

**MEMORIA NEOTECTONICA DE
LA HOJA DE PINA DE EBRO (28-16)**

MAYO/95

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

INDICE

INDICE

	Págs.
1.- INTRODUCCION	1
2.- SISTEMAS DE DIACLASAS	4
3.- DEFORMACIONES CUATERNARIAS	8
4.- ANOMALIAS DE LA RED DE DRENAJE	11
5.- BASCULAMIENTOS DE LA SERIE TERCIARIA	14
6.- OTRAS DEFORMACIONES	17
7.- CONCLUSIONES	20
8.- BIBLIOGRAFIA	23

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

Antes de describir las estructuras neotectónicas localizadas en el ámbito de la hoja de Pina de Ebro (28-16), conviene realizar una serie de consideraciones previas. En este trabajo se han considerado como estructuras pertenecientes al ámbito de la Neotectónica aquéllas cuya edad, comprobada o interpretada, se sitúa dentro del intervalo Mioceno Superior-Cuaternario (ambos inclusive). De esta forma, en el mapa se han diferenciado únicamente los depósitos pertenecientes a la "época neotectónica", y los depósitos anteriores a la misma. Sin embargo, no se ha limitado el estudio estrictamente a las deformaciones que afectan a materiales neotectónicos, ya que quedaría restringido prácticamente al Cuaternario (en la hoja afloran materiales atribuidos al Mioceno Superior únicamente en dos pequeños retazos que coronan los relieves noroccidentales, y no se reconocen depósitos pliocenos).

Teniendo esto en cuenta, existen varios tipos de deformaciones que afectan a los terrenos terciarios preneotectónicos (hasta el Aragoniense), pero cuyo desarrollo puede interpretarse razonablemente que se extiende al Mioceno Superior-Plioceno:

- a) Sistemas de diaclasas de escala generalmente decimétrica a métrica que afectan a los escasos niveles competentes oligomiocenos (calizas y conglomerados, fundamentalmente) y que siguen unos patrones geométricos bastante sistemáticos que, como ya veremos, permiten relacionarlos con las trayectorias del campo de esfuerzos reciente.
- b) Deformaciones debidas a procesos halocinéticos o de colapso por disolución de evaporitas.
- c) Basculamientos de la serie terciaria.

Aparte de estas estructuras neógenas estarían las que afectan a materiales de edad neotectónica y de las que no cabe por tanto, ninguna duda acerca de su edad. Entre ellas se han observado diaclasas, deformaciones halocinéticas y anomalías geomorfológicas. Es interesante destacar especialmente la existencia de un gran desarrollo de lineamientos marcados preferentemente por rectificaciones de la red de drenaje, con un marcado control estructural, y que cubren la práctica totalidad de la hoja.

2.- SISTEMAS DE DIACLASAS

2.- SISTEMAS DE DIACLASAS

Los niveles competentes terciarios, fundamentalmente calcáreos, presentan un diaclasado bastante intenso, con planos generalmente subverticales de escala decimétrica a métrica. El espaciado entre los planos de una misma familia suele ser de orden decimétrico, y es función del propio espesor de las capas afectadas, de forma que suele aumentar al hacerlo éste.

La escasez de niveles competentes (la mayor parte de la hoja esta ocupada por depósitos arcillosos y evaporíticos) y su mala calidad de afloramiento no permiten el establecimiento de una red de estaciones de medida de diaclasas sobre materiales terciarios suficientemente representativa. Sin embargo, se han medido diaclasas en 7 puntos de la hoja, afectando a depósitos terciarios. En cada una de las estaciones se han tomado unas 50 ó 60 medidas. En el anexo se representan los diagramas en rosa de todas ellas, mientras en el mapa 1:50.000 se hace una representación esquemática de las familias dominantes, mostrando con trazos de mayor longitud la dirección de la familia (o familias) más numerosa.

En gran parte de la Cuenca del Ebro y la Cordillera Ibérica existe un patrón de diaclasado dominante muy sistemático que afecta por igual a materiales de diversas edades a lo largo del Neógeno y Cuaternario. Este modelo de diaclasado consiste en dos familias de diaclasas verticales subperpendiculares, una familia principal N-S y una secundaria E-O, normalmente de menor desarrollo y con planos mas irregulares.

Este patrón regional de fracturación puede explicarse en el contexto del campo de esfuerzos reciente, según el modelo propuesto por SIMON GOMEZ (1989), que postula, en síntesis, la superposición de una compresión N-S (originada por el acercamiento entre las placas Africana, Ibérica y Europea), muy activa en las Béticas en ese tiempo (y mitigada al desplazarnos hacia el Norte), y una distensión radial o multidireccional (causada por un proceso de "doming" cortical ligado

al "rifting" del Este peninsular). El resultado es un régimen de distensión tendente a multidireccional, con el eje σ_2 situado en dirección N-S, es decir coincidente con el eje σ_1 del campo compresivo. Paralela a dicho eje se formaría familia la principal N-S de fracturas tensionales. En el momento en que esto ocurre, el esfuerzo σ_3 extensivo experimenta una relajación que da lugar a su intercambio con el eje σ_2 , lo que propicia la formación de nuevas fracturas perpendiculares a las primeras.

Sin embargo, las observaciones realizadas en la presente hoja se apartan notablemente de este modelo generalizado, sin duda válido para una gran extensión de la cuenca. Aunque la familia N-S se encuentra casi siempre presente, no siempre es la familia principal y solamente la estación 4 presenta dos familias de diaclasas ortogonales con orientaciones similares a las del patrón regional, afectando a areniscas de edad miocena (Aragoniense).

Las diaclasas medidas en la estación 7, en margocalizas agenienses, aún con gran dispersión debida a la curvatura de los planos de fractura, parecen mostrar la existencia de dos familias principales subortogonales, pero con una acusada rotación levógira. Lo mismo sucede con la estación 12, sobre calizas del Mioceno Superior (Vallesiense), con una rotación aún mayor, de manera que la familia principal es prácticamente NO-SE. Ambas anomalías podrían interpretarse como producto de la existencia de accidentes NO-SE a ONO-ESE preexistentes en el sustrato. En efecto, de acuerdo con los modelos de SIMON et al (1988), las trayectorias de σ_2 y σ_3 son desviadas en el entorno de dichas fallas y tienden a hacerse paralelas o perpendiculares a las mismas. Si tenemos en cuenta que la existencia de una fracturación mayor ESE a SE parece algo consustancial a la estructuración de la Cuenca del Ebro y que, de hecho, en la hoja de Pina de Ebro existe un evidente control estructural de la red de drenaje con esta orientación mayoritaria, no parece descabellada dicha interpretación.

Esta orientación ESE a SE se refleja de forma importante en las diaclasas medidas en las estaciones 10 (conglomerados agenienses) y 11 (calizas aragonienses), donde constituyen la familia principal de fracturas, aunque con gran dispersión en la última, en la que esta familia llega a presentarse desdoblada en dos (SE y ESE).

En ambas estaciones se observa una gran dispersión en las orientaciones de las fracturas, hasta el punto de existir un "fondo" con prácticamente todas las orientaciones posibles, del que destacan las familias más numerosas. Lo mismo sucede en la estación 8, donde destaca una población principal desdoblada en N-S y NE-SO, afectando a un delgado nivel carbonático en una masa margosa ageniense. La estación 9, en carbonatos agenienses, muestra una gran dispersión en la familia principal NNO y una familia secundaria NNE.

En conjunto, las diaclasas medidas, muy irregulares y dispersas, afectan a depósitos competentes del Mioceno y presentan una distribución anómala respecto al modelo de fracturación más extendido en la Cuenca del Ebro, lo cual seguramente está relacionado con la gran densidad de lineamientos que se observa en el territorio comprendido en la hoja y que se manifiestan generalmente en el trazado de la red de drenaje. Hay que destacar que esta hoja está situada, precisamente, en uno de los sectores de la cuenca donde la densidad de lineamientos es mayor. ARLEGUI (1992) y ARLEGUI et al (1994) muestran que en la Sierra de Sigüenza la fracturación NO-SE es anterior a las diaclasas N-S y sugiere que los lineamientos NO-SE son reflejo en superficie de accidentes de zócalo que habrían jugado un importante papel en el reajuste isostático, causante de la elevación tardía del Pirineo.

3.- DEFORMACIONES CUATERNARIAS

3.- DEFORMACIONES CUATERNARIAS

Se han observado deformaciones en depósitos cuaternarios únicamente en unos pocos lugares. Las fracturas son especialmente escasas, y no se han detectado desplazamientos apreciables. Esta escasez quizás sea debida a la propia naturaleza de los depósitos, constituidos en su mayoría por gravas de escasa cementación, que pueden absorber cierta cantidad de deformación sin llegar a fracturarse.

De todos modos, se han medido 21 fracturas en una terraza travertínica pleistocena próxima a Rodén (estación 1). Se trata de diaclasas subverticales de trazado irregular desarrolladas en un nivel competente, bien cementado, y presentan un cierto relleno carbonático. La rosa de orientaciones de las diaclasas (ver anexo) muestra una gran dispersión en su distribución, con un cierto predominio de fracturas NNE y E-O, y con un abanico de fracturas en torno a NO-SE. La observación más destacable es el acusado paralelismo de la familia NNE con la orientación del valle del Río Ginel en el tramo correspondiente.

Otras fracturas, afectando a depósitos cuaternarios se han observado en una terraza del Río Ebro, junto a la estación 7. En este caso se observa solamente una orientación de los cantos según planos subverticales discretos (Figura 1).

En los puntos de observación 2 y 3 se observan otro tipo de deformaciones que afectan a depósitos altos de terraza. En el primero de ellos, la laminación y las bases de los cuerpos de grava llegan a buzarse 15° y se observa una posible fractura subvertical de orientación $N 70^\circ E$, aunque poco clara y sin desplazamiento aparente. En el segundo, el depósito de 6-8 m de gravas se encuentra bruscamente deformado, constituyendo una pequeña fosa o semifosa E-O cuyo borde meridional es una abrupta flexión de eje $N 90^\circ E$ a $N 110^\circ E$ y con pendiente elevada que supone un hundimiento de 2-3 m (figura 3), mientras su borde Norte es una suave inflexión (figura 2). Esta estructura está relacionada con procesos de colapso por disolución de los yesos miocenos infrayacentes, fenómenos harto frecuen-

tes en el área considerada, si bien no se ha observado abundancia de deformaciones que lleguen a afectar a depósitos cuaternarios, tal vez por la escasez de buenos afloramientos.

4.- ANOMALIAS DE LA RED DE DRENAJE

4.- ANOMALIAS DE LA RED DE DRENAJE

El rasgo que más notablemente destaca en la cartografía del Cuaternario de la hoja de Pina de Ebro, es sin duda, el frecuente trazado rectilíneo de tramos de la red de drenaje según direcciones que pueden agruparse en diversas familias: una mayoritaria en torno a NO-SE, con gran dispersión, y otra NE-SO, con un espaciado mucho mayor, pero afectando en general a tramos mas largos de la red. Además existen otras orientaciones menos sistemáticas, pero las dos mencionadas son las principales y dan lugar a frecuentes inflexiones bruscas en los cursos superficiales de agua.

Estos lineamientos, claramente detectables en la fotografía aérea, no se han representado como tales en el Mapa Neotectónico por no recargarlo excesivamente, pero son fácilmente reconocibles porque vienen marcados, generalmente, por valles rectilíneos, pudiendo observarse en ocasiones varios de ellos alineados a través de zonas de interfluvio. Esta red de lineamientos, mayoritariamente NO-SE, se extiende asimismo por una amplia zona de la Cuenca del Ebro, en su sector meridional, sin que se hayan detectado evidencias de campo que permitan determinar su carácter neotectónico, ya que parecen afectar sólo a terrenos ante-neotectónicos, si bien condicionan extraordinariamente el trazado de la red hídrica cuaternaria. Su carácter de fracturas se manifiesta, aunque de forma muy escasa, en diversos puntos de la cuenca, si bien no se han encontrado evidencias en la presente hoja. ARLEGUI et al (1994) encuentran fallas normales con esta orientación en áreas próximas y realizan un estudio de los lineamientos en un amplio sector de la cuenca.

En ocasiones se observan capturas fluviales como la representada en el Mapa Neotectónico, en las inmediaciones del vértice Valdealcañiz. En este caso, las aguas que circulan hacia el ESE por la Val de la Lomaza han sido interceptadas por la erosión remontante desarrollada en la vertiente derecha de otro curso fluvial subparalelo, la Vaguada El Forcino, que circula 3 km más al Norte. Este

fenómeno de captura puede haber sido ayudado por la existencia de algún tipo de discontinuidad que pudiera conectar ambos cursos subparalelos, o bien por basculamientos que pueden acelerar el proceso de erosión remontante.

Otro caso de captura, próximo al anterior, es una espectacular sucesión de interconexiones entre dos cursos fluviales subparalelos, esta vez de dirección SO-NE (el Barranco de Lopin y su compañero del NO); las conexiones presentan un evidente paralelismo entre sí, con dirección NO-SE, que no hay que olvidar que es la orientación predominante. Estos fenómenos confirman la existencia de una fracturación, seguramente preexistente, que condiciona claramente el trazado de la red fluvial.

5.- BASCULAMIENTOS DE LA SERIE TERCIARIA

5.- BASCULAMIENTOS DE LA SERIE TERCIARIA

Gran parte del sector meridional de la Cuenca del Ebro presenta suaves basculamientos del orden de 1° , de eje normalmente subparalelo a las direcciones de los lineamientos dominantes, NO-SE. Sin embargo, en la hoja de Pina de Ebro, a pesar de la escasez de niveles de referencia adecuados, en gran parte de su extensión se adivina una inclinación generalizada de medio grado hacia el NNO en las capas miocenas. Aparte de buzamientos locales de las capas con orientaciones diversas, relacionables en muchos casos con fenómenos halocinéticos o diapíricos, se observa un ligero basculamiento en sentido inverso (hacia el SSE) en la franja de terreno situada entre el Barranco de Lopin (de orientación OSO-ENE) y la val de orientación subparalela en la que se instala parte de la carretera Quinto-Belchite, al sur de la Balsa del Planerón. Se da la circunstancia de que entre ambos barrancos paralelos se producen una sucesión de capturas fluviales, ya comentadas en el apartado anterior, que podrían tener su origen en este basculamiento anómalo, articulado con seguridad por la existencia de sendas fracturas en los barrancos mencionados, ya que al Norte y Sur de la franja delimitada por los mismos, el buzamiento es el regional (hacia el NNO). Otro basculamiento anómalo hacia el SE se observa al NO del río Ginel, de orientación próxima a NE-SO, pero en este caso no parece haber influencia alguna sobre la red fluvial cuaternaria.

Se pone de manifiesto, pues, que al menos en este sector de la cuenca, la serie terciaria puede encontrarse compartimentada en bloques controlados por fracturas ENE-OSO a NE-SO, a favor de las cuales se encauzan algunos cursos fluviales. Sin embargo, a escala de cuenca parece que las fracturas que articulan los basculamientos son NO-SE a ONO-ESE, aunque en la presente hoja no parecen originar desplazamientos apreciables en la serie terciaria.

Se encuentran, no obstante, suaves ondulaciones de los depósitos aragoneses en las inmediaciones de algunos afloramientos jurásicos, como en la carretera de

Mediana a Belchite, donde un apretado anticlinal jurásico de orientación ONO-ESE parece afectar a las capas miocenas que lo fosilizan, que también forman un anticlinal, más laxo con buzamientos próximos a 10° en ambos flancos. El origen de esta deformación terciaria puede buscarse tanto en la simple acomodación de las capas miocenas a la protuberancia mesozoica tras la compactación diferencial del conjunto sedimentario, como invocando una elevación del anticlinal jurásico, reactivado con posterioridad al depósito de los estratos aragoneses, sin que hayamos encontrado criterios para inclinarnos por una u otra causa.

Otro afloramiento jurásico que parece inducir deformaciones en las capas miocenas fosilizantes es la llamada Loma Atravesada, estrecho relieve de orientación meridiana constituido por estratos de caliza mesozoica con buzamiento hacia el Este. Las capas de carbonato aragoneses que rodean este relieve muestran inclinaciones del orden de la decena de grados en ambos flancos de la estructura, y se encuentran sometidas a las mismas consideraciones sobre su origen tectónico o atectónico que se han reflejado en el párrafo precedente. Ambas deformaciones del Terciario fosilizante de los paleorrelieves mesozoicos presentan una gran indeterminación en cuanto a su edad, que podría ser neotectónica, aunque no parece probable.

6.- OTRAS DEFORMACIONES

6.- OTRAS DEFORMACIONES

La serie miocena se encuentra manifiestamente deformada en numerosos puntos, si bien de forma local, tanto en sus tramos más bajos como en los más modernos. La naturaleza yesífera de gran parte de la serie interviene, seguramente, de manera decisiva en estas deformaciones, como en las proximidades de Rodén (figura 4), donde un potente tramo yesífero sufre una importante inflexión, o en el sector del vértice Sillero (punto de observación 14), donde la serie carbonatada del Aragoniense superior y Vallesiense presenta espectaculares ondulaciones de orden decamétrico con buzamientos próximos a los 20°, formando anticlinales y sinclinales de eje NO-SE y otros pliegues de orientaciones diversas. En este caso la posición de las calizas sobre un considerable espesor de evaporitas aragonienses (figura 5), en las cuales se reconocen deformaciones parecidas, indica un origen diapírico-halocinético más que probable para estas deformaciones, que llegan a afectar a materiales de época neotectónica.

También se encuentran afectadas por deformaciones diversas los tramos arcillosos y margosos que se encuentran bajo los yesos de la Unidad Bujaraloz-Sariñena y que constituyen la parte baja del escarpe suroriental del río Ginel. El elevado contenido en yeso de estos tramos y la proximidad del curso fluvial del Ginel inducen a pensar en procesos de disolución y colapso que originan estas deformaciones, como las reflejadas en las figuras 4 y 8 (inmediaciones de Rodén). Estos pequeños colapsos se resuelven en una serie de planos de falla con pequeños desplazamientos de componente normal (figuras 6 y 7).

Otro fenómeno relacionado con el curso del río Ginel, es la existencia de un deslizamiento rotacional de cierta envergadura en las proximidades de Mediana (figura 9), originado por el descalce de la parte inferior arcillosa del escarpe meridional del río, coronado por materiales yesíferos.

La existencia de tal cantidad de deformaciones ligadas, al río Ginel en su margen derecha, unida a su trazado tendente a rectilíneo en algunos tramos, induce a pensar en la existencia de una falla paralela a su curso que podría tener actividad neotectónica. La asimetría del valle, con un escarpe mucho más pronunciado en la margen derecha, y el débil basculamiento anómalo de los estratos miocenos de la margen opuesta (medio grado hacia el SE) parecen apoyar esta hipótesis (Zuidam, 1976). Sin embargo, no hemos encontrado evidencias que puedan confirmar la existencia de actividad neotectónica alguna ligada a esta posible discontinuidad. Ya se ha comentado con anterioridad la importancia de los lineamientos NE-SO en la hoja y su posible relación con fallas y basculamientos anómalos.

Por último, conviene advertir sobre la existencia de abundantes deformaciones atectónicas, de orden decimétrico a métrico ligadas a costras superficiales yesíferas, desarrolladas sobre niveles evaporíticos terciarios o bien sobre depósitos cuaternarios con elevado contenido en sales (figura 10). Estas deformaciones, aunque afectan a depósitos muy recientes, se deben a procesos de cambios de volumen de las diferentes fases mineralógicas del sulfato cálcico, y no suponen actividad tectónica alguna.

7.- CONCLUSIONES

7.- CONCLUSIONES

Durante el Neógeno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que se manifiesta en áreas próximas por fallas normales y sistemas de diaclasas bastante homogéneos. Estas estructuras afectan (regionalmente) por igual a toda la serie miocena y a depósitos más recientes, lo cual indica que este régimen distensivo de esfuerzos se mantuvo al menos durante parte del Mioceno, prolongándose durante el Plioceno y Cuaternario con escasas variaciones. El campo de esfuerzos puede caracterizarse como una distensión tendente a radial, con valores muy próximos de σ_2 y σ_3 que provocan etapas de intercambio de ambos ejes, etapas que dan lugar a la aparición de sistemas ortogonales de diaclasas extendidos en amplios sectores de la región (SIMON GOMEZ, 1989).

Las orientaciones dominantes de las diaclasas, a escala regional, son N-S y E-O, pero en el sector de la Cuenca del Ebro donde se sitúa la hoja de Pina de Ebro es frecuente bien la rotación dextrógira de este sistema hacia posiciones NE-SO y NO-SE, bien la aparición de una familia adicional de diaclasas con orientación NO-SE a ONO-ESE, coincidente con un extenso haz de lineamientos que se manifiesta por la reiterada rectificación de la red de drenaje según esta dirección dominante. Estos lineamientos, desarrollados en un amplio sector de la Cuenca del Ebro, al Sur de la Sierra de Alcubierre, están relacionados probablemente con la presencia de fallas normales, aunque sólo se observa este carácter en unos pocos lugares, debido al recubrimiento cuaternario (holoceno) por depósitos de fondo de val.

Las discontinuidades NO-SE se interpretan como reflejo en superficie de accidentes mayores en el sustrato con orientación similar. El movimiento de una falla normal en el zócalo rígido induciría la propagación de fracturas paralelas en la cobertera que, conforme alcanzan niveles superiores de la misma, afectarían a una banda cada vez más amplia en la horizontal. ARLEGUI et al (1994) sugieren

que la elevación isostática tardía del Pirineo induce movimientos verticales que se resuelven en estas fracturas de zócalo.

En la hoja de Pina de Ebro las escasas deformaciones que afectan a depósitos cuaternarios se deben en su mayoría a fenómenos ligados a la naturaleza evaporítica de gran parte de los sedimentos terciarios, principalmente procesos de colapso por disolución. Sin embargo, ciertos fenómenos de captura fluvial, relacionables con suaves basculamientos de la serie terciaria articulados por fracturas NE-SO (que constituyen otra familia de lineamientos destacable, aunque secundaria), inducen a pensar en la posibilidad de actividad de alguna de estas posibles fracturas en épocas recientes.

8.- BIBLIOGRAFIA

6.- BIBLIOGRAFIA

- ARLEGUI, L. (1992).- Variación del patrón de diaclasas a lo largo de la serie neógena de la Sierra de Sigüenza (Huesca); posible relación con el campo de esfuerzos y su perturbación. Geogaceta, 25-28.
- ARLEGUI, L., SIMON, J.L. y SORIANO, M.A. (1994).- Un sistema regional de fracturas NW-SE en el centro de la Cuenca del Ebro. II Congreso del G.E.E. Jaca, Comunicaciones, 39-42.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1989).- Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin. J. Struct. Geol. 11 (3), 285-294.
- SIMON, J.L., SERON, F.J., y CASAS, A.M. (1988).- Stress deviation and fracture development under multidirectional extension regime. Mathematical and experimental approach with field examples. Annales Tectonicae, 2 (1), 21-32.
- ZUIDAM, R. (1976).- Geomorphological development in the Zaragoza Region Spain, Thesis State Univ. of Utrecht, 211 pp.

FOTOGRAFIAS



Foto 1.- Banda de cantos reorientados correspondientes a una fractura subvertical desarrollada en un depósito de terraza del Ebro en las proximidades de la estación 7.



Foto 2.- Deformaciones en un depósito de terraza debidas a asentamiento por disolución de los yesos inferiores (punto de observación nº 3). Aspecto del borde septentrional de la semifosa, consistente en una debil inflexión asociada a unas incipientes



Foto 3.- Aspecto del borde meridional de la semifosa de la fotografía anterior. Aquí el salto vertical es de 2-3 m y se produce de forma brusca, con buzamientos observables de hasta 70° hacia el Norte.



Foto 4.- Inflexión de los yesos aragonienses en los alrededores de Rodén (inmediaciones del punto de observación nº 6), junto al río Ginel. Se interpreta como una subsidencia por disolución de tramos yesíferos infrayacentes.



Foto 5.- Ondulaciones espectaculares de las calizas del Aragoniense Superior en las proximidades del vértice Sillero el cerro más elevado de la hoja (punto de observación nº 14). Estos pliegues afectan también a las calizas vallesienses y se relacionan con la mecánica propia del potente tramo evaporítico infrayacente. Los buzamientos superan los 20° en numerosas ocasiones y las direcciones de los pliegues son variables, aunque destacan los NO-SE.



Foto 6.- Deformaciones junto al pueblo de Rodén (punto de observación nº 6) afectando al tramo yesífero-arcilloso rojo (unidad 14) de la Unidad Bujaraloz-Sariñena. Se observan colapsos de yesos y numerosas fallas normales de pequeño salto.



Foto 7.- Pequeñas fallas normales afectando a un tramo arcilloso rojo (unidad 12) con elevado contenido en yeso, manifestado como yeso nodular. Inmediaciones de Mediana (punto de observacion n° 15).



Foto 8.- Deformaciones en un tramo margoso yesífero inmediatamente al Sur de Rodén (punto de observación nº 13). Posible origen debido a colapso por disolución.



Foto 9.- Deslizamiento rotacional de grandes dimensiones en el escarpe yesífero meridional del río Ginel en las proximidades de Mediana (punto de observación nº 5). El descalce originado por la erosión de la parte inferior arcillosa de la ladera debido a la acción de las aguas del río Ginel debió provocar el desprendimiento de una parte del resalte yesífero de la parte superior.



Foto 10.- Ejemplo de deformaciones aparentes de origen atectónico desarrolladas en las abundantes costras superficiales yesíferas que recubren muchas superficies subhorizontales de yeso terciario, así como gran parte de los depósitos cuaternarios de ladera próximos a escarpes de yeso terciario. Son pliegues de orden decimétrico a métrico que albergan un hueco en su núcleo y cuyo origen hay que buscarlo en los cambios de volumen experimentados por el sulfato cálcico al modificar su grado de hidratación.

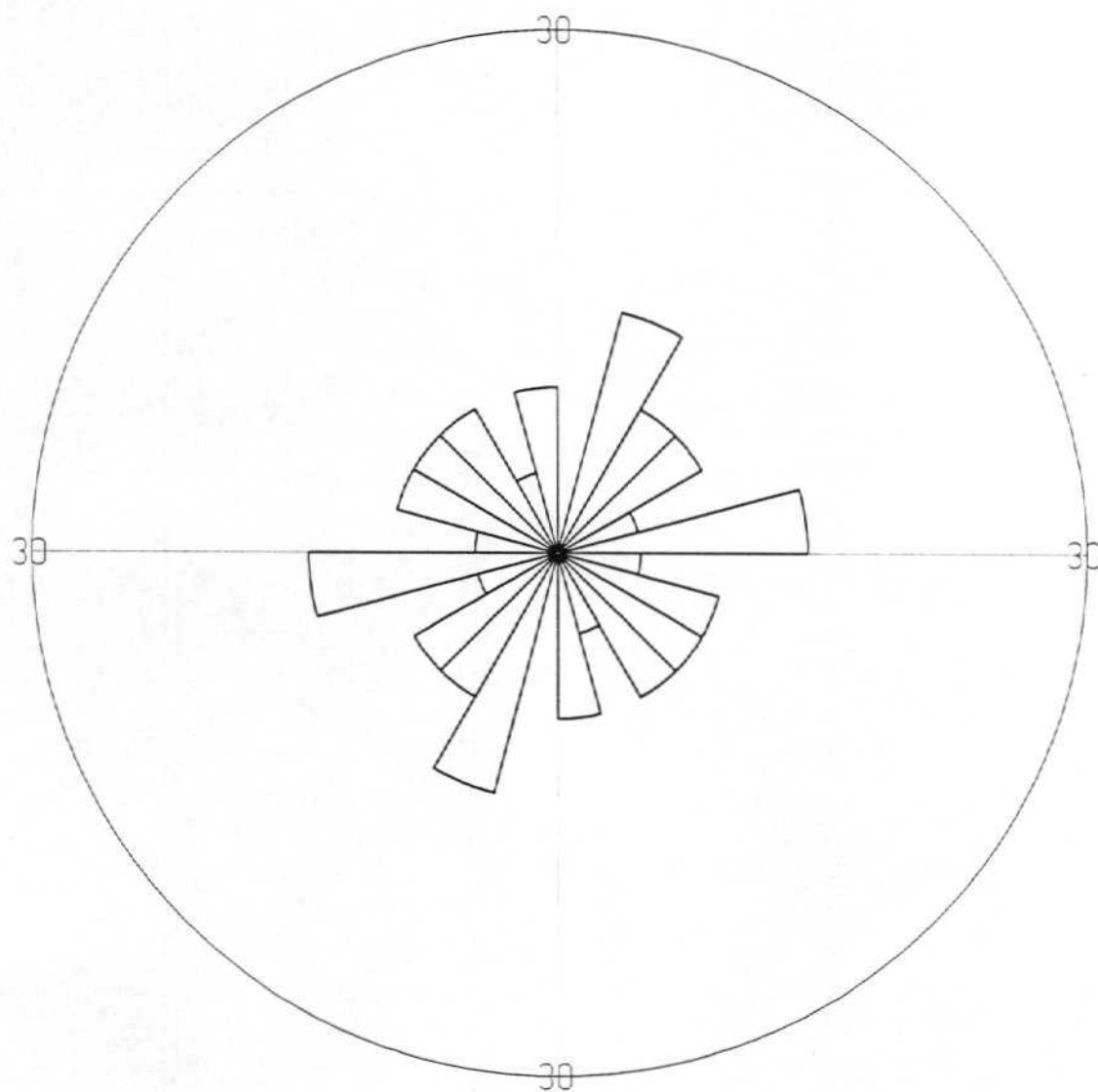
ANEXO

A N E X O

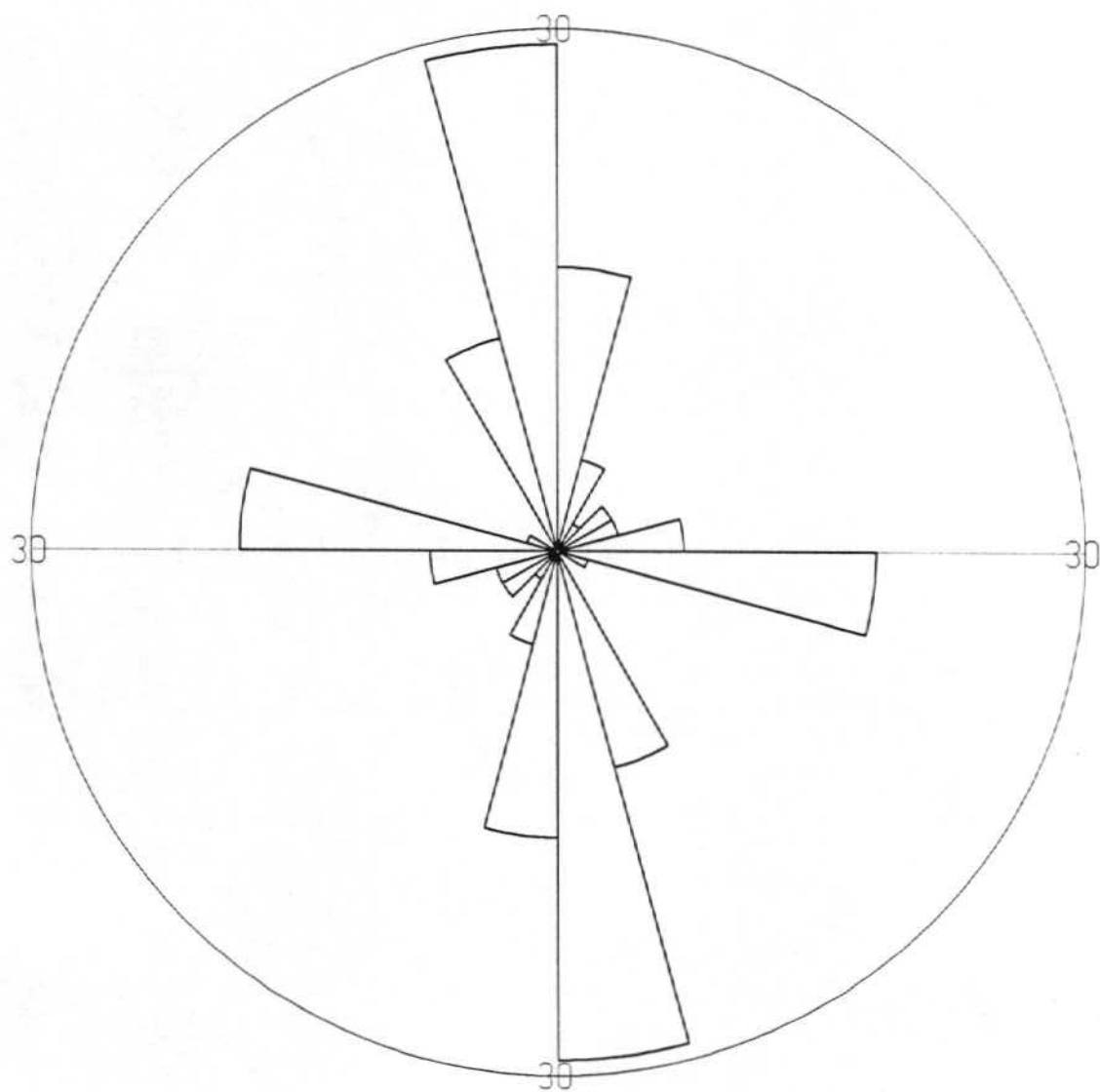
Diagramas en rosa de las poblaciones de diaclasas medidas en las distintas estaciones estudiadas.

Cada diagrama representa unos 50 datos de direcciones. La longitud de los pétalos es proporcional a la frecuencia de fracturas para clases de 15° . El diámetro del círculo corresponde al 30% del número total de medidas.

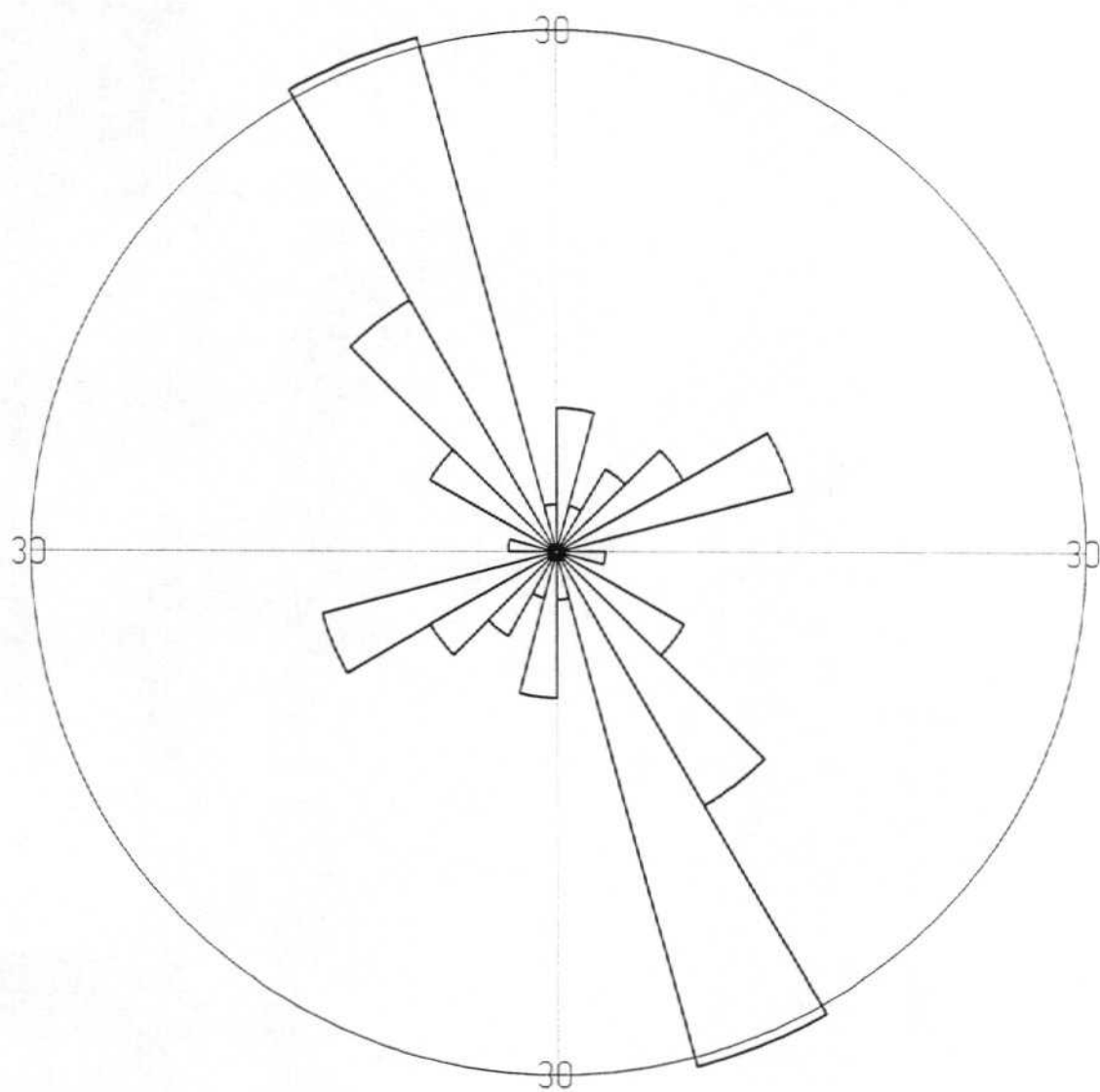
PINA - 1



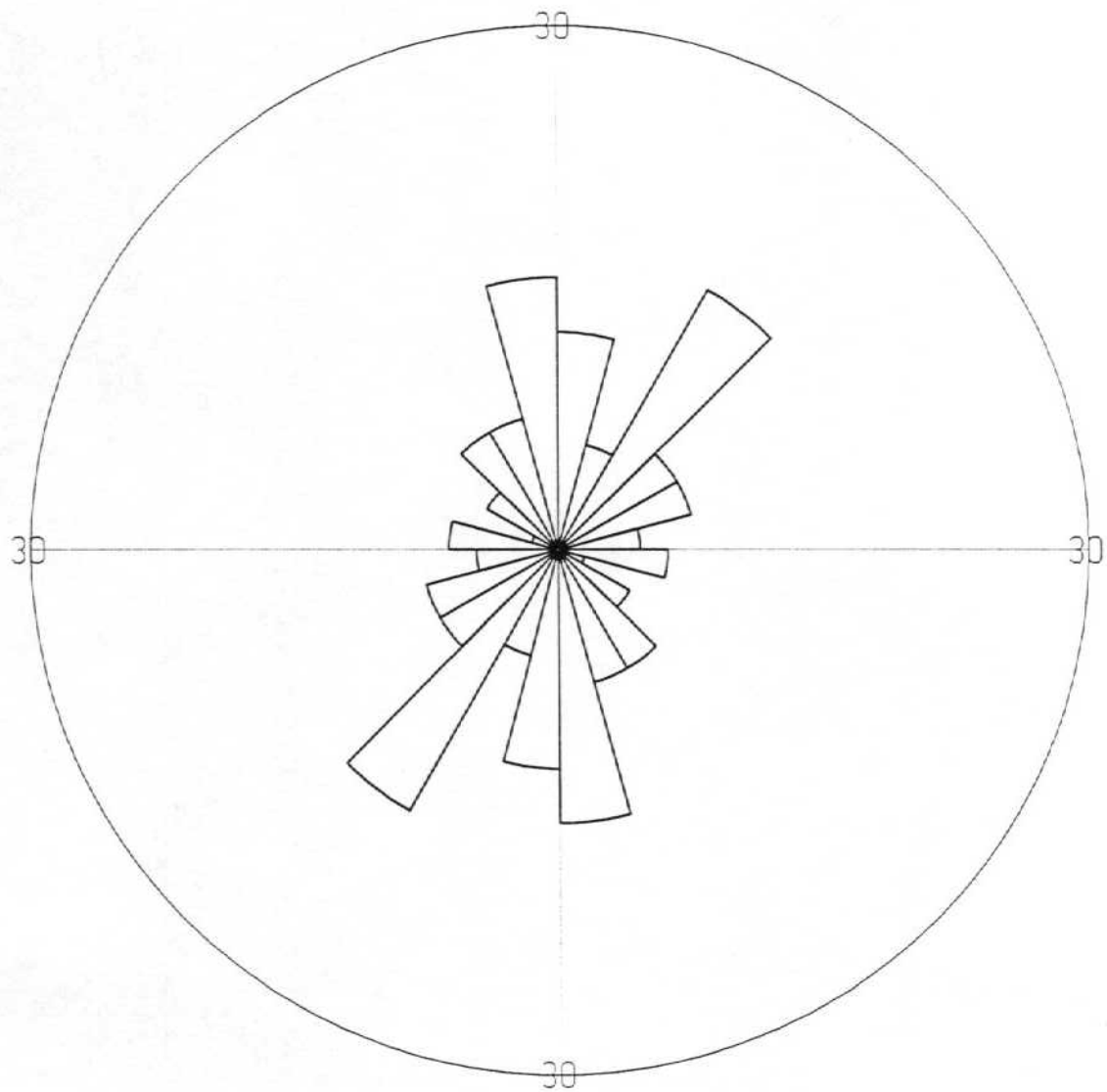
PINA - 4



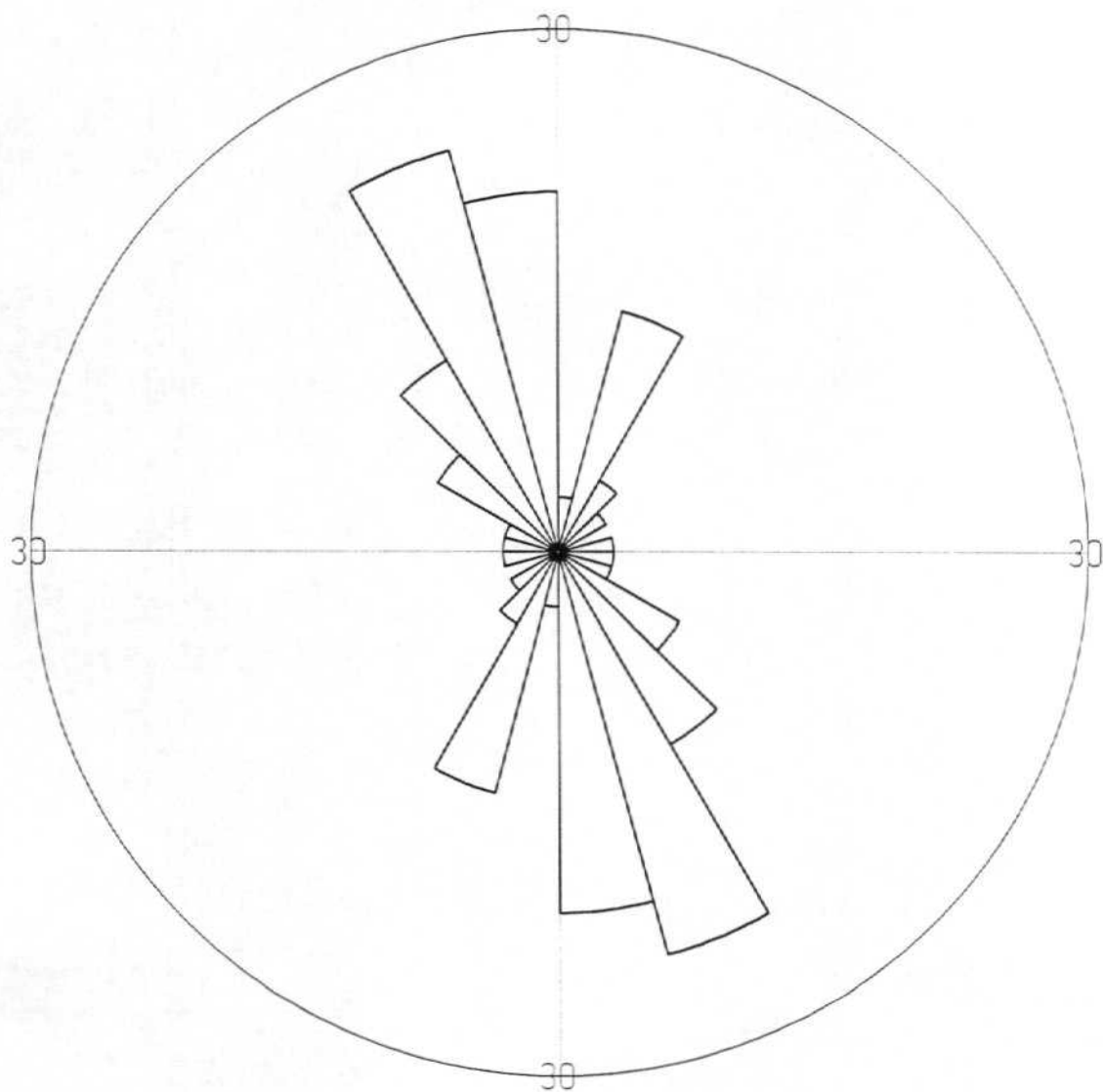
PINA - 7



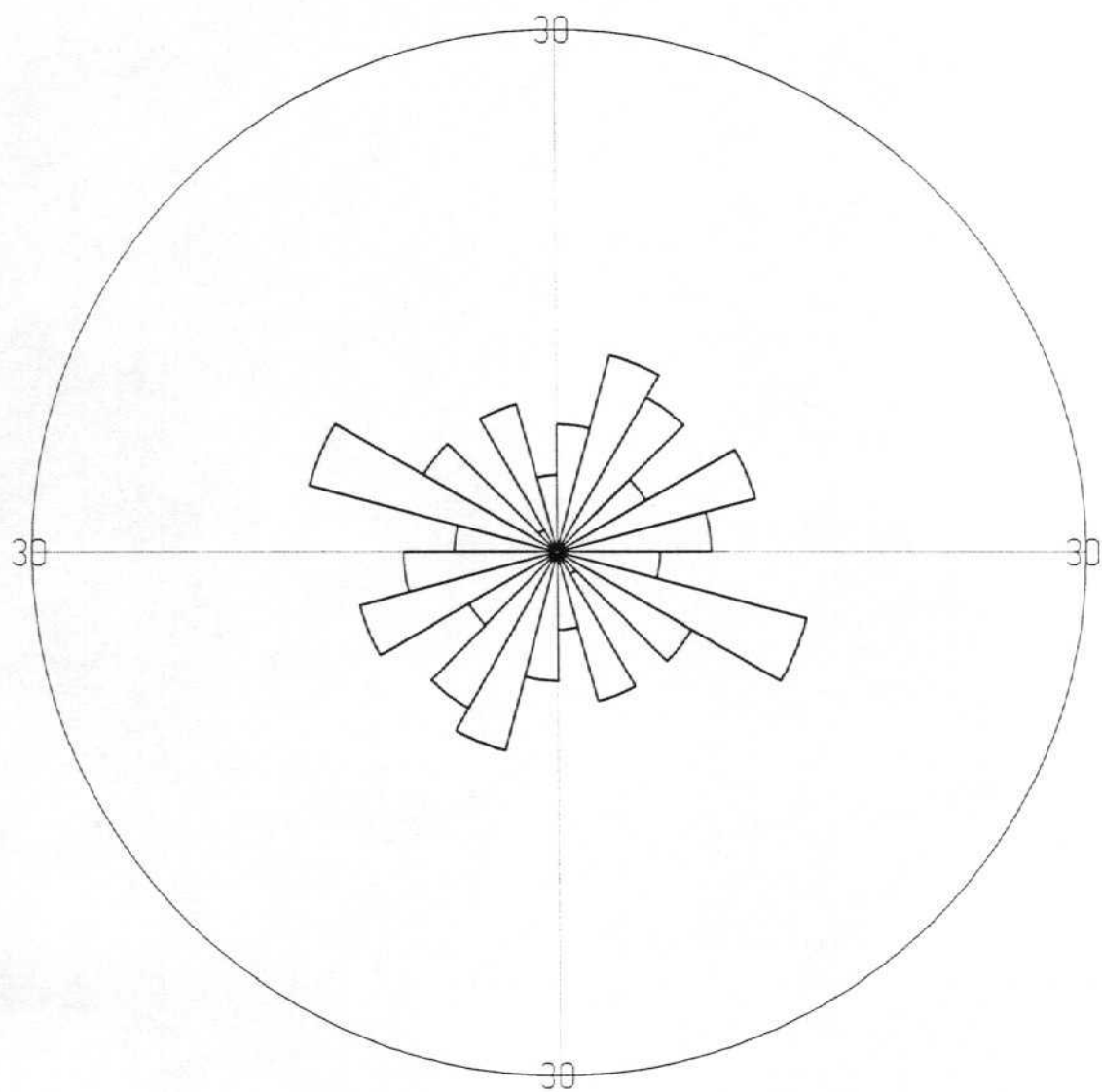
PINA - 8



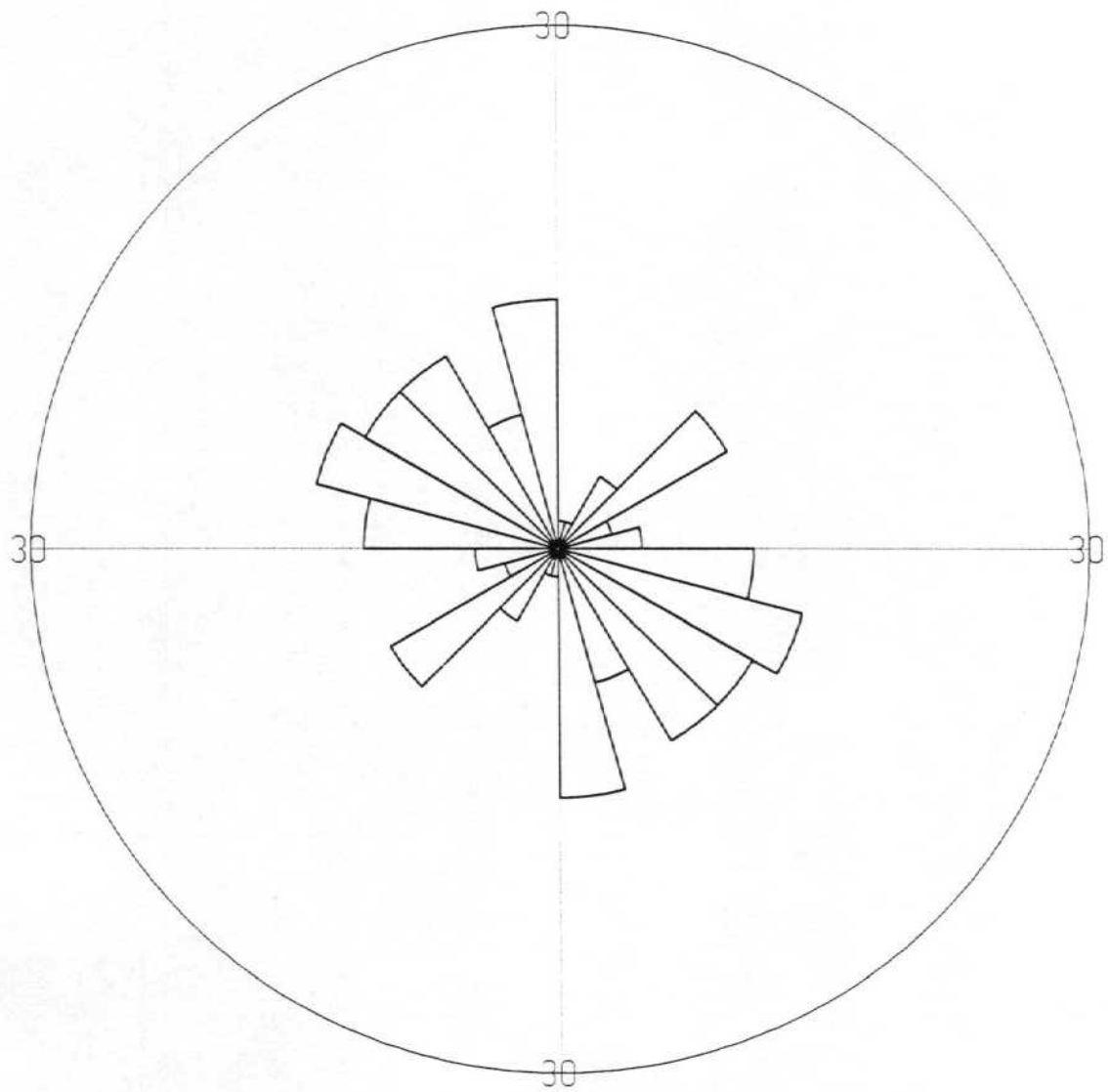
PINA - 9



PINA - 10



PINA - 11



PINA - 12

