

ESTUDIO DE LA PRESENCIA DE GAS RADON Y RADIOMETRÍA GAMMA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE LA PUNTA FORT WILLIAM

POR :

MARCO FAJARDO (1)

ABSTRACT

The Ecuadorian Commission of Atomic Energy, during the last years have carried out investigations on the presence of Radon in the Ecuador with a numberless of purposes: radon in polluted spaces, contamination of radon in mining work, radon applied to detection of uranium and exploration of uranium, getting outputs that in their due moment have been published in several reports through the C.E.E.A.

Within the Antarctic Ecuadorian Program, it was expounded carry out investigation, on the presence of the gas radon and superficial gamma radiometry in point Fort William. This study enlarges to the Bransfield Strait, utilizing portable equipment, and allowed to carry out studies in inhospitable zones, where an infrastructure doesn't exist in order to could employ more complex equipments. The bank of data gotten on radiometry and emanometry will apply to fields of radioprotection, geophysics and geology.

RESUMEN

La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, durante los últimos años ha realizado investigaciones sobre la presencia de radón en el Ecuador con un sinnfin de propósitos: radón en espacios contaminados, contaminación de radón en labores mineras, radón aplicado a detección de uranio (prospección y exploración de uranio), obteniéndose resultados que en su debido momento han sido publicados en diferentes informes a través de la C.E.E.A..

Dentro del Programa Antártico Ecuatoriano, se planteó realizar investigación, sobre la presencia del gas radón y radiometría gamma superficial en punta Fort William, que luego se amplió al estrecho de Bransfield, utilizando equipos portátiles a baterías, que permitió realizar estudios en zonas inhóspitas, donde no existe una infraestructura para poder emplear equipos de mayor complejidad. El banco de datos obtenidos sobre radiometría y emanometría se aplicará a campos de radioprotección, geofísica y geología.

INTRODUCCIÓN

La geología general del área de trabajo alrededor de la estación Pedro Vicente Maldonado, está constituida por un depósito "post glaciar", con clastos de grano grueso mal clasificados, constituyendo el mayor porcentaje fragmentos de roca básica tipo basalto con algunos fragmentos de brecha y conglomerados volcánicos, indicativos de la preexistencia de actividad tectónica muy activa, el porcentaje menor de clastos constituye fragmentos de granito y granodioritas color rosáceo. Los afloramientos de rocas encontrados al este de la estación Pedro Vicente Maldonado, está constituido por basaltos columnares que forma imponentes acantilados, alternados por estratos volcánicos, este paquete tiene actividades de 15 a 20 c/s (datos obtenidos con scintilómetro BGS-1SL), toda esta formación está esporádicamente cortada por

dique granítico a granodioríticos con 80 c/s, y que es la roca con mayor valor radiométrico. Encontramos además un afloramiento volcano sedimentario constituido de microbrechas color gris verdosa, sobre la cual se encuentra una arenisca portadora de "TRONCOS FOSILES SILICIFICADOS", de color verde grisáceo, grano medio a fino algo coloreada formando delgadas y quebradizas capas con rumbo y buzamiento N 20° E | 21 E, desde la estación Pedro Vicente Maldonado la ubicación es S 45° W, a 500 metros detrás de una pequeña loma, cuentas radiométricas 15 c/s. También se localizó troncos en punta Ambato

El área de isla Decepción (Lat. 62°58'S, Long. 60°39'W), segunda zona estudiada, está ubicada dentro de una enorme caldera cuya parte interior esta invadida por agua del mar, existe en el interior manifestaciones

⁽¹⁾ Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Quito - Ecuador

claras de actividad volcánica con desprendimiento de gases sulfurosos, y vapor de agua, predominan en este sector imponentes lavas basálticas con estructura columnar, formando grandes acantilados a la entrada, en el interior predomina escoria volcánica y estratos volcánicos de material mal clasificado constituido de cenizas volcánicas con fragmentos de escoria volcánica oscura, procedentes de rocas básicas, las cuentas radiométricas son muy bajas 20 c/s (datos obtenidos con scintilómetro BGS-1).

GAS RADON

El gas noble radioactivo radón (^{222}Rn), y sus productos de decaimiento, se han convertido en una amenaza invisible en el mundo para la salud de la humanidad, es un gas natural que se concentra en las plantas bajas de las viviendas y cuya inhalación aumenta el riesgo de cáncer pulmonar.

El gas es causado por el desgaste natural del uranio presente en algunas formaciones rocosas. Los intrusivos, las escorias de silicato de calcio, las fosforitas, pizarras, cenizas volcánicas, alteraciones hidrotermales (pegmatitas), figuran entre sus principales fuentes.

Este gas casi inofensivo al aire libre pero con riesgo para la salud en recintos cerrados y más allá de cierto límite se infiltra y cuele a través de grietas o resquicios de las paredes y en los propios materiales de construcción.

Debido a que pesa siete y media (7,5) veces más que el aire, tiende a concentrarse en los sótanos de las viviendas de una a dos plantas, de donde es muy difícil de eliminar.

Niveles de riesgo

El límite máximo de exposición al radón recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (EPA), se sitúa en cuatro picocuries por litro de aire.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el sector de la Antártida PUNTA FORT WILLIAM, se realizó el trabajo detallado a continuación:

- Levantamiento radiométrico
- Levantamiento emanométrico en suelos
- Levantamiento emanométrico en agua de deshielo
- Levantamiento emanométrico en agua de mar en el estrecho Bransfield

Todo este trabajo se realizó con la ayuda de equipos portátiles robustos capaces de soportar las condiciones de campo Antártico. El tipo de detectores que se utilizó requiere del menor mantenimiento y son operables con

baterías por un tiempo suficientemente largo. El enfoque fue orientado hacia la posibilidad de realizar las mediciones en las zonas más inhóspitas o donde no exista una infraestructura para emplear equipos de mayor complejidad, el equipo utilizado es considerado clásico en este tipo de trabajos.

Levantamiento Radiométrico

Consiste en la determinación y medida de los rayos gamma emitidos por los cuerpos radioactivos, producto de la desintegración o transferencia de sus átomos en otros de diferente masa. Los rayos gamma son ondas electromagnéticas similares a los rayos X, pero de longitud de onda mucho más corta, que se desplazan a la velocidad de la luz. Estos rayos u ondas emitidas por los elementos radiactivos, Uranio, Potasio, Thorio y sus descendientes, no son directamente perceptibles; para poder observarlos y medirlos, es indispensable la utilización de sensores capaces de detectar fotones de energía superior a un mega electrón voltio (MeV).

Los instrumentos utilizados para medir los rayos gamma, están constituidos básicamente por dos componentes:

- Una cámara de centelleo en la que se producen los fotones de luz por excitación de la sustancia luminiscente, al chocar los rayos nucleares dentro de la misma,

- Un fotomultiplicador, constituido por un fotocátodo, es un dispositivo multiplicador de electrones y un ánodo, en el cual los fotones que penetran en la cámara de centelleo, alcanzan el fotocátodo liberando electrones, los mismos que se multiplican hasta alcanzar el ánodo, donde son transformados en impulsos eléctricos, que posteriormente, a través de un sistema electrónico son contados.

Equipo utilizado

Para realizar la presente investigación se utilizó un detector de centelleo inorgánico portátil marca Scintrex, modelo GAD-1, con sensor interno constituido por yoduro de sodio (NaI) enriquecido con talio (Tl), de 103 cm³ al que se le acopló adicionalmente un sensor externo de mayor volumen, 360 cm³, modelo GSP-4, de igual composición, con el que se realizará lecturas radiométricas discriminadas para los respectivos perfiles (N 60° E y S. 30° W), (ver gráficos 1, 2, 3, 4 y 13 adjuntos a continuación), para determinar las diferentes fuentes emisoras de radiación, esto es, Uranio, Potasio y Torio, así como un conteo total para determinar otras fuentes que emitan rayos de energía dentro del rango de 0,41 a 2,81 MeV., detectables con el instrumento señalado, además utilizamos un scintilómetro, portátil con sensor interno

constituido de yoduro de sodio (NaI) con talio (Tl), que no discrimina la radiación solo da lecturas totales, el cual se utilizó permanentemente en todos los recorridos que se le efectuó a la isla en toda dirección y que nos permitió tener un conocimiento mas detallado de la radioactividad natural en la isla.

Levantamiento Emanométrico en suelos

Consiste en medir concentraciones naturales de radioactividad alfa, provenientes del ^{222}Rn y ^{220}Rn de muestras del gas del suelo. La radioactividad alfa se debe principalmente a dos isótopos ^{222}Rn (Radón) de la serie de decaimiento del ^{238}U , y el ^{220}Rn (Thoron), de la serie de decaimiento del Torio. Una cantidad más o menos importante de Radón emanante de las rocas que contienen uranio y torio es susceptible de difundirse en los terrenos circundantes y de migrar hacia la atmósfera, disponiéndose de esta manera de un trazador radioactivo natural, el mismo que puede ser medido y discriminado.

Equipo utilizado

Para la ejecución de esta investigación se utilizó un contador de centelleo alfa, marca Pylon, modelo RM-1003. Un scintilador puede ser considerado como un "intercambiador" de energía producida por los rayos nucleares, es constituida bajo forma de relámpago luminoso, los mismos que a través de un complicado sistema electrónico pueden ser medidos y contados en unidades simples, (cpm). La amplitud de los impulsos es proporcional a la energía de las partículas incidentes, por lo cual es posible hacer la espectrografía y la discriminación.

Levantamiento Emanométrico en aguas

El principio es igual que en el caso anterior, determinar las concentraciones de radón y thoron (^{222}Rn y ^{220}Rn), pero en este caso en muestras de agua y consiste en medir concentraciones naturales de radioactividad alfa, provenientes justamente del ^{222}Rn y ^{220}Rn de muestras del gas del suelo.

Equipo utilizado

Se utilizó un multi-lector de centelleo (emanómetro Pylon RM-1003), al cual se le acopló un sistema de desgasificación al vacío para liberar el gas radón presente en la muestra de agua, el mismo que fluye a una celda de centelleo especial, colocada dentro del mismo sistema, la cual posteriormente es trasladada al multi-lector para su conteo de igual forma que en el caso anterior.

Levantamiento emanométrico en agua de mar en el estrecho Bransfield

El principio es igual que en el caso anterior, determinar las concentraciones de radón y thoron (^{222}Rn y ^{220}Rn), pero en este caso en muestras de agua de mar.

Equipo utilizado

Se utilizó un multi-lector de centelleo (emanómetro Pylon RM-1003), al cual se lo acopló a un sistema de desgasificación al vacío para liberar el gas radón presente en el agua de mar, el mismo que fluye a una celda de centelleo especial, colocada dentro del mismo sistema, la cual posteriormente es trasladada al multi-lector para su conteo de igual forma que en el caso anterior.

RESULTADOS

Resultados obtenidos en levantamiento radiométrico

A lo largo de un eje N 60°E desde el estandarte de la estación Pedro Vicente Maldonado, se realizó lecturas cada 10 metros por una extensión de 200 metros, con el espectrómetro Scintrex, modelo GAD-1, obteniéndose lecturas para U, K, Th y cuentas totales. (ver gráfico 1 y 2), los valores radiométricos encontrados son bajos y guardan estrecha relación con la característica del tipo de roca existente en el área.

El perfil S 30°W, parte de igual forma del estandarte y se prolonga por 150 metros, se utilizó el mismo equipo modelo GAD-1, obteniéndose lecturas para U, K, Th y cuentas totales (ver gráficos 3 y 4) los valores radiométricos son bajos y guardan relación directa con el tipo de roca existente en la zona.

El levantamiento radiométrico en isla Decepción se lo puede apreciar en el gráfico 13, los valores obtenidos corresponden a rocas básicas aflorantes en esta zona, indicando la poca presencia de radioactividad natural.

Resultados obtenidos en Levantamiento Emanométrico en suelos

Al igual que para la investigación radiométrica, en este caso se siguió el mismo sistema de perfiles y distancias de muestreo, para lo cual se utilizaron los perfiles existentes.

En cada punto de muestreo se realizaron cuatro lecturas, una correspondiente al valor de fondo, seguidas de tres en períodos consecutivos de un minuto cada una, con el fin de observar el aumento o descenso de los valores, y, de acuerdo a la magnitud determinar la presencia de radón o thoron (^{222}Rn y ^{220}Rn) y evaluar a través de fórmulas matemáticas, las proporciones de estos elementos y las zonas de puntos anómalos.

El descenso de valores en algunas muestras medidas realizadas en tres períodos continuos de un minuto cada una, como ocurre en algunos puntos evaluados, es un indicativo claro de la presencia de gas thoron (^{220}Rn) y de la existencia de una buena porosidad del suelo. Esto se observa claramente en el perfil N 60° E, en las estaciones 7-13, donde las lecturas ascienden por presencia de una falla geológica en el terreno, que permite una vía directa para el ascenso de gas.

Los valores de radioactividad alfa producida por los elementos Radón y Thoron, obtenidos en el campo, están indicados en los gráficos 5, 7 y 11.

Consideramos muy necesario indicar también en este trabajo los límites máximos de exposición para el personal que habitará en un futuro la base Pedro Vicente Maldonado, los cuales se presentan en los gráficos 6 y 8, cuyos niveles se encuentran mucho más bajo que el límite máximo de exposición al radón recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (EPA), y situado en cuatro picocuries por litro de aire.

Resultados obtenidos en Levantamiento Emanométrico en aguas

El primer grupo de lecturas del conteo de radón en aguas se realizó en cuatro muestras tomadas en el glaciar ubicadas en relación con el estandarte de la estación Pedro Vicente Maldonado y llamados glaciar este, glaciar oeste 1, glaciar oeste 2 y laguna Pedro Vicente Maldonado.

En cada uno de los puntos muestreados se realizaron cuatro lecturas, una correspondiente al valor de fondo, seguidas de tres en períodos consecutivos de un minuto cada una, con el fin de observar el aumento o descenso de los valores, y, de acuerdo a la magnitud determinar la presencia de radón o thoron (^{222}Rn o ^{220}Rn) y evaluar a través de fórmulas matemáticas, las proporciones de estos elementos y las zonas de puntos anómalos.

Los valores de radioactividad alfa producida por los elementos Radón y Thoron (^{222}Rn o ^{220}Rn), obtenidos en terreno, están indicados en los gráficos detallados a continuación, gráficos N° 9 y N° 15.

3.4 Resultados en el levantamiento emanométrico en agua de mar en el estrecho Bransfield

Las lecturas del conteo de radón en aguas de mar se realizaron en varias estaciones oceanográficas seleccionadas y ubicadas a lo largo del estrecho de Bransfield.

En cada uno de los puntos muestreados se realizaron cuatro lecturas, una correspondiente al valor de fondo, seguidas de tres en períodos consecutivos de un minuto

cada una, con el fin de observar el aumento o descenso de los valores de radón y thoron (^{222}Rn o ^{220}Rn).

Los valores de radioactividad alfa producida por los elementos Radón y Thoron (^{222}Rn o ^{220}Rn), están indicados en el gráficos N° 14.

DISCUSIÓN

Las lecturas radiométricas encontradas en el sector de la estación Pedro Vicente Maldonado, son bajas (ver gráficos 2, 4 y 13), las mismas corresponden al tipo de roca básica (basaltos columnares) predominante en el área.

El sector de la estación se encuentra asentado en una terraza de depósito post glaciar, con clastos mal clasificados y que en su mayor porcentaje están constituidos de rocas básicas tipo basalto, por esta razón las cuentas radiométricas se mantienen muy bajas y corresponden a cuentas normales en este tipo de roca, los pequeños picos o incrementos que se observan, representan puntos anómalos, sin que estos indiquen presencia de algún mineral radioactivo en concentraciones significativas.

Los resultados de la emanometría en suelos dan valores bajos en cuentas por minuto (c/m), que igualmente es un indicativo claro de la poca existencia de mineral radioactivo en la zona.

El radón (^{222}Rn) como se observa en los cuadros 5, 7 y 11, se encuentra en menor proporción respecto al thorón (^{220}Rn), indicando con esto que la poca presencia de uranio de la zona se encuentra a bastante profundidad y no existiría en concentraciones importantes.

Los valores de radón (^{222}Rn) y thoron (^{220}Rn), en las muestras de aguas igualmente son bajos y tienen un mismo comportamiento que el de las muestras de suelo.

De los cálculos realizados se determinó que los valores de "dosis equivalente", que es una magnitud que se toma en cuenta para determinar los efectos biológicos que pudieren coaccionar sobre los tejidos humanos los rayos ionizantes, se encuentra por debajo de los valores permisibles (el valor promedio es 0.02 mSv/h).

Finalmente podemos indicar que en el área de la estación Pedro Vicente Maldonado, donde se realizó la investigación no se ha determinado actividades por radón que representen peligro alguno para el personal que habitaría la estación.

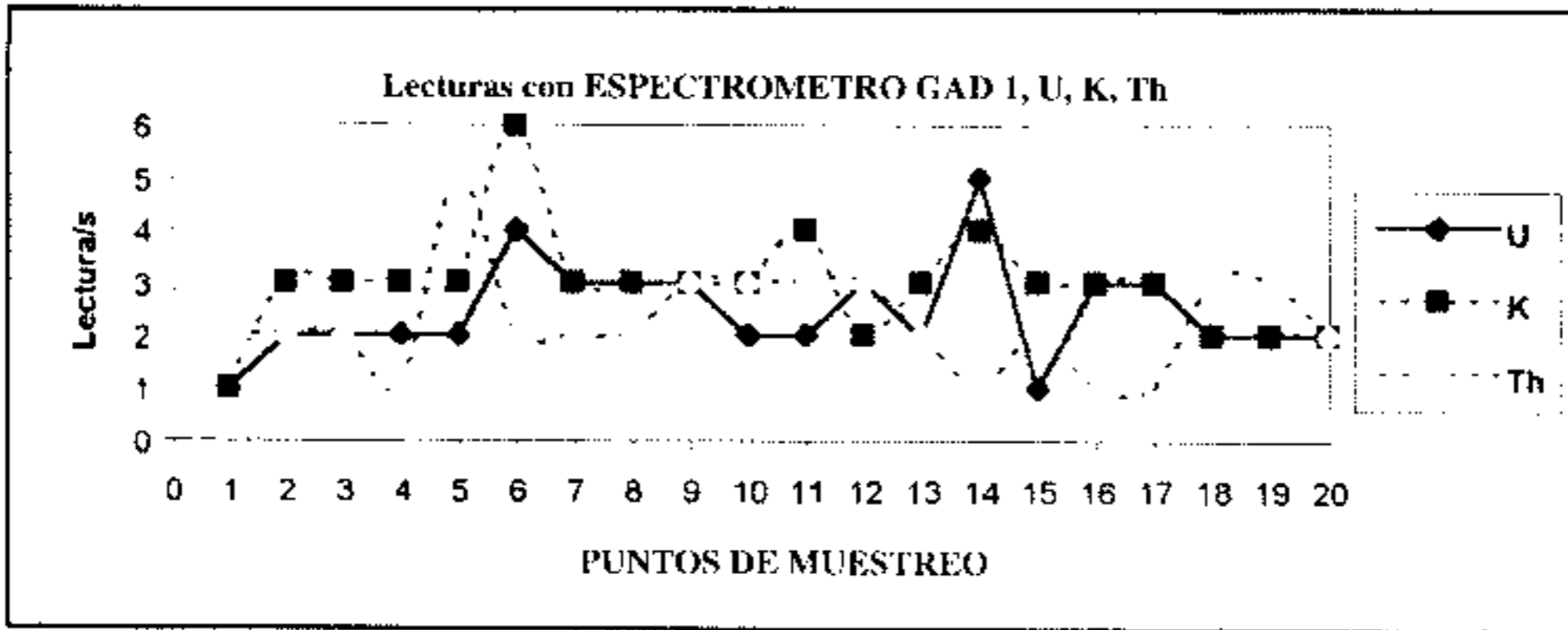


Gráfico 1 Perfil N 60° E; U, K y Th

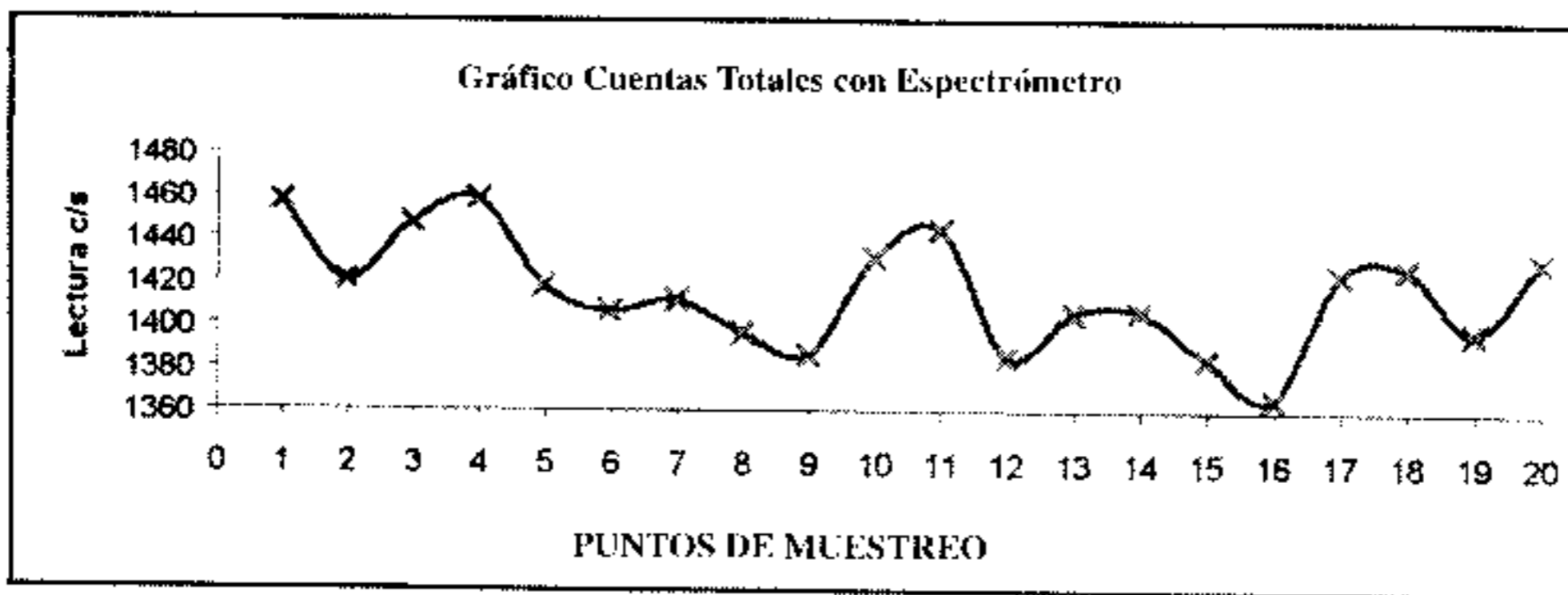


Gráfico 2 Perfil N 60° E. Cuentas totales

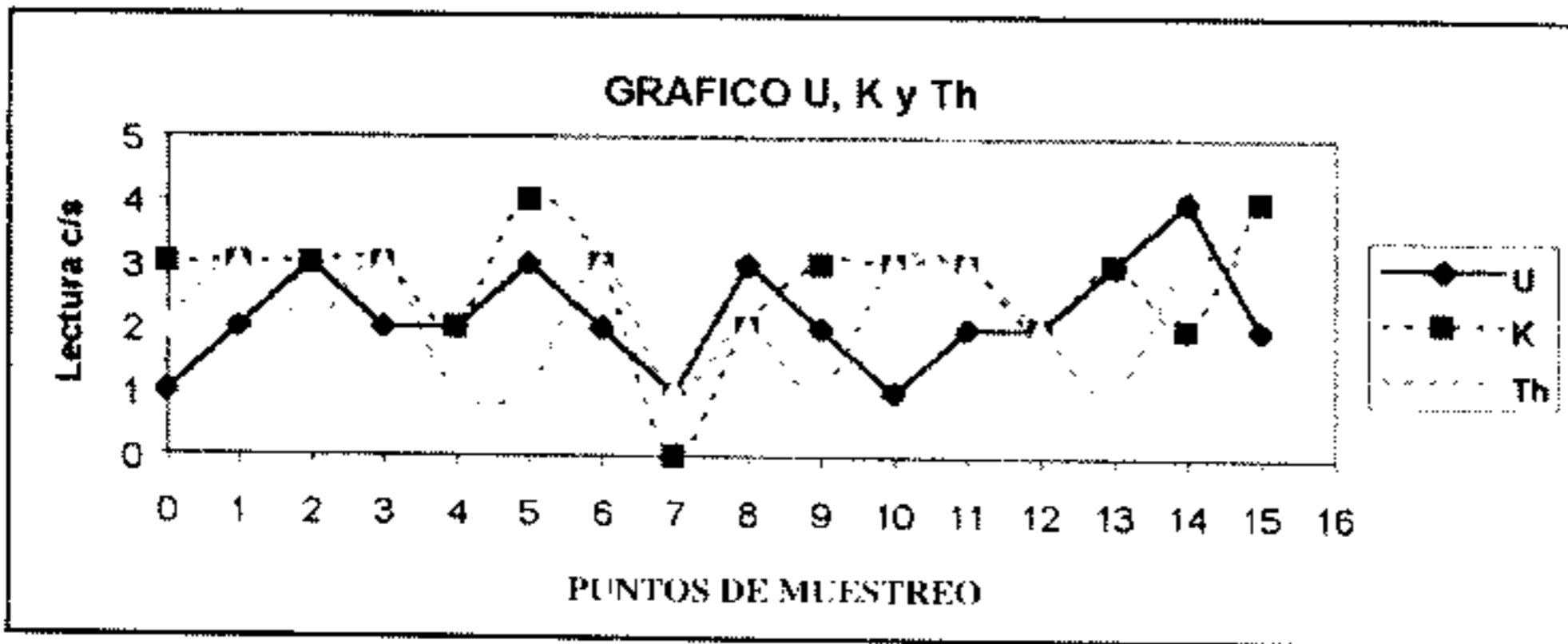


Gráfico 3 Perfil S 30° W; U, K y Th

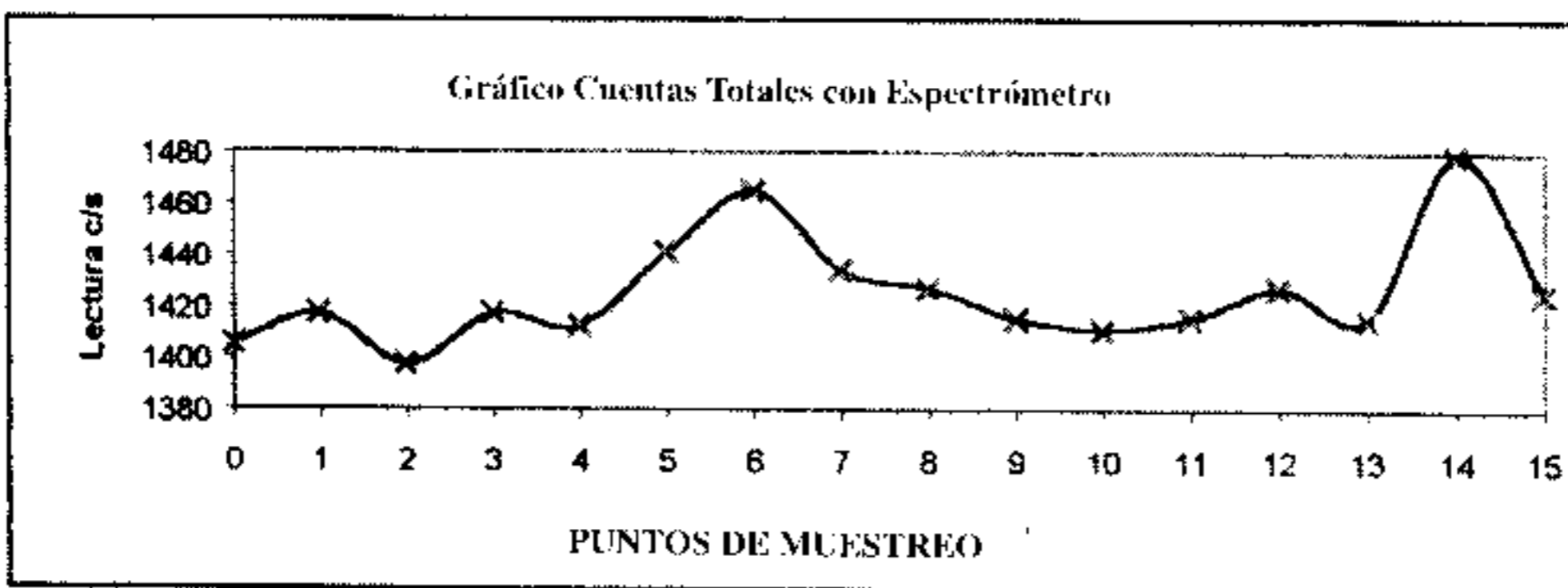


Gráfico 4 Perfil S 30° W; Cuentas totales

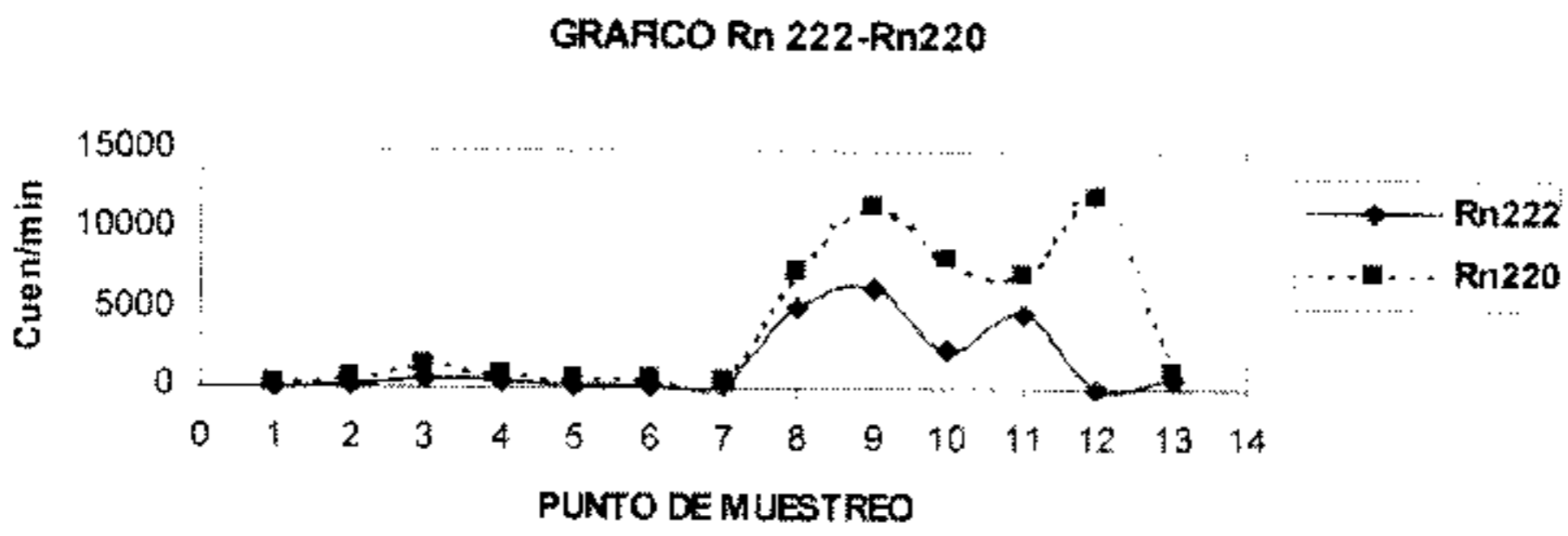


Gráfico 5 Perfil N 60° E: Rn222-Rn220

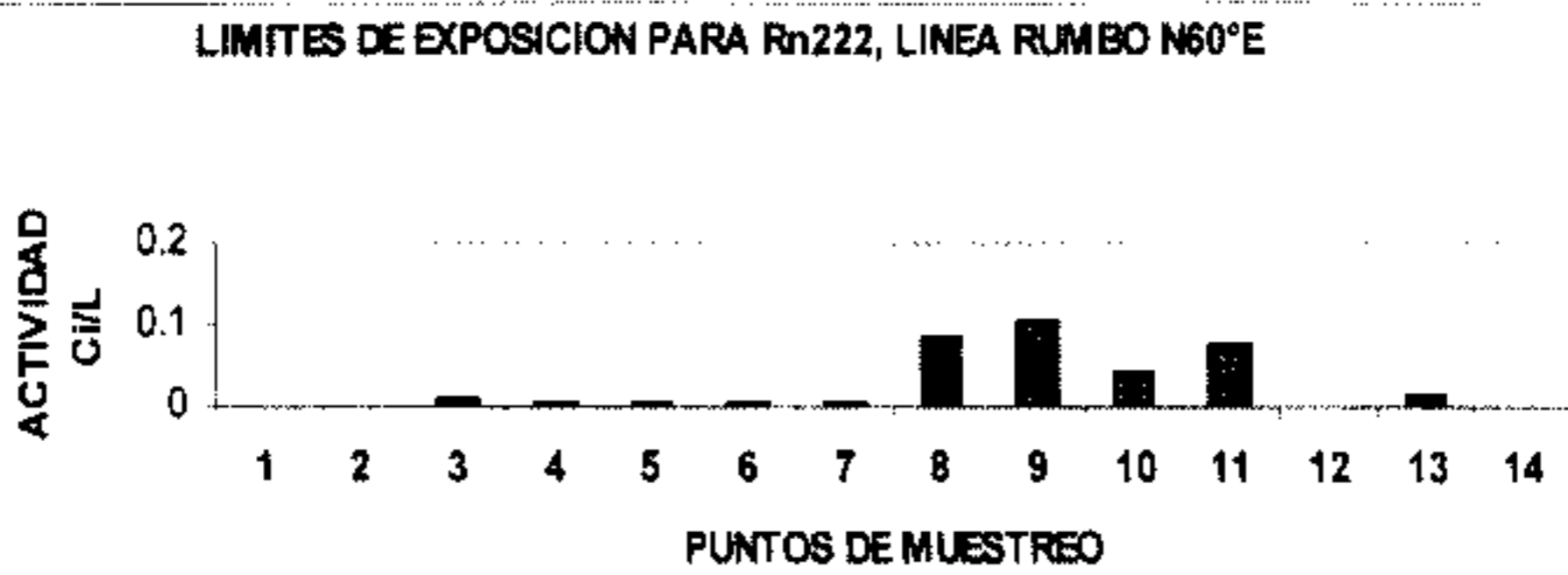


Gráfico 6 Perfil N 60° E. Límites de exposición

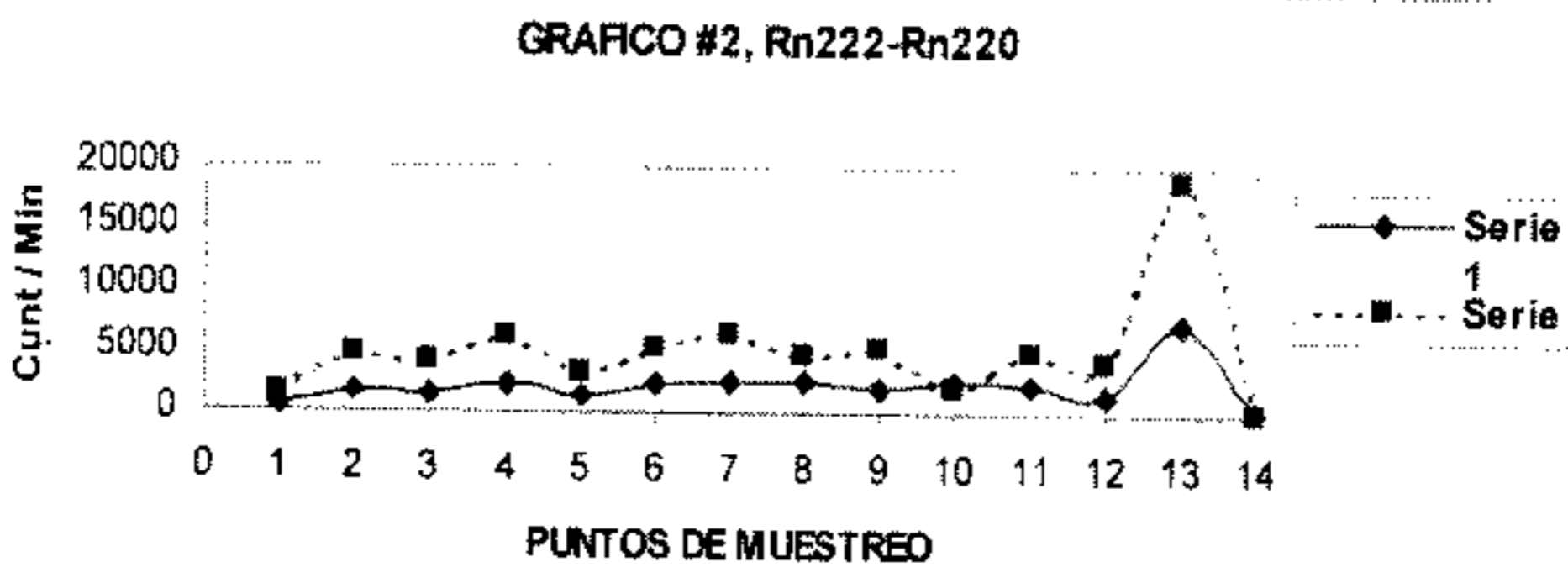


Gráfico 7 Perfil S 30° W: Rn222-Rn220



Gráfico 8 Perfil S 30° W: Límite de dosis

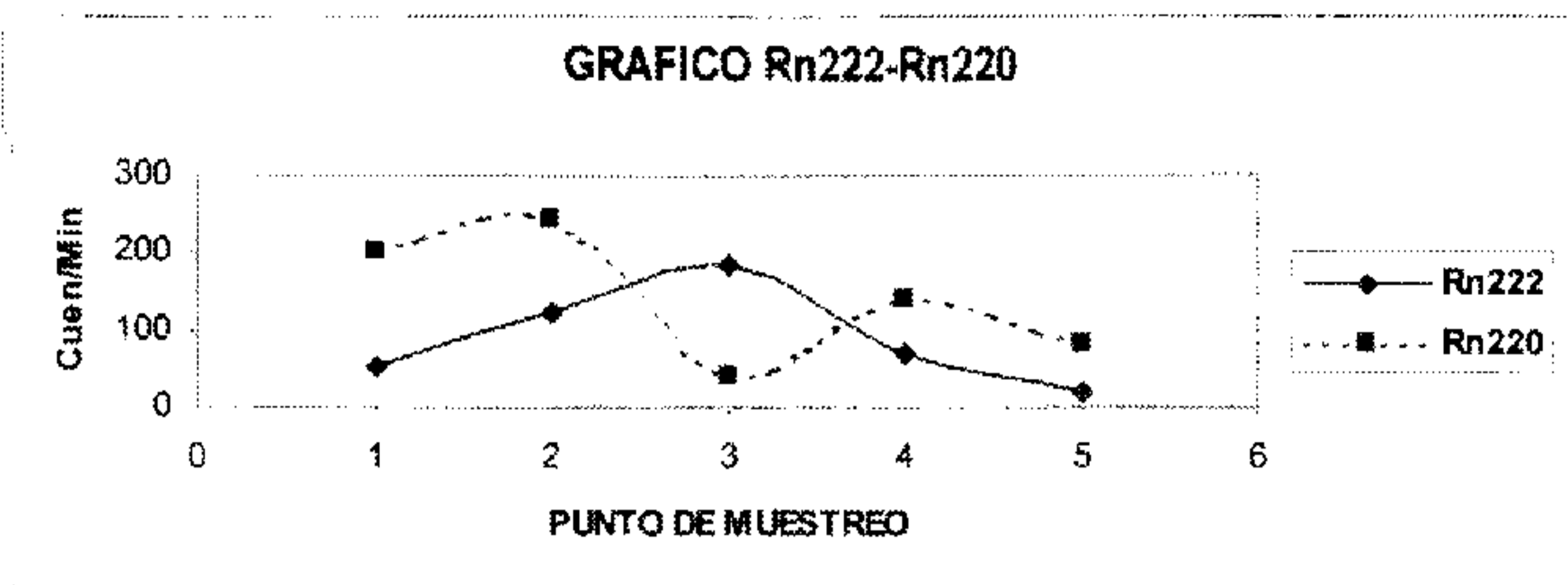


Gráfico 9 Perfil Rn222-Rn220 en aguas de glaciár

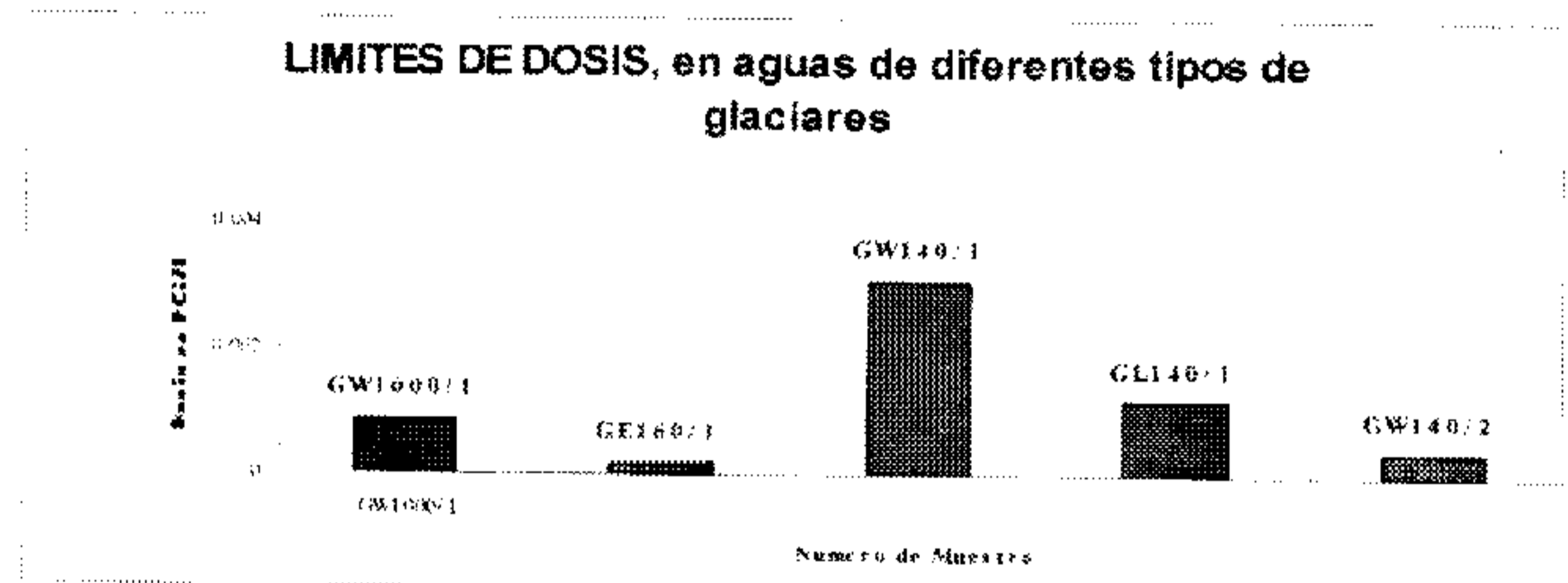


Gráfico 10

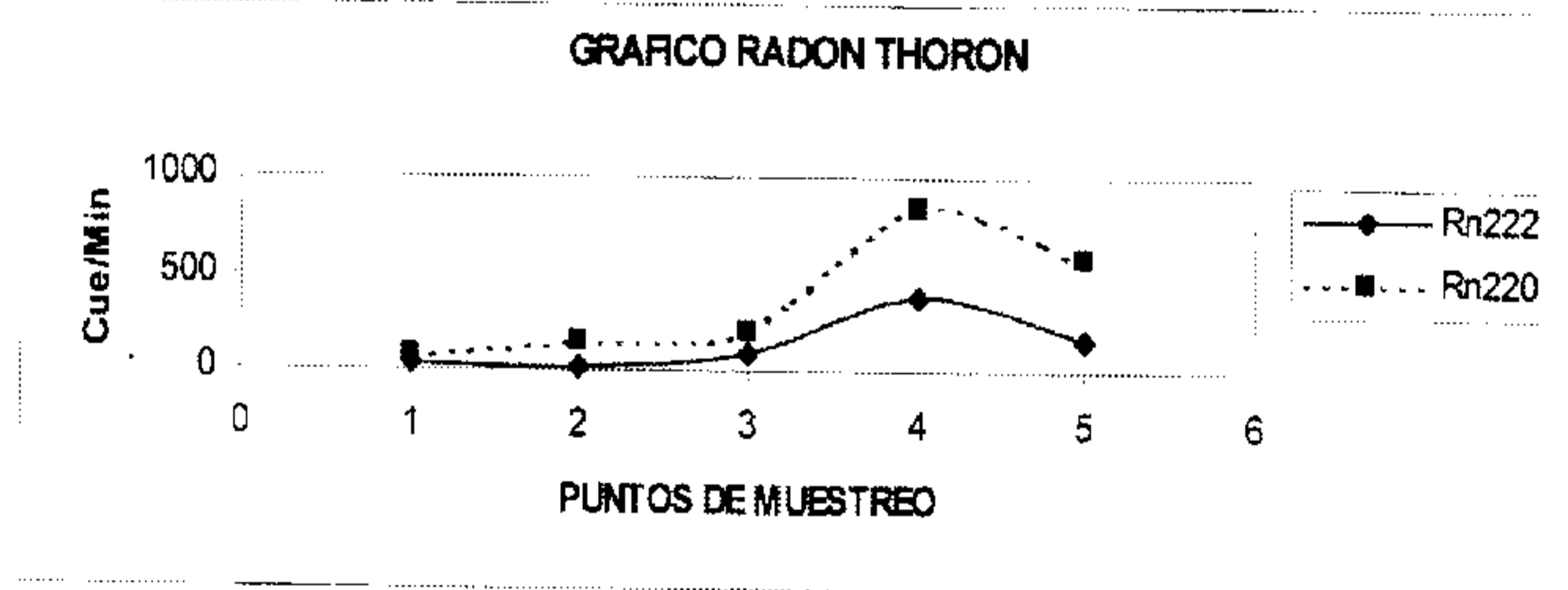


Gráfico 11 Perfil Rn222-Rn220, Volcán decepción

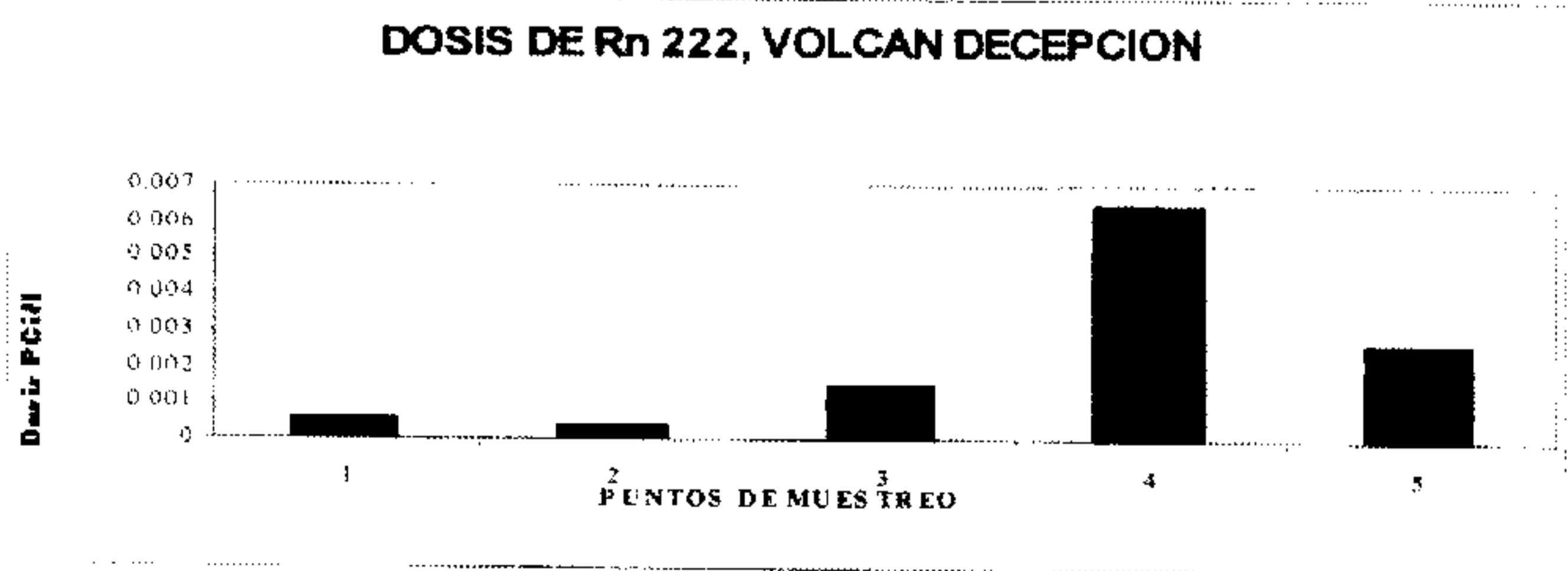


Gráfico 12

LECTURA RADIOMETRICAS CON SCINTILOMETRO BGS-1SL

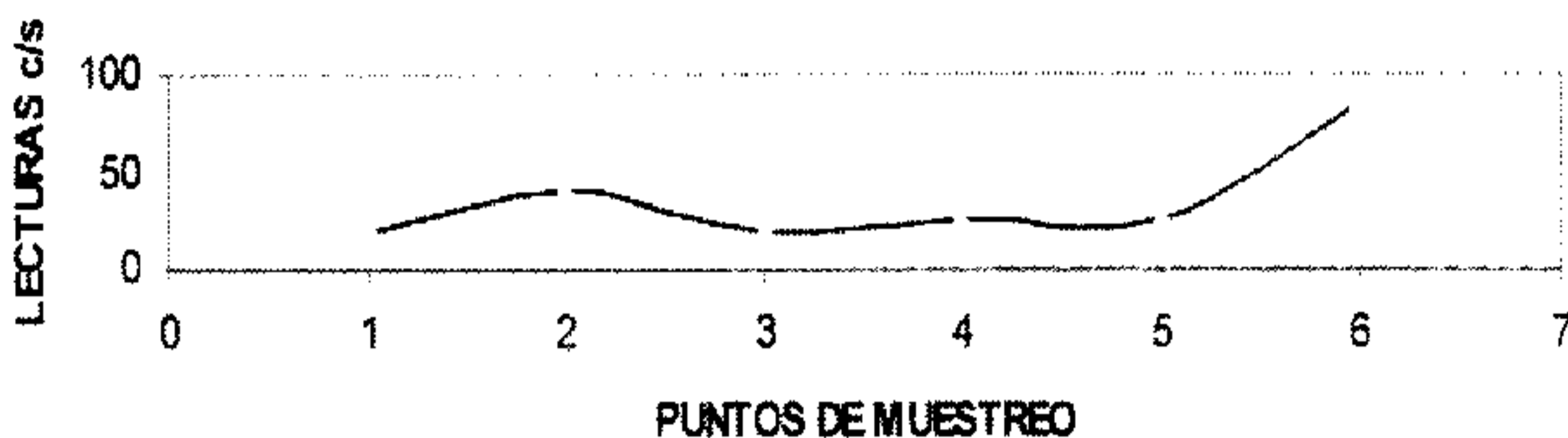


Gráfico 13 Perfil radiométrico (SCIn. BGS-1SL), Volcán Decepción

COMPORTAMIENTO Rn222-Rn220 EN EL ESTRECHO BRANSFIELD

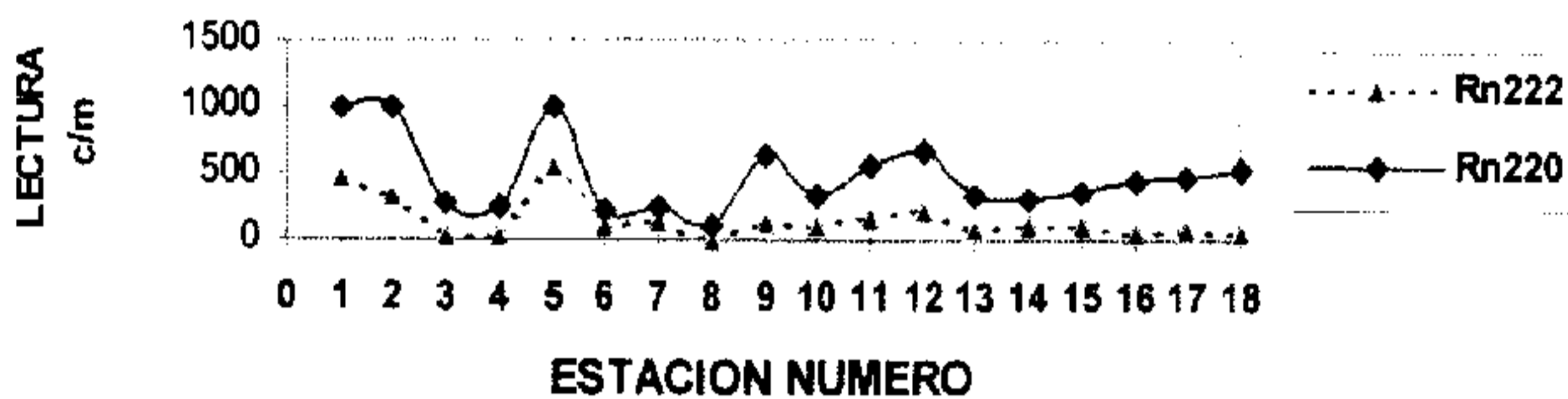


Gráfico 14 Perfil Rn222-Rn220, Estrecho Bransfield

COMPORTAMIENTO DE Rn222-Rn220 EN ISLA DECEPCION, BASE POLACAS, Y BASE CHILENA-RUSA



Gráfico 15 Rn222-Rn220 en agua, en isla Decepción, Base polaca, Base Chilena-Rusa

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los picos o incrementos que se observan en los gráficos radiométricos, son puntos anómalos que indican mas bien cambios litológicos de la roca, y que corresponden al tipo de roca aflorante localmente y no a la presencia de algún mineral radioactivo.

A pesar de no existir actividades de peligro en Radón en la estación Pedro Vicente Maldonado, para librarse de esta verdadera amenaza invisible, sobre todo en invierno se recomienda: ventilar la estación al menos una vez al día, sellar las grietas y en el último de los casos, construir una cámara subterránea que impida el contacto de la vivienda con el suelo o instalar tuberías en los sótanos para dar salida a las emanaciones del subsuelo.

Los valores de radón (^{220}Rn), se encuentra en mayor proporción que el thoron (^{222}Rn), indicativo de que el uranio se encuentra en cantidades pequeñas y a gran profundidad.

El incremento de los valores de radón en el perfil N 60° E, se debe a la existencia de una falla geológica en la zona, que en definitiva es una vía de escape al gas de mayor profundidad, interpretándose este incremento como un indicativo de la permeabilidad del suelo.

El estudio de las muestras de agua producto del deshielo de glaciares, dan valores que están en armonía con el resto del estudio y que indican que en las grandes cuencas glaciares tampoco se dan incrementos importantes de radioactividad natural.

En futuros trabajos emanométricos, se debe minimizar errores en el método, causado por la influencia de agentes externos, como son presión atmosférica, temperatura y viento, que afectan en definitiva a la movilidad y concentración del radón.

En razón a la importancia geológica del área y el tipo de mineralización encontrada (óxido de manganeso, calcopirita), se recomienda realizar un levantamiento geológico y geoquímico de la isla además es necesario realizar un estudio paleontológico de los troncos petrificados encontrados en las areniscas fosilífera del bosque Puyango del sur.

BIBLIOGRAFÍA

L. Tomasino, G. Furian, H.A. Khan and M. Monnin. 1989. RADON MONITORING IN RADIOPROTECCION, ENVIROMENTAL RADIOACTIVITY AND EARTH SCIENCES. Proceeding of the International Workshop, ICTP, Trieste, Italy.

B. Flores Humante, E. Giroletti, J. Idrovo, M. Monnin, R. Pasinetti and J-L. Seidel. 1987. RADON SIGNALS RELATED TO SEIBMIC ACTIVITY IN ECUADOR.

Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos de las radiaciones atómicas. Informe a la asamblea general y anexos, 1982. Viena-Austria

LA RADIACION IONIZANTE; FUENTES Y EFECTOS BIOLOGICOS. NACIONES UNIDAS, New York 1985. Viena-Austria.

H. Wakita, Y. Nakamura and Y. Sanoi. 1985. BROUNDWATER RADON VARIATIONONG REFRECTING CHANGES IN REGIONAL STRESS FIELD, Company (Terrapubl.) Tokic.

W. Nazaroff and A. Nero Jr. 1990. RADON AND ITS DECAY PRODUCTS IN INDOOR AIR. A. WILEY Interscience Publication, Jhon Wiley & Song, New York.

Notiziario del Instituto Superiore di Sanita. Marzo 1989. INDAGINE REGIONALE SULL ESPOSIZIONE ALLA RADIOATTIVITA NATURALE NELLE ABITAZIONI. Vol. 2 N°. 3, Roma,.

Nuclear Energy Agency. 1985. METROLOGY AND MONITORING OF RADON, THORON AND THEIR DAUGHTER PRODUCTS. OCDE, DECD, Paris.

T. Rikitake. 1976. EARTHQUAKE PREDICTION. Developments in Sodik Earth Geophysics. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.