

# UNA PROPUESTA PARA MEJORAR LA ORIENTACION DE TALUDES EN MAPAS TOPOGRAFICOS (UN CASO DE ENSAYO).

JESUS DELGADO

## RESUMEN

Se ha desarrollado un método para aumentar la veracidad de la información que proveen los mapas de orientación de taludes y facilitar su elaboración.

El método parte del mismo principio de contrastar una plantilla dividida y orientada geográficamente con las curvas, de nivel de los mapas topográficos pero agrega un componente estadístico que permite conocer la orientación predominante del relieve par que este factor intervenga en la adecuada en la selección de una plantilla más adecuada, mejorando la calidad del mapa de orientación de taludes.

Se muestra un caso de aplicación en una zona del Litoral Central caracterizada por su intensa ocupación urbana, cual es la franja comprendida entre Maiquetía y la Guaira.

## GENERALIDADES

La orientación de taludes es un método cartográfico que permite dividir el relieve de zonas montañosas en taludes con semejante orientación geográfica.

Esta división produce un mapa, denominado mapa de orientación de taludes o sencillamente separación de taludes, cuyo valor utilitario, desde el punto de vista geotécnico, no es intrínseco sino que parte de su relación con mapas lito-estructurales y de pendiente que finalmente conllevan a los mapas de orientación y estabilidad geométrica de taludes, paso clave para la elaboración de los mapas de orientación geotécnica.

Desde el punto de vista urbanístico, esta autor (1991) propuso el mapa de orientación de taludes como la herramienta idónea para la sectorización de desarrollos urbanos, controlados o no, en zonas montañosas, pero especialmente estos últimos, a falta de las "manzanas" de las áreas planas.

Considerando que en Venezuela más de la mitad de los centros poblados se ubica en áreas total o parcialmente montañosas, como es el caso de Caracas, Los Teques, Mérida, San Cristóbal, Cumana, Valencia, Maracay, Barquisimeto, Barcelona -Puerto La Cruz, La Asunción, San Juan de los Morros, Trujillo, San Carlos y San Felipe, que suman 14 de las 23 capitales de entidades federales y reúnen más del 80% de la población total del país, se justifica de por sí la elaboración de los mapas de orientación de taludes precisos.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ENSAYO

Toda el área de estudio se localiza en la vertiente norte de la cordillera de la costa, parcialmente en el parque nacional El Ávila y está incluida en la hoja 4 del Estudio Geotécnico del Litoral Metropolitano que lleva a cabo el Ministerio de Energía y Minas.

Dicho estudio se realiza a escala 1:10 000 y fue seleccionado como referencia para esta propuesta. El mismo comprende desde Los Caracas por el Este hasta el río Mmo por el Oeste en una estrecha franja que no sobrepasa los 4 Km. en sentido N- S.

Siendo este uno de los espacios más sometido a expansión urbana, especialmente de tipo no controlado, se seleccionó de todo el mapa un sector geográficamente representativo, de acuerdo a los parámetros que se verán adelante.

Este sector, denominado área de ensayo, tienen un área de 204.5 has, y contiene 138 taludes, que representan más del 40% del total de taludes contenidos en el área del estudio en la hoja 4 y cuya área es de 1 576.75 has.

Geológicamente en la hoja predomina la unidad de mármoles, esquistos calcáreos y esquistos actinolíticos- epidóticos (Umeconde 1987 b) y se aprecia claramente la presencia de la falla de Macuto al sur, que en algunos tramos sirve de límite al estudio. se sabe también de la existencia de la falla de San Sebastián costa adentro, frente al área de estudio.

En cuanto al drenaje, este tienen sentido predominante norte- sur, alterando localmente en la zona de falla y el sistema de fracturas que la acompaña produce un evidente control estructural en algunos cursos de agua.

Desde el punto de vista geomorfológico, estamos en una zona piemontina con presencia de conos de deyección al final de valles alternados con estribos muy elongados y paralelos que terminan abruptamente en el mar o en la terraza marina de Maiquetía, donde se ubica el Aeropuerto Internacional Simón Bolívar.

Toda la zona costera es por demás, un área con topografía modificada, especialmente por relleno y espolones que trata de ganar terreno al mar o por desarrollar playas artificiales.

En cuanto a la morfodinámica externa, se pueden hablar de cinco franjas que aproximadamente sintetizan una serie de procesos, las cuales las vistas en sentido norte- sur serían:

- 1) Zona de desarrollo controlado.
- 2) Zona de desarrollo urbano semicontrolado.
- 3) Zona de desarrollo urbano controlado.

4) Zona intermedia con usos diversos.

5) Zona un poco intervenida.

No es parte de este trabajo entrar en detalles acerca de los procesos que ocurren en cada franja, más es necesario resaltar el hecho de que está es una zona morfodinámicamente muy activa gracias a la acción antrópica y el área de ensayo en particular refleja esta interacción que ocurre en mayor o menor medida en toda el área de estudio (ver foto N° 1).

## **METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE LA PLANTILLA**

### Consideraciones Previas

Para hacer una correcta selección de la plantilla a utilizar se debe considerar, aún a grosso modo la siguiente información:

1) Escala de trabajo

2) Patrones de Drenaje

3) Tipo de Roca (ígneas, metamórficas- sedimentarias)

4) Orientación regional de la foliación o de la estratificación

5) Orientación de las grandes geoformas en el área (filas estribos principales y valles), especialmente

6) Disposición de las principales estructuras.

La escala del trabajo es determinante y de ella depende la necesidad de seguir los pasos 2, 3, 4, 5 y 6.

Hemos considerado empíricamente la escala 1:100 000, como límite según el cual se debe profundizar o no en dichos pasos. En escalas mayores a 1: 10 000 no se requiere localizar las grandes geoformas mencionadas, puesto que se está dentro de una de ellas. el tipo de roca tiende a ser el mismo, por lo menos a nivel de formación, y la orientación regional de la foliación o la estratificación tiende también a conservarse, especialmente en rocas cuencas pequeñas es posible todavía diferenciar patrones de drenaje.

Para estos efectos hablaremos entonces de estudios locales, en escalas mayores a 1:10 000 y estudios de escala urbana cuando el denominador de la escala es 1:100 000 ó menor.

El tipo de roca es importante, pues aumenta o disminuye la precisión del trabajo.

Por ejemplo, en presencia de rocas sedimentarias o metasedimentarias la estratificación o foliación definen comportamientos notorios a nivel local, regional tales encuestas y contra-cuestas de buzamiento que son claves para evaluar la estabilidad en un área.

El patrón de drenaje ayuda a comprender en primera instancia la distribución de los taludes y es probable que cuencas cercanas con distintos patrones de drenaje, posean orientaciones preferenciales distintas; no está demás recordar la estrecha vinculación que existe entre la litología, la estructura y los patrones de drenaje.

A nivel de estudio de escala urbana, la orientación de las grandes geoformas ayuda a deducir cual es la orientación predominantemente de los taludes y consecuentemente del drenaje.

Por ejemplo, en el caso que nos ocupó, la primera consideración fue que estábamos trabajando en la vertiente Norte de una cordillera cuyo rumbo general es E- O (Ver figura N° 1).

Una vez seguros de que contábamos con una orientación del drenaje homogénea, indagamos si había más de un patrón de drenaje; si esto hubiese sido así, se debería haber hecho una segunda separación en el mapa de acuerdo a los patrones de drenaje. En este caso no fue necesario a pesar de los tramos fluviales bajo control estructural.

## **DETERMINACIÓN DE LA PLANTILLA A UTILIZAR**

Hay que aclarar que existe la opción de utilizar una plantilla que en vez de ocho rangos tenga dieciséis, abarcando prácticamente todas las posibilidades de orientación de taludes (p. e: N), pero con el inconveniente principal que la dirección neta (p, e, N) no está referida al rango, sino a la línea divisoria, entre rangos.

Esta plantilla es de manejo complicado, además, por cuanto reduce la apertura de los rangos de 45 grados a 22.5 grados (ver Figura N° 2).

Tal disminución implica por ejemplo que al incorporar los rangos de orientación de taludes en estudios geotécnicos al resto de las variables, se trabaja el doble quedando las áreas de riesgo muy pequeñas y de difícil manejo.

Hechas las observaciones anteriores, se separan los taludes del área. para estudios locales en particular, como el de un barrio, se puede trabajar directamente con todos los rangos, enumerados del 1 al 16, según las direcciones principales: (N- NNE) (NNE-NE)etc., con un tipo de plantilla que llamamos "platilla única" (ver figura N° 2).

En estudios a escala urbana, también se separan los taludes inicialmente, pero se hace un muestreo, de su orientación, luego de esto se construye un gráfico del

tipo de rosa de vientos que indica la orientación predominante de los taludes, que en este caso son NNE= 16% y NNO= 15.5%.

Con estos valores, se debe de elegir alguna de las dos plantillas mostradas en la Figura N° 2; es decir, la plantilla clásica o la opcional, en otras palabras sumando al resto de los valores, el 60.5% de los taludes se corresponden con la llamada plantilla clásica o convencional, razón por la cual es esta la que se debe utilizar en el área de ensayo.

Sin embargo, como la diferencia entre este "valor modal" así estimado y el resto de las orientaciones no es tan evidente y el porcentaje de los taludes que corresponde a una u otra plantilla se diferencia en menos del 10%, es necesario agregar otro procedimiento que haga aún más certera la decisión.

Este procedimiento lo hemos llamado "Determinación de taludes de Orientación Neta" (TON). Estos taludes son los que buscan exactamente en la misma dirección que alguna de las líneas divisorias de una plantilla por la cual se hace imposible ubicarlos en uno u otro rango, salvo que se trabaje con la plantilla única o de 16 rangos.

En el área de ensayo se detectaron 29 TON, que suman el 21% del total de taludes, los cuales están concentrados en las direcciones Norte (21%) del total de taludes, los cuales están concentrados en las direcciones Norte (21%) y Noroeste (17%) es decir, el 42% de los TON va a traer problemas con la plantilla convencional (ver gráfico N° 2).

En síntesis, del total de taludes trabajables según la plantilla convencional (60.5%) hay que deducir los TON correspondientes: NNE= 4, ENE= 1, ESE=0, SSO= 0, OSO= 0, ONO= 0, NNO= 5. Es decir, 12 taludes que suman 9.7% que nos dejan todavía con 50.8% de los taludes orientados y utilizables.

Si repetimos esta operación para la plantilla alterna tendríamos: N= 6, NE=1, E=6, SE=2, S=1, SO=1.0=3, NO=0, o sea, 20 taludes que hacen 16% del total que restado al 39.5% ya mencionado solo dejan un 23.5% de taludes libres de problemas con la mencionada plantilla.

La operación anterior amplía la diferencia de taludes apropiados entre las dos plantillas a 27.3% que permiten seleccionar con bastante confianza a la plantilla convencional, con un margen de taludes problemáticas mínimo, en los cuales el criterio del profesional y la calidad del mapa todavía juegan papel relevante.

Luego de esta operación tenemos los taludes separados de un área; el paso siguiente es enumerarlos. Esto ha traído problemas en el sentido de que no hay coincidencia cuando se enumera un talud y hay tantos criterios como profesionales, por la cual también se debe normalizar la identificación de taludes.

## **REGLAS PARA IDENTIFICAR TALUDES**

- 1) Si no lo esta, reticular el plano.
- 2) Enumerar las retículas de izquierda a derecha, fila a fila, en sentido descendente.
- 3) Enumerar los taludes a uno de arriba hacia abajo dentro de cada retícula, comenzando por la primera, con la condición de que la mayor parte del talud quede dentro de la retícula que se está trabajando. Si esto no es así, se debe dejar el talud sin enumerar hasta llegar a la retícula en donde se encuentre la mayor parte del mismo. Esto es un tipo de barrido por franjas.
- 4) Si no determina la enumeración de taludes en una sola parte del mapa el número de la retícula donde finalizó en este momento.
- 5) Una vez terminada cada retícula, esta debe ser sometida a chequeo.

Si se siguen estas normas, por lo demás elementales, se ahorra trabajo y tiempo y se evitan repeticiones.

## **CONCLUSIONES**

- 1) El "área muestra" debe ser representativa del área total para garantizar los resultados.
- 2) Es conveniente analizar los TON del "área muestra" para saber a ciencia cierta cual plantilla es preferible utilizar.
- 3) Con respecto al área de ensayo, el grupo de taludes con buzamiento sur denota la influencia de la falla de Macuto porque representa a los taludes ubicados en la zona de falla que es una ensilladora sise ven en sección transversal.
- 4) Es estudios locales se puede trabajar con una plantilla de 16 rangos porque permite no solo reparar áreas de mayor detalle y presición sino evita la presencia de los TON.
- 5) Siguiendo las reglas para identificar taludes, es posible evitar la repetición de esfuerzos y unificar criterios para que varios profesionales puedan hacer un mapa o interpretarlo sin dar lugar a dudas.
- 6) Este trabajo está concebido fundamentalmente para estudios urbanos. Estudios regionales generalmente llegan a la separación de cuencas o cuando mucho a la separación de cuando mucho de vertientes.
- 7) En estudios de zonas rurales, este tipo de cartografía se puede utilizar como in criterio ambientalmente concebido para la separación intrínseca y para la delimitación de parcelas en relieves montañosos, lomeríos, etc., particularmente

cuando no haya otros elementos fisiográficos destacables.

## **BIBIOGRAFIA**

Alonso Garrido, José Luis 1977. Riesgo Sísmico y Zonación Sísmica del Valle de Caracas.

Centeno, Roberto, s/f. Calificación final de taludes. Papel 7 pp.

Idem, 1987a. Evaluación de los peligros geológicos potenciales y de los riesgos asociados. 1º Sem. Ing. Emergencia. IMME- UCV. 344 PP.

Delgado, Jesús. 1991. Determinación del riesgo geográfico en barrios emplazados en vertientes. Encuentro Internacional por la Rehabilitación de los Barrios del Tercer Mundo.- celarg/ fau- ucw.

Feliziani, Piero et. al. 1985. Estudio geotécnico del Área Metropolitana de Caracas. Sector Central. Memoria IV Congreso Geológico Venezolano Tomo VII.

Ferrer J., Carlos. s/f. Dinámica y Clasificación de los movimientos en Masa. Papel. 15 pp.

Ferrer, Eward A. 1974. Sismic an geographical regionalization. Bolletin of the Sismological Society of América.

Howard, REnson. s/f. Geology in environmental planning. MacGraw Hill.

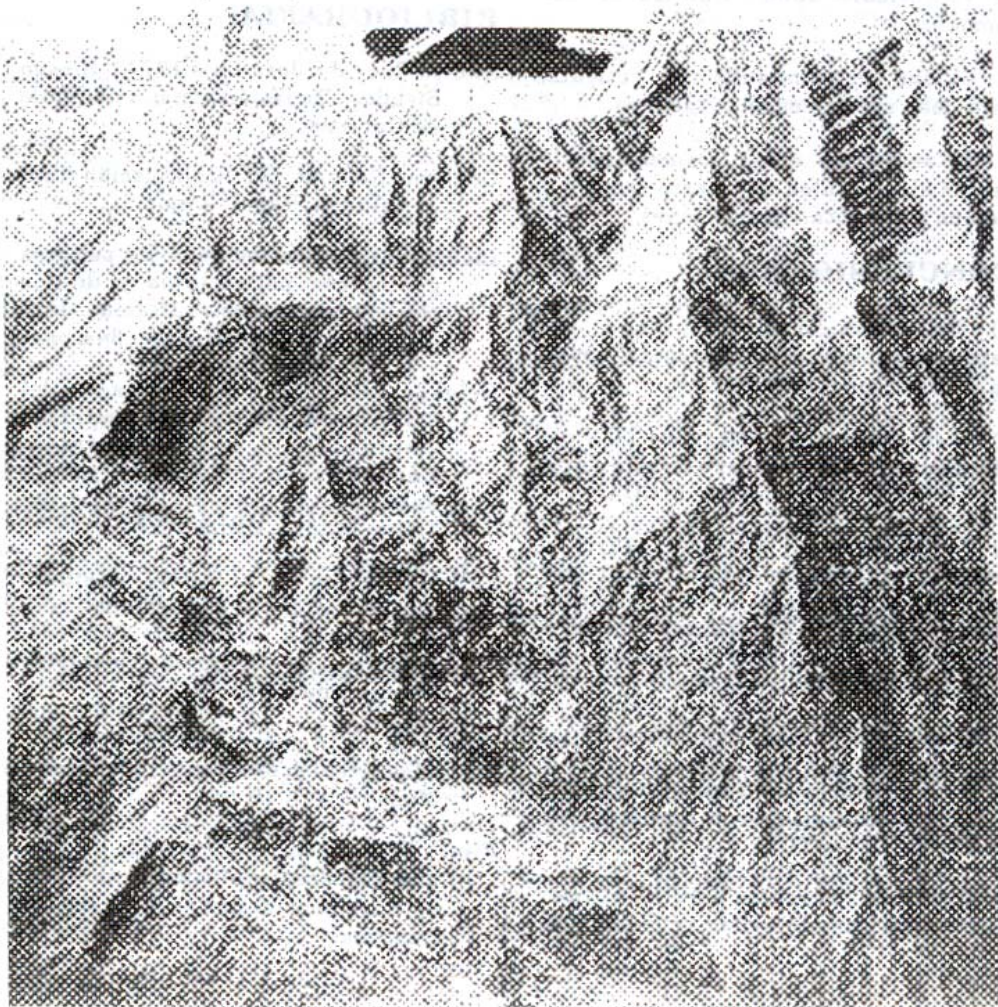
Kroboth, A. s/f. Informe sobre las condiciones geológicas a los largo del eje del proyectado tunel a través de la silla de Caracas.

Oficina Metropolitana del Planeamiento Urbano OMPU. 1973. información preeliminar sobre las implicaciones que la zonificación de riesgos geológicos para el ordenamiento geotectónico tiene sobre la estructura parcelaria actual en el sector que corresponde a las urbanizaciones Sta. Mónica y Los Chaguaramos.

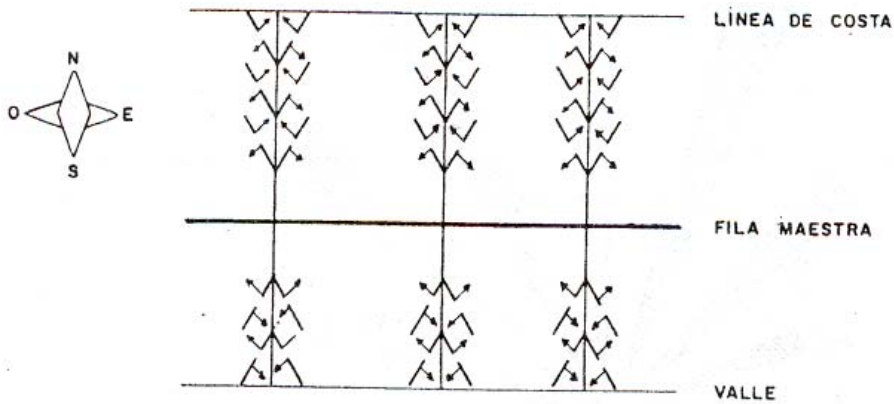
Oatos, et. al. 1987b. Revisión y redefinición de las formaciones de Brisas y Las Mercedes del Grupo Caracas, sistema montañoso del Caribe, definición de la unidad litodémica de corrimiento La Costa.

Singer A., Montes L. 1977. Inventario y diagnóstico geográfico aplicado a sectores urbanos. Memoria V. Cong. Geop. Venezolano.

Wehrmann, Miguel. 1972. Geología de la región Guatire- Colonia Tovar. Memoria. Cuarto Cong. Geol. Venezolano, boletim de Geología: Pub. esp. Nº 5. Tomo IV.

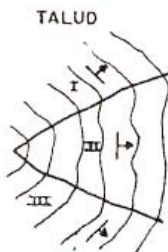




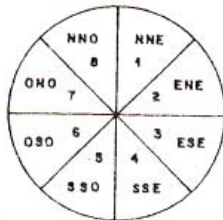


ORIENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS GRANDES GEOFORMAS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA

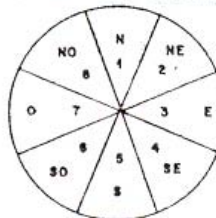
- FILA MAESTRA
- ESTRIBO PRINCIPAL
- ESTRIBO SECUNDARIO
- → → ORIENTACIÓN PREDOMINANTE DE LOS TALUDES



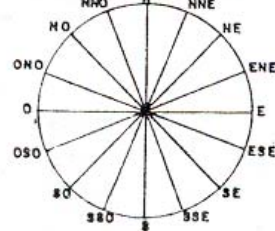
PLANTILLA CLÁSICA



.. PLANTILLA OPCIONAL



PLANTILLA ÚNICA



UTILIZANDO LA PLANTILLA CLÁSICA:

¿QUÉ ORIENTACIÓN CORRESPONDE AL TALUD Nº I, II, III, ?

ESTOS SON TALUDES DE ORIENTACIÓN NETA (TON) COMO SE VE EN LA PLANTILLA ÚNICA. UTILIZANDO LA PLANTILLA OPCIONAL, LOS TALUDES CORRESPONDEN A LOS SECTORES 2,3,4.

TABLA Nº ORIENTACIONES PREDOMINANTES :

N = NORTE	NE = NOR-ESTE	NNE = NOR-NORESTE	ENE = ESTE-NORESTE
S = SUR	SE = SUR-ESTE	SSE = SUR-SURESTE	ESE = ESTE-SURESTE
E = ESTE	SO = SUR-OESTE	SSO = SUR-SUROESTE	OSO = OESTE-SUROESTE
O = OESTE	NO = NOR-OESTE	NNO = NOR-NOROESTE	ONO = OESTE-NOROESTE

FIGURA 1 Y 2

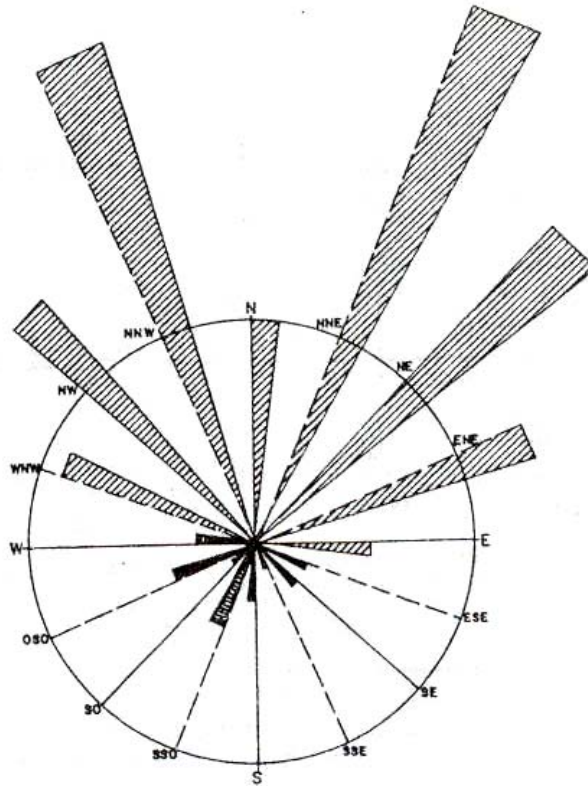


GRÁFICO Nº 1: ORIENTACIÓN PREDOMINANTE DE LOS TALUDES DEL ÁREA DE ENSAYO EN BASE A UN SECTOR DEFINIDO COMO MUESTRA.

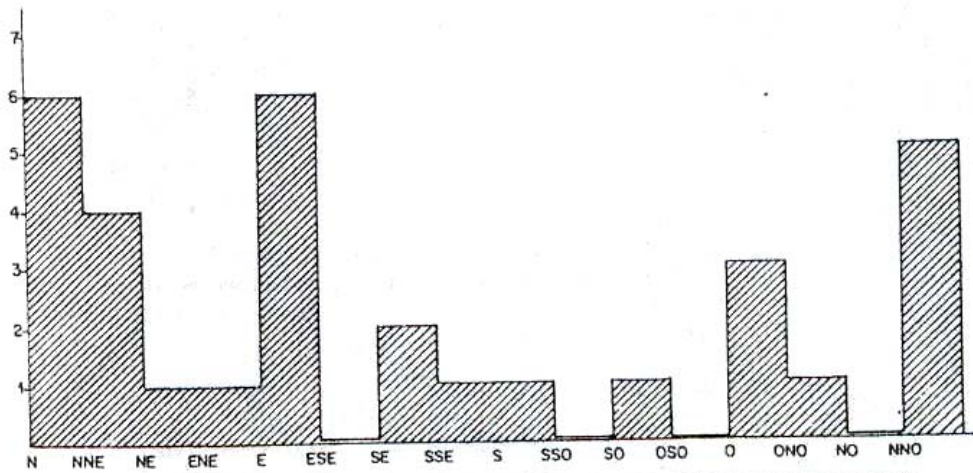
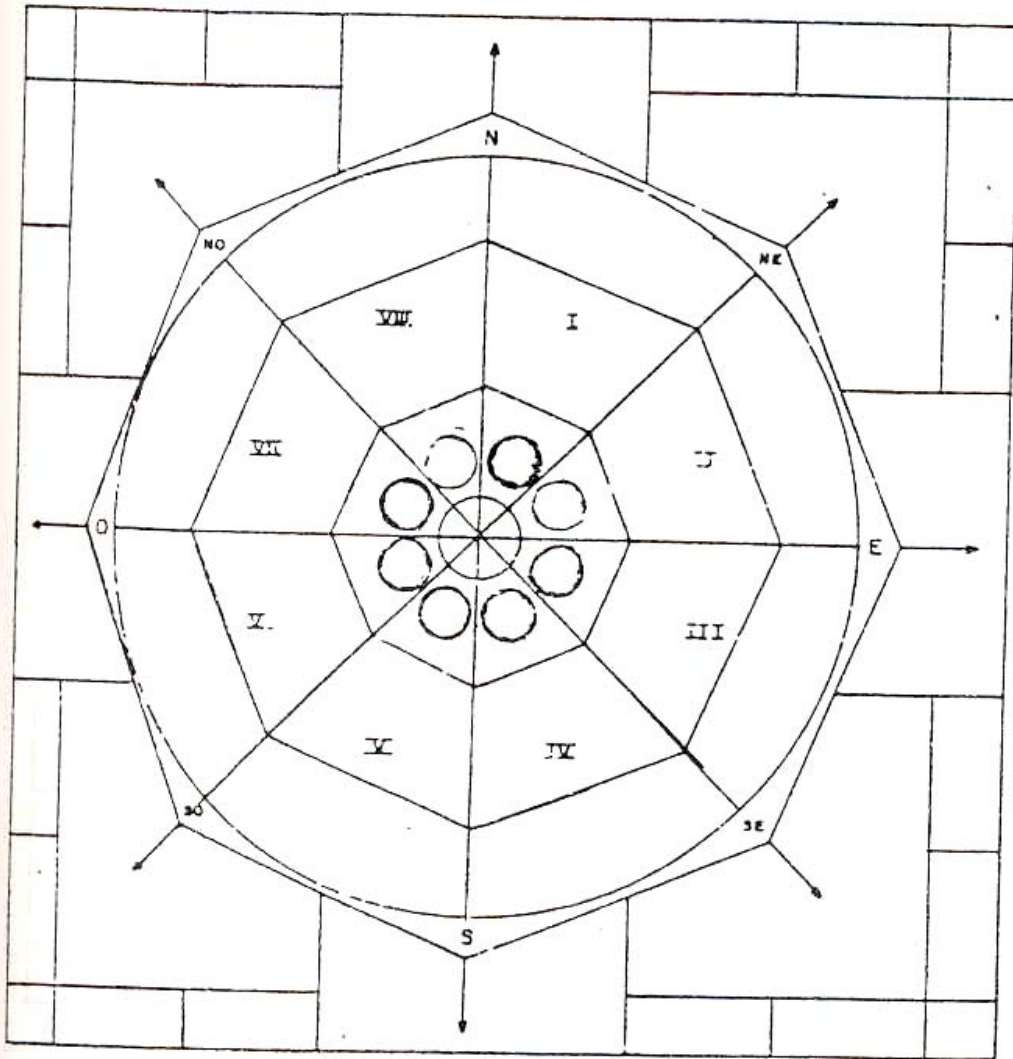


GRÁFICO Nº 2: DISTRIBUCIÓN DE LOS TALUDES DE ORIENTACIÓN NETA DE ACUERDO CON SU DIRECCIÓN.

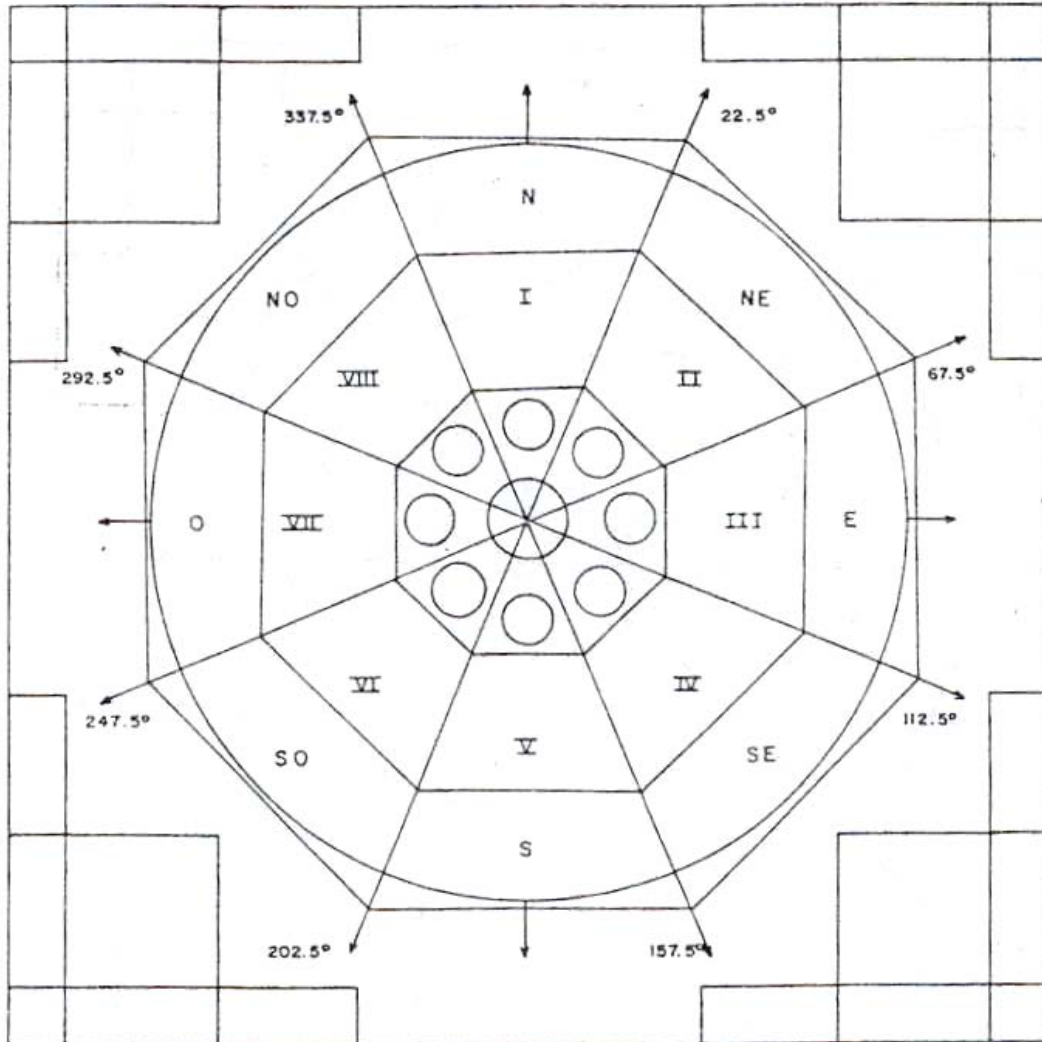
TALUDOMETRO DE ESCALA MULTIPLE  
(CLASICO O CONVENCIONAL)



J. DELGADO.

TALUDOMETRO DE ESCALA MULTIPLE

VERSION II  
(OPCIONAL)



J. DELGADO.