

**MEMORIA NEOTECTONICA DE  
LA HOJA DE GANDESA (31-18)  
DICIEMBRE/93**

**COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

## INDICE

---

## INDICE

---

	Pags.
1.- INTRODUCCION . . . . .	1
2.- BASCULAMIENTOS DE CONJUNTO DE LA SERIE TERCIARIA . . . . .	4
3.- SISTEMAS DE DIACLASAS . . . . .	6
4.- CONCLUSIONES . . . . .	10
5.- BIBLIOGRAFIA . . . . .	12

## 1.- INTRODUCCION

---

## 1. INTRODUCCION

Antes de pasar a describir e interpretar las estructuras neotectónicas que aparecen en el ámbito de la hoja estudiada conviene explicar cuales son los límites cronológicos que se han establecido para definirlos, así como los criterios por los que pueden reconocerse e identificarse sus distintos tipos. En este trabajo se han considerado como estructuras pertenecientes al ámbito de la neotectónica aquellas cuya edad, comprobada o interpretada, se sitúan en el Mioceno superior, Plioceno o Cuaternario. Hay que dejar claro que ello no implica que nuestro estudio deba limitarse estrictamente a las deformaciones que afectan a depósitos datados en estos periodos. De hecho, si siguiéramos este criterio, únicamente podríamos referirnos a las deformaciones cuaternarias, puesto que no existen en todo el territorio abarcado por la hoja materiales atribuidos al Mioceno superior y Plioceno.

Teniendo esto en cuenta, existen dos tipos fundamentales de deformaciones que afectan exclusivamente a los materiales de la serie paleógena, pero cuya edad puede razonablemente interpretarse que se extiende al Mioceno superior-Plioceno:

- a) Basculamientos de conjunto de la serie terciaria, que pueden correlacionarse con otros observados en hojas vecinas afectando a extensiones de varios kilómetros cuadrados, y que deben de haberse producido en etapas tardías o posteriores respecto a la sedimentación de la misma.
- b) Sistemas de diaclasas de escala generalmente decimétrica a métrica, que afectan a los niveles competentes oligocenos (areniscas, fundamentalmente) y que siguen unos patrones geométricos bastante sistemáticos que, como ya veremos, permiten relacionarlos con las trayectorias regionales del campo de esfuerzos reciente.

Existen otras deformaciones (fundamentalmente familias de fracturas tensionales) que afectan ya claramente a materiales cuaternarios y de los que no cabe, por tanto, ninguna duda acerca de su atribución a los procesos neotectónicos.

De las distintas categorías de estructuras neotectónicas deben ser excluidas las estructuras de plegamiento existentes en la hoja, tanto en el extremo (Sierra de Pándols, perteneciente al Sistema Costero Catalán) como en el NO (flexura ligada al cabalgamiento de Puigmoreno que en otras áreas llega a afectar a capas del Mioceno inferior). Las primeras son estructuras oligocenas asociadas al movimiento siniestro de la Falla de zócalo de Gandesa-Ulldemolins, que separa la Cuenca del Ebro de la Cuenca de Mora durante el Oligoceno. La actividad de la estructura de Puigmoreno termina como máximo en la etapa compresiva tardía del ámbito de la Cordillera Ibérica y Cuenca del Ebro (GRACIA y SIMON, 1986; CASAS, 1988; SIMON y PARICIO, 1988), por lo que es muy improbable que pudiera entrar en los límites temporales de la Neotectónica.

Regionalmente, existen también indicios de una posible elevación relativa durante el Pleistoceno de un área de la Cuenca del Ebro comprendida entre la región de Gelsa y la zona de Fabara y Nonaspe, adyacente a la presente hoja (RAMIREZ *et al*, 1992), y de la cual aun se conservan algunos rasgos relictos en la misma (meandros antiguos del río Algás "colgados").

**2.- BASCULAMIENTOS DE CONJUNTO DE LA SERIE TERCIARIA**

---

## 2.- BASCULAMIENTOS DE CONJUNTO DE LA SERIE TERCIARIA

La serie terciaria dentro de la hoja de Gandesa se encuentra, en general, con una disposición subhorizontal, con buzamientos inferiores a  $2^{\circ}$  (a excepción de las estructuras mencionadas anteriormente en los sectores SE y NO. Sin embargo, a pesar del escaso buzamiento mencionado, se aprecia una marcada tendencia de las capas a presentar inclinaciones hacia el NNO en la mayor parte de la hoja, tanto en el sector central, muy extenso, como al Norte de la estructura de Puigmoreno-Maella. Este basculamiento hacia el NNO es un fenómeno generalizado en gran parte de la Cuenca del Ebro, desde la Sierra de Alcubierre hacia el Sur. Es razonable pensar (por consideraciones regionales) que representa una deformación tardía de conjunto de toda la serie hasta el Mioceno medio al menos.

Este basculamiento se acentúa en las proximidades del límite catalánide, pero se trata de una inclinación originada por fenómenos anteneotectónicos.

La pequeña porción de la Cuenca de Mora que aparece en la hoja es demasiado escasa y demasiado próxima al borde catalánide para poder discriminar la existencia de deformaciones neotectónicas.



### **3.- SISTEMAS DE DIACLASAS**

---

### 3.- SISTEMAS DE DIACLASAS

Todos los niveles competentes oligocenos (con un especial desarrollo, dada su abundancia, en las areniscas y calizas) muestran 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 métrico, y es función del propio espesor de las capas afectadas, de forma que suele aumentar el hacerlo éste.

Se han estudiado un total de 20 estaciones de diaclasas, en cada una de las cuales se han tomado unas 50 medidas de direcciones. Anexos a esta memoria se presentan los diagramas en rosa correspondientes a 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. Se observa como en, aproximadamente la mitad de las estaciones, aparece una familia principal de dirección próxima a N/S, normalmente ligeramente desviada hacia el NNO o NNE (estaciones 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16 y 18), con frecuencia acompañada por una segunda familia, normalmente menos importante, perpendicular o casi perpendicular a la anterior. Las discontinuidades de esta segunda familia, son en general, mucho menos sistemáticas y planar que las N-S, y suelen interrumpirse contra estas últimas. A veces, esta segunda familia se encuentra desdoblada en varias, o formando un abanico con gran dispersión, como en las estaciones 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 15.

Este modelo de diaclasado (una familia principal N-S y una secundaria perpendicular) es un patrón muy sistemático en todo el sector central de la Cuenca del Ebro y Cordillera Ibérica, y afecta por igual a materiales de diversas edades a lo largo de todo el Neógeno y Cuaternario, aunque en la presente hoja no se hayan encontrado apenas depósitos cuaternarios afectados, debido

seguramente a la escasa cementación de los mismos. Sólomente la estación 16 afecta a una costra carbonática cuaternaria, y responde al mismo modelo de diaclasado descrito. Tales características regionales permiten explicar este patrón de fracturación en el contexto del campo de esfuerzos reciente. El modelo propuesto por SIMON GOMEZ (1989) para dicho campo de esfuerzos 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  $\sigma_2$  situado en dirección N-S, es decir coincidente con el eje  $\sigma_1$  del campo compresivo. Paralela a dicho eje se formaría la familia principal N-S de fracturas tensionales. En el momento en que esto ocurre, el esfuerzo  $\sigma_3$  extensivo experimenta una relajación que da lugar a su intercambio con el eje  $\sigma_2$ , lo que propicia la formación de nuevas fracturas perpendiculares a las primeras. Este tipo de intercambio de ejes, y las consecuencias que tiene sobre el esquema de fracturación, han sido demostrados recientemente mediante modelización de campos de extensión radial, tanto desde el punto de vista matemático (utilizando el método de los elementos finitos) como experimental (SIMON, et al, 1988).

El resto de afloramientos presenta notables desviaciones respecto al patrón de diaclasado mayoritario expuesto anteriormente. Estas anomalías consisten bien en el predominio de la familia E-O (estación 13), bien en la rotación de este sistema de diaclasas subperpendiculares (estaciones 2, 5, 11 y 19) o bien ambas (estación 20). La estación 19 muestra una enorme dispersión, pero se reconocen direcciones en torno a N-S y E-O. La estación 7 presenta el sistema subperpendicular N-S y E-O con una nueva dirección superpuesta en torno a 130-150, que es dominante. Esta nueva dirección es similar a la que aparece en la mayor parte de las estaciones con rotación del sistema de diaclasas

subperpendiculares. Estas nuevas orientaciones podrían interpretarse como producto de una desviación de las trayectorias de esfuerzos por efecto de accidentes mayores preexistentes en el sustrato. De acuerdo con los modelos de SIMON et al. (1988), las trayectorias de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  son desviadas por 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 Gandesa las orientaciones de la red de drenaje secundaria parecen indicar la existencia de un control estructural en dirección NO-SE, no parece descabellada dicha interpretación.

#### 4.- CONCLUSIONES

---



#### 4.- CONCLUSIONES

Hacia el Mioceno superior-Plioceno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que, aunque no se manifiesta por estructuras cartográficas en la hoja, si produjo un sistema de diaclasado bastante homogéneo que afecta también al Cuaternario, y débiles pero extensos basculamientos hacia el NNO probablemente controlados por fracturas del subsuelo. El campo de esfuerzos puede definirse, en primera aproximación, como una distensión tendente a radial con  $\sigma_2$  próximo a E-W, que produciría el desarrollo de una familia principal de diaclasas en torno a N-S. No obstante, en dicho campo de esfuerzos se producirían, además, dos tipos de anomalías:

- 1) El intercambio de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  en la horizontal tras producirse las primeras fracturas tensionales N-S, que daría lugar a una familia secundaria en dirección E-W.
- 2) La desviación de las trayectorias de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  por efecto de hipotéticas fallas mayores preexistentes de dirección NW-SE en el sustrato.

Además, en una extensa región comprendida entre Gelsa y las inmediaciones de la presente hoja, se observan rasgos geomorfológicos anómalos que apuntan a una posible elevación relativa de la mencionada área durante el Pleistoceno (RAMIREZ, et al, 1992).

---

## 5.- BIBLIOGRAFIA

## 5.- BIBLIOGRAFIA

- CASAS SAINZ, A. (1988).- El estado de esfuerzos durante el Terciario en la Depresión de Arnedo (La Rioja). *Acta Geol. Hisp.* 23 (3), 223-231.
- GRACIA PRIETO, F.J. y SIMON GOMEZ, J.L. (1986).- El campo de fallas miocenas de la Bardena Negra (provs. de Navarra y Zaragoza). *Bol. Geol. Min.* 97 (6) 693-703.
- RAMIREZ, J.I., OLIVE, A. y PASCUAL, H. (1992).- Evidencias geomorfológicas de la existencia de actividad neotectónica durante el Pleistoceno en un sector de la zona central de la Cuenca del Ebro. En LOPEZ, F.; CONESA, C. y ROMERO, M.A. (eds.) "**Estudios de Geomorfología en España**", tomo II, pp. 643-651. Sociedad Española de Geomorfología.
- 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 GOMEZ, J.L. y PARICIO CARDONA, J. (1988).- Sobre la compresión neógena en la Cordillera Ibérica. *Estudios Geol.*, 44, 271-283.
- 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.



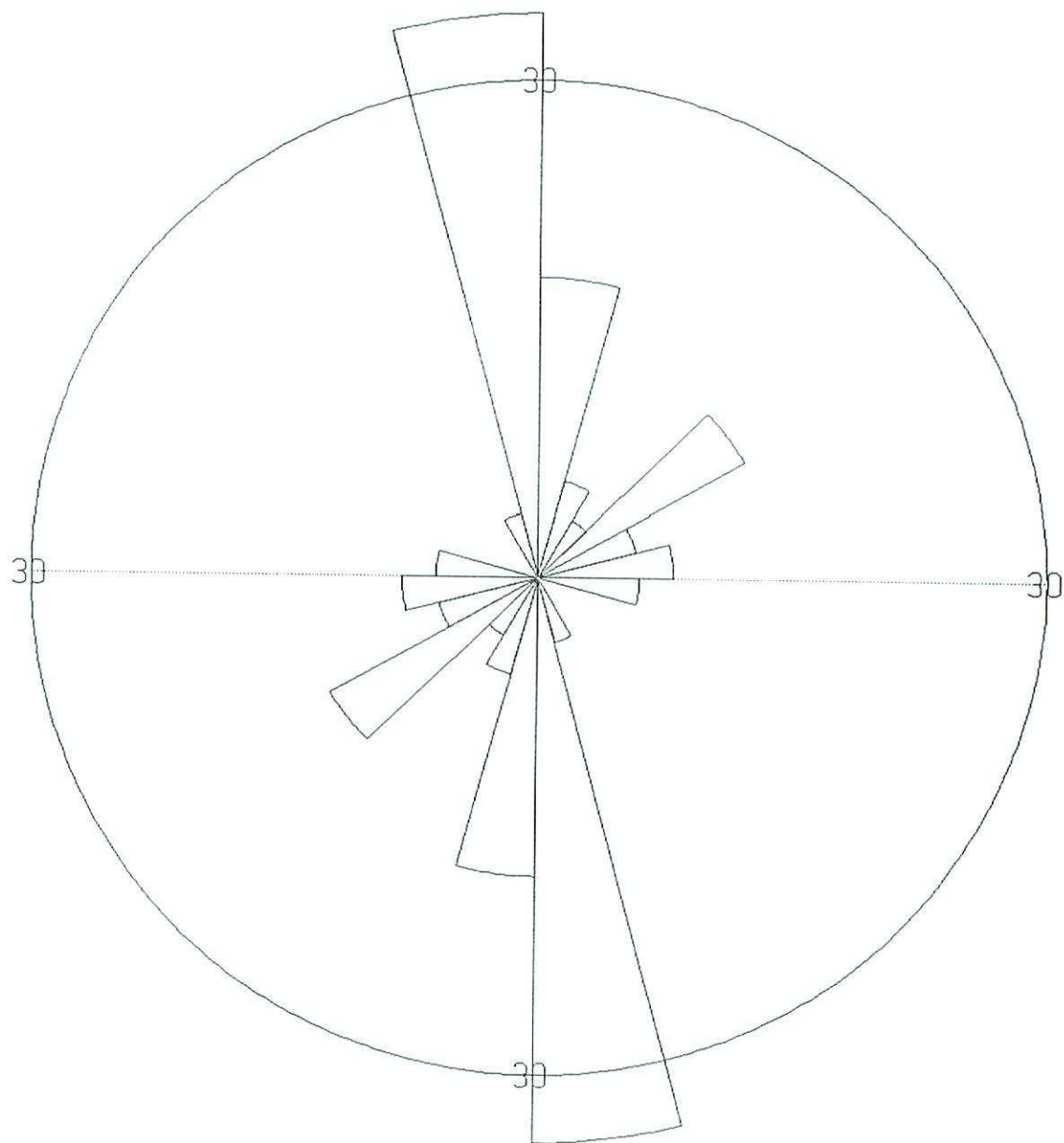
## ANEXO

---

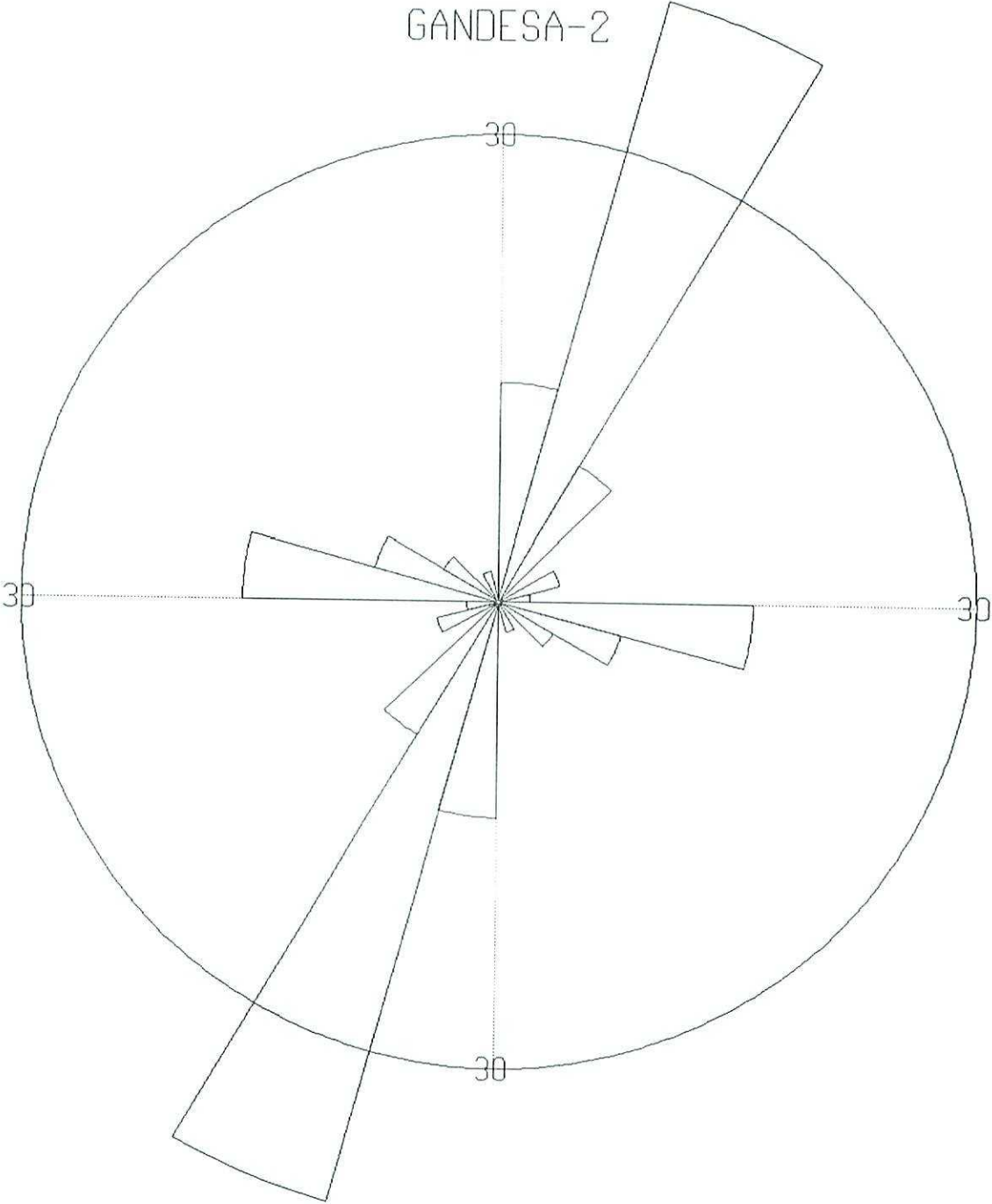
Diagramas en rosa de las poblaciones de diaclasas medidas en las distintas estaciones estudiadas.

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

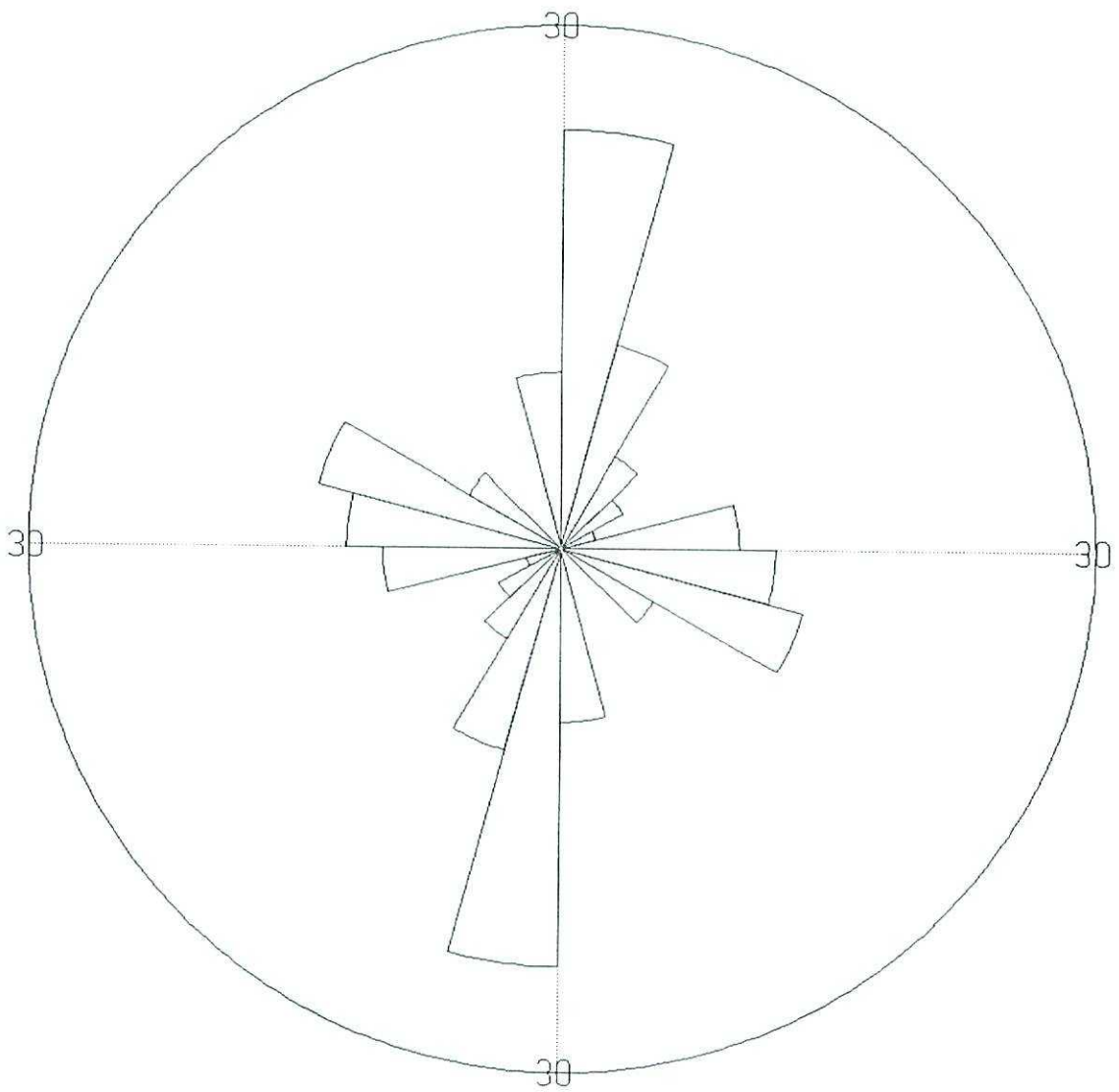
# GANDESA-1



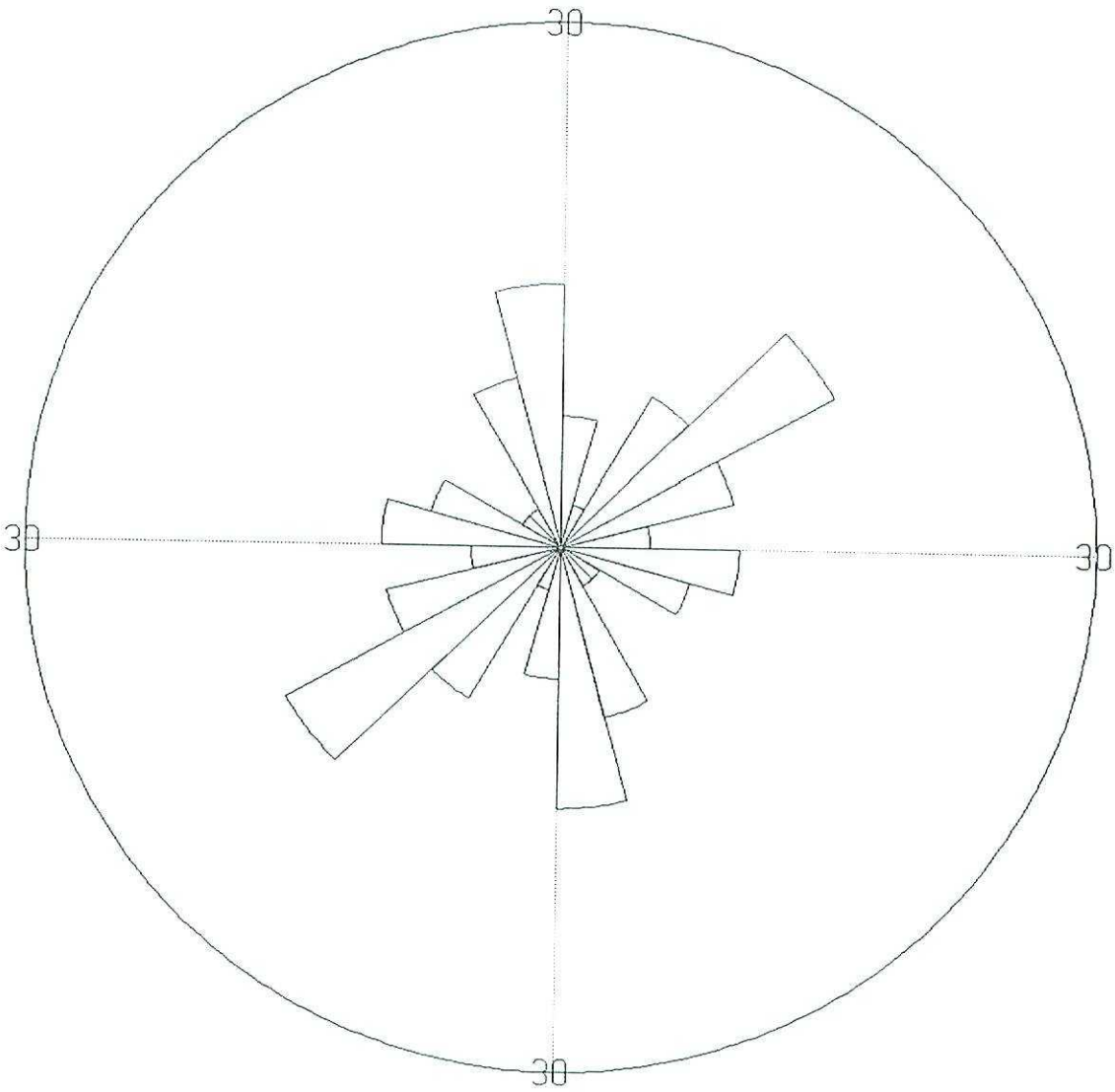
GANDESA-2



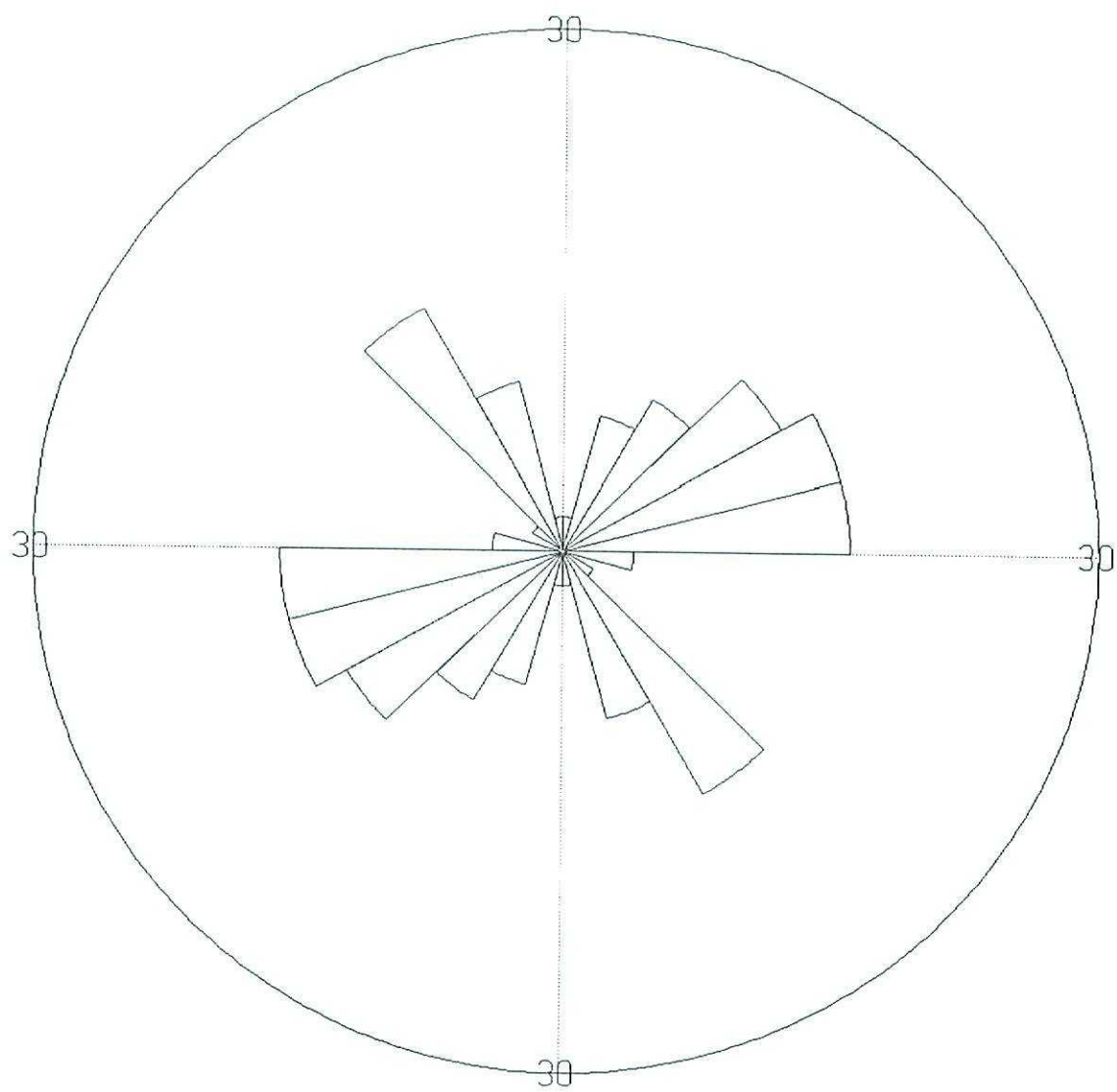
# GANDESA-3



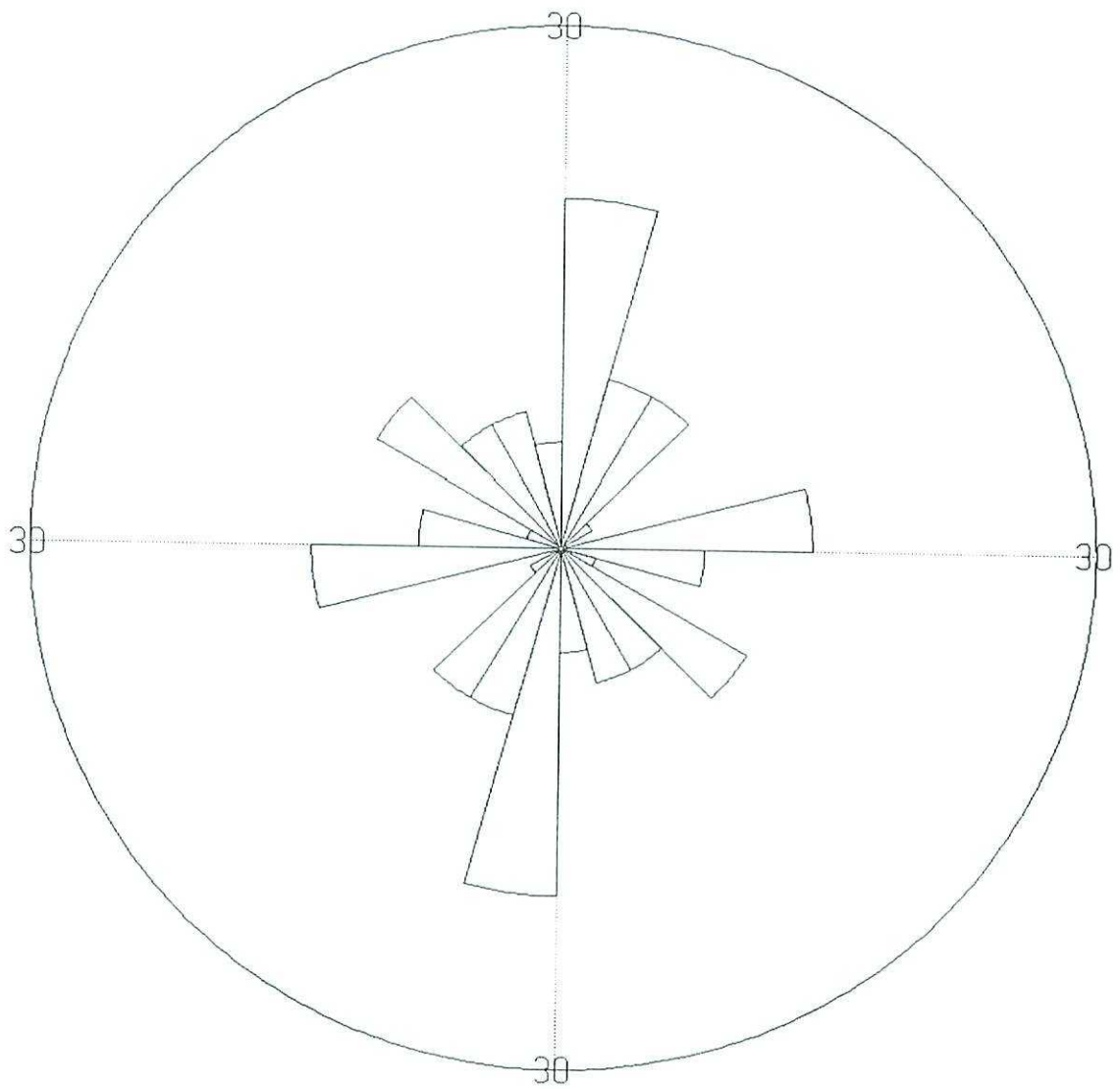
GANDESA-4



# GANDESA-5

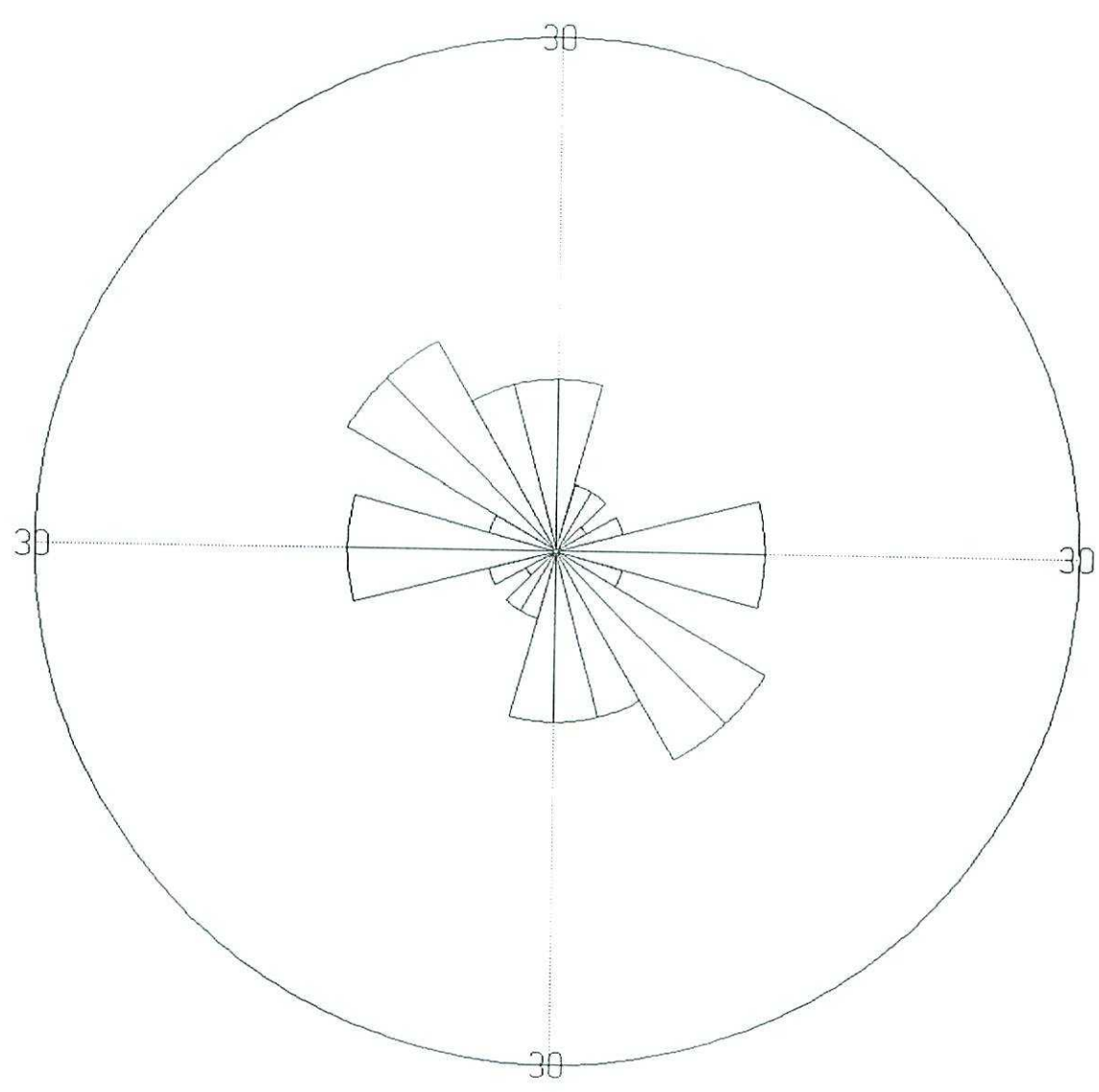


# GANDESA-6

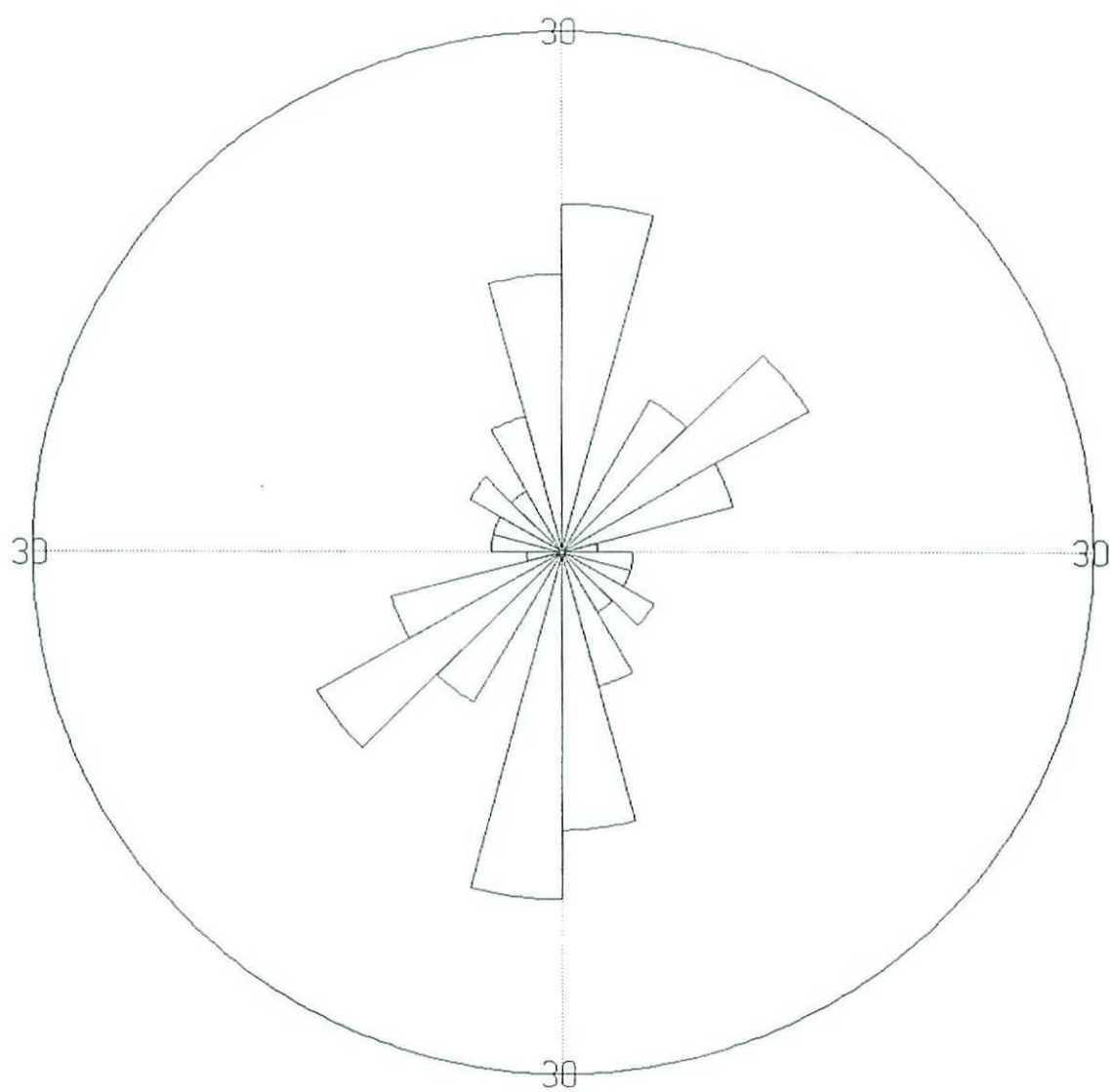




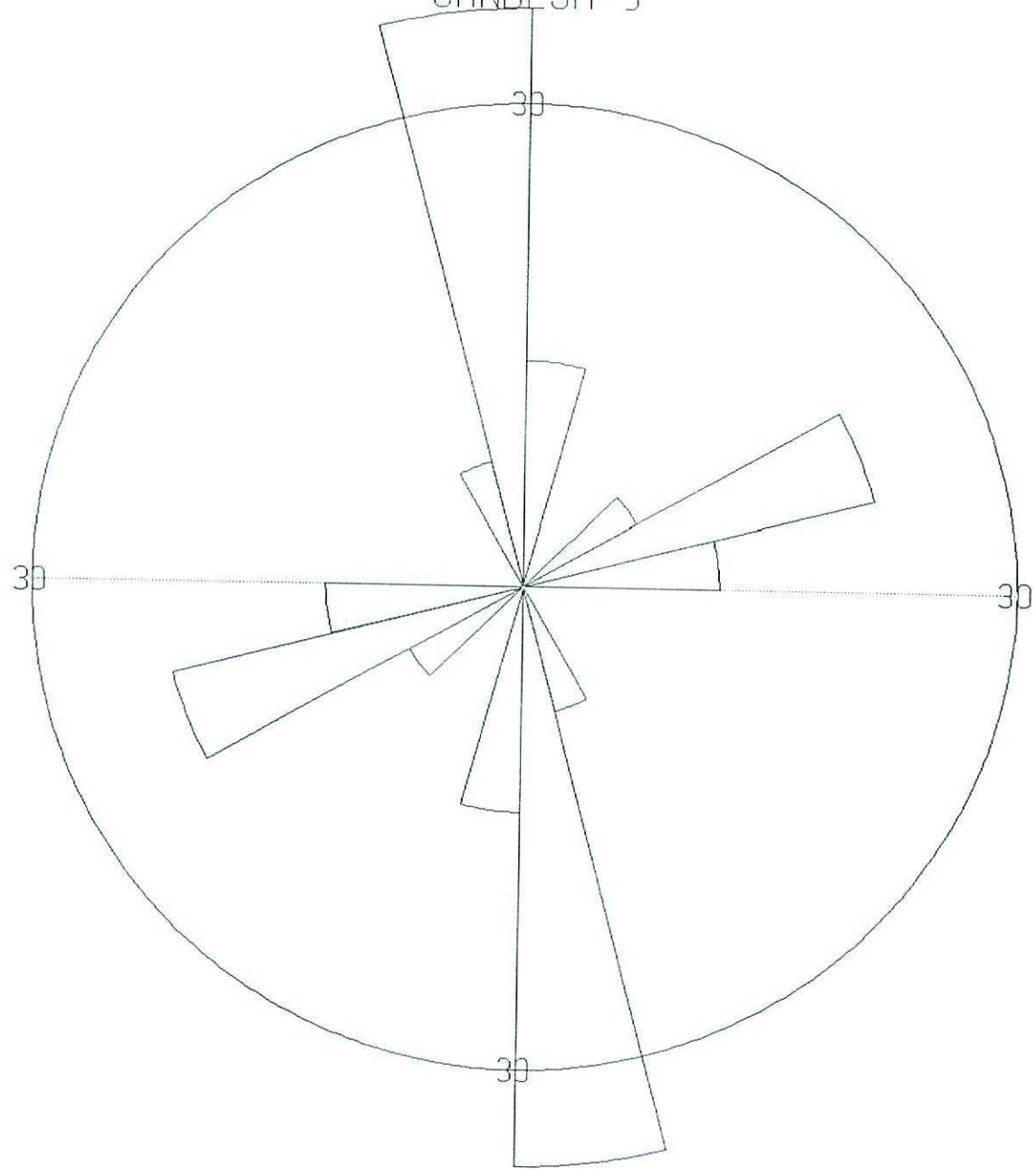
GANDESA-7



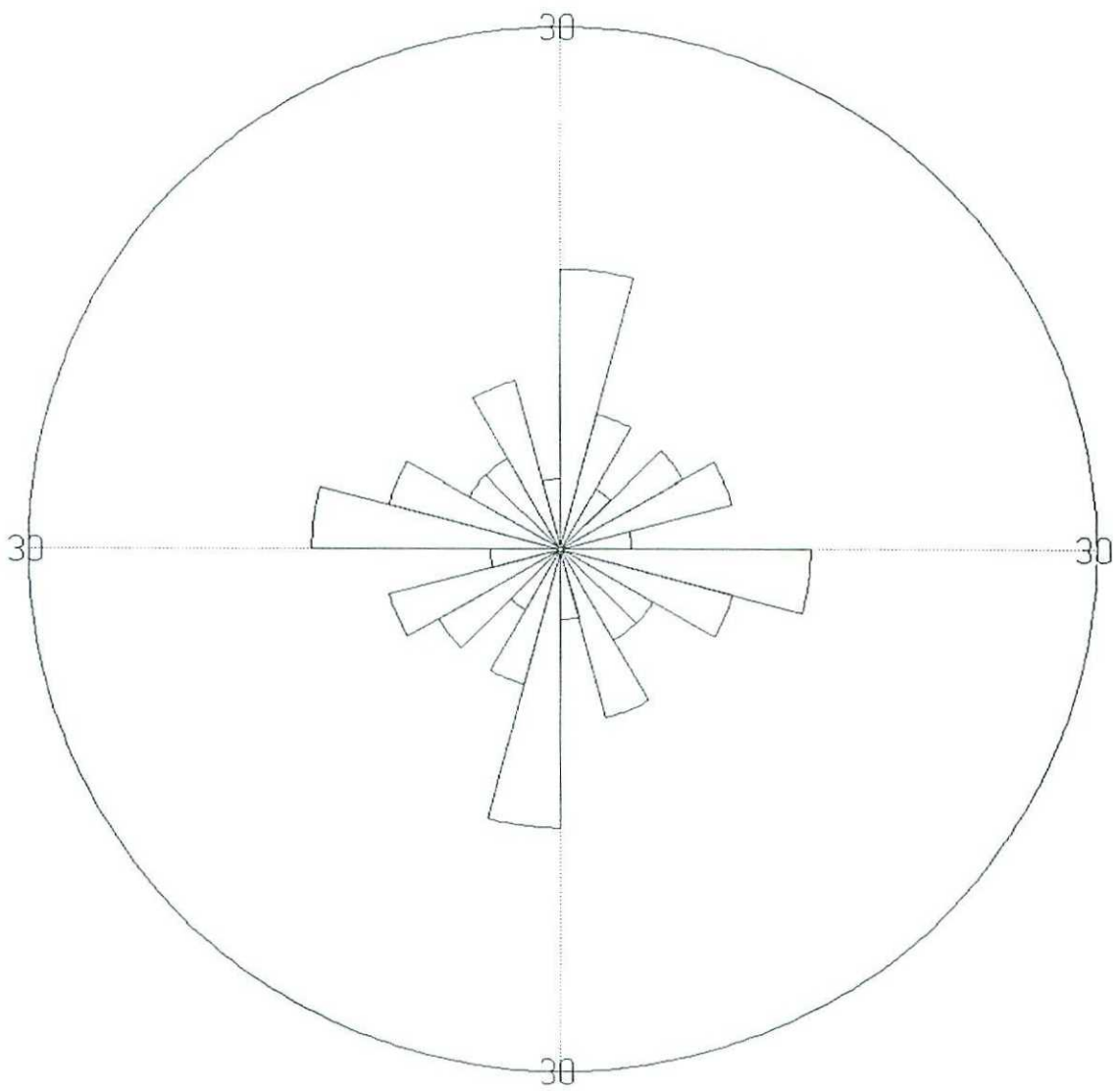
# GANDESA-8



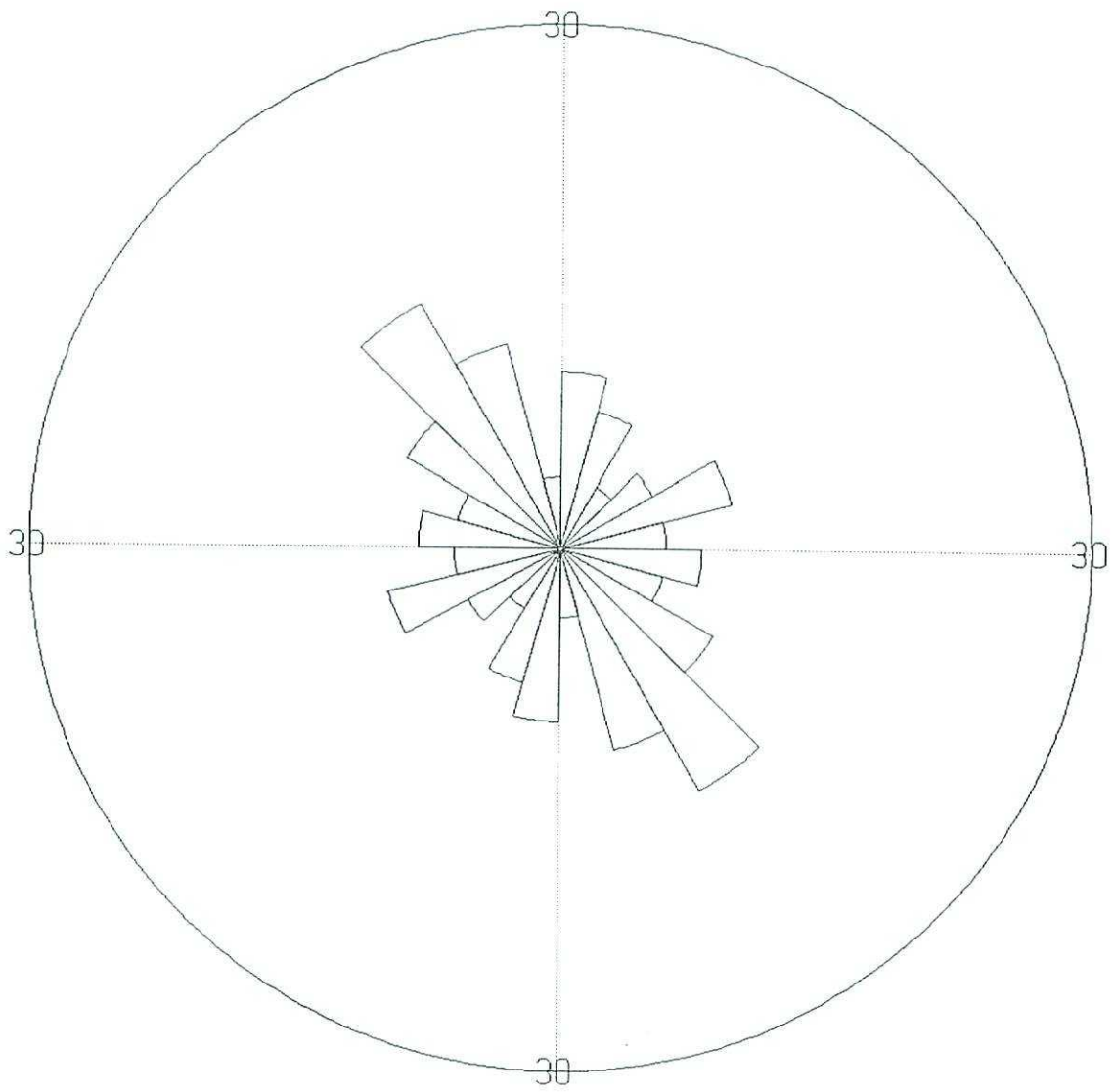
GANDESA-9



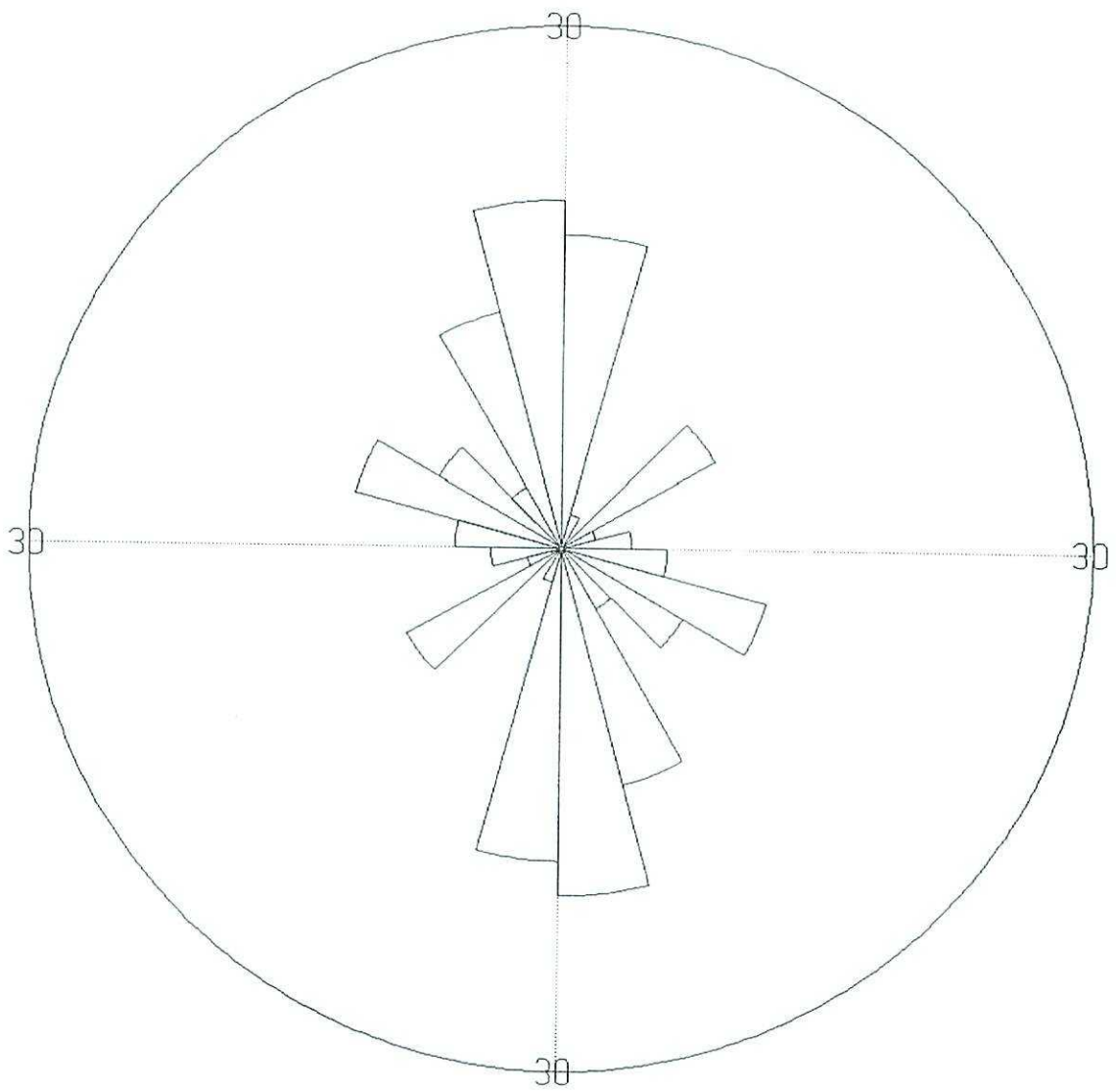
# GANDESA-10



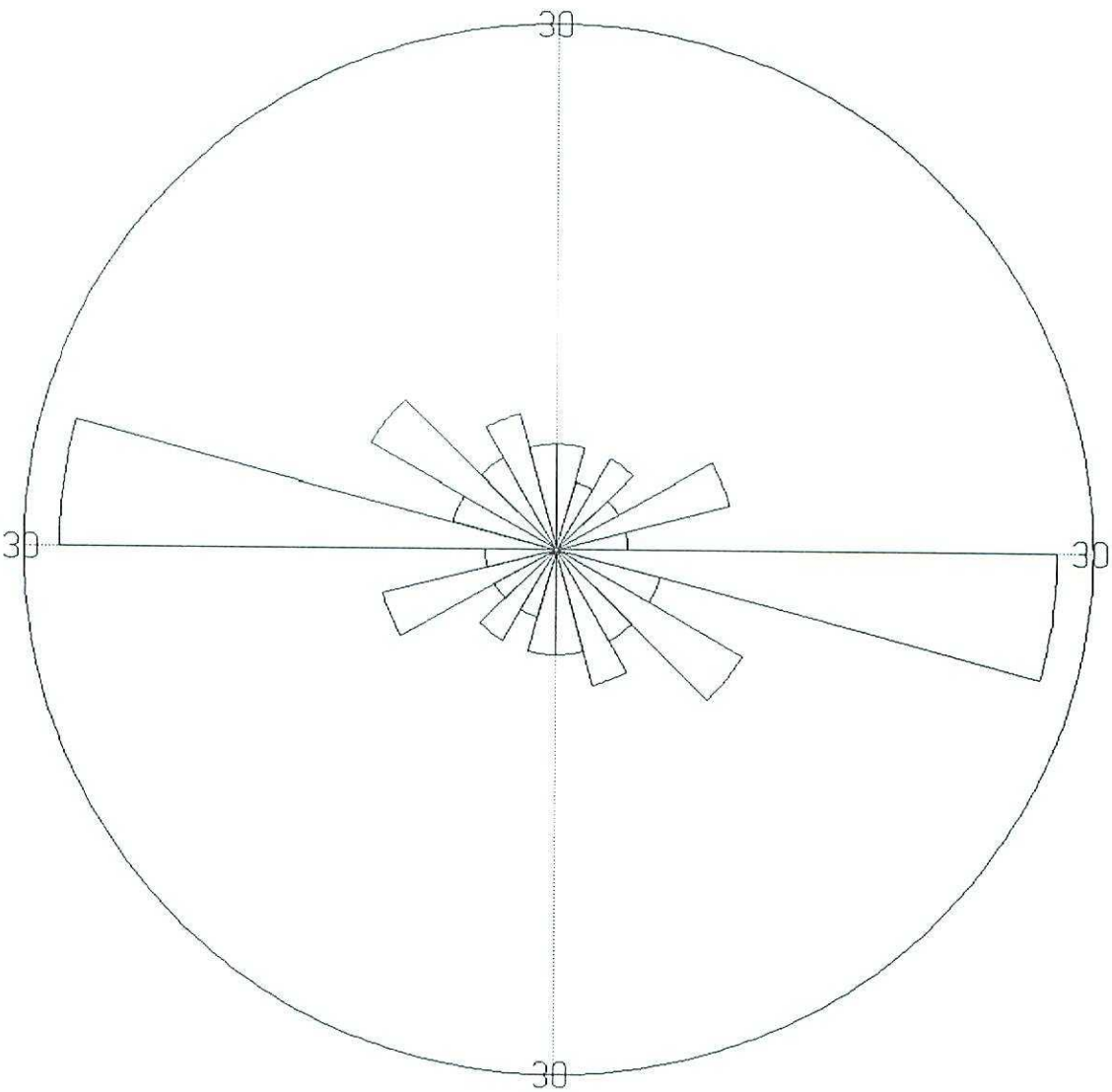
# GANDESA-11



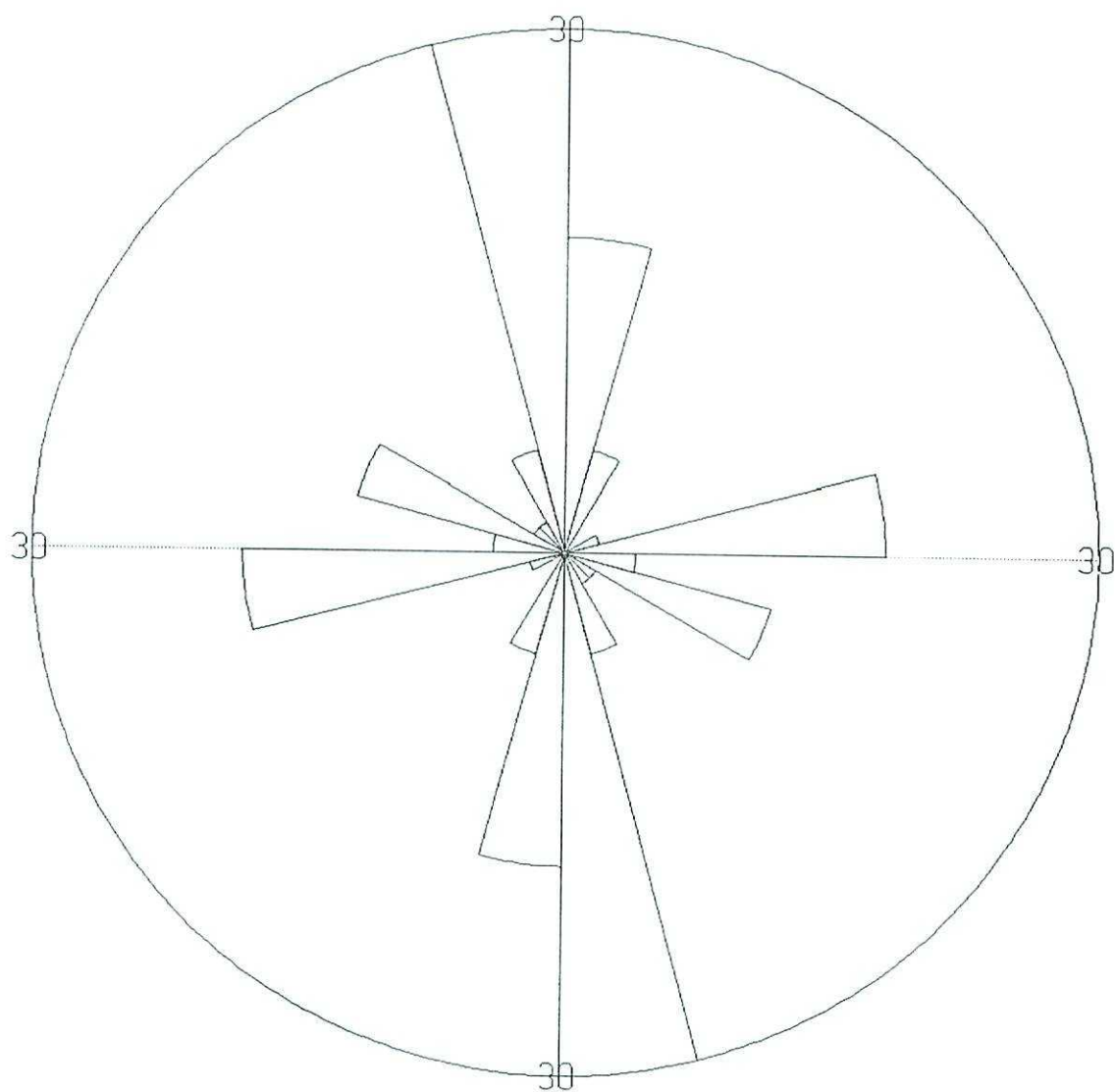
# GANDESA-12



GANDESA-13

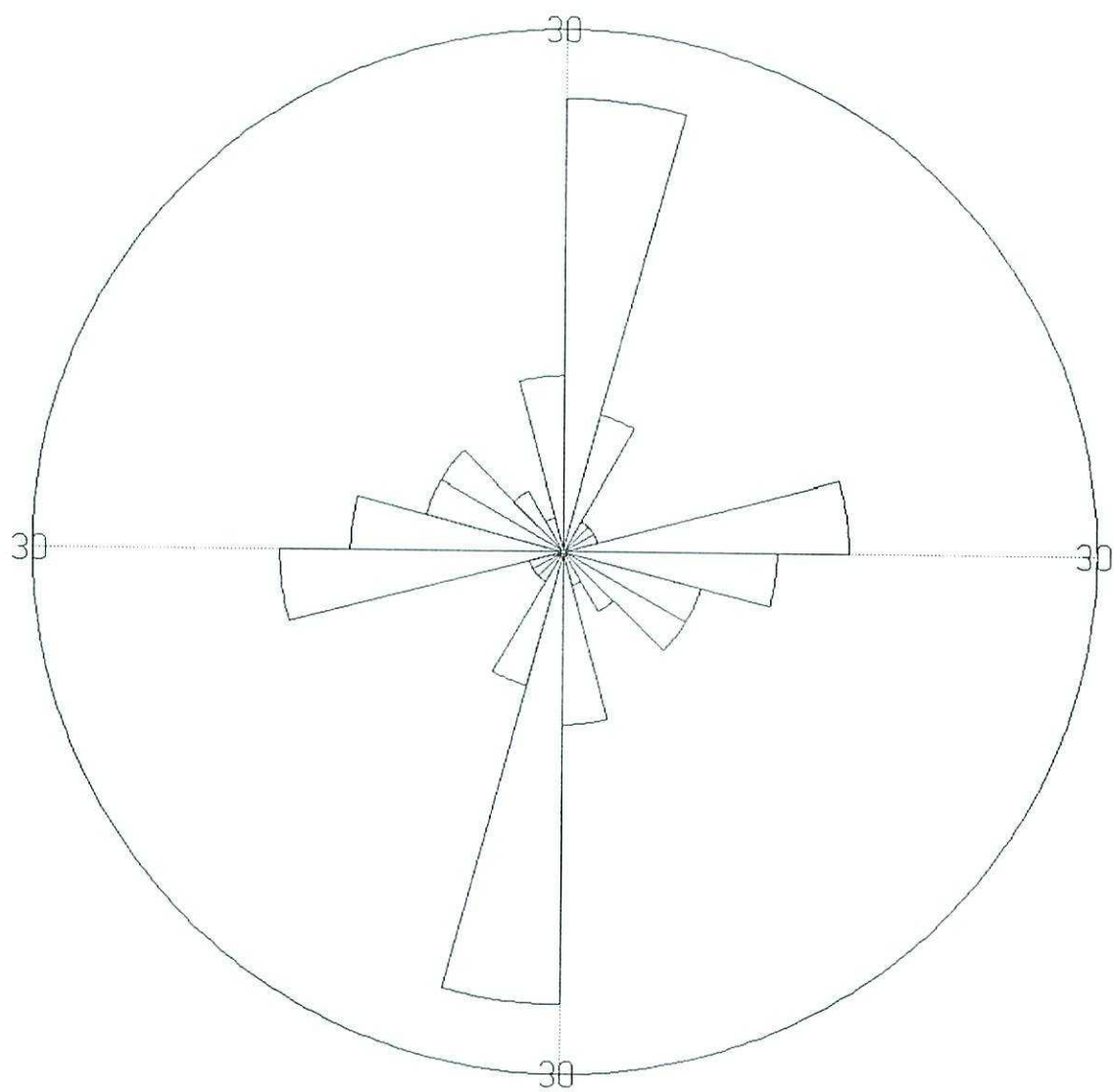


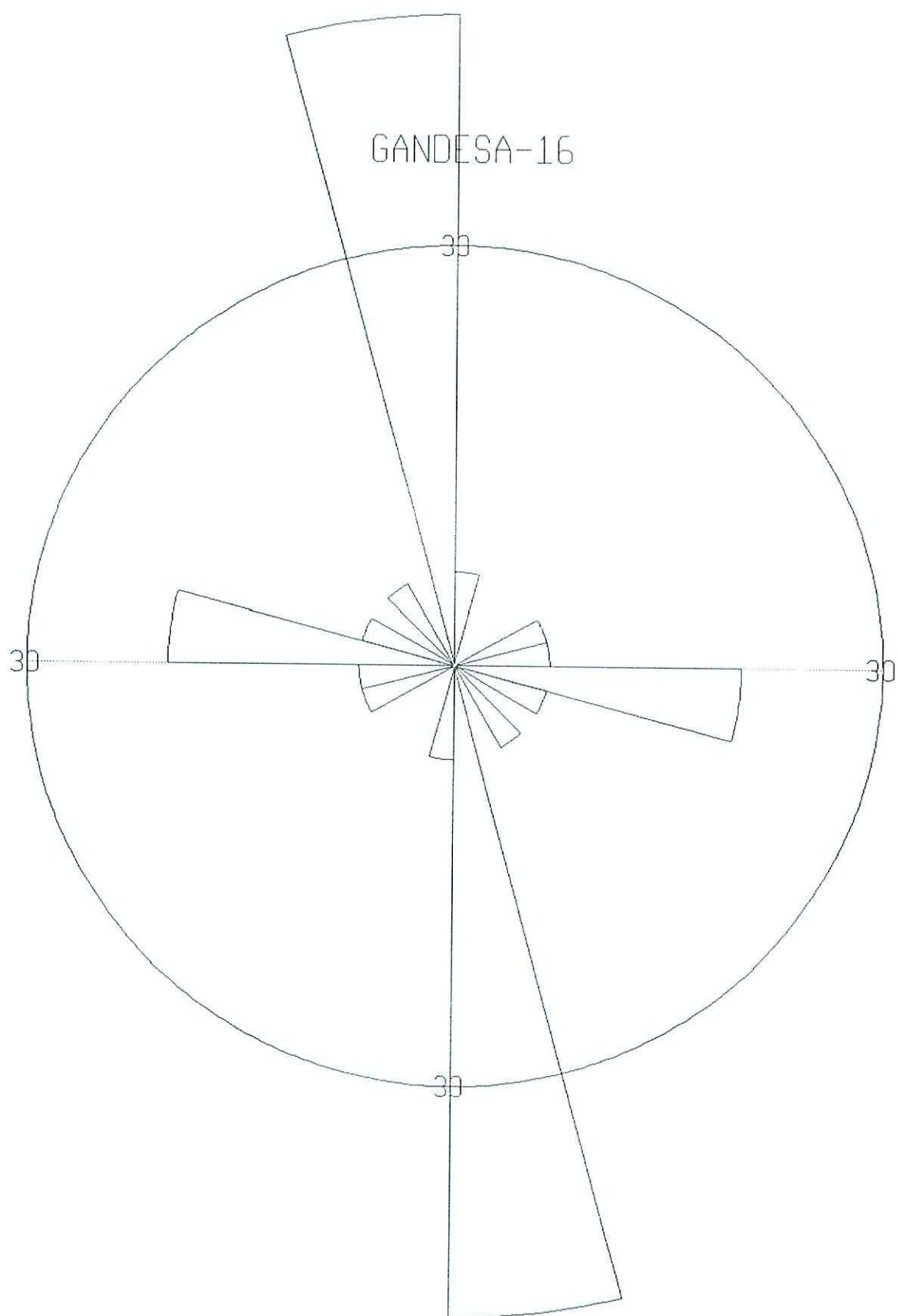
GANDESA-14



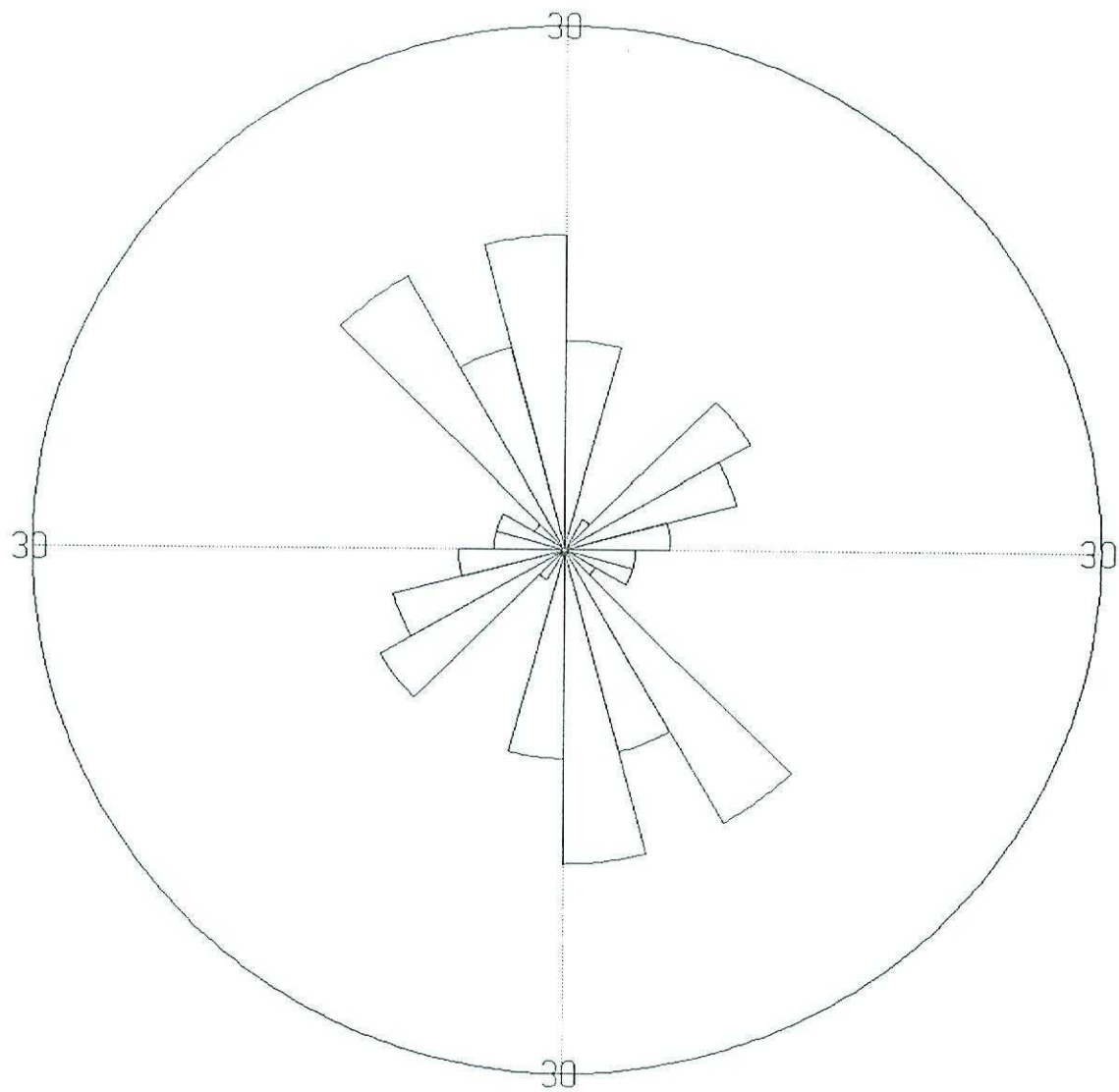


GANDESA-15

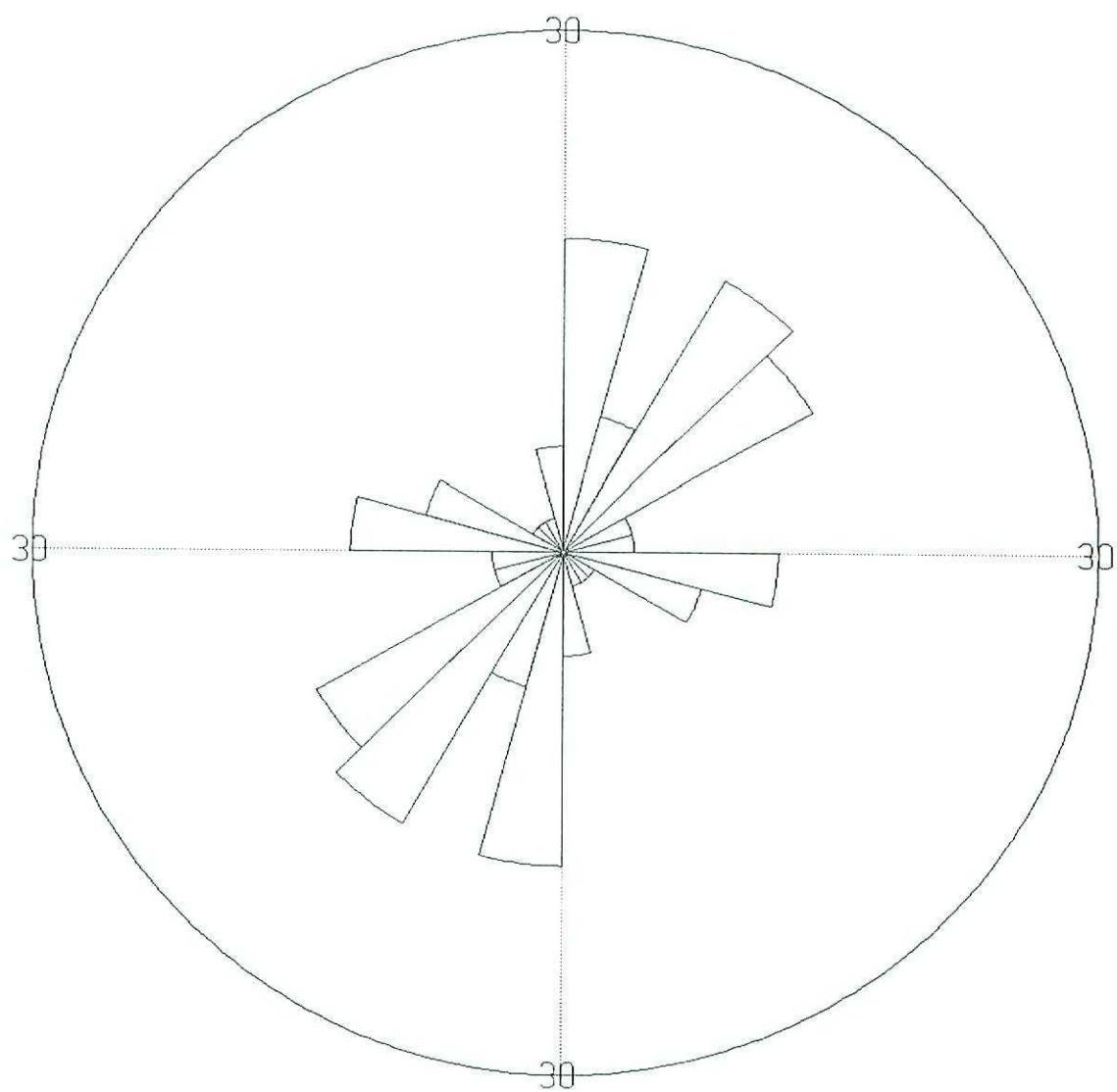




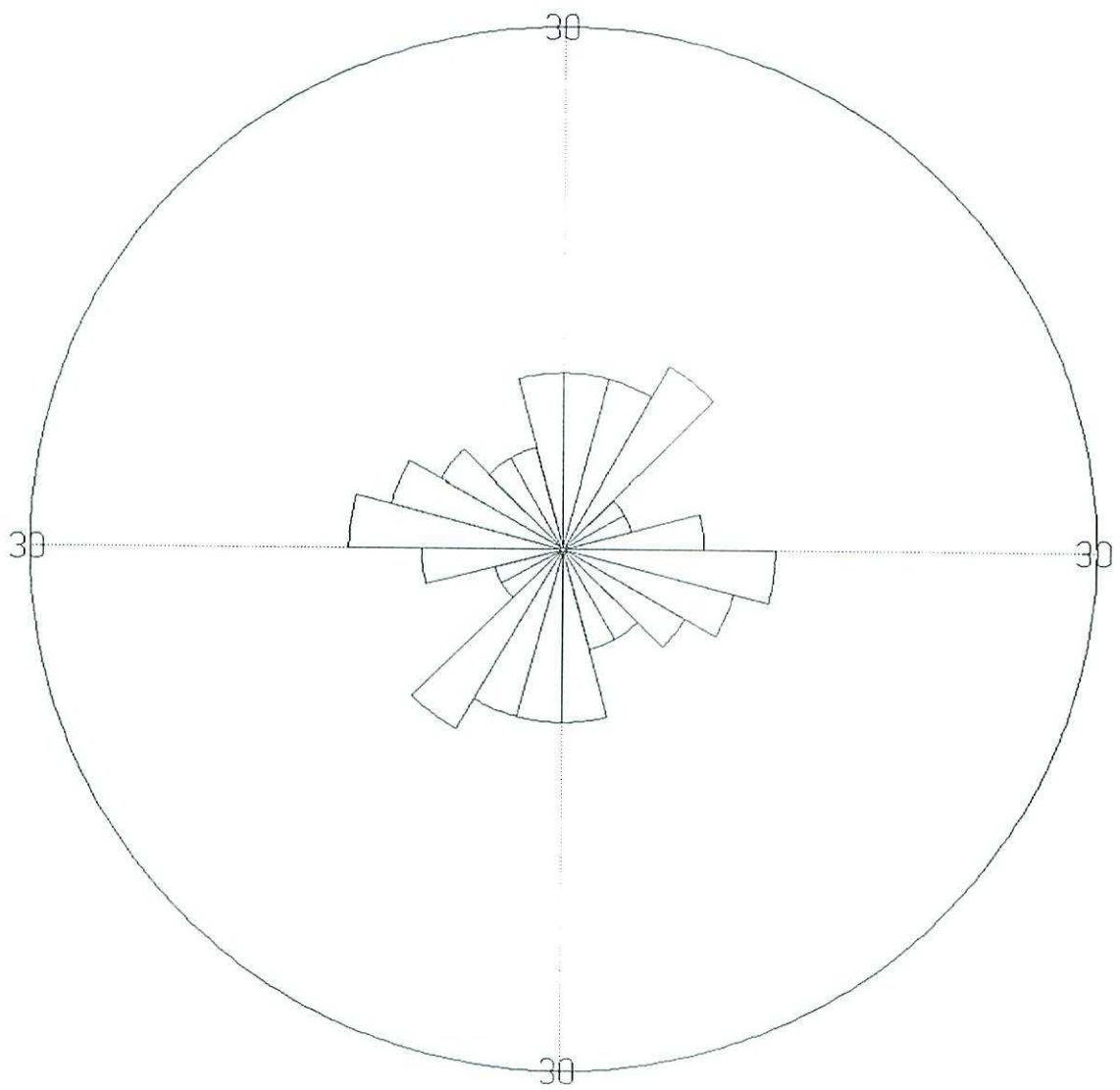
GANDESA-17



# GANDESA-18



# GANDESA-19



# GANDESA-20

