Falta agua | --- | --- | --- | --- | --- | 11.4 | 140.8 | 127.0 | 97.9 | 0.4 | --- | --- | 377.5 |

Tabla nº 3.- Balance hídrico de la zona

C.2.4. VEGETACIÓN.

La vegetación natural que se encuentra en la zona está definida como Durilignosa continental, apareciendo una vegetación de la formación Aestillignosa, que caracteriza la transición de los bosques perennifolios a los caducifolios; en cuanto a las distintas formaciones vegetales existentes en su ámbito, se pueden diferenciar por orden de importancia:

CULTIVOS DE SECANO.

Corresponden a tierras de labor en las que se instauran cultivos herbáceos, con barbechos semillados. Entre los cereales de grano destacan el trigo y cebada, y en menor proporción la avena.

Como leguminosas destacan garbanzo, veza y, de forma puntual, guisante, yeros, habas, así como colza y cártamo.

De acuerdo con MAPA (1981), "la labor semillada es la más importante en la comarca norte y algo dominante en la Serranía de Ronda". Esta labor semillada se emplea en terrenos dedicados a la labor intensiva, ya que poseen una fertilidad más elevada por las características del suelo o por las condiciones climáticas (Figura nº 4).

Otras veces la labor intensiva se realiza en zonas con arbolado en las que destacan las encinas y el quejigo, junto al olivo y acebuche. También se pueden asociar a estos cultivos el almendro (variedades marcona o desmayo) y en una menor proporción algarrobos, higueras o castaños.

Igualmente, existen pequeños enclaves dedicados al cultivo de la vid, con las variedades del rey y perruna, además de la moscatel.

MATORRAL.

Es el matorral mediterráneo el que se instaura en las numerosas zonas montañosas y abruptas de naturaleza caliza o margo-caliza y que define a la vegetación más representativa en estas áreas. Está formado por diferentes especies de *Quercus*, entre las que destacan *Quercus ilex*, *Quercus coccifera* y *Quercus faginea*. También existen de forma diseminada especies de enebro *Juníperus oxicedrus* y de sabinas *Juníperus sabiná*; junto a estas especies se encuentra un estrato vegetal de menor porte constituido por romero *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula officinalis*, *Lavandula lannata*, además de *Thymus mastichina* y *Thymus zygis*. En otras zonas, y de una forma más diseminada, es frecuente encontrar *Asparragus acutifolius* y *Smilax aspera* con *Pistacia terebintus*, *Retama sphaerocarpa* y *Rosa pouzinii*.

Cuando el matorral se aclara, aparecen prados de gramíneas formados por *Poa bulbosa*, *Festuca geniculata* y *Brachypodium ramosun*.

PASTIZAL.

Existen pequeños isleos de pastizales diseminados en la zona, que se ubican preferentemente al SW de Cuevas del Becerro. Cuando estos terrenos no se cultivan, o se dejan en barbecho, son invadidos por plantas de los géneros *Festuca geniculata*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Medicago lupulina*, *Trifolium stellatum* o *Poa bulbosa*, entre otras.

En determinadas ocasiones, el pastizal es arbolado con especies de pinos, entre los que destaca *Pinus halepensis* y *Pinus pinea*, o con otras especies minoritarias como el alcornoque *Quercus suber*.

ESPECIES FORESTALES.

Se localizan básicamente al SE de Cuevas del Becerro.

Las especies están constituidas en su mayor parte por repoblaciones de pinos, que se han plantado siguiendo las curvas de nivel, con el objeto de preservar al suelo frente a los fenómenos erosivos. En algunos enclaves existen pinos autóctonos.

Según MAPA (1981), las superficies arboladas con especies forestales corresponden en su mayor parte a las repobladas con pino carrasco *Pinus halepensis* y con *Pinus pinaster*. No obstante, existe alguna repoblación con *Pinus nigra* y *Eucaliptus globulus*.

REGADIO.

Estas zonas se encuentran localizadas en las cercanías de Cuevas del Becerro, en dirección noreste.

El riego se efectúa con aguas procedentes de un canal, que es el responsable de la mitad del agua empleada, mientras que el resto proviene de perforaciones y pozos. El sistema de riego es de superficie (de pie), siendo los sistemas de aspersión y goteo de menor importancia. No obstante, en la actualidad se observa una tendencia generalizada hacia el sistema de goteo, que representa una mayor economía de agua.

Los cultivos de regadío más destacados los componen los de huerta y otras herbáceas, frutales y olivar; también se riegan cereales, leguminosas y, en menor proporción, cultivos industriales y tubérculos.

Dentro de los cereales, se encuentran el trigo, la cebada y en menor proporción maíz y girasol; en leguminosas, domina la veza, seguida de la alfalfa forrajera.

El olivar tiene una representación importante, repartiéndose entre zonas de regadío y seco; las variedades más representativas son hojiblanca, lechín y, en menor proporción, manzanilla.

DISTRIBUCIÓN DE LA OCUPACIÓN AGRÍCOLA EN LA ZONA

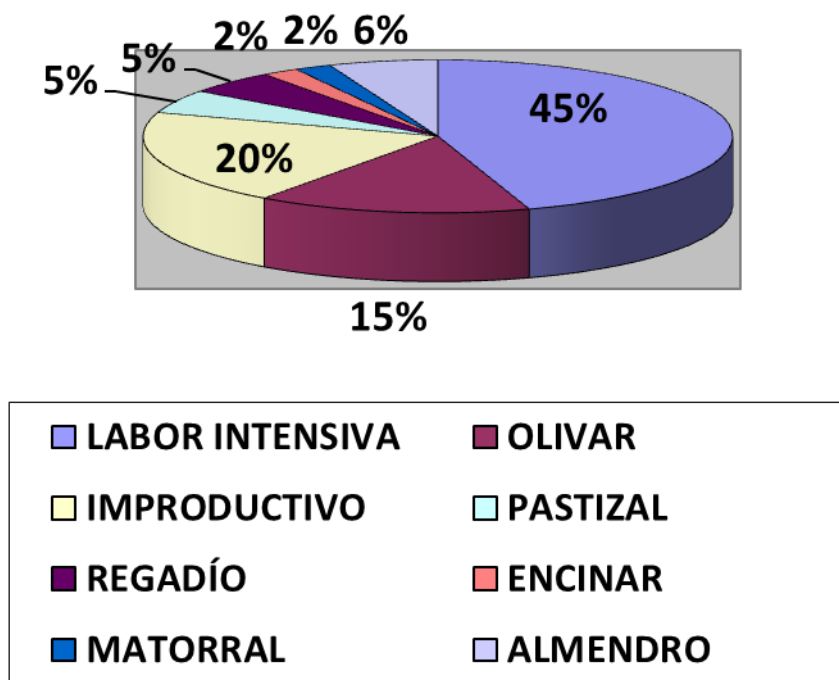


Figura nº 2: Gráfico de la distribución agrícola de la zona, obtenido a partir del mapa de cultivos.

C.2.5. GEOLOGÍA.

La parte central de la hoja de Teba representa el tránsito de la cuenca mediterránea a la atlántica, constituyendo parte de esta divisoria la Sierra de Cañete, al norte del Término Municipal de Cuevas del Becerro.

Topográficamente, la Sierra de Viján junto a la Serranía de Ronda y la Sierra de Carrasco orlan al núcleo de población, si bien el término aparece abierto hacia el este en dirección Serrato, y hacia el oeste en dirección a la provincia de Cádiz.

Entre los relieves montañosos aparecen depresiones de poca extensión, en ocasiones ligadas a las llamadas "capas rojas" del Cretácico y Paleógeno, así como por los materiales "flysch" del tipo Campo de Gibraltar (IGME, 1991).

Geológicamente, se distinguen en el área: Zona Subbética, Unidades con flysch del tipo Campo de Gibraltar y Formaciones Post-mantos (Figura nº 5).

ESTRATIGRAFIA.

Las unidades que constituyen la geología de nuestro área de estudio se resumen, según Cruz-Sanjulián (1990), en las siguientes:

Zona Subbética.

Subbético Interno.- Se inicia prácticamente con dolomías y calizas oolíticas del Lías. El Jurásico es una potente secuencia caliza (400m) que dibuja los relieves más característicos de la zona, estando el Cretácico-Paleógeno representado por margocalizas (capas rojas) y se sitúa normalmente en las depresiones.

Unidades con flysch.

Son unidades peculiares conocidas con el nombre de "flysch del Campo de Gibraltar", según la denominación de Blumenthal (1933).

Unidades infranumídicas.- Están conformadas predominantemente por arcillas margosas rojas, verdes y rosadas, en las que se intercalan calizas detríticas de tonos grises junto con algunos conglomerados. Localmente aparecen margas rojizas y margocalizas amarillentas.

Materiales Postmantos.

Los materiales no afectados por la tectónica de mantos pertenecen a depósitos cuaternarios.

Cruz-Sanjulián (1990) distingue el Mioceno superior del Cuaternario. Dentro de éste último, hay terrazas antiguas, travertinos, conos de deyección, derrubios de ladera, depósitos aluviales y depósitos coluviales.

Depósitos Cuaternarios.- No están bien datados y se presentan discordantes sobre los materiales de esa edad.

- Terrazas antiguas representadas por "formaciones aluviales colgadas sobre la red actual". Suelen estar formados por cantos calizos bien redondeados y una matriz arcillo-arenosa.

- Travertinos presentes en varios afloramientos, algunos con una superficie mayor del km², en especial los situados en el extremo nororiental de la zona. Estos travertinos son muy ricos en restos vegetales, intercalándose en ellos niveles brechoides, que adquieren localmente potencias de varias decenas de metros.

- Conos de deyección constituidos por acumulaciones de cantos angulosos de composición y granulometría bastante heterogénea. No obstante, no son representativos a la escala de trabajo.

- Derrubios de ladera, que son acumulaciones actuales de cantos angulosos y muy poco o nada cementados.

- Depósitos aluviales correspondientes a materiales detríticos en los predominan las arcillas, arenas y gravas, junto a pequeños cantos bien redondeados y que se encuentran en los cauces actuales.

- Depósitos coluviales, que se relacionan con materiales blandos y son predominantemente arcillosos, incluyendo fragmentos de niveles calizos y areniscosos.

C.3.- DEGRADACIÓN DE SUELOS

C.3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

El suelo, según definición de Gaucher (1971), es un sistema en tres fases: una sólida, heterogénea, polidispersa, formada por compuestos minerales y materias de origen orgánico, animal o vegetal, con un grado de transformación y organización variable; otra líquida, constituida por el agua con las sustancias que puede portar disueltas, actuando como nexo que posibilite las reacciones químicas entre los compuestos de las fases del sistema o de una misma fase, aunque estén distantes entre sí; la tercera, gaseosa, compite con la fase líquida por ocupar los espacios dejados libres por la fase sólida, tras el ordenamiento de los compuestos que la forman. De esta competencia y, por tanto, del grado de ocupación, nace una actividad química y biológica, base del dinamismo edáfico.

En oposición al concepto edáfico positivo, hay otro negativo, erosivo, de carácter natural o provocado, que viene igualmente definido por la acción acumulada de factores que temáticamente coinciden con los formadores del suelo, pero por circunstancias especiales actúan de forma degradativa y no evolutiva, ayudados por la propia idiosincrasia del factor edáfico que, por sí, puede acelerar o frenar dicho proceso.

Los factores edafogenéticos, mediatizados y mal conducidos por el hombre, pueden provocar la degradación del suelo y finalmente su pérdida. F.A.O. (1980) da una fórmula paramétrica para evaluar cada uno de los procesos de degradación de suelo, que en expresión matemática quedaría así:

$$D = f(C, S, T, V, L, M)$$

Dónde:

D= degradación del suelo

C= agresividad climática

S= suelo

T= topografía

V = vegetación natural

L= uso de la tierra

M= explotación de la tierra

Si comparamos esta fórmula paramétrica con la de Jenny (1941) y teniendo en cuenta que el factor tiempo puede permutarse con el grado de desarrollo del suelo (S), observamos que factores tales como clima, organismos, vegetación y relieve están incluidos en ambas. Sin embargo, el "resultado final" para una misma roca es diferente, de ahí, el interés de analizar con cierto detalle, el mecanismo de acción de estos factores en su doble versión, edáfica y erosiva.

F.A.O. (1980) reconoce seis grupos de procesos de degradación de los suelos entendiendo por degradación el proceso natural que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir cualitativa o cuantitativamente bienes o servicios. Los seis grupos son los siguientes:

- 1.- Erosión hídrica: laminar, en surcos, en cárcavas y movimientos de masas.
- 2.- Erosión eólica.
- 3.- Degradación física.
- 4.- Degradación biológica.
- 5.- Degradación química.
- 6.- Exceso de sales: salinización y sodización.

C.3.2.- DEGRADACIÓN EROSIVA DEL SUELO.

C.3.2.1.- Erosión hídrica (E)

La erosión hídrica se entiende como "el desplazamiento horizontal de las capas superiores del suelo o de todo el suelo, junto con el transporte y el ulterior depósito de las partículas en otro lugar" (Kirkby y Morgan, 1984).

Inicialmente, las lluvias pueden ser interceptadas por la vegetación y no afectar para nada al suelo. Con posterioridad o en ausencia de protección vegetal, se inicia la destrucción de los agregados del suelo y el taponamiento de los poros; en este fenómeno incide la caída directa de las gotas de lluvia y las salpicaduras que se originan.

A partir de este estadio, las aguas discurren en forma de arroyada, removiendo y amontonando la capa superior del suelo, originándose el proceso de erosión laminar. En los suelos es frecuente la presencia de manchas de tonos claros, principalmente en las laderas más pronunciadas, apareciendo el subsuelo pobre en materia orgánica, asociado al suelo en general más rico en ella. Este flujo laminar es más patente cuando discurre sobre superficies lisas y con pendiente uniforme, originando la alteración y la remoción de pequeñas láminas de suelo que es transportado aguas abajo.

Estas aguas pueden moverse de forma difusa, originando una arroyada en manto, o también de manera concentrada dando lugar a una arroyada en surcos; en ambos casos los horizontes superiores del suelo adelgazan paulatinamente y son arrastrados determinando el denominado lavado de vertientes.

Cuando las vertientes son pronunciadas y la escorrentía fuerte, la erosión laminar se acelera e intensifica y aparecen una serie de acanaladuras, muy próximas, dando la erosión en surcos, entendiéndose por surco de erosión el canal formado por una corriente de agua potente (McGraw-Hill, 1981); el agua circula por las zonas de mínima resistencia y acaba formando cárcavas. Ambas formas de erosión pueden coexistir, asociadas a la hídrica laminar que se circunscribe a las zonas más lisas y uniformes limitadas entre surcos y cárcavas.

La erosión en surcos es más intensa que la laminar y mayor el desprendimiento con posterior traslado de los materiales. Así por ejemplo, cuando la velocidad del agua que circula por los surcos pasa de 30 a 60 cm/s, la capacidad de transporte aumenta unas treinta y dos veces (FAO, 1967). La pérdida del epipedón conlleva una disección en profundidad de los surcos, alcanzándose en ocasiones el subsuelo, formando auténticos regueros.

Si la formación de surcos y regueros no es destruida con las labores, la erosión y disección se intensifica originando depresiones cada vez mayores, formándose auténticas cárcavas. No todos los surcos evolucionan con la misma actividad, unos se desarrollan con más rapidez e intensidad que otros y acaban por adueñarse de las áreas, marcando la red de drenaje.

La cárcava conduce a la formación de un barranco y éste queda definido geográficamente como "Pequeño valle estrecho de costados muy empinados" (McGraw-Hill, 1981). La evolución es debida a diversos procesos:

- a) Por desmoronamientos y desprendimientos laterales de los barrancos.
- b) Por la incidencia de las precipitaciones en la cabecera de las cárcavas determinando una fuerte erosión de las mismas.
- c) Por rozamiento, arranques y arrastres del fondo y/o laderas.

Las cárcavas, en general, son estrechas y poco profundas, con medidas que oscilan entre 0.5 y 0.8 m, no sobrepasando la escala de un metro. Localmente el tamaño puede ser bastante mayor, siempre que la topografía y la litología sean favorables.

Las pérdidas de suelo, cuantitativamente hablando, son superiores en las erosiones laminar, en surcos y regueros; por contra la incidencia de los abarrancamientos, las cárcavas y los desprendimientos en masa, en las pérdidas de suelo son bastante inferiores, pero su significación topográfica es más espectacular y dificulta mucho más las labores agrícolas y de recuperación de terrenos de cultivo. El estudio comparativo entre diferentes métodos para cuantificar la erosión hídrica ha sido hecho por Bordas y Sánchez (1988, a).

Son los procesos hídricos fácilmente explicables pero difícilmente medibles. Si conocemos las características e intensidad de los elementos climáticos, podemos justificar los procesos edáficos y aconsejar sobre el uso correcto del suelo, reduciendo al mínimo la erosión y manteniendo su productividad. López Cadenas (1982) define la erosión como el resultado de una mala administración de las tierras y señala la importancia de una buena información para hacer una perfecta planificación del territorio.

Para el cálculo de la erosión hídrica utilizamos U.S.L.E., siendo conscientes de las limitaciones de esta Ecuación Universal, donde:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Siendo:

- A: Pérdida erosiva del suelo.
- R: Erosividad de la lluvia.
- K: Erosionabilidad del suelo.
- LS: Longitud y grado de la pendiente.
- C: Forma de cultivo.
- P: Prácticas de conservación.

-*Erosividad de la lluvia (R)*: el cálculo de esta se ha realizado a partir del índice de FournierFAO (1980), según la siguiente ecuación:

$$R_F = \sum p^2 / P$$

Donde:

p: precipitación mensual

P: Precipitación anual

Y a partir de aquí se calcula el R de Icona, según la ecuación de Lozano (1992), por afinidad climática y proximidad a la zona de Baza (Granada):

$$R_I = R_F \cdot \mu$$

$\mu = 2,8$ si $R_F < 50$;

$\mu = 3,2$ si $R_F > 50$;

- *Erosionabilidad del suelo (K)*: para establecer este factor se ha seguido el manual de agricultura nº 537 (U.S.D.A., 1978) de acuerdo con Barnet et al.:

$$K = (0,025 \cdot pH + 0,357/M.O. + 0,0047 \cdot a - 0,0036 \cdot c) \cdot b/100$$

Donde:

a: % arena (0,1 - 2 mm);

b: % limo + arena muy fina (0,002 - 0,1 mm);

c: % arcilla (< 0,002 mm)

- *Factor topográfico*: este viene determinado según la siguiente ecuación de Wischmeier y Smith (1978):

$$LS = (x/22.13)^m \cdot (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Siendo:

x = longitud real de la pendiente (m).

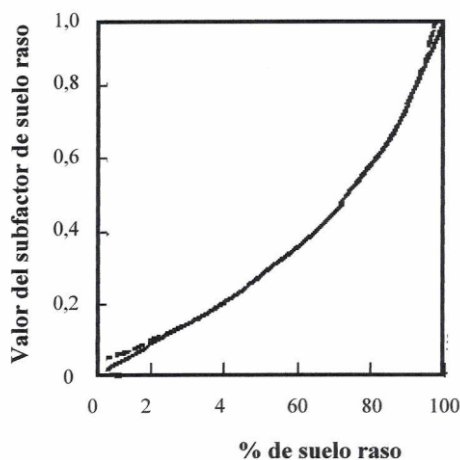
s = % de pendiente

"m" vale:

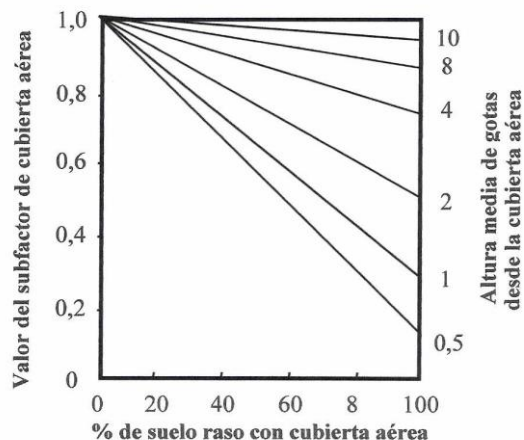
| m | Pendiente (%) |
|-----|---------------|
| 0.5 | > 5 |
| 0.4 | 3 - 5 |
| 0.3 | 1 - 3 |
| 0.2 | < 1 |

-*Forma de cultivo (C)*: este factor se obtiene a partir de los 9 subfactores propuestos por Dissmeyer y Foster (1981), que son los siguientes:

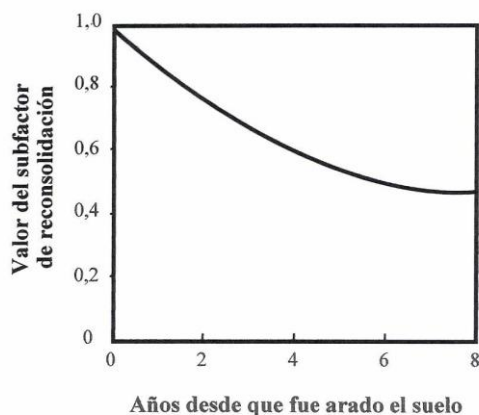
1.- Subfactor suelo raso:



2.- Subfactor cubierta aérea:

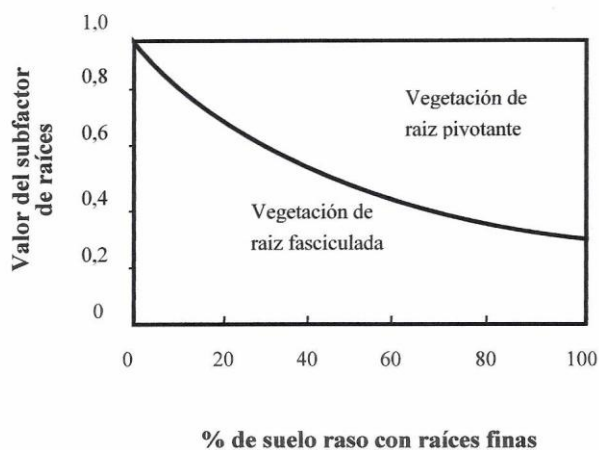


3.- Subfactor reconsolidación:



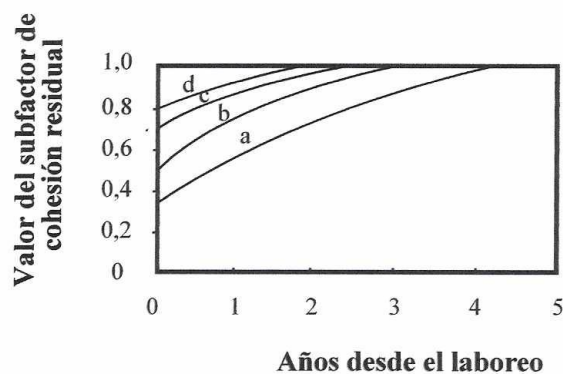
4.- Subfactor alto contenido en materia orgánica: no requiere el empleo de tablas o gráficas, consiste en dar un valor de 1 a 0.7, según el contenido de materia orgánica sea mayor o menor al 4%.

5.- Subfactor raicillas:



| RAÍCES | DOMINIO | VALOR |
|----------------|----------|-------|
| Muy pocas | 0 - 20 | 0,90 |
| Pocas | 20 - 40 | 0,70 |
| Comunes | 40 - 60 | 0,50 |
| Abundantes | 60 - 80 | 0,35 |
| Muy abundantes | 80 - 100 | 0,25 |

6.- Subfactor efecto cohesivo residual:



Horizonte húmico bien enraizado (a) o con pocas raíces (b)
 Sin horizonte húmico y poco enraizado (c y d)
 Horizontes profundos bien estructurados y permeables (a, b y c)
 Pobre estructura y permeabilidad (d).

7.- Subfactor almacenamiento en depresiones in situ:

a)

| Tamaño Fragmentos | Valor |
|-------------------|-------|
| < 25 mm | 0,1 |
| 25 - 50 mm | 0,2 |
| 50 - 100 mm | 0,3 |
| 100 - 150 mm | 0,4 |
| > 150 mm | 0,5 |

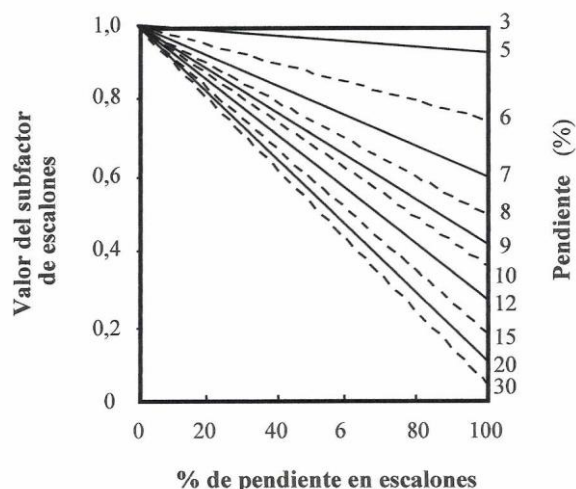
- b) Almacenamiento en huellas de tractor o maquinaria pesada: Valor 0,4.
- c) Troncos y restos de cortes: Valor 0,8.
- d) Suelo cortado o hendido: Valor 0,2.
- e) Desechos, etc.
- f) Gilgai: Valor 0,7 – 0,8

$$a = 0,5 \cdot \frac{\% \text{compon. } > 15\text{cm}}{\text{Total Suelo Cubierto}} + 0,2 \cdot \frac{\% \text{compon. entre 5 y 15cm}}{\text{Total Suelo Cubierto}}$$

$$x = 100 \cdot a / \text{Total suelo cubierto}$$

Siendo x el valor del subfactor almacenamiento "in situ".

8.- Subfactor escalones (*):



Subfactor C8

| Pendiente | Porcentaje de ladera con "escalones" | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 5 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 |
| 6 | 1 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,73 |
| 7 | 1 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,71 | 0,67 | 0,63 | 0,59 |
| 8 | 1 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,71 | 0,69 | 0,64 | 0,59 | 0,49 |
| 9 | 1 | 0,94 | 0,89 | 0,83 | 0,77 | 0,71 | 0,65 | 0,60 | 0,54 | 0,48 | 0,42 |
| 10 | 1 | 0,94 | 0,87 | 0,81 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,43 | 0,36 |
| 12 | 1 | 0,93 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,56 | 0,49 | 0,42 | 0,34 | 0,27 |
| 15 | 1 | 0,92 | 0,84 | 0,75 | 0,67 | 0,59 | 0,51 | 0,43 | 0,34 | 0,26 | 0,18 |
| 20 | 1 | 0,91 | 0,82 | 0,74 | 0,65 | 0,56 | 0,47 | 0,38 | 0,29 | 0,20 | 0,11 |
| >30 | 1 | 0,91 | 0,81 | 0,72 | 0,63 | 0,53 | 0,44 | 0,35 | 0,25 | 0,15 | 0,06 |

9.- Subfactor curvas de nivel (*),.

| % de pendiente | Siguiendo las curvas de nivel | Grados de desvío respecto a las curvas de nivel. | | | | |
|----------------|-------------------------------|--|------|------|------|------|
| | | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 |
| 0 - 2 | 0,80 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 1,00 |
| 3 - 7 | 0,70 | 0,82 | 0,87 | 0,91 | 0,94 | 1,00 |
| 8 -12 | 0,80 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 1,00 |
| 13 -18 | 0,90 | 0,94 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 1,00 |
| >19 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

(*). Para suelos de Monte.

- *Prácticas de Conservación (P)*: hace referencia a prácticas y medidas de lucha frente a la erosión. Se calcula de acuerdo con Wischmeier y Smith (1978):

| <i>Pendiente del terreno (%)</i> | <i>Cultivo en curvas de nivel</i> | <i>Cultivo en fajas</i> | <i>Terráceo</i> |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 – 2 | 0,60 | 0,30 | 0,12 |
| 3 – 8 | 0,50 | 0,25 | 0,10 |
| 9 – 12 | 0,60 | 0,30 | 0,12 |
| 13 – 16 | 0,70 | 0,35 | 0,14 |
| 17 – 20 | 0,80 | 0,40 | 0,16 |
| 21 – 25 | 0,90 | 0,45 | 0,18 |

Según Fournier (1975) la longitud de los bancales no debe superar los 400 m y la pendiente el 5 %. La altura de la terraza se calcula mediante las fórmulas:

$$H^2 = 64 \cdot P, \text{ en pendientes mayores del } 25 \%, \text{ y}$$

$$H^3 = 260 (\pm 10) \cdot P, \text{ para pendientes entre el } 10 \text{ y el } 25 \%,$$

Siendo H el desnivel (en metros) y P el porcentaje de la pendiente.

C.3.2.2.- Erosión eólica (W)

Este tipo de erosión marca la pérdida de suelo por la acción mecánica del viento y sólo se manifiesta con intensidad en condiciones locales muy específicas, como son ambientes áridos, con precipitaciones inferiores a 300 mm o con largos períodos de sequía (Hudson, 1982) y donde los vientos azotan fuertemente, acentuando su acción según la orientación y morfología del terreno.

Los estudios realizados hasta el momento son escasos, destacando los trabajos de Quirantes (1989, 1990 y 1991), autor que define la erosión eólica como: "proceso natural mediante el cual el viento arranca y transporta partículas del suelo desgastándolas, arrastrándolas y haciéndolas incidir sobre materiales y áreas".

El estudio de la erosión eólica, en suelos agrícolas, ha presentado avances sustanciales los últimos treinta años, especialmente en el contexto de comprender los factores ambientales que influyen en la naturaleza y en la tasa del movimiento del suelo; ahora bien, conviene destacar que gran parte de la investigación se ha llevado a cabo en los EE.UU. y por ello sólo válida, al igual que en el caso de la erosión hídrica, para sus grandes planicies y con los problemas de manejo del suelo que allí se afrontan. Los resultados y, sobre todo, las ecuaciones de predicción, hay que utilizarlos con extremada precaución en los períodos húmedos (Kirkby, 1984).

La situación más desfavorable es un suelo desprovisto de vegetación y seco, tal como sucede en los terrenos de barbecho (Pou Royo, 1988). La erosión eólica, como ya se señaló, se liga a climas secos y zonas de topografía llana. La remoción y el transporte

aéreo las partículas del suelo comienzan cuando el viento sopla a unos 15 km/h a 15 cm del suelo (Fournier, 1975) y según FAO (1984) la cantidad del suelo que puede ser desplazada de este modo, es proporcional al cuadrado de la velocidad del viento. Se establece que la erosión eólica es posible donde:

1. Las lluvias son escasas e irregulares, de suerte que la superficie del suelo se torna dura y polvorienta, siendo fácil presa del viento.
2. La cubierta vegetal, pobre, ni frena ni dificulta las corrientes de aire.
3. La topografía es plana u ondulada y abierta.

Respecto del suelo señala:

4. La textura, cuanto más fina, mejor es para el transporte del suelo.
5. La falta de materia orgánica, pastoreo abusivo y cultivos que degeneren la estructura del suelo, favorecen la dispersión y con ello su transporte.

El viento no actúa por sí mismo; la abrasión, incluso de rocas duras, se produce mediante los granos de arena o suelo en suspensión. Los vientos fuertes levantan y arrastran materiales procedentes del suelo formando dunas, rellenando depresiones o acumulándose sobre salientes.

El mecanismo de acción es triple: los materiales más finos son arrastrados en suspensión a grandes distancias, los medianos, entre 0,1 y 0,5 mm, son desplazados sobre la superficie del suelo, no levantan más de un metro y avanzan a saltos; los más gruesos, entre 0,5 y 2 mm se mueven por reptación. El más importante de los tres tipos de desplazamiento, es la saltación pues se debe a partículas suficientemente ligeras para ser, a veces, levantadas, pero demasiado grandes para permanecer en suspensión; el tipo de desplazamiento viene determinado por su tamaño (Fig. n° 5).

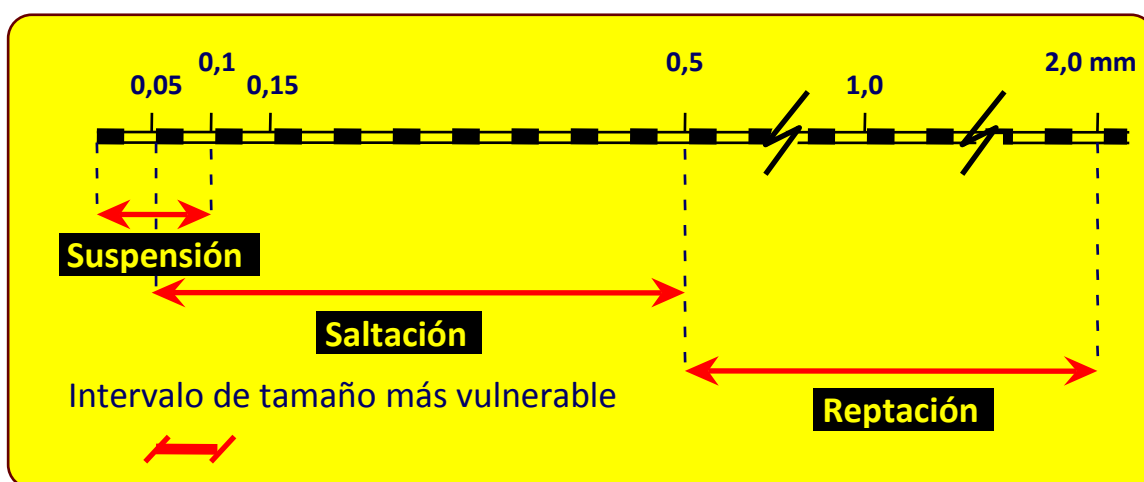


Fig. n°4.- Mecanismos de transporte eólico según el tamaño de la partícula (tomado de Hudson, 1982).

El viento se comporta como un fluido con sus dos regímenes: laminar en el que las partículas llevan una velocidad progresiva y ordenada, y turbulento con una velocidad oscilante y desordenada. El primero, podemos decir que es uniforme en su comportamiento, mientras que el segundo es imprevisible.

Para calcular la Erosión eólica los problemas se agudizan, por la carencia de datos como intensidad y sentido de los vientos. Es por ello que resulta más coherente calcular la erodibilidad eólica o susceptibilidad del suelo a ser erosionado por el viento.

El método seguido por Quirantes (1989), nos parece el más válido para nuestro ambiente con las matrices que preconiza (Tabla n° 4) y que exponemos a continuación:

| Mat. Org. | Ind. | Fósforo | Ind. | Carbonatos | Ind. | Limo | Ind. | Arcilla | Ind. | Humedad | Ind. |
|------------------|-------------|----------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| (%) | | (mg/100 g) | | (%) | | (%) | | (%) | | (1500 KPa) | |
| < 0.8 | 3 | <10 | 3 | > 40 | 4 | > 80 | 3 | < 20 | 3 | < 6 | 3 |
| 0.8 - 1.5 | 2 | 10 - 20 | 2 | 20 - 40 | 3 | 60 - 80 | 2 | 20 - 40 | 2 | 6 - 12 | 2 |
| 1.5 - 2.4 | 1 | 20 - 40 | 1 | 5 - 20 | 2 | 40 - 60 | 1 | 40 - 60 | 1 | 12 - 22 | 1 |
| > 2.4 | 0 | > 40 | 0 | < 5 | 1 | < 40 | 0 | > 60 | 0 | > 22 | 0 |

| SUMA de Índices | 17 - 19 | 14 - 16 | 11 - 13 | 8 - 10 | 5 - 7 | 1 - 4 |
|--|-----------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|--------------|
| F_{s1} CLASE de Erosionabilidad | Muy Alta | Alta | Moderada | Debil | Muy débil | Nula |

Tabla n°4.- Erosionabilidad eólica Fs₁ (Quirantes, 1989).

C.3.3.- DEGRADACIÓN NO EROSIVA DEL SUELO.

Si consideramos el concepto de tiempo en función de la vida humana, la formación del suelo es un proceso extraordinariamente lento y son precisos muchísimos años para que se formen los horizontes que componen el perfil del suelo climácico. Este factor edafogenético oscila según los suelos y la intensidad de acción de los demás factores formadores. Ruhe (1956), Simonson (1959) y Buol et al. (1983) entre otros, citan para ello varios cientos a miles de años; no obstante el efecto inverso, degradativo, se reduce, a menudo, a un corto espacio de tiempo. La pérdida de suelo fértil hace que la tierra disminuya su vocación agrícola y su uso por el hombre, desapareciendo irreversiblemente una importantísima fuente de riqueza.

Según Hudson (1982), la erosión del suelo, en su sentido más amplio, incluye cualquier degradación que merme la capacidad de producir cosechas, pudiendo presentarse de diferentes formas sin que exista pérdida de suelo.

Los riesgos de degradación del suelo se relacionan con aspectos físicos del ambiente, relieve y clima, con el suelo y también con la acción antrópica.

Es de sumo interés distinguir entre la degradación actual y potencial del suelo. La degradación potencial es la pérdida de productividad como consecuencia del propio suelo, relieve y del clima, sin interferencia humana ni de la vegetación; en otras palabras, es la vulnerabilidad del suelo de acuerdo con sus constituyentes y los factores físicos que actúan sobre él (FAO, 1977). La degradación actual marca la regresión que sufre el suelo como consecuencia de un determinado uso o con una cubierta de vegetación natural, alterada o no.

Para una más fácil lectura del texto, incluimos las matrices empleadas para el cálculo de las degradaciones no erosivas, en el capítulo de resultados.

C.3.3.1.- Degradación física (P)

La degradación física se refiere a cambios negativos en las propiedades físicas de los suelos, como son porosidad, permeabilidad, densidad aparente, estabilidad estructural, etc., inducidos por factores como el clima, el propio suelo, topografía y acción humana.

El clima y sus elementos más significativos, agua y viento, actúan creando un encostramiento que es función de la intensidad y energía de los elementos climáticos, modificando la estabilidad y desarrollo estructural del epipedón por pérdida de material fino tras su desfloculación o por compactación superficial al crearse una lámina continua.

No obstante, como señala Henin et al. (1972), no se puede correlacionar una propiedad precisa con la granulometría, ya que es necesario atribuir a cada constituyente un coeficiente que magnifique el mecanismo e intensidad de su acción en la propiedad considerada.

Los carbonatos y demás sustancias cementantes son excelentes estabilizadores estructurales; ahora bien, no se puede concluir con que los suelos calcáreos son mejores.

Lógicamente, cuando la caliza se encuentra en cantidades altas y con finura excesiva (limo), su papel es desfavorable para la estructura porque dificulta el drenaje y en general, la aireación del suelo al disminuir el aterronamiento, hecho que aumenta sensiblemente la erodibilidad.

En el ambiente mediterráneo, la degradación está acelerada, tanto por la fragilidad edáfica como por el clima y se acentúa por la fuerte antropización que en forma de laboreo y pastoreo esquilma las tierras configurando el paisaje típico de las regiones semiáridas/áridas, como lo describe García Pedraza (1989), López Bermúdez (1989), Gallardo (1989), etc. La topografía regula la escorrentía de las aguas permitiendo la percolación en profundidad o el arrastre superficial.

C.3.3.2.- Degradación biológica (B)

Viene marcada por la disminución del contenido en materia orgánica de los epipedones, fundamentada exclusivamente en la mineralización de la materia orgánica humificada y por tanto resistente, sin tener en cuenta otras mermas por erosión, cuyas consecuencias principales son la degradación física, pérdida de nutrientes, aumento de la escorrentía y, al final, la erosión (Martínez, 1988).

La descomposición de la materia orgánica está ligada a la actividad biológica, que a su vez depende de la propia naturaleza del sustrato orgánico e inorgánico, de la temperatura, de la humedad y del factor humano.

El número de bacterias en un suelo debe aumentar con la humedad y de forma variable según el tipo de organismo vivo de que se trate; más compleja es la acción de la temperatura sobre la biomasa, pero lo cierto es que las variaciones de humedad y temperatura son causa de muchos cambios en la actividad de los microorganismos con independencia del número (Russell, 1968). La actividad crece con la temperatura hasta un máximo en que se anula.

Todos aquellos elementos que afectan al desarrollo normal de la microflora y microfauna del suelo, lo hacen directamente sobre la humificación y por tanto repercuten en la acumulación de materia orgánica estable. Se sabe, de tiempo, que la quema de rastrojos o el suelo desprovisto de vegetación y expuesto a la acción térmica del sol, aumenta la cosecha inmediata, la razón exclusiva es la destrucción de sustancias húmicas con liberación de nutrientes; este fenómeno, limitado en el tiempo, conduce inexorablemente a la degradación biológica del suelo y a su infertilidad, de ahí el grave riesgo, si la acción humana no es controlada, sobre todo en ambientes áridos como los que nos ocupan. "Desecación, calentamiento y rehumectaciones sucesivas del suelo activa la descomposición del humus (Russell, 1968).

C.3.3.3.- Degradación química (C)

Marca la intensidad del lixiviado y la toxicidad provocada por la liberación de ciertos elementos como el aluminio. Objetivamente, estos procesos hay que ligarlos a ambientes húmedos y bien drenados, necesarios para que el complejo de cambio se desature y el suelo se torne ácido.

Se trata de un proceso prácticamente no representado en nuestros ambientes, fundamentalmente por motivos climáticos. Tan solo en zonas de meseta, a altitudes

superiores a 1500 m, cubiertas de pasto y con suelos que evolucionen sobre materiales ácidos, puede aparecer algún indicio. Estas condiciones no se dan en el área de estudio.

C.3.3.4.- Exceso de Sales

La acumulación en el suelo de sales solubles es un proceso muy negativo, tanto para el propio suelo como para las plantas cuando afectan a la zona explorada por las raíces (Barreira, 1978). Además, el potencial osmótico queda sensiblemente elevado y con ello se incrementa el déficit hídrico.

A parte de los efectos osmóticos, la naturaleza dispersa de los suelos alcalinos es un hecho perjudicial a la vegetación, pues se vuelven compactos (mal drenados) y las plantas sufren las consecuencias de las condiciones anaeróbicas. La nitrificación se para, la respiración y penetración de las raíces queda restringida y aumentan las enfermedades radiculares (López Ritas et als, 1985).

Estas circunstancias y la posible toxicidad del sodio nos lleva a separar suelos salinos propiamente dichos y sódicos.

Los suelos con propiedades sálicas y/o sódicas son reconocidos en todas las clasificaciones y adquieren especial significación en nuestro ambiente semiárido/árido.

El contenido de sales, por encima del cual el crecimiento de la planta es alterado, depende de ciertos factores entre los que destaca la textura, distribución de sales en el perfil, tipo de sales y la propia especie vegetal.

El intercambio de calcio por sodio sólo es posible en condiciones de predominio claro del ión sodio sobre el ión calcio en la solución del suelo, de tal manera, como señala Duchaufour (1984), que a igualdad de concentración entre iones divalentes y monovalentes, el porcentaje de sodio del complejo no sobrepasa el 10%; son muchos los autores que marcan concentraciones del orden del 70% de sodio en la solución, para que se supere el 15% de sodio en el complejo de cambio.

Según Allison et al. (1973) los suelos sódicos casi siempre tienen una estructura densa en bloques, son duros cuando secos y poseen baja conductividad hidráulica si están mojados, todo ello debido a la poca estabilidad estructural.