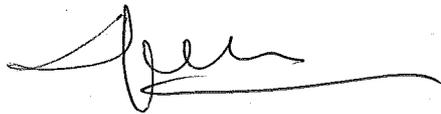


CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO GEOMORFOLOGICO DE
LA DEPRESION CENTRAL CATALANA

Memoria realizada por Jaume Calvet Porta
y dirigida por el Dr. D. Luis Solé Sabarís,
Catedrático de la Facultad de Ciencias
Geológicas de la Universidad de Bar-
celona, para optar al grado de Doctor en
Ciencias Geológicas.

El director de la Tesis



Luis Solé Sabarís



Jaume Calvet Porta

Barcelona, septiembre 1977

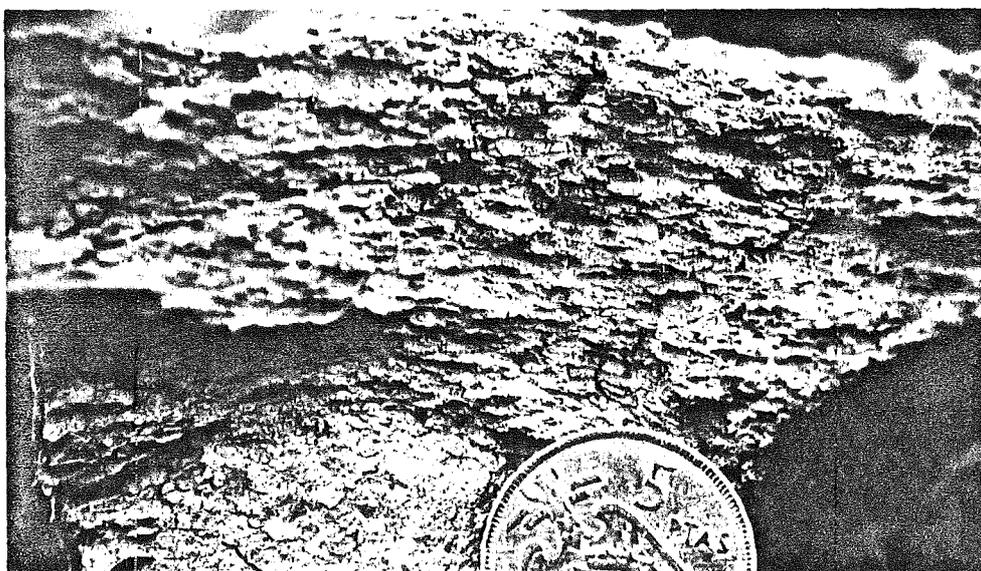
los procesos naturales y sobre todo aumenta cuantitativamente su capacidad de respuesta frente a estos procesos, pero no es menos cierto que no es siempre con la fuerza bruta que debe lucharse contra la naturaleza ; un proceso quizás pueda ser parado, pero podemos crear un desequilibrio que desencadene otros. Por ello creemos que sería necesario efectuar un estudio de la dinámica de las zonas agrícolas para comprobar si todas las técnicas mecanizadas de explotación son adecuadas.

1.2. Procesos

1.2.1. Procesos de preparación del material (procesos de meteorización)

El estudio de estos procesos requiere una serie de observaciones sumamente detalladas y repetidas en distintas épocas del año, en una serie de lugares concretos. Tal tipo de estudio escapaba a nuestras posibilidades, por tanto reduciremos nuestra explicación a aquellos procesos fáciles de deducir a partir de una sola observación.

Sin embargo, con respecto a la Conca d'Odena, disponemos de múltiples observaciones efectuadas por GALLART (1976), que le han permitido reconstruir los procesos más importantes que intervienen en el modelado de las bad lands. Los procesos de humectación-deseccación y de hielo-deshielo atacan, cuando está al descubierto, al substrato margoso, desagregándolo intensamente. Sobre los taludes verticales tallados en los limos de las formaciones superficiales, GALLART ha observado una tendencia al descascarillado en finas plaquetas, debido a la formación durante el invierno de helgados (1 o 2 mm de espesor) lantejones de hielo, paralelos a la pared del talud hasta una profundidad de varios centímetros.



Fragmentación, de una formación superficial limosa de la Conca d'Odena, en unas plaquetas paralelas a la pared del talud en el que se ha obtenido la muestra. Este proceso es debido a la formación de pequeños lentejones de hielo, por las alternancias de hielo - deshielo.



Acción de la erosión pluvial sobre la microvertiente de una cárcava. Las plantas de la fotografía (Globularia vulgaris) son unas de las pocas que parecen resistir la intensa denudación que se ejerce en los bad lands de la Conca d'Odena. Hay que destacar que su raíz se encuentra, a menudo, implantada en la microvertiente unos 20 o 30 centímetros de donde aparece el tallo.

Por nuestra parte hemos podido observar fenómenos de descascarillado actual en las areniscas, con desagregación granular de los fragmentos desprendidos. Este descascarillado es debido, posiblemente, a la acción del hielo.

En el valle del Llobregós hay claras muestras de la existencia de fenómenos de disolución actual de los yesos, con liberación de los residuos margosos, no solubles que incluyen; los niveles margosos, con los que alternan, tienden a quedar en relieve, pero dada la poca consistencia de estos materiales, que se desmoronan fácilmente, las formas de erosión diferencial se destruyen casi con la misma rapidez que se forman, no pasando nunca de ser incipientes. Este mismo tipo de procesos, pero con una evolución mucho más rápida y espectacular, se da en la Muntanya de Sal de Cardona; allí el substrato está constituido por sal con delgadísimas intercalaciones de margas saladas.

Las calizas lacustres no presentan trazas de fragmentación actual, aunque no se ha efectuado un estudio lo suficientemente detenido como para poder asegurar que ésta es totalmente inexistente.

El comportamiento de los conglomerados depende de su grado de consolidación y también del espesor de los bancos. En la Conca de Barberá, donde están fuertemente cementados por un cemento calcáreo y el espesor de los bancos es como máximo de algunos metros, no hay una desagregación notable, predominando el degajamiento de grandes bloques, orientado por las diaclasas. Por el contrario en Montserrat o en el sector al norte de Solsona, predomina la desagregación tal como lo atestiguan las formas redondeadas que se originan. Es evidente que unas condiciones climáti

cas más agresivas pueden justificar este tipo de evolución, pero también es cierto que debido a la gran masividad de la roca, la liberación de bloques es muy limitada y el otro proceso, aunque lento puede llegar a ser el más importante. Vemos pues que el problema no se reduce a actividad o inactividad de un proceso, sino que interviene también el balance entre unos procesos y otros.

1.2.2 Procesos de modelado

Sin lugar a dudas el agente modelador más importante actualmente en la Depresión Central Catalana es el agua corriente, encauzada o no. Debido a las condiciones climáticas, el suelo nunca llega a alcanzar, por lo general, un grado de humedad suficiente como para que puedan desencadenarse fenómenos de tipo solifluidal. Con todo, en las zonas más húmedas (borde norte) y en algunos sectores con un microclima también más húmedo, es posible que puedan darse algunos fenómenos de este tipo, pero siempre de manera restringida.

1.2.2.1. Erosión pluvial

Dentro de la secuencia de procesos debidos a la acción de las aguas, el primero es el de la erosión pluvial. Su eficacia depende del estado en que se encuentra la superficie del suelo y de la tasa de protección que la cobertura vegetal ejerza sobre él. Una cobertura vegetal densa disminuye notablemente la erosión pluvial, y ello por varias causas. En primer lugar cubre el suelo interceptando las gotas de lluvia, disminuyendo notablemente su energía cinética, o canalizando el agua por las ramas y el tronco hasta suelo, anulando en este caso totalmente su poder erosivo.

Bajo una cobertera arbórea desprovista de sotobosque puede darse un tipo especial de erosión pluvial que podríamos denominar indirecta; a pesar de que la lluvia es interceptada, se forman una serie de "goteras" con grandes gotas, que al llegar al suelo pueden tener un eficaz papel erosivo. En segundo lugar la vegetación da lugar a un manto de hojas muertas, tallos y fragmentos de ramas y troncos que depositados en la misma superficie del suelo constituyen una protección más o menos contínua y eficaz contra la erosión pluvial; ello favorece la creación de un microclima más húmedo que permite el desarrollo de musgos y líquenes de elevado poder protector. Por último la existencia de materia orgánica en el suelo da una mayor estabilidad a los agregados minerales, dificultando la acción disgregadora del impacto de las gotas de lluvia.

La acción de la erosión pluvial se manifiesta con una extraordinaria claridad en los sectores en que afloran directamente en superficie las margas azuladas del Eoceno; éstas, debido a los procesos de alteración ya citados, se encuentran notablemente disgregadas y son un material muy propicio a este tipo de erosión. Las formas más características, que son siempre de dimensiones reducidas y debidas a la protección de una raíz puesta al descubierto, de una pequeña planta o de un canto, se dan en sitios de pendiente suave, donde la acción de la arroyada no llega a borrarlas; con todo, algunas veces es posible observarlas en los mismos band lands, aunque en este caso quizá hay un problema de convergencia de formas, ya que las raíces o plantas insertas en suelo lo mismo pueden ejercer su papel protector frente a la erosión pluvial, que frente a la arroyada.

Los hechos principales a retener son: el papel obstaculizador de la ve

getación, tanto directa como indirectamente, frente a la erosión pluvial y la posibilidad de la acción combinada de ésta y la arroyada durante la lluvia. Todo ello explica la importancia de la erosión pluvial en las zonas en que el substrato está constituido por margas, arcillas o limos y existe una vegetación clareada, que protege mal el suelo.

1.2.2.2. Arroyada difusa y arroyada concentrada

La arroyada difusa viene dada por las aguas de lluvia que una vez caídas sobre el suelo no llegan a infiltrarse en él. Esta incapacidad de infiltración puede ser debida a varios hechos:

- el balance entre la cantidad de agua infiltrada y agua caída es excedentario en beneficio de la lluvia, ya sea debido a la intensidad de ésta o a la baja capacidad de infiltración del suelo o a ambas cosas a la vez. Los substratos margosos, arcillosos e incluso limosos son favorables a este tipo de fenómeno, puesto que tienen una permeabilidad baja y en general siempre presentan un cierto grado de compactación que las hace disminuir aun más.

Por el contrario ciertas formaciones superficiales, con las mismas características granulométricas citadas, pueden presentar una permeabilidad más elevada debido a su estructura poco compactada y más porosa.

- una impermeabilización superficial del suelo, debida al taponamiento de los poros de éste por las partículas arrastradas por las salpicaduras de las gotas de lluvia. Este proceso precisa de una cobertura vegetal nula o clareada, lo que, como ya hemos visto, implica

además, que los agregados minerales son poco estables y fácilmente disgregables.

- el valor de la pendiente influye en razón inversa sobre la posibilidad de infiltración.

En resumen, lluvias violentas, baja permeabilidad del suelo o del substrato, cuando éste se presenta al descubierto, posibilidad de impermeabilización superficial del suelo, cobertura vegetal nula o clareada y pendiente fuerte son condiciones óptimas para que se de la arroyada difusa.

Es obvio, que a medida que la cantidad de agua que circula en forma de arroyada difusa aumenta, hay una tendencia a la concentración en hilerillos cada vez más caudalosos que tienden a excavar un pequeño cauce. Si entre lluvia y lluvia ningún otro proceso destruye este pequeño surco, muy posiblemente las aguas lo utilizarán de nuevo, prosiguiendo su agrandamiento.

Existen varios hechos que intervienen en esta tendencia a la concentración de las aguas:

- al aumentar la superficie de impluvium hay aumento del caudal de las aguas y por tanto de la capacidad de denudación y transporte, favoreciéndose las incisiones.
- la rugosidad de la superficie del suelo, debida a la existencia de vegetación o de elementos que exceden la capacidad de transporte de las aguas (cantos y bloques), dificulta la concentración de éstas y ayuda a mantener la arroyada difusa.

- la resistencia que el suelo o el substrato, si aflora, ofrecen a la incisión, interviene dificultando el paso a la arroyada concentrada. Esta resistencia tiene dos aspectos: resistencia al cizallamiento con dicionada por el grado de cohesión entre las partículas de la roca o de la formación superficial, y/o la solubilidad de la roca

- el valor de la pendiente tiene también un destacado papel. Cuando la inclinación aumenta, aumenta la velocidad de las aguas, lo que determina una mayor capacidad de denudación y transporte favoreciéndose la formación de incisiones. Ello explica que en la Depresión Central la mayoría de los bad lands estén instalados en rebordes de terraza o de antiguos glaciares actualmente colgados.

- la granulometría del substrato o del suelo tiene una importancia decisiva. La incisión se ve favorecida cuando el material es de tamaño reducido (arcillas, limos o arenas). En los casos en que hay heterometría, con elementos que superan la capacidad de transporte de las aguas de arroyada difusa se llega a constituir un empedrado superficial que dificulta la incisión.

- la intensidad de la lluvia tiende a favorecer la arroyada concentrada.

Después de este breve análisis de los condicionantes de la arroyada difusa y la concentrada, podemos intentar ver como actúan en los sectores estudiados de la Depresión Central.

De estos procesos, sin duda el más fácil de detectar es la arroyada con centrada, por lo espectaculares que son las formas que origina: cárcavas, barrancos, bad lands. Los bad lands abundan extraordinariamente en la Conca d' Odena y en la Plana de Vic, tallados en ambos casos sobre

Las margas azuladas del Eoceno. En el resto de los sectores estudiados aunque están casi siempre presentes, su abundancia es extraordinariamente menor.

La influencia decisiva de la litología en el desarrollo de estas formas es evidente. Trataremos de explicar cuales son los mecanismos y factores que intervienen.

Estas margas presentan una permeabilidad baja, un grado de compactación considerable y una granulometría fina y homogénea. Entre lluvia y lluvia los procesos de humectación-desección las cuarteando dando fragmentos que oscilan desde el tamaño de limos hasta el de cantos, pero que siempre pueden reducirse fácil y rápidamente por la reiteración de aquellos procesos; en invierno el hielo-deshielo ejerce una acción similar con resultados idénticos. Estas acciones disgregadoras son muy intensas como lo muestra el hecho, ya citado, de que la marga casi nunca aflora fresca. Existe, pues, material en abundancia para ser tomado en carga por las aguas de arroyada.

La intensa fragmentación y denudación dificultan las posibilidades de instalación de la vegetación hasta llegar a hacerlas nulas en los espacios de fuerte pendiente, donde la denudación es muy intensa. Ausencia de vegetación ligada a pendientes fuertes y falta de elementos groseros resistentes (cantos, bloques) son factores que se combinan y permiten la concentración de las aguas, que una vez han alcanzado un caudal suficiente pueden llegar a encajarse en la misma marga, que aunque consolidada es astillosa.



Cárcavas en La Cueva d'Olena. La evolución de la cárcava está condicionada por la evolución de sus microvertientes y la incisión del fondo. En la fotografía puede apreciarse la incisión en la misma marga, que aparece fresca.

GALIART (1976) pone de manifiesto que gran parte de los bad lands de la Conca d'Odena son de origen antrópico, como ya se ha indicado en el apartado dedicado a la intervención humana.

Tanto en la Conca d'Odena como en la Plana de Vic, muy a menudo, por encima de los bad lands se yergue un escarpe vertical, de unos dos o tres metros de altura tallado en las formaciones superficiales que reposan sobre las margas. El contraste entre bad lands y escarpe está determinado por las diferentes características de los materiales. La formación superficial posee una permeabilidad mucho mayor que las margas y posiblemente, aunque su coherencia sea en general menor, los procesos de meteorización actúan más lentamente sobre ella que sobre el substrato. Ambos hechos se combinan y hacen que la velocidad de retroceso de los bad lands sea mayor que el del borde de la formación superficial, por lo que ésta se comporta, en este aspecto, como "roca dura" y retrocede por socavación basal y por erosión pluvial.

En el resto de los sectores estudiados, todas estas condiciones se cumplen más raramente. Los materiales, aun cuando se trata de arcillas, limolitas o margas, por sus características mecánicas no presentan la fácil alterabilidad de las margas azules eocénicas; ello permite la instalación de una cobertera vegetal, que, aunque poco cubriente, desempeña un importante papel en cuanto a obstáculo a la concentración e incisión de las aguas, incluso sobre las pendientes fuertes. Además, en la superficie del suelo hay casi siempre cantos e incluso bloques, que ejercen una acción similar a la de la vegetación.

Posiblemente la pluviosidad tenga también una cierta influencia, sin

embargo es difícil de precisar, puesto que los afloramientos de margas azules eocénicas se sitúan todas en las zonas más húmedas de la Depresión Central (Oliana, Igualada, Vic); a pesar de todo existen diferencias de pluviometría entre estos sectores, por lo que creemos sería interesante efectuar un estudio morfométrico de los bad lands, que mostraría si hay diferencias debidas al clima.

Sobre los yesos se dan, por efecto de la arroyada, una serie de formas de características especiales. Los casos más interesantes, por su desarrollo y extensión se sitúan en el Valle del Llobregós, donde la Formación yesos de Barbastro (yesos con intercalaciones margosas) ocupa una gran área superficial. Sobre las superficies poco inclinadas y desnudas se aprecian formas de disolución de tamaño milimétrico hasta, en algunos casos, decimétrico que producen algunos microrelieves (contraste margas yesos) diferenciales. El proceso responsable de este modelado es la arroyada difusa.

En los taludes de pendiente fuerte, tallados en la masa yesosa, en general por la acción de zapa, actual o pretérita, de los ríos, se encuentran profundas incisiones debidas a la acción de la arroyada concentrada. En este caso, el proceso más importante en el progreso de la incisión es la disolución de los yesos, favorecida en gran manera por el importante caudal de agua. En general estas incisiones presentan abundantes y profundas ramificaciones, pero su repartición espacial es dispersa, no llegando casi nunca a formarse un paisaje de bad lands.

La arroyada difusa se da de una manera mucho más generalizada que la concentrada. Actualmente es el principal agente modelador. Incluso en las zonas, de los sectores estudiados, cubiertas de bosque es el proce-

so más importante. Su acción puede apreciarse después de las lluvias por la disposición que presenta la hojarasca que cubre el suelo. Podemos encontrarla sobre pendientes de fuerte inclinación, debido, como ya se ha indicado, a la rugosidad y obstáculos (cantos, bloques, cepas de los árboles y de las matas, vegetación herbácea) que impiden la concentración de las aguas en surcos perdurables. Evidentemente se da también en las zonas de pendiente más suave como en los glaciares heredados y las superficies estructurales de la Segarra.

Aunque presente en casi la totalidad de la superficie de las áreas estudiadas, su acción denudadora es variable de unos sectores a otros, siendo potencialmente máxima en los lugares de mayor pendiente; sin embargo es aquí donde generalmente persiste el bosque con un sotobosque más o menos denso, por lo que su eficacia disminuye notablemente. Posiblemente los sitios de máxima denudación por arroyada difusa sean los pequeños tramos de vertiente ubicados en zonas de cultivos (frentes de cuesta de la Segarra, vertientes de los valles de la Segarra, Urgell, Garrigues, ciertos sectores del valle del Llobregós, etc) en los que se ha ejercido un pastoreo intenso estando la vegetación notablemente degradada y reducida a un matorral bajo y muy abierto. Fuerte pendiente y protección muy deficiente del suelo explican la intensa denudación ejercida por la arroyada difusa.

La protección contra la acción denudadora es máxima cuando hay una densa cobertera de gramíneas. Tal es el caso de los campos de cereales durante la primavera y de los prados que existen en las zonas más húmedas de la Depresión Central (Plana de Vic, Cabrerès).

Cuando el substrato está formado por una alternancia de materiales de re sistencia contrastada, inclinados, aparecen netas superficies estructura les debido a la denudación metódica y exhaustiva, por la arroyada, de los sedimentos menos resistentes. Este es el origen de las superficies estruc turales desnudas que bordean la Conca d'Odena y la Plana de Vic. Tengamos en cuenta que en estos casos interviene también la fácil denudabilidad de las margas de estos sectores. Debe indicarse que la mayoría de los casos, la puesta al descubierto de las superficies estructurales más extensas ha empezado ya a finales del Cuaternario.

Sobre las superficies de pendiente suave la acción denudadora de este ti po de arroyada es relativamente limitada. Una prueba evidente de este he cho, es que las extensas superficies estructurales de la Segarra no mues tran casi nunca las calizas al desnudo, sino que hay una formación super ficial importante, que permite una intensa explotación agrícola. En este caso creemos que hay varios factores que limitan y han limitado la acción de la arroyada:

- La formación superficial indicada que sitúa únicamente sobre las super ficies estructurales y no existe en las vertientes, presenta una cierta proporción, no despreciable, de arcillas y es de un color rojo ladrillo; creemos que se trata de suelos residuales. Por sus caracterís ticas mecánicas determinadas por la mineralogía y la estructura estos materiales, es muy posible que ejerzan una resistencia a la denudación superior a la de las simples alteritas de las margas, arcillas o limolitas.
- La agricultura tradicional ha desarrollado unas técnicas ya descritas que han contribuido de una manera bastante eficaz a la conservación de

los suelos.

- Es de suponer que antes de la ocupación agrícola, había, gracias a la existencia de esta formación superficial evolucionada y también a la planitud del relieve, un bosque con sotobosque bastante espeso que protegía de una manera bastante eficaz el suelo. Hay que tener en cuenta que la pluviometría es en este sector de unos 300 a 400 mm anuales, lo que permite todavía el desarrollo de bosques de tipo mediterráneo. El aspecto árido actual del paisaje es debido principalmente a la degradación antrópica de la cobertura vegetal.

En los glaciares la problemática es muy similar a la expuesta para la Segarra. Un factor importante, que interviene también, es la mayor permeabilidad de las formaciones superficiales, que para las lluvias menos intensas, en especial, favorece la infiltración en detrimento de la arroyada.

La arroyada difusa tiene una competencia bastante limitada, por lo que los elementos más groseros, del tamaño de cantos o superiores, tan solo se desplazan por socavación. Estos elementos pueden provenir del mismo substrato cuando éste está formado por materiales poco coherentes con intercalaciones de otros bien consolidados, o descender de un afloramiento de rocas resistentes suprayacentes. Cuando la arroyada se ejerce sobre una formación superficial heterométrica con elementos gruesos, las condiciones son similares a los casos anteriores. En estos casos se ejerce una clasificación del material por tamaños y hay tendencia a una acumulación relativa de elementos groseros en superficie; es lo que se conoce como arroyada difusa con empedrado. Este proceso es antagonista