



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**APOYO GEOFISICO A
INVESTIGACIONES MINERAS EN
DISTINTAS AREAS DEL MACIZO
HESPERICO. 1991/92.**

**TESTIFICACION DE SONDEOS EN
LAS HERRERIAS Y ESTUDIO DEL AREA
DE LOS CUQUILES MEDIANTE EL
METODO EM DE DOMINIO DE TIEMPOS.**

RESERVA TINTO 1.992.



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

40424

INDICE

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1.
2. METODOLOGIA DE TRABAJO	3.
2.1. Testificación de sondeos	3.
2.2. Perfiles EM de Dominio de Tiempos	4.
3. EQUIPO DE TRABAJO Y MEDIOS MATERIALES	9.
3.1. Personal	9.
3.2. Medios materiales	9.
4. TRABAJO REALIZADO	13.
4.1. Toma de datos	13.
4.1.1. Testificación de sondeos	13.
4.1.2. Perfiles EM con dispositivo de bucle fijo ...	16.
4.1.3. Perfiles EM con dispositivo de bucles móviles .	16.
4.2. Procesado y presentación de los datos	17.
4.3. Documentos del estudio	19.
5. RESULTADOS OBTENIDOS	20.
5.1. Registros en los sondeos de Las Herrerías	20.
5.2. Perfiles EM en el área de Los Cuquiles	24.
5.2.1. Medidas con bucle fijo	24.
5.2.2. Medidas con bucles móviles	25.
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27.

INDICE DE FIGURAS.

- Nº 1.- Esquema general de las medidas EMDT en sondeos.
- Nº 2.- Dispositivos empleados para las medidas EMDT en superficie.
- Nº 3.- Localización de los perfiles medidos en el área de Los Cuquiles.
- Nº 4.- Dirección del vector de campo según McNae.
- Nº 5.- Registros del sondeo LH-2.
- Nº 6.- Registros del sondeo LH-3 con el Bucle 1.
- Nº 7.- Registros del sondeo LH-3 con el Bucle 2.
- Nº 8.- Esquema empleado en la modelización del sondeo LH-3, bucle 1.
- Nº 9.- Resultados de la modelización de la anomalía principal del sondeo LH-3.
- Nº 10.- Resultados de la modelización de la anomalía principal del sondeo LH-3, con el cuerpo conductor buzando 45° Sur.
- Nº 11.- Modelización de la anomalía principal, más la situada a 200 m. de profundidad en el sondeo LH-3.
- Nº 12.- Registros del sondeo LH-4 con el Bucle 1.
- Nº 13.- Registros del sondeo LH-4 con el Bucle 2.
- Nº 14.- Aspectos significativos de las medidas de la componente vertical correspondiente a un medio homogéneo.
- Nº 15.- Respuestas EMDT correspondientes a un conductor de tipo tabular. Medidas con dispositivo TURAM.
- Nº 16.- Anomalías teóricas correspondientes a medidas con dispositivo de bucles móviles.
- Nº 17.- Sondeos recomendados para la reconcimiento de la anomalía principal del sondeo LH-3.

INDICE DE PLANOS.

- Nº 1.- Localización de las diversas áreas estudiadas en la Reserva Tinto dentro de este Proyecto.
- Nº 2.- Localización de los sondeos en el área de Las Herrerías.

INDICE DE ANEXOS.

- Nº 1.- Columnas estratigráficas de los sondeos de Las Herrerías.
- Nº 2.- Perfiles correspondientes a las medidas EMDT con bucle fijo en Los Cuquiles.
- Nº 3.- Perfiles correspondientes a las medidas EMDT con bucles móviles en Los Cuquiles.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.-

Los estudios que se describen en este Informe constituyen parte de los trabajos del proyecto «APOYO GEOFISICO A INVESTIGACIONES MINERAS EN DISTINTAS AREAS DEL MACIZO HESPERICO. 1.991-1.992».

Los sondeos estudiados en el áreas de «Las Herrerías» se localizan en una zona donde previamente se han llevado a cabo diversos trabajos de prospección geofísica, dentro de este mismo Proyecto. Concretamente nos referimos a los siguientes:

- Gravimetría en la zona de Las Herrerías. Reserva Tinto. 1.991.
- Perfiles EM de Dominio de Tiempos en la zona de Las Herrerías. Reserva Tinto. 1.991.

Asimismo el Servicio de Geofísica del ITGE realizó a lo largo de 1.990 una serie de trabajos que quedaron recogidos en el informe «Perfiles de Gravimetría y Polarización inducida en la Reserva Tinto. 1.990».

Por su parte la zona de «Los Cuquiles» se localiza en la esquina SE de la Hoja nº 982 del MTN a escala 1/50.000, aproximadamente 2 Km al SE de la que denominamos «Mina Completa» y en la que también se llevó a cabo un reconocimiento mediante el método EM de Dominio de Tiempos. Para una referencia más

completa de los diferentes trabajos realizados en la Reserva, dentro del presente Proyecto, nos remitimos al Plano nº 1 donde se detalla la posición de cada zona, su denominación y los métodos de trabajo empleados.

El encuadre geológico, antecedentes mineros y actuaciones llevadas a cabo en esta Reserva por la Dirección de Recursos Minerales del Instituto Tecnológico GeoMinero de España se detallan al inicio del primero de los informes citados y por ello omitimos repetirlo aquí.

Mediante los estudios que se describen en este informe se pretende la detección de posibles masas de sulfuros metálicos, en base al carácter acusadamente conductor de este tipo de mineralizaciones. En el caso de los sondeos mecánicos las medidas EM de Dominio de Tiempos (EMDT), constituyen la opción más efectiva para la resolución de dos tipos de objetivos:

- Determinar la continuidad de las masas de sulfuros intersectadas por los sondeos.
- Identificar posibles masas de sulfuros no intersectados por los sondeos y situadas en un radio de hasta decenas de metros respecto a los mismos.

Por su parte las medidas en superficie utilizando bucles transmisores de gran tamaño constituyen la variante de prospección por resistividades con mayor capacidad de penetración. Consecuentemente su empleo en la prospección de sulfuros metálicos es ampliamente aceptado. Con el objetivo de detectar posibles cuerpos de esa naturaleza, en una zona con anomalías geoquímicas e indicios mineros, se ha empleado esta técnica en el área de «Los Cuquiles».

Este trabajo ha sido realizado por INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.A., como adjudicataria del Proyecto citado al inicio de este capítulo, con supervisión de D. José Luis García Lobón, Ingeniero de Minas del Servicio de Geofísica del ITGE.

METODOLOGIA DE TRABAJO

2. METODOLOGIA DE TRABAJO.-

2.1. TESTIFICACION DE SONDEOS.-

Mediante las medidas EM de Dominio de Tiempos en sondeos se pretende detectar la presencia de posibles conductores no intersectados por los sondeos y situados en su entorno; o bien determinar la continuidad de aquellos que sí hayan sido intersectados.

Para la resolución de ambos objetivos se reconoce a esta técnica como la de mayor capacidad. Básicamente consiste en la medida del campo magnético transitorio asociado a las corrientes de difusión que se establecen en el subsuelo, al interrumpir de forma instantánea los pulsos de corriente que circulan por un bucle conductor, situado en la superficie del terreno. Las lecturas se realizan mediante un sensor que se posiciona dentro del sondeo a intervalos variables entre 5 y 10 metros.

La presencia de un elemento conductor en el subsuelo, tal como una mineralización de sulfuros, provoca una distorsión en la distribución de las corrientes de difusión y en el campo magnético asociado. Esta distorsión se reflejará en las medidas configurando modelos de respuesta que hacen identificable la presencia del conductor; siempre que el momento magnético aplicado en el bucle transmisor energice suficientemente el subsuelo en el ámbito donde se localice la mineralización.

Este sistema permite obtener información representativa de decenas de metros en torno al sondeo donde se efectúan las medidas.

La respuesta obtenida en un determinado sondeo; supuesta la presencia de un cuerpo mineralizado en sus proximidades; depende de la posición relativa del bucle transmisor respecto al sondeo y a la mineralización. Por ello el estudio del entorno de un sondeo con este método exige en muchos casos la repetición de las medidas para distintas posiciones del bucle transmisor.

El detalle requerido en las determinaciones condiciona el espaciado entre puntos de medida a lo largo del sondeo. En cuanto al tamaño del bucle transmisor la regla general aplicada es que sean bucles cuadrados cuyo lado sea entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la profundidad máxima a medir.

A modo de explicación de la logística del método y de algunas respuestas típicas del mismo, nos remitimos a la Figura 1. En la parte superior de la misma se detalla la forma en que se posiciona el bucle transmisor y el sensor en el sondeo.

En una determinada posición del sensor, la medida consiste en el registro del campo magnético transitorio en varios canales de tiempo. La morfología del perfil obtenido al representar los valores de un mismo canal a lo largo del sondeo es lo que se esquematiza en la parte inferior de la citada figura.

Se trata de repuestas características en función de la posición relativa entre el sondeo y la supuesta mineralización conductora.

2.2. Perfiles EM de Dominio de Tiempos.-

La detección de elementos conductores del subsuelo a través de medidas realizados en superficie puede abordarse mediante una amplia gama de métodos geofísicos de prospección por resistividades.

Una primera categoría la constituyen los métodos de corriente continua conocidos genéricamente como Calicatas Eléctricas. Se trata de técnicas en desuso para el tipo de aplicaciones como las de nuestro caso por su reducida capacidad de penetración, su pobre focalización y el gran efecto que ejercen en sus medidas las condiciones superficiales de la zona de trabajo.

Para salvar los anteriores inconvenientes la técnica más ventajosa es la aplicación de métodos EM operando en el Dominio de Tiempos.

Entre las características más destacables del método cabe señalar las siguientes:

- Capacidad de investigar fiablemente hasta rangos de algún centenar de metros de profundidad.
- Posibilidad de interpretación semicuantativa de los resultados mediante modelización, aunque con algunas limitaciones.
- Diferenciación selectiva de la influencia de los materiales situados a diversos rangos de profundidad.

Este método geofísico es el más ampliamente utilizado a nivel mundial en la prospección de mineralizaciones de carácter conductor. Consiste en la medición del campo magnético secundario asociado a las corrientes de difusión que se establecen en el subsuelo al cortar bruscamente los pulsos de corriente de gran intensidad que se hacen circular a través de un bucle de cable situado en la superficie del terreno. Este campo es variable con el tiempo y se muestrea según un cierto número de ventanas distribuidas convenientemente en el rango de algunos milisegundos.

El proceso de lectura se repite en cada punto un elevado número de veces de forma automática. La ejecución de este tipo de medidas requiere la utilización de una instrumentación muy sofisticada y costosa.

Cabe la posibilidad de medir el campo EM transitorio según tres componentes ortogonales, si bien la práctica habitual se limita a la medición de la componente vertical por ser la más fácilmente medible e interpretable.

Los estudios de reconocimiento general como es nuestro caso se llevan a cabo operando según dos posibles modalidades que se indican en la Figura 2. La primera de ellas se denomina de bucle fijo (Turam) y la segunda de bucles móviles (Slingram).

En la modalidad Turam se utiliza un bucle transmisor situados en la superficie del terreno. Sus dimensiones son habitualmente de 400x300 metros a 800x300 metros, dependiendo del tipo de sistema transmisor que se emplee y de la profundidad a estudiar. El momento magnético generado por cada pulso de corriente es el producto de la intensidad por el área encerrada por el bucle, asumiendo que éste sea de una sola espira. De aquí la conveniencia de que las dimensiones del bucle sean lo mayor posible.

Habitualmente la toma de datos se lleva a cabo a lo largo de perfiles situados por fuera del bucle y dispuestos perpendiculares a uno de sus lados mayores. El intervalo entre puntos de medida se establece entre 25 y 50 metros, dependiendo del grado de detalle que se pretenda en los resultados.

Así pues el sistema transmisor (T_x) se mantiene fijo, mientras que el receptor (R_x), acoplado al correspondiente elemento sensor, se desplaza a lo largo de los perfiles de medida. Dependiendo de la magnitud de la señal; que decrece al alejarnos del bucle transmisor; la longitud de los perfiles de medida puede variar sustancialmente. En todo caso es mayor que el lado mayor del bucle transmisor.

Los resultados obtenidos se representan, en unidad de f.e.m. del campo secundario, (normalmente en mV) en forma de perfiles correspondientes a los canales de tiempo en que se efectúen las medidas; incluyendo todas las estaciones de cada perfil.

El rango dinámico del campo secundario es muy alto ya que sus valores pueden pasar de $\approx 10^4$ a 1 en algunos milisegundos. Por ello en la presentación de resultados es habitual agrupar los perfiles en tramos con diferentes escalas.

En este tipo de medidas y por tanto en los perfiles se integra el efecto del semiespacio rocoso y de los posibles conductores situados en el subsuelo. A través del proceso interpretativo se trata de separar ambos efectos y definir la posición, geometría y características del hipotético cuerpo anómalo. La definición de tales extremos se realiza por comparación de los resultados obtenidos con los correspondientes a modelos teóricos calculados para diversas alternativas geológicas.

En el planteamiento de un estudio geofísico de este tipo juega un papel importante la posición relativa entre el cuerpo anómalo a detectar y el bucle transmisor. Se trata en todo caso de conseguir el máximo acoplamiento del campo EM con el supuesto conductor.

Este concepto se ilustra en la Figura 4 (McNae), donde se representa la dirección e intensidad relativa del vector del campo EM primario.

La situación ideal es aquella en que el vector de campo incide lo más perpendicularmente sobre la cara de mayor superficie del conductor. Es por tanto su posición relativa respecto al bucle el factor determinante.

Así por ejemplo un conductor metálico en la posición A se manifestaría de forma mucho más acusada que en la posición B (Figura 4). En ambos casos se representa el conductor en sección y se asume que su dimensión en la dirección perpendicular al plano del dibujo es considerable.

De acuerdo con estas ideas y en el caso de que existiera un cuerpo mineralizado de tipo tabular y en disposición subhorizontal, las posibilidades de su

detección serían tanto mayores cuando más próximo al bucle se localizara.

En ciertos casos existen, no obstante, limitaciones de tipo logístico que hacen muy difícil el seguimiento preciso de los criterios anteriormente expuestos.

Respecto a la modalidad Slingram cabe mencionar que al utilizar un bucle transmisor de reducidas dimensiones decrece considerablemente el momento magnético aplicado y por lo tanto disminuye la profundidad investigada. Por contra este tipo de medidas conllevan una mejor resolución lateral que las correspondientes al dispositivo de bucle fijo y son más fácilmente interpretables. Habitualmente el empleo de este tipo de dispositivo de medida se limita a objetivos situados a profundidad máxima del orden de 100 m y al reconocimiento de zonas de detalle; raramente a reconocimientos sistemáticos de grandes áreas.

EQUIPO DE TRABAJO Y MEDIOS MATERIALES.

3. EQUIPO DE TRABAJO Y MEDIOS MATERIALES.-

3.1. PERSONAL.-

El estudio ha sido realizado por el personal de plantilla de IGT que se indica a continuación:

- Angel **GRANDA**.- Ingeniero de Minas. Planificación de los trabajos, interpretación de resultados y redacción del informe.
- José Carlos **CAMBERO**.- Ingeniero de Minas. Procesado de datos y presentación de resultados.
- Francisco **SOCUELLAMOS**.- Operador geofísico. Toma de datos en campo.
- Victor Manuel **YAGÜE**.- Operador geofísico. Toma de datos en campo.

3.2. MEDIOS MATERIALES.-

Tanto las medidas en sondeos como las de superficie se han realizado con un sistema PROTEM con las configuraciones siguientes:

Registros en sondeos.-

Receptor: PROTEM.
Transmisor: EM-37
Sensor: Sonda BH-43

Medidas con dispositivo de bucle fijo.-

Receptor: PROTEM.
Transmisor: EM-37
Sensor: Bobina de baja frecuencia.

Medidas con dispositivo de bucles móviles.-

Receptor: PROTEM.
Transmisor: EM-57
Sensor: Bobina de baja frecuencia.
Bucle transmisor: Multiespira de 5x5 m.

Las características de cada uno de los elementos significativos se describen seguidamente:

RECEPTOR PROTEM.-

Magnitud medida.- Flujo magnético variable con el tiempo, según tres ejes ortogonales.

Bobina receptora (Baja frecuencia).- Núcleo de aire, con una amplitud de banda de 60 KHz y un área equivalente a 100 m².

Canales de lectura.- 20 canales espaciados geométricamente para cada frecuencia. Cubren el rango de 6 μ seg hasta 80 ms.

Frecuencia base.- El equipo opera con frecuencia 2'5, 6'25, 25, 62'5 y 262'5 Hz.

Sincronismo.- Mediante cable de referencia o mediante cristal de cuarzo.

Tiempo de integración.- entre 17'5 y 70 s.

Almacenamiento de datos.- Memoria sólida para 1000 medidas.

Los datos en la memoria no pueden borrarse voluntariamente sino por desbordamiento y grabación de nuevos datos sobre los antiguos, uno a uno. En tal caso el sistema proporciona una indicación inequívoca al operador.

Pantalla.- Alfanumérica de cristal líquido. Cuatro líneas de 16 caracteres cada una.

Transferencia de datos.- Mediante un puerto de comunicaciones RS-232.

Alimentación.- Batería de 12 V recargable. Permite 16 horas de operación (8 horas con sincronismo mediante cristal).

Operación.- controlada por microprocesador y programas específicos.

TRANSMISOR EM-37.-

Tipo de corriente.- Bipolar rectangular con 50% de ciclo activo.

Frecuencia base.- 2'5, 6'25 y 25 Hz.

Tiempo de corte.- 300 μ seg a 20 A. en un bucle de 300 \times 600 m. Disminuye proporcionalmente con la corriente y dimensiones del bucle hasta un mínimo de 20 μ seg.

Voltaje de salida.- De 20 a 160 V en siete posiciones.

Sincronismo.- Con cable de cristal de cuarzo.

Motor generador.- 2.800 W/120 V/400 Hz, 3 fases.

Protección.- Electrónica y electromecánica frente a posibles cortocircuitos.

TRANSMISOR EM-57.-

Empleado en las medidas con bucles móviles (dispositivo Slingram). Sus diferencias significativas en relación con el EM-37 son las siguientes:

Tiempo de corte utilizando un bucle transmisor de 5x5 metros y 8 espiras: 115 μ seg, para una intensidad de los pulsos de corriente igual a 20 A.

Voltaje de salida.- 20 ó 40 V.
Motor generador.- 600 W/120 V/ 60 Hz.

Sus restantes características son idénticas a las del EM-37.

SONDA BH-43.-

Mide la componente axial del campo EM.
Area equivalente 64 m²
Lleva incorporado un preamplificador con una frecuencia de resonancia de 26 KHz.
Dimensiones: 170 cm de longitud y 2'6 cm de diámetro.
Capacidad del winch - 1000 m.
Resolución del contador de profundidad 10 cm.

TRABAJO REALIZADO.

4. TRABAJO REALIZADO.

4.1. TOMA DE DATOS.-

4.1.1. Testificación de sondeos.-

Estaba previsto el registro de los cuatro sondeos mecánicos perforados en la zona, previamente entubados con PVC, cuyas características se detallan a continuación. Se incluye copia de su columna estratigráfica en el Anexo 1. Esta descripción fue facilitada por los técnicos de la oficina del ITGE en Sevilla.

<u>SONDEO</u>	<u>DISPOSICION</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>
LH-1	Vertical	332'5 m
LH-2	Inclinado 60°S	334'1 m.
LH-3	Vertical	505 m.
LH-4	Inclinado 60°S	339'4 m.

En el sondeo LH-1 no pudieron llevarse a cabo las medidas previstas porque la sonda no pudo bajar de 30 m al encontrarse obstruida la tubería de PVC. También el sondeo LH-4 estaba obturado a 210 metros de profundidad y por ello no pudo medirse en toda su longitud.

La descripción del trabajo realizado se indica a continuación, remitiéndonos al Plano nº 2 donde se

representa la posición de los sondeos. Como base de este plano se ha empleado el de anomalía gravimétrica residual, aunque representando únicamente los valores positivos. De este modo se justifica el hecho de que algunos sondeos se hayan medido con más de un bucle y también la posición de éstos.

En todas las medidas el sincronismo se estableció mediante cable de referencia y la frecuencia de la corriente fue de 25 Hz.

SONDEO LH-2.-

Bucle 200×200 m.
Tiempo de corte 130 μ s
Intensidad 16'5 A
Intervalo entre las medidas:

De 0 a 100 m	10 m.
De 100 a 200 m	5 m.
De 200 a 270 m	10 m.
De 270 a 335	5 m.

Longitud testificada 335 m.

SONDEO LH-3.-

Se midió dos veces, con bucles de 200×200 m situados en diferentes posiciones.

Bucle 1 (200×200 m).
Tiempo de corte 130 μ s
Intensidad 16'5 A
Intervalo entre las medidas:.. 10 m.

Longitud testificada 500 m.

SONDEO LH-3.-

Bucle 2 (200×200 m).
Tiempo de corte 130 μ s
Intensidad 16'5 A
Intervalo entre las medidas:... 10 m.

Longitud testificada 500 m.

SONDEO LH-4.-

Se midió dos veces, con bucles de 200×200 m y 300×300 m respectivamente.

Bucle 1 (200×200 m).
Tiempo de corte 130 μ s
Intensidad 16'4 A
Intervalo entre las medidas:... 10 m.

Longitud testificada 210 m.

SONDEO LH-4.-

Bucle 2 (300×300 m).
Tiempo de corte 180 μ s
Intensidad 17 A
Intervalo entre las medidas:... 10 m.

Longitud testificada 210 m.

TOTAL LONGITUD REGISTRADA 1.755 m.

El trabajo de campo se llevó a cabo entre los días 18 a 25 de Septiembre empleando 4'5 días de trabajo efectivo, incluido el tiempo empleado en intentar medir el sondeo LH-1.

4.1.2. Perfiles EM con dispositivo de bucle fijo.-

Se reseña la localización de estos perfiles, y también la de los medidos con bucles móviles, en la Figura 3.

El estudio de la zona de Los Cuquiles se llevó a cabo empleando un solo bucle transmisor de 700x400 m. Algunas zonas del borde S y SE del área de estudio estaban parcialmente cubiertas por el agua del embalse del Río Corumbel lo que obligó a modificar parcialmente la forma del bucle, tal como se indica en la Figura 4.

Esta es la descripción del trabajo realizado.

Tamaño del bucle - 700x400 m.
Tiempo de corte - 240 μ s
Intensidad - 13'2 A
Sincronismo - Mediante cristal
Tiempo de integración - 48 s.
Intervalo entre las Lecturas - 25 m.
Componente medida - vertical
Longitud medida - 8 perfiles de 1000 m. cada uno.

Total medido 8.000 m.

4.1.3. Perfiles EM con dispositivo de bucles móviles.-

La distribución de los perfiles de medida se ha establecido en función de la localización de los indicios y puntos de interés señalados por el ITGE.

Las características que definen la forma en que se han realizado estas medidas son las que a continuación indicamos.

Espaciado entre transmisor y receptor - 25 m.
Tiempo de corte - 156 μ s
Intensidad - 14 A
Sincronismo - Mediante cable de referencia.

Tiempo de integración - 48 s.
Intervalo entre las lecturas - 25 m.
Componente medida - vertical

Descripción de los perfiles medidos.-

- PERFIL 1	675 m.
- PERFIL 4	1.025 m.
- PERFIL 7	1.400 m.
- PERFIL 9	800 m.
- PERFIL 10	800 m.

Total medido 4.700 m.

La ejecución de las medidas con los dos tipos de dispositivos empleados resultó relativamente difícil por los siguientes motivos:

- Densa vegetación que obligó a realizar un considerable trabajo de rozado, especialmente para la ejecución de las medidas con bucles móviles.
- Abrupta topografía.
- Zonas de valles inundados lo que obligó a dar grandes rodeos para acceder al sector oriental de los perfiles situados más al Sur.

Por ello los rendimientos obtenidos fueron bajos. Se realizó el trabajo de campo entre los días 6 y 24 de Septiembre a lo largo de 15 días de trabajo efectivo lo que representa un rendimiento medio de 0'85 Km/día.

4.2. PROCESADO Y PRESENTACION DE LOS DATOS.-

Esta fase es común para las medidas en sondeos y las realizadas en perfiles, con independencia del dispositivo de medida utilizado. Se ha realizado mediante el programa DATEM, suministrado por GEONICS.

Los valores medidos del campo magnético transitorio se expresan en mV una vez normalizadas todas las lecturas en función de la intensidad en el bucle

transmisor, ganancia, etc. Estos valores normalizados se representan en forma de perfiles a lo largo del sondeo, correspondiendo cada uno de ellos a un canal de lectura.

Dado el considerable rango dinámico de los valores del transitorio en cada punto de medida, es habitual representar los perfiles en grupos con diferentes escalas. De este modo se ponen de relieve los aspectos de interés de todos los canales aunque correspondan en algún caso a valores absolutos relativamente reducidos.

Cada gráfico incluye información respecto a la ganancia e intensidad utilizadas para la normalización de los valores, así como el número del sondeo o del perfil, bucle y frecuencia con que se han efectuado las correspondientes medidas.

En la parte superior figura la siguiente información:

LINE.- Identifica al sondeo o al perfil de medida.
FILE.- Nombre del fichero con los datos de campo.
Z.- Componente medida.

Inmediatamente debajo se indican las profundidades o las distancias en los perfiles, expresadas en metros. La letra que aparece a continuación de cada cifra no tiene ningún significado especial. Es un código de orientación asignado durante la toma de datos.

En el margen izquierdo de cada gráfico se indica:

1×DBZ.- Las medidas correspondientes a la componente vertical, expresada según una de las formas de reducción que el programa DATEM incluye.
***µs.- Tiempo de corte empleado en la normalización.
mV.- Unidad en que se expresan las medidas.
N, TXC.- Ganancia e intensidad aplicadas en la normalización.

Las lecturas se representan en grupos de cinco canales (1-5, 6-10, 11-15 y 16-20) con su escala en el borde izquierdo de cada grupo.

4.3. DOCUMENTOS DEL ESTUDIO.-

El conjunto de datos y resultados obtenidos en este trabajo se entrega mediante la serie de documentos que a continuación se relacionan:

- Memoria descriptiva del trabajo realizado y de los resultados obtenidos.
- Planos con la localización de las zonas de estudio.
- Gráficos con las medidas EM tanto de los sondeos de Las Herrerías como de los perfiles de Los Cuquiles.
- Diskettes con los ficheros conteniendo todas las medidas. Estos ficheros tienen el formato específico para su tratamiento mediante el programa DATEM.

Los ficheros que se entregan son los siguientes:

- . LH2.- Datos del sondeo LH-2.
- . LH3B1.- Datos del sondeo LH-3 con el Bucle 1.
- . LH3B2.- Datos del sondeo LH-3 con el Bucle 2.
- . LH4B1.- Datos del sondeo LH-4 con el Bucle 1.
- . LH4B2.- Datos del sondeo LH-4 con el Bucle 2.
- . CORUM.- Datos de todos los perfiles medidos con el dispositivo de bucle fijo en Los Cuquiles.
- . 12557.- Datos del Perfil 1 con dispositivo de bucles móviles.
- . 42557.- Datos del Perfil 4 con dispositivo de bucles móviles.
- . 72557.- Datos del Perfil 7 con dispositivo de bucles móviles.
- . 92557.- Datos del Perfil 9 con dispositivo de bucles móviles.
- . 102557.- Datos del Perfil 10 con dispositivo de bucles móviles.

RESULTADOS OBTENIDOS.

5. RESULTADOS OBTENIDOS.-

5.1. REGISTROS EN LOS SONDEOS DE LAS HERRERIAS.-

Para la interpretación de este tipo de registros se aplica en una primera fase un criterio cualitativo mediante la comparación de los datos con los correspondientes a modelos sencillos. Las posibilidades de modelización incluyen los siguientes casos:

- Semiespacio homogéneo.
- Semiespacio homogéneo, más recubrimiento.
- Cualquiera de los casos anteriores más una o dos placas que simplifican la presencia de conductores de dimensiones finitas en el subsuelo.

La respuesta característica de un sondeo que atraviese un semiespacio homogéneo muestra valores semejantes a lo largo del mismo aunque con una ligera tendencia decreciente al aumentar la profundidad.

Cuando se producen cambios de resistividad en los materiales del subsuelo la tendencia anterior puede presentar algunas variaciones significativas. Por ejemplo, si el sondeo atraviesa en profundidad una zona de menor resistividad que la de la situada por encima, crece la duración del campo EM transitorio y la amplitud de las lecturas aumenta con la profundidad.

Sobre estos modelos generales de respuestas características del semiespacio rocoso se identifican, cuando existen, las correspondientes a un conductor metálico de carácter confinado según los modelos de la Figura 1.

En la interpretación de estos registros resulta pues de relativa sencillez identificar cuando existe una anomalía significativa y donde se localiza el conductor que la origina.

SONDEO LH-2.- (Figura 5).

De acuerdo con la columna estratigráfica (Ver Anexo 1) este sondeo intersectó indicios de sulfuros en las siguientes cotas:

A 125 m	-----	20 cm	(P_y , C_{py} , S_{ph})
A 140 m	-----	30 cm	(P_y , C_{py} , S_{ph})
A 165 m	-----	15 cm	(P_y , C_{py} , S_{ph})
A 305 m	-----	40 cm	(P_y).

Sin embargo las medidas realizadas no presentan ninguna anomalía de magnitud suficiente como para considerar la posible existencia de alguna masa de sulfuros de cierta entidad en el entorno del sondeo. Pese a ello y aunque consideramos que no son relevantes por su magnitud, existen algunas anomalías débiles que conviene mencionar por su carácter cualitativo. Así señalamos la presencia de una anomalía muy débil entre 130 m y 140 m y otra alrededor de 170 m de profundidad. El hecho de que se manifiesten predominantemente en los primeros canales es indicativo de que puede tratarse de masas de sulfuros de muy reducidas dimensiones, situadas muy próximas al sondeo. Respuestas a tan reducida amplitud hacen inútil cualquier intento de modelización.

SONDEO LH-3.- (Figuras 6 y 7).

Según la información de su columna estratigráfica, este sondeo no intersectó ningún nivel de sulfuros. Sin embargo las medidas realizadas muestran una

anomalía bien definida alrededor de 60 m de profundidad y otras de menor entidad centrada alrededor de 200 m.

Ambas corresponden a anomalías de los tipos C y/o D de la Figura 1, es decir a un conductor situado desplazado lateralmente respecto al sondeo.

Las lecturas realizadas a 2 metros de profundidad están claramente afectadas por el emboquille metálico del sondeo.

Centrándonos en la anomalía más superficial e intensa en las Figuras 6 y 7 se puede apreciar la notable similitud de las medidas obtenidas mediante los dos bucles empleados. También es de señalar que la manifestación de la anomalía es muy acusada en los primeros canales y prácticamente desaparece a partir de los canales 12-13.

De acuerdo con lo anterior cabe extraer las siguientes conclusiones respecto a esta anomalía:

- a) El cuerpo que la origina se sitúa en una posición relativa semejante respecto a ambos bucles aunque ligeramente más centrado en el Bucle 1, como demuestra la mayor amplitud de la anomalía para las medidas tomadas con ese bucle.
- b) La rápida extinción de la anomalía nos lleva a la consideración de que el cuerpo que la origina se localiza próximo al sondeo y sus dimensiones son relativamente reducidas en relación con el tamaño del bucle transmisor. Esta conclusión está en consonancia con la débil amplitud de la anomalía gravimétrica a que se puede asociar el conductor que consideramos.

Para contrastar la posible interpretación de la anomalía medida hemos calculado la respuesta de un conductor de tipo tabular de acuerdo con el esquema de la Figura 8. Los resultados obtenidos deben valorarse en términos cualitativos y son los que se

representan en la Figura 9. Resaltamos la notable similitud con nuestras medidas. Estos resultados son una parte del conjunto de los obtenidos al modelizar un considerable número de alternativas que no viene al caso incluir aquí en su totalidad. Por ejemplo en la Figura 10 representamos los resultados obtenidos para los canales 1-5 y 6-10 si el supuesto conductor buzara 45° al Sur. Obviamente el paralelismo de esta respuesta con los datos medidos es menor que la correspondiente a los modelos de la Figura 9.

La segunda anomalía de los registros de este sondeo se localiza en torno a 200 metros de profundidad. También parece corresponder a un cuerpo conductor situado próximo al sondeo y no intersectado por el mismo. Su rasgo más significativo es que se manifiesta predominantemente a partir de los canales 6-7. El hecho de que muestre reducida amplitud es indicativo de que en el caso de estar producida por un conductor metálico éste ha de ser de muy reducidas dimensiones, sin descartar que puedan existir diversos niveles mineralizados entre 170 y 220 m aproximadamente.

Su modelización es difícil porque todas las hipótesis que consideramos realistas se manifiestan desde los primeros canales y no específicamente a partir de los 6-7.

Por ejemplo si consideramos la presencia de una placa de 60x35x10 m a 185 m de profundidad 25 metros al Sur del sondeo, el resultado obtenido para los canales 1-5 y 6-10 es el que se muestra en la Figura 11. Cualitativamente tiene similitudes con los datos medidos pero no coincide con ellos. Parecida respuesta se obtiene si la placa se sitúa al Norte del sondeo.

SONDEO LH-4.- (Figuras 12 y 13).

Desgraciadamente, por encontrarse obturado a 210 metros de profundidad no pudo registrarse en toda su sección. Sus medidas reflejan una disminución de la resistividad con la profundidad y una débil anomalía en torno a 140-150 m. Consideramos que tal anomalía

carece de interés por su reducida amplitud.

5.2. PERFILES EM EN EL AREA DE LOS CUQUILES.-

5.2.1. Medidas con bucle fijo.-

El proceso interpretativo se realiza mediante la comparación de los datos con las respuestas obtenidas del cálculo de modelos sencillos, incluyendo o no la presencia de conductores metálicos confinados.

Representamos en la Figura 14 el modelo de respuesta correspondiente a la componente vertical de un medio homogéneo. Uno de sus elementos más característicos es el punto A donde se produce la inversión del signo de las lecturas para canales sucesivos. Su posición varía, alejándose del bucle transmisor, cuando la respuesta corresponde a un semiespacio rocoso de tipo homogéneo. La migración lateral del punto citado es tanto más rápida cuanto mayor sea la resistividad del medio rocoso. Cuando la inversión en el signo de las lecturas es debido a la presencia de un conductor, no existe apenas desplazamiento lateral del punto A.

Superpuesta sobre la respuesta del semiespacio rocoso, se identifica a veces la influencia de un posible conductor del subsuelo constituyendo una anomalía cuya influencia se pone de relieve en unos u otros canales, dependiendo de la profundidad a que se localice el hipotético conductor.

En función de la forma del cuerpo anómalo, de su conductancia, geometría y posición relativa respecto al bucle transmisor, la morfología de la anomalía puede ser muy variable, aunque inequívoca en todo caso.

Las respuestas específicas producidas por un conductor metálico de tipo tabular, en función de su disposición respecto al bucle transmisor, presentan una morfología del tipo indicado en la Figura 15. Esta figura se ha tomado de Nabighian M. and

McNae J., capítulo 6 de «Electromagnetic methods in applied geophysics». Vol. 2, aplicación, parte A.

Así cuando el conductor se dispone subverticalmente, la componente vertical medida a lo largo del perfil para un tiempo cualquiera muestra una anomalía dipolar con paso por cero en la vertical de la cabecera del conductor. Si el conductor es horizontal su respuesta específica presenta un máximo sobre el mismo.

En las medidas obtenidas en nuestro caso (Ver Anexo 2) predomina de forma clara la influencia del semiespacio rocoso, con ausencia de conductores de carácter metálico. Ahora bien tal semiespacio no parece ser homogéneo, especialmente en el ámbito de los perfiles 1,2 y 3 entre las estacas 300 y 400. La notable amplitud de las medidas y la lenta migración lateral del punto de inversión en el signo de las mismas es indicativo del carácter relativamente conductor de los materiales del subsuelo en el área estudiada.

Por otra parte y ligado a lo anterior destacamos la calidad de los datos afectados por un nivel de ruido mínimo, si se exceptúan algunas lecturas puntuales fácilmente identificables.

En síntesis, los resultados obtenidos en esta zona no manifiestan ninguna anomalía de interés que justifique la ejecución de futuros trabajos.

5.2.2. Medidas con bucles móviles.-

Con un proceso interpretativo similar al comentado en los epígrafes anteriores los modelos de referencia son los que se presentan en la Figura 16, tomada de «Profiling methods using small sources». Frischknecht et a 1.991. («Electromagnetic methods in applied geophysics». Vol. 2, aplicación, parte A).

En ella se observa que la anomalía está constituida por un mínimo centrado en la cabecera del

conductor y dos máximos a ambos lados del mínimo. Los máximos son simétricos en el caso de un conductor vertical y asimétricos cuando éste buza, siendo de mayor amplitud el situado en el sentido del buzamiento.

En la interpretación de nuestros datos trataremos de reconocer en ellos algunos de los rasgos anteriores.

Las medidas obtenidas con dispositivo de bucles móviles se representan en los gráficos del Anexo 3.

Un primer aspecto que destaca al comparar los diversos perfiles medidos es variación en la amplitud de los valores, pese a que todos los perfiles se midieron en idénticas condiciones. Este hecho se explica por la existencia de variaciones de resistividad en el medio estudiado, correspondiendo los valores más elevados a las zonas más conductoras.

La apariencia ruidosa de los perfiles se debe fundamentalmente a que la escala vertical de los mismos es muy detallada. En todo caso tales variaciones no son significativas respecto a nuestros objetivos puesto que en ningún perfil se identifican anomalías similares a las representadas en los modelos de la Figura 16.

Tal vez la única excepción que cabría considerar al respecto es el extremo S del perfil 1 con un posible conductor en disposición subhorizontal situado al Este de la estaca 125. Sin embargo es una anomalía dudosa y muy probablemente esté asociada a variaciones en la resistividad de los materiales más superficiales (engrosamiento de un posible recubrimiento?).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

El estudio de los sondeos de Las Herrerías y las medidas EMDT en el área de Los Cuquiles se han llevado a cabo de acuerdo con el programa establecido por el ITGE, aunque con algunas variaciones debidas a causas ajenas a la actuación del equipo de trabajo.

Así, el Sondeo LH-1 en su totalidad y el sondeo LH-4 parcialmente no han podido medirse por encontrarse obturados.

Por su parte el área de Los Cuquiles se caracteriza por las adversas condiciones topográficas y de vegetación lo que ha obligado a la ejecución de un considerable trabajo de apertura de perfiles. Se han medido, en todo caso, todos los perfiles previstos.

Los resultados obtenidos a través de las medidas EMDT en los sondeos de Las Herrerías pueden resumirse en los puntos siguientes:

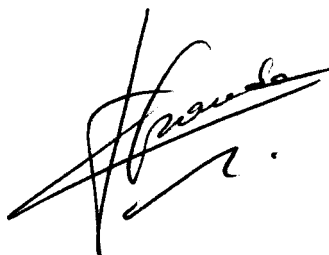
- a) Los pequeños niveles de sulfuros intersectados en el sondeo LH-2 no producen anomalías significativas por lo que hemos de interpretar que no están asociados a ninguna masa de sulfuros digna de consideración.
- b) En el sondeo LH-3 se ha detectado, con las dos series de medidas realizadas, una anomalía de

cierta importancia que interpretamos en asociación con un conductor situado a 50-60 metros de profundidad, de posible morfología tabular y buzando 40-50° N. De la modelización realizada deducimos que este conductor se localiza unos 40-50 metros al Sur del Sondeo LH-3.

- c) En este mismo sondeo se ha definido otra anomalía más débil que la anterior. Su interpretación indica la presencia de otro posible conductor de muy reducidas dimensiones y situado en torno a 180-200 metros de profundidad. Cabe la posibilidad de que se trate de un tramo con niveles de sulfuros sin conexión entre ellos. Al margen de su profundidad es difícil precisar algo más respecto a su posición en base a los datos disponibles.
- d) Ninguna de las medidas realizadas en el área de Los Cuquiles pone de relieve la existencia de alguna anomalía de interés respecto a los objetivos del estudio.
- e) Se recomienda el reconocimiento mediante sondeos mecánicos de la anomalía más intensa detectada en el Sondeo LH-3 de Las Herrerías. Proponemos la ejecución de los sondeos indicados de acuerdo con el esquema de la Figura 17.

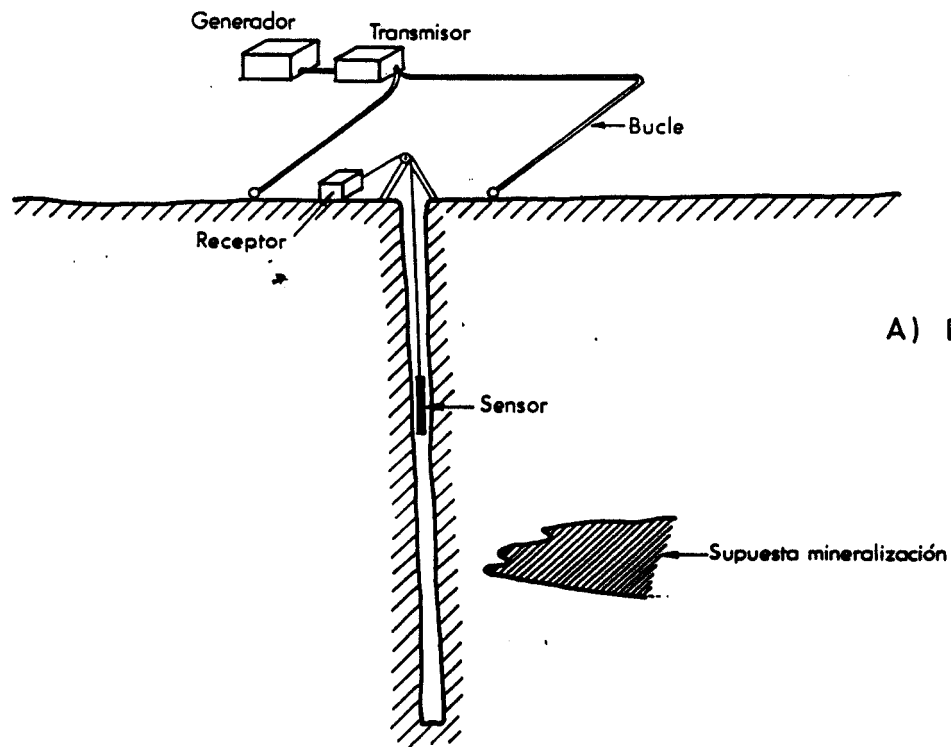
Se trata de dos sondeos inclinados al S, 60° respecto a la horizontal. Uno de ellos emboquillará en el mismo punto que el LH-3 y otro se desplazará 20 m al Sur. Sus profundidades se estiman en 85 y 75 metros respectivamente.

Madrid, Septiembre - 92

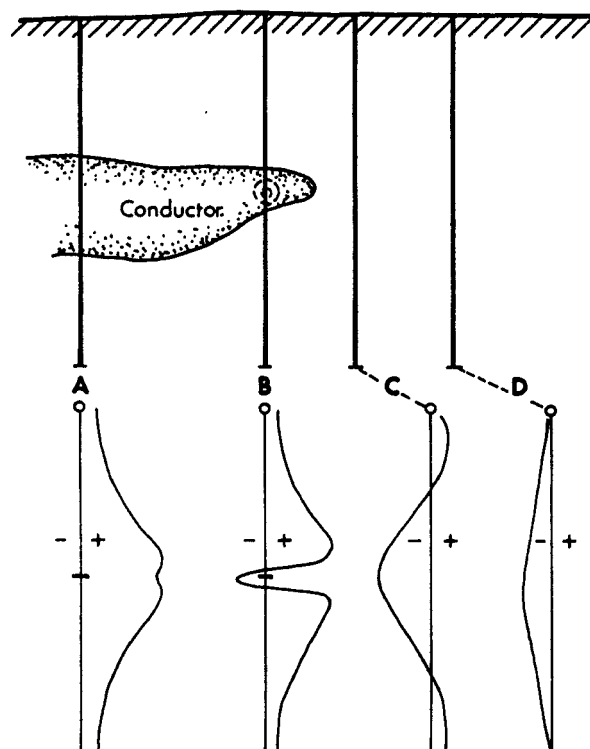


Fdo.: Angel GRANDA
Ingeniero de Minas.

FIGURAS.

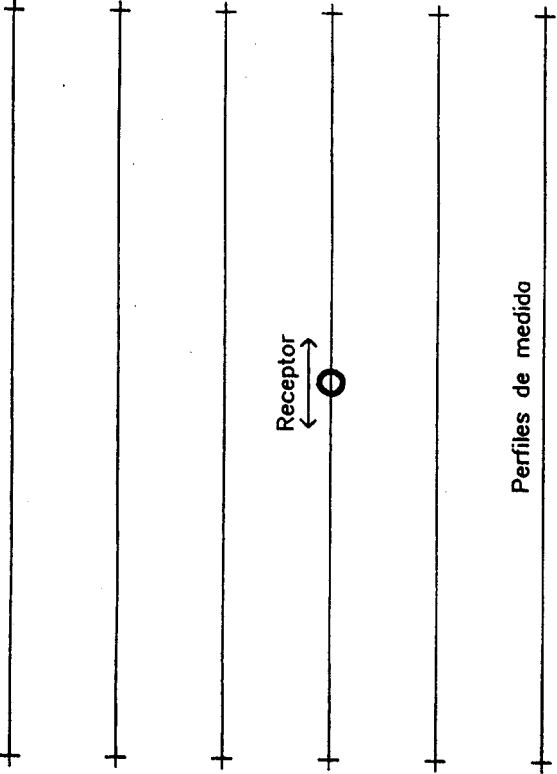
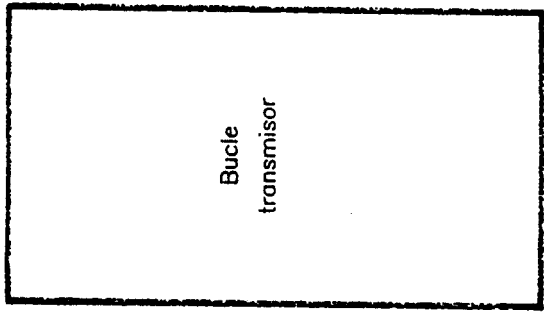


A) DESCRIPCION



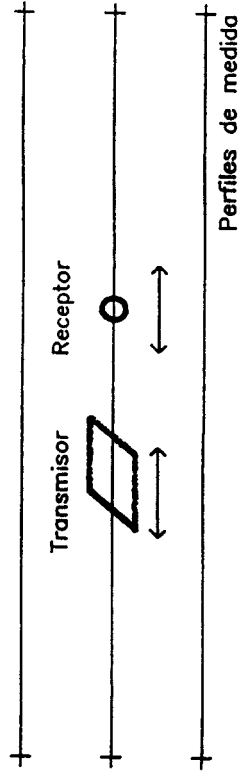
B) RESPUESTAS TEORICAS

FIG. 1 - ESQUEMA GENERAL DE LAS MEDIDAS TEM EN SONDEOS



a) TURAM

Tx y Rx se desplazan simultáneamente



b) SLINGRAM

Figura 2.- Dispositivos empleados para las medidas EMDT en superficie.

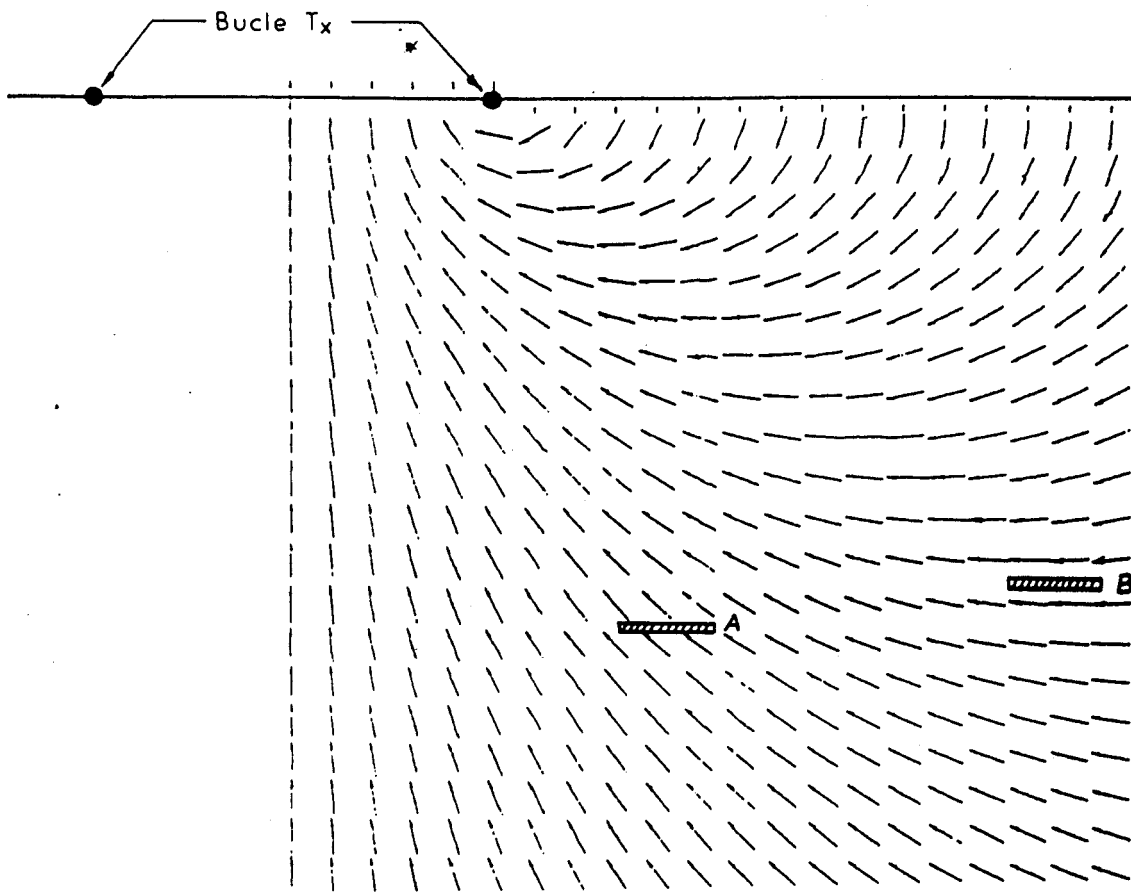


Figura 4.- Dirección del vector de campo según McNae.

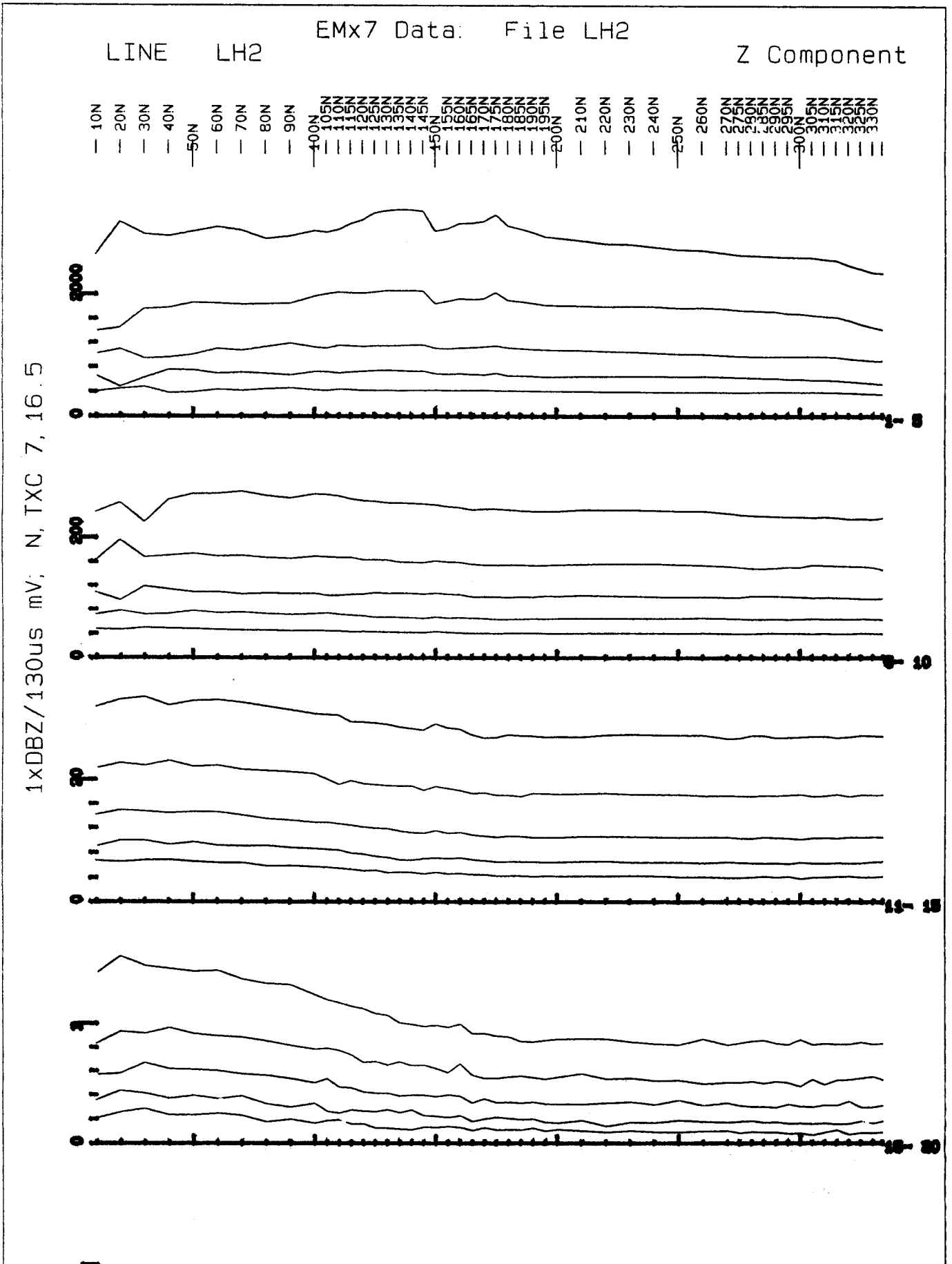


Figura 5.- Registros del sondeo LH-2.

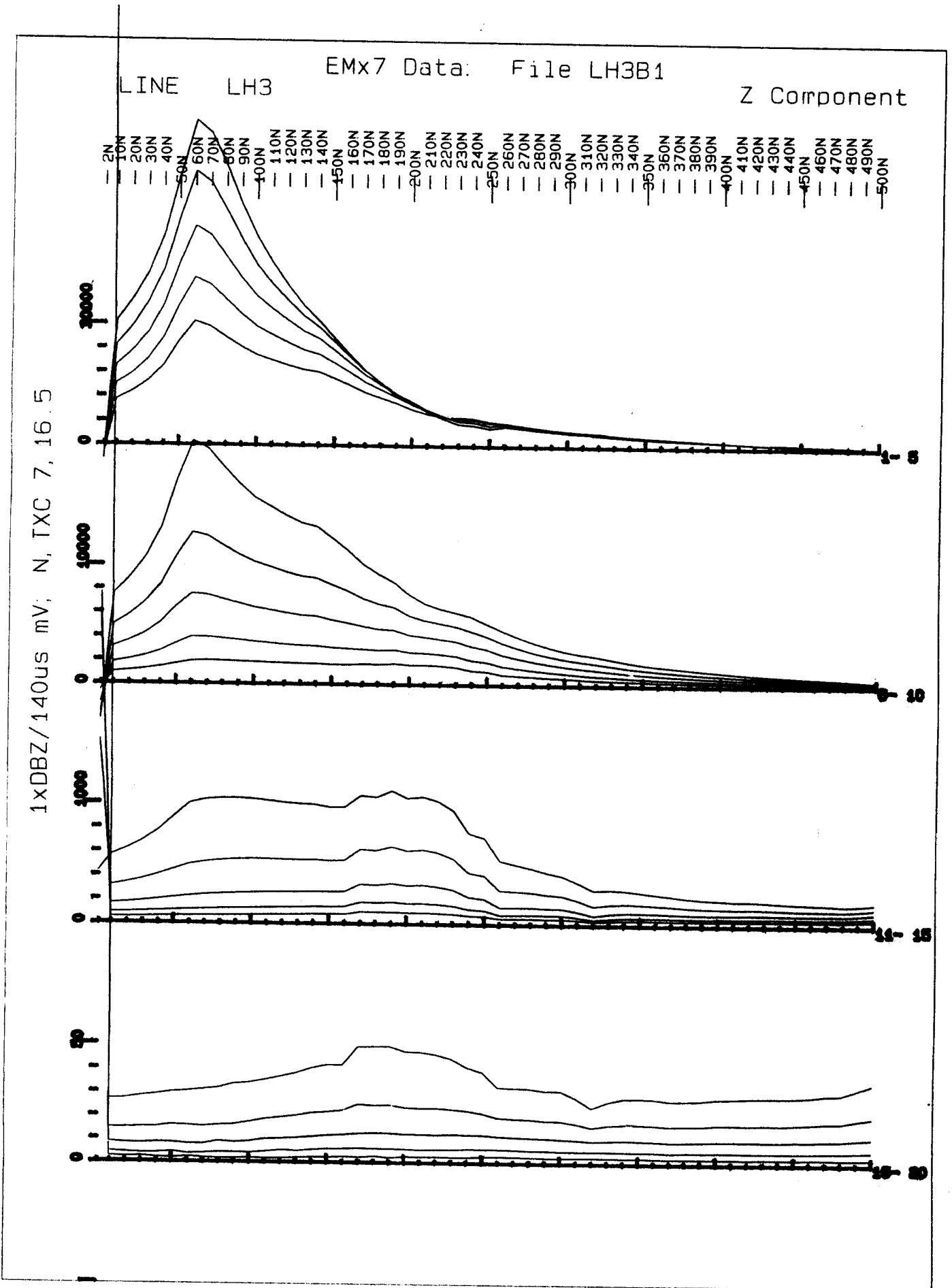


Figura 6.- Registros del sondeo LH-3 con el Bucle 1.

LINE LH3B2

EMx7 Data: File LH3B2

Z Component

- 2N
- 10N
- 20N
- 30N
- 40N
- 50N
- 60N
- 70N
- 80N
- 90N
- 100N
- 110N
- 120N
- 130N
- 140N
- 150N
- 160N
- 170N
- 180N
- 190N
- 200N
- 210N
- 220N
- 230N
- 240N
- 250N
- 260N
- 270N
- 280N
- 290N
- 300N
- 310N
- 320N
- 330N
- 340N
- 350N
- 360N
- 370N
- 380N
- 390N
- 400N
- 410N
- 420N
- 430N
- 440N
- 450N
- 460N
- 470N
- 480N

1xDBZ/140us mV; N, TXC 7, 16.5

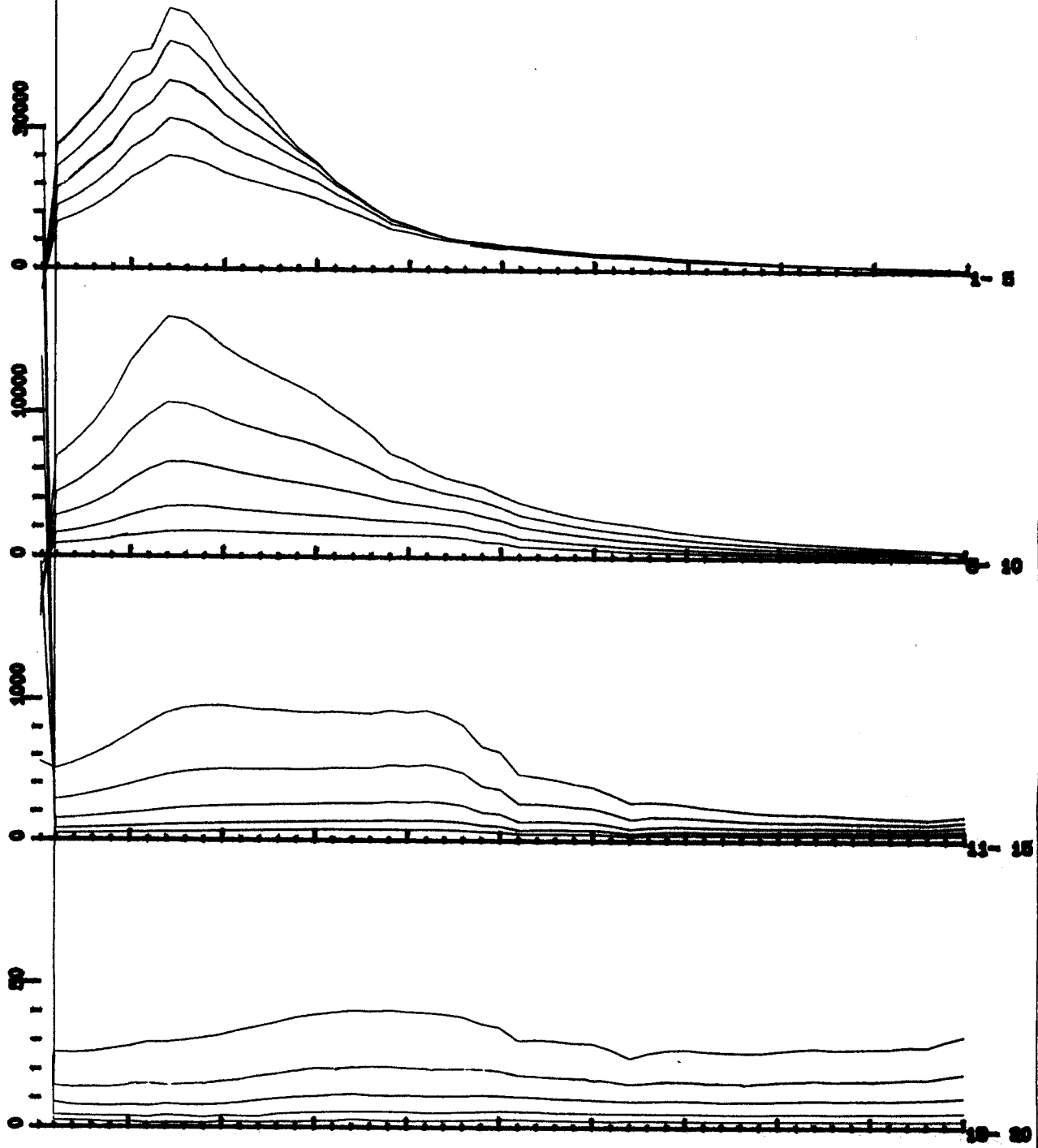


Figura 7.- Registros del sondeo LH-3 con el Bucle 2.

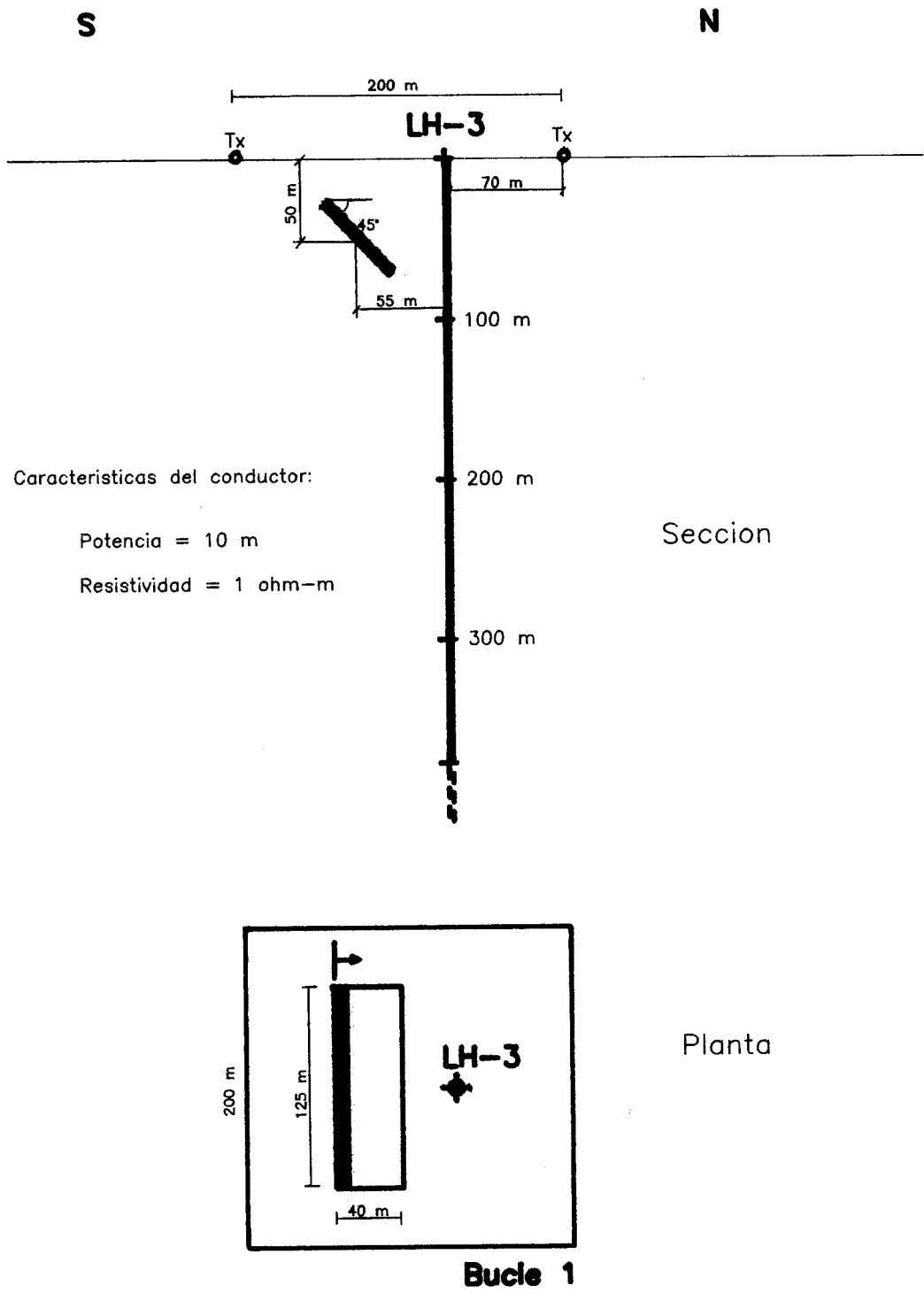


Figura 8.- Esquema empleado en la modelización del sondeo LH-3, bucle 1

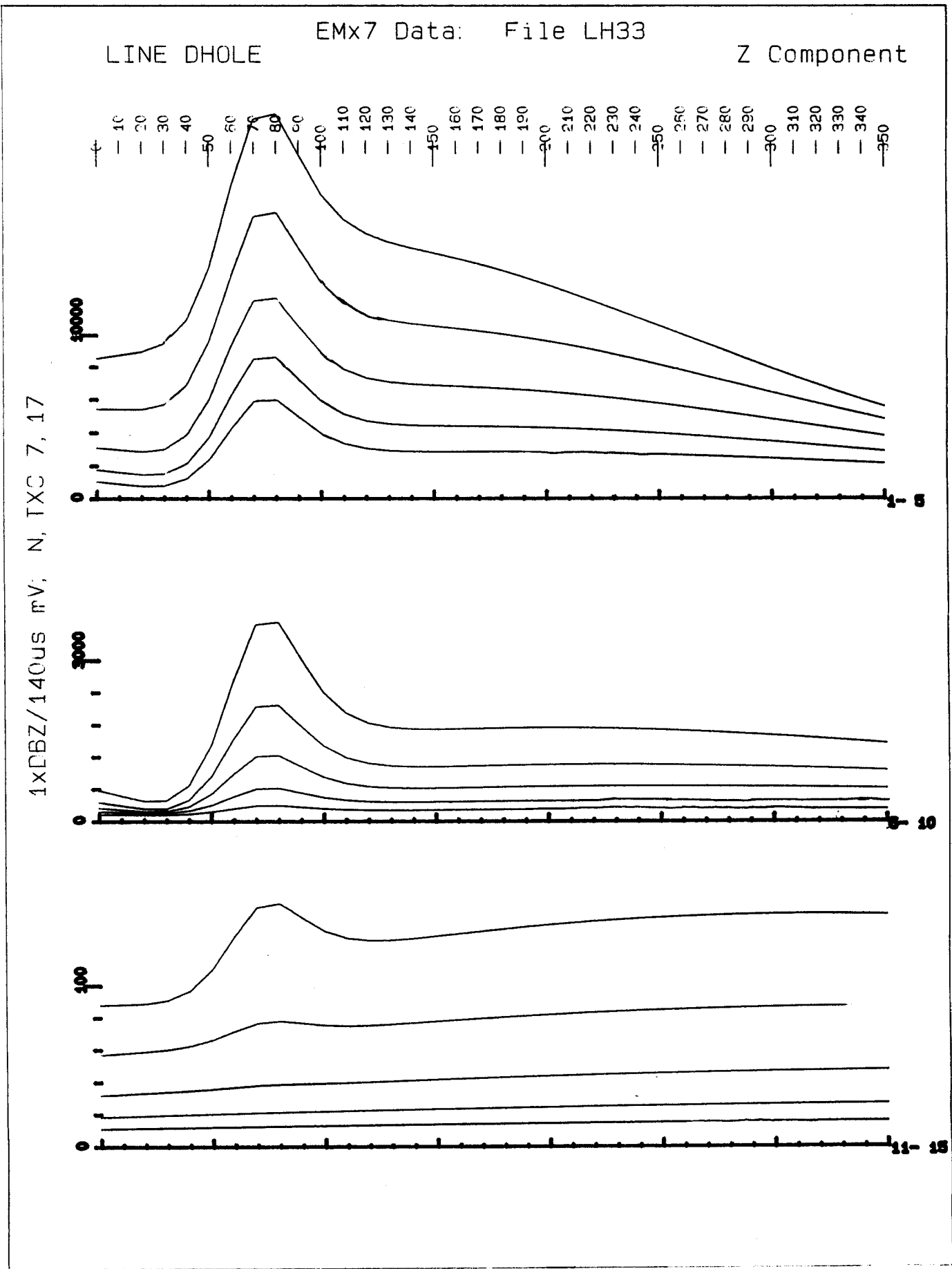


Figura 9.- Resultados de la modelización de la anomalía principal del sondeo LH-3.

LINE DHOLE

EMx7 Data: File LH45

Z Comper = τ

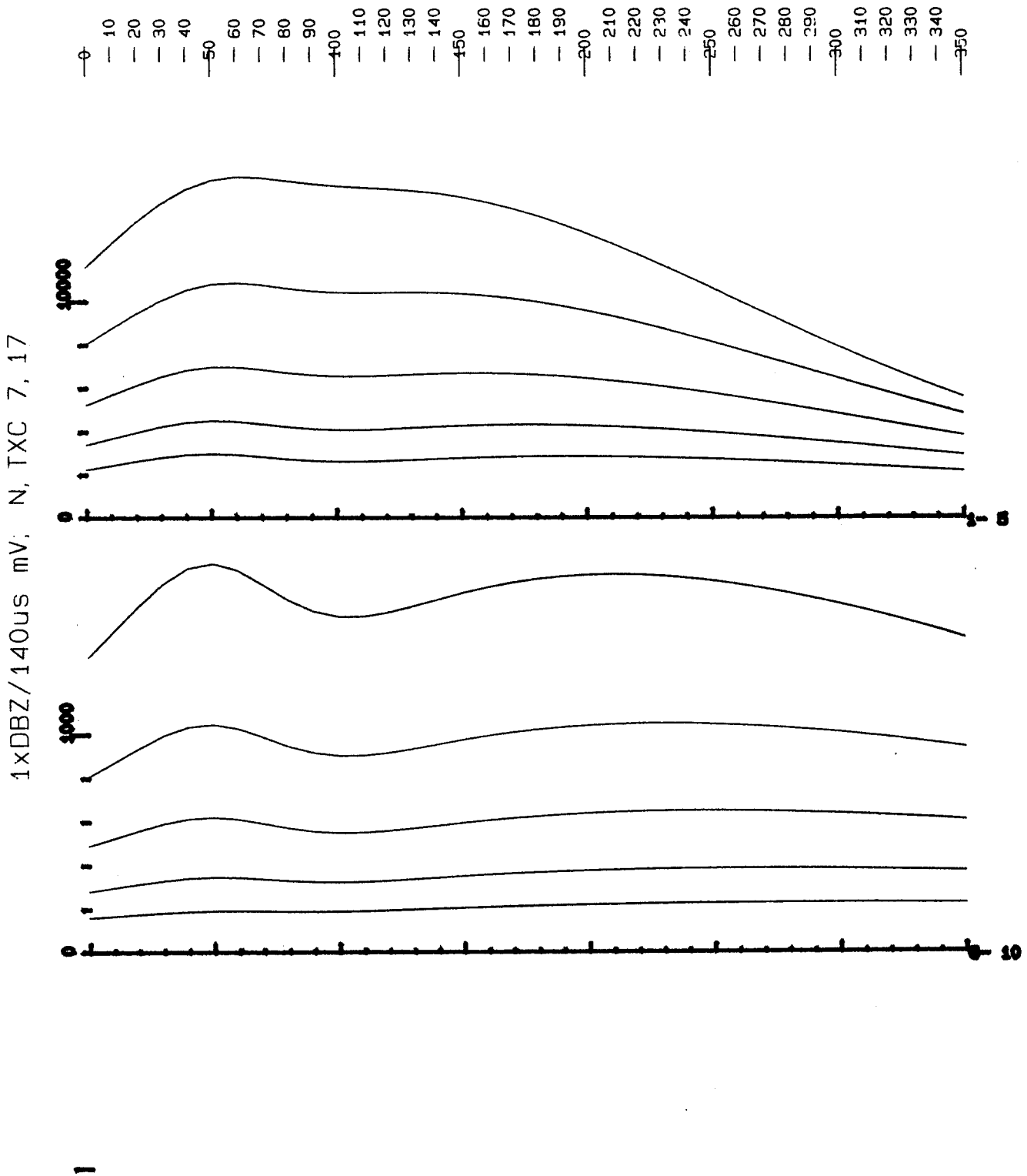


Figura 10.- Resultados de la modelización de la anomalía principal del sondeo LH-3, con el cuerpo conductor buzando 45° Sur.

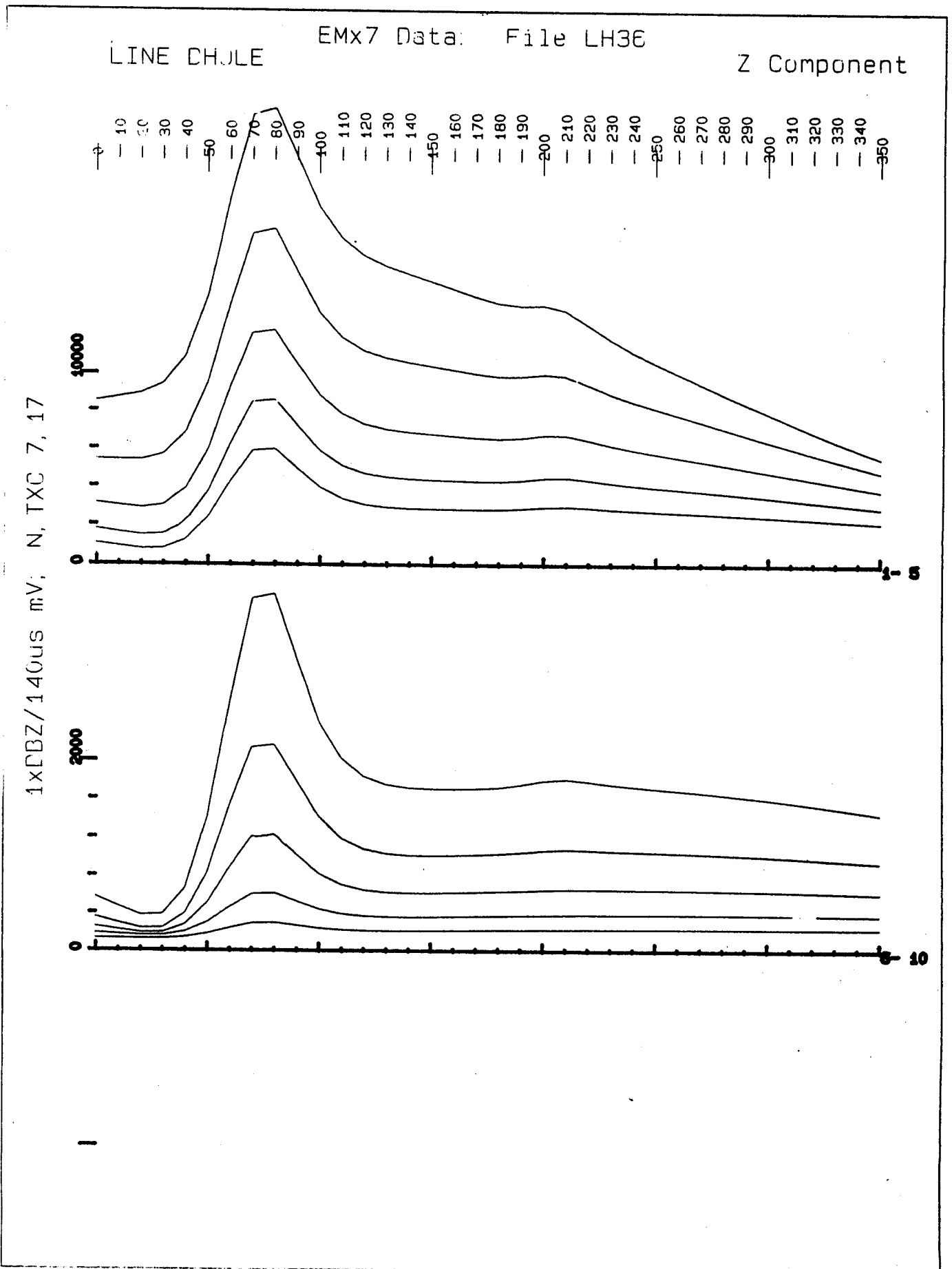


Figura 11.- Modelización de la anomalía principal, más la situada a 200 m. de profundidad en el sondeo LH-3.

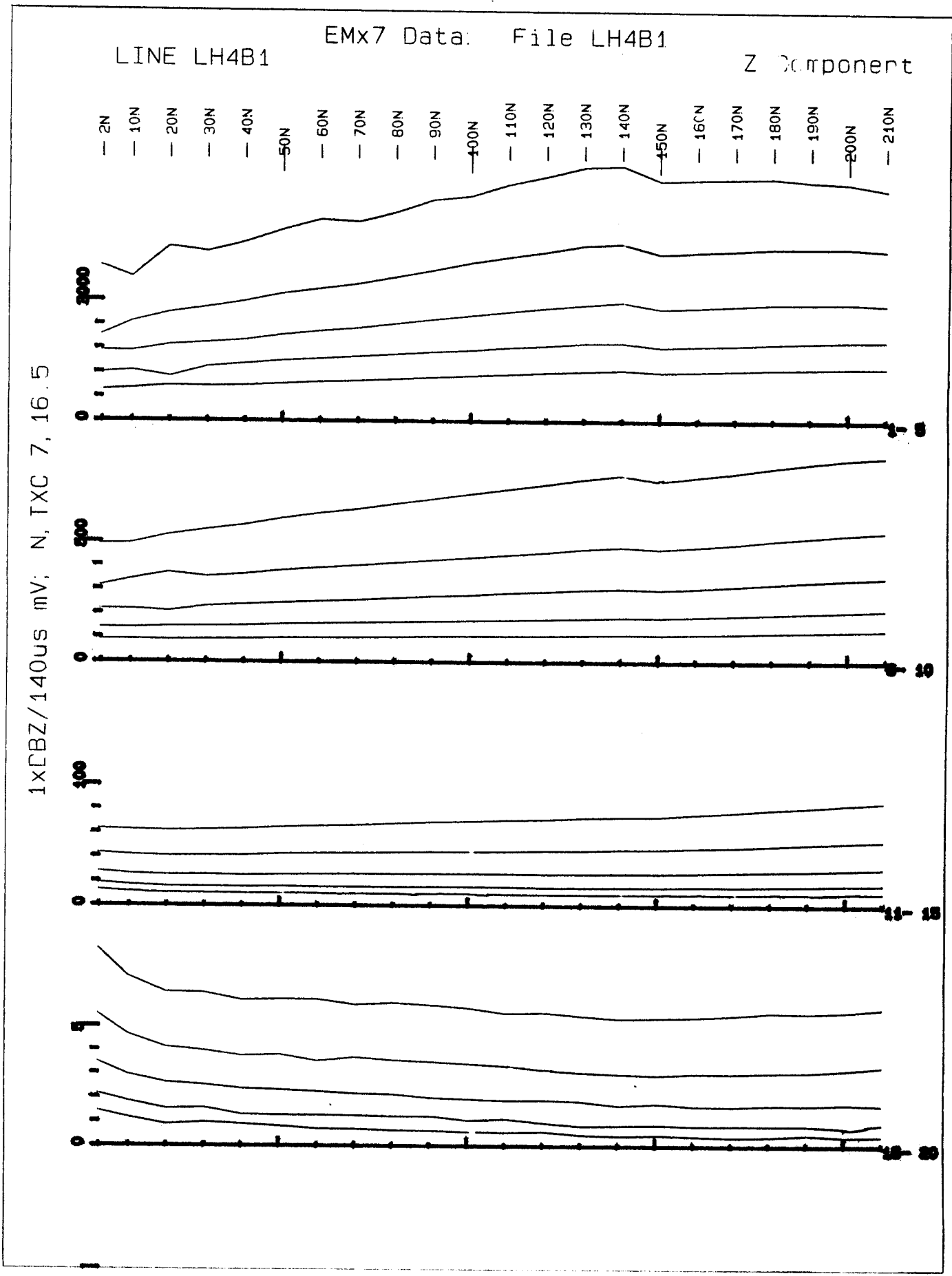


Figura 12.- Registros del sondeo LH-4 con el Bucle 1.

LINE LH4B2

EMx7 Data: File LH4B2

Z Component

— 2N — 10N — 20N — 30N — 40N — 50N — 60N — 70N — 80N — 90N — 100N — 110N — 120N — 130N — 140N — 150N — 160N — 170N — 180N — 190N — 200N — 210N

1xDBZ/185us mV; N, TXC 7, 16.5

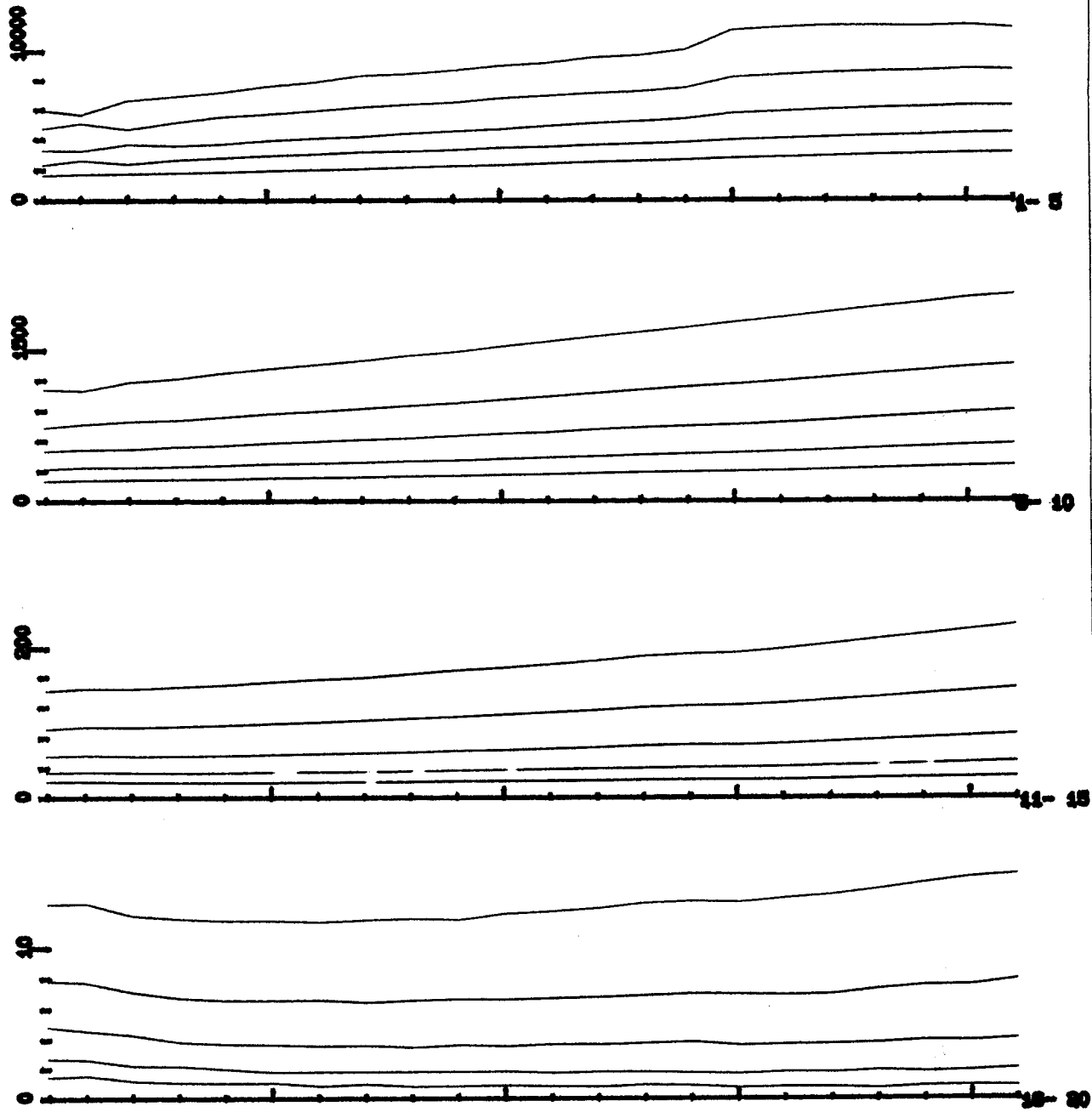


Figura 13.- Registros del sondeo LH-4 con el Bucle 2.

COMPONENTE VERTICAL

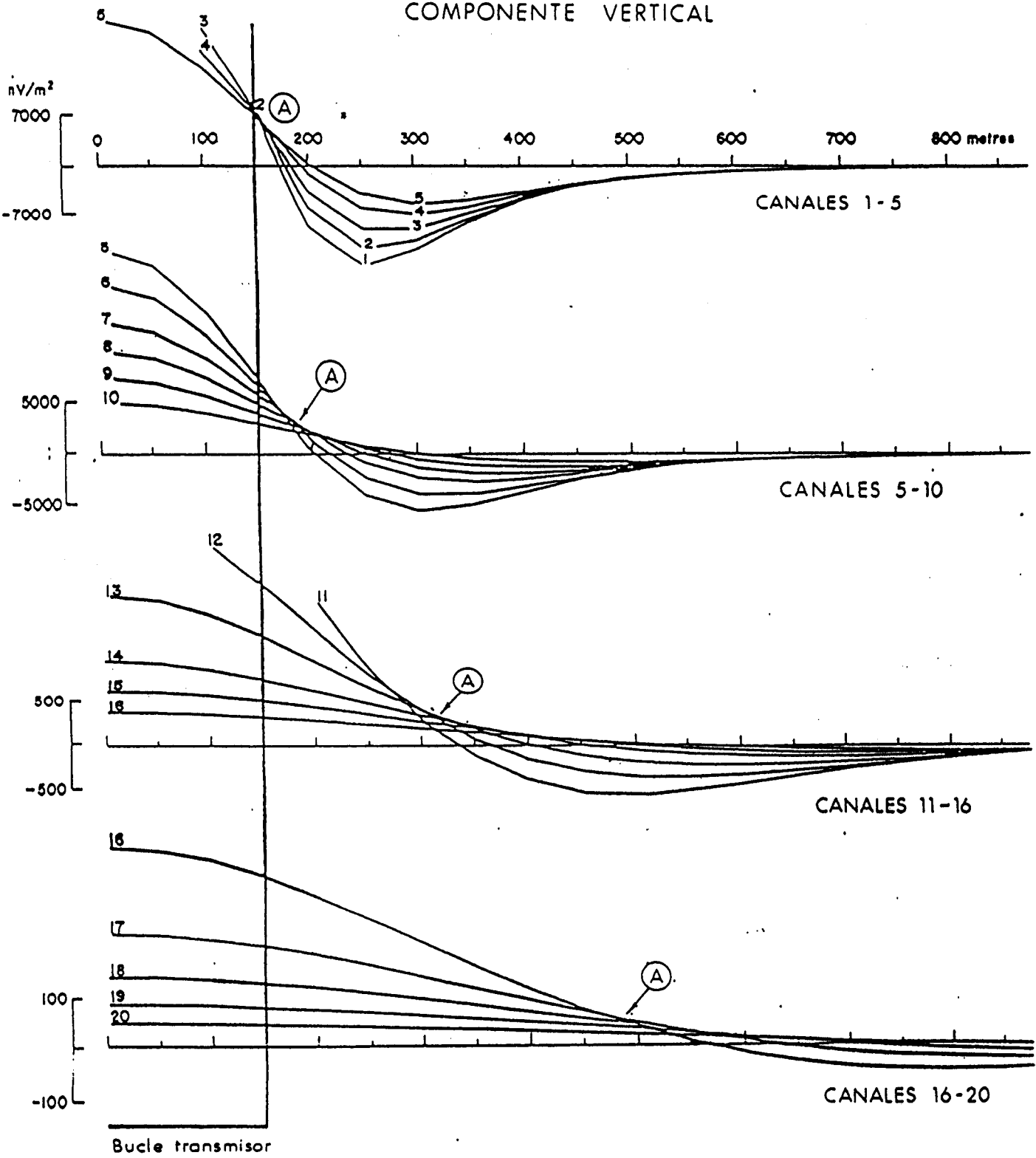


Figura 14.- Aspectos significativos de las medidas de la componente vertical correspondiente a un medio homogéneo.

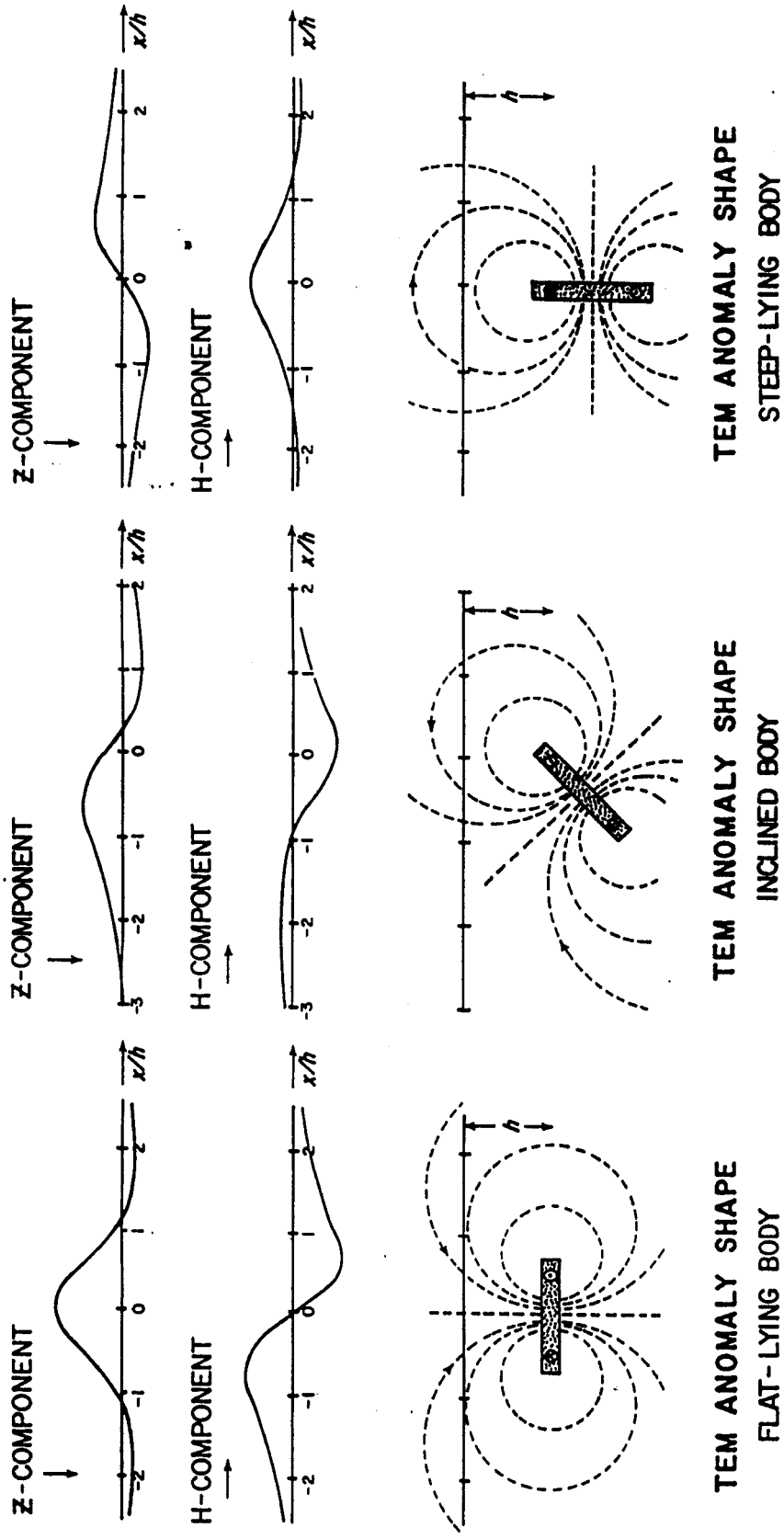
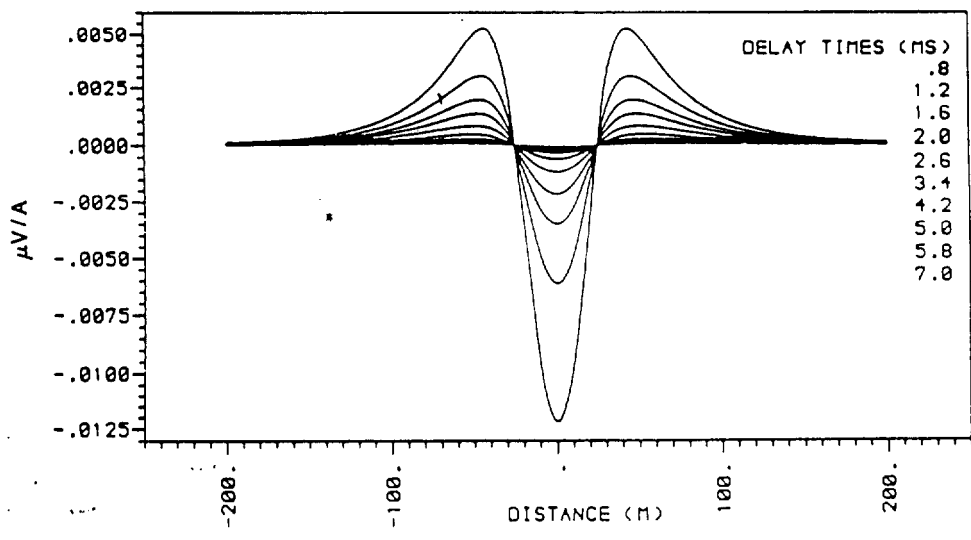
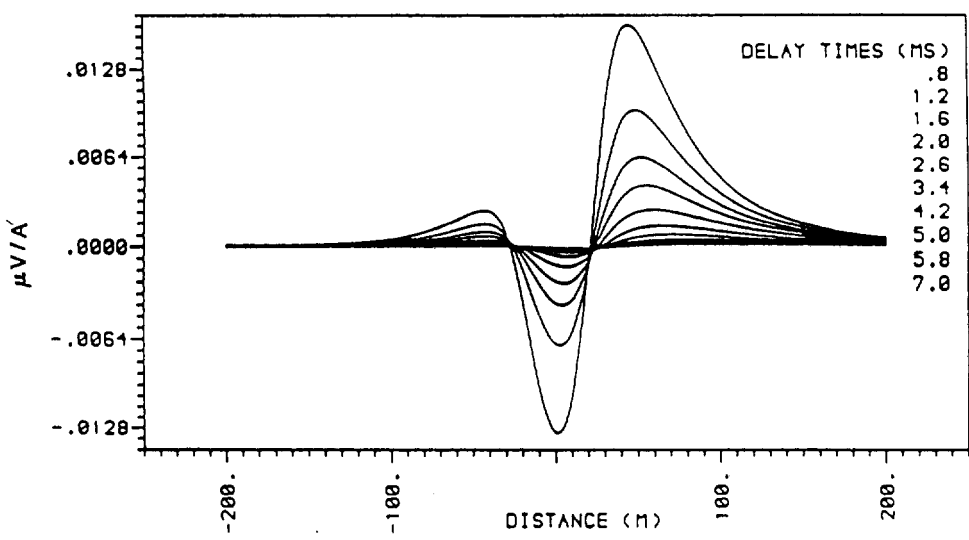


Figura 15.- Respuestas EMDT correspondientes a un conductor de tipo tabular. Medidas con dispositivo TURAM.



DEPTH (m)

TX-RX SPACING 50. M
DEPTH OF PLATE 25.
DIP 90.0°
STRIKE 90.0°
CONDUCTANCE 50.0



DEPTH (m)

TX-RX SPACING 50. M
DEPTH OF PLATE 25.
DIP 15.0°
STRIKE 90.0°
CONDUCTANCE 50.0

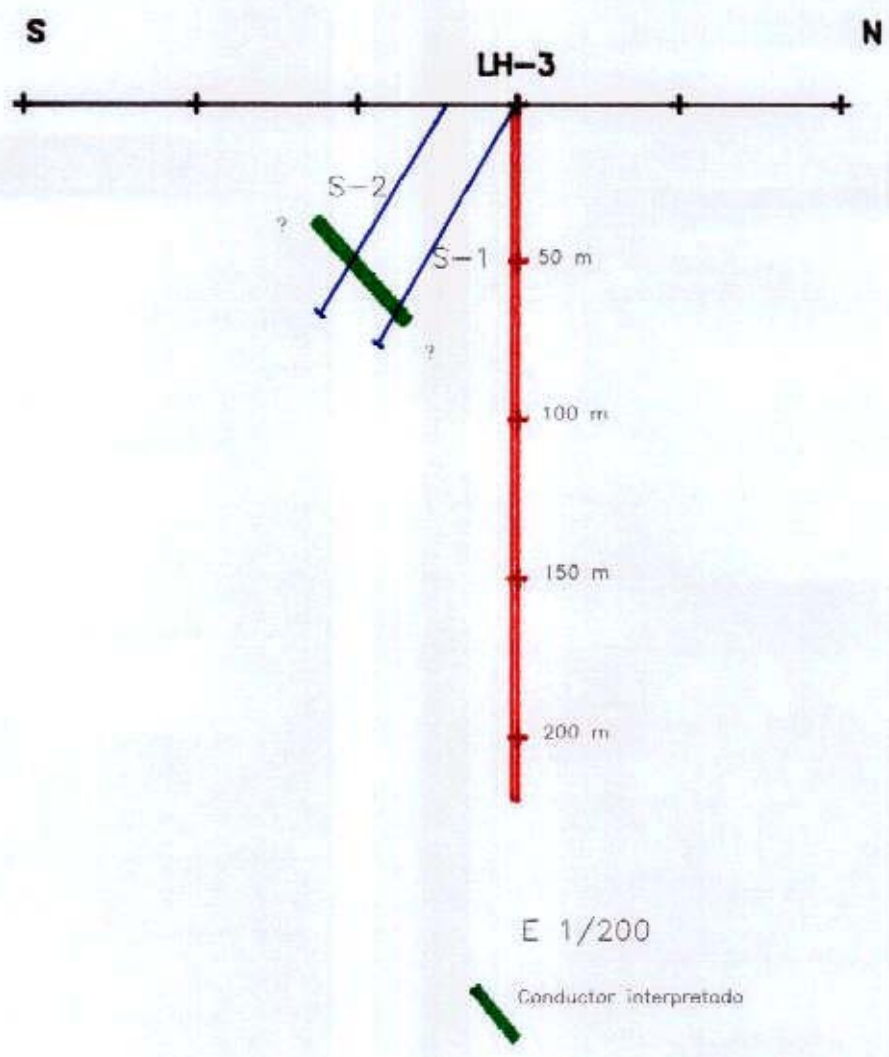
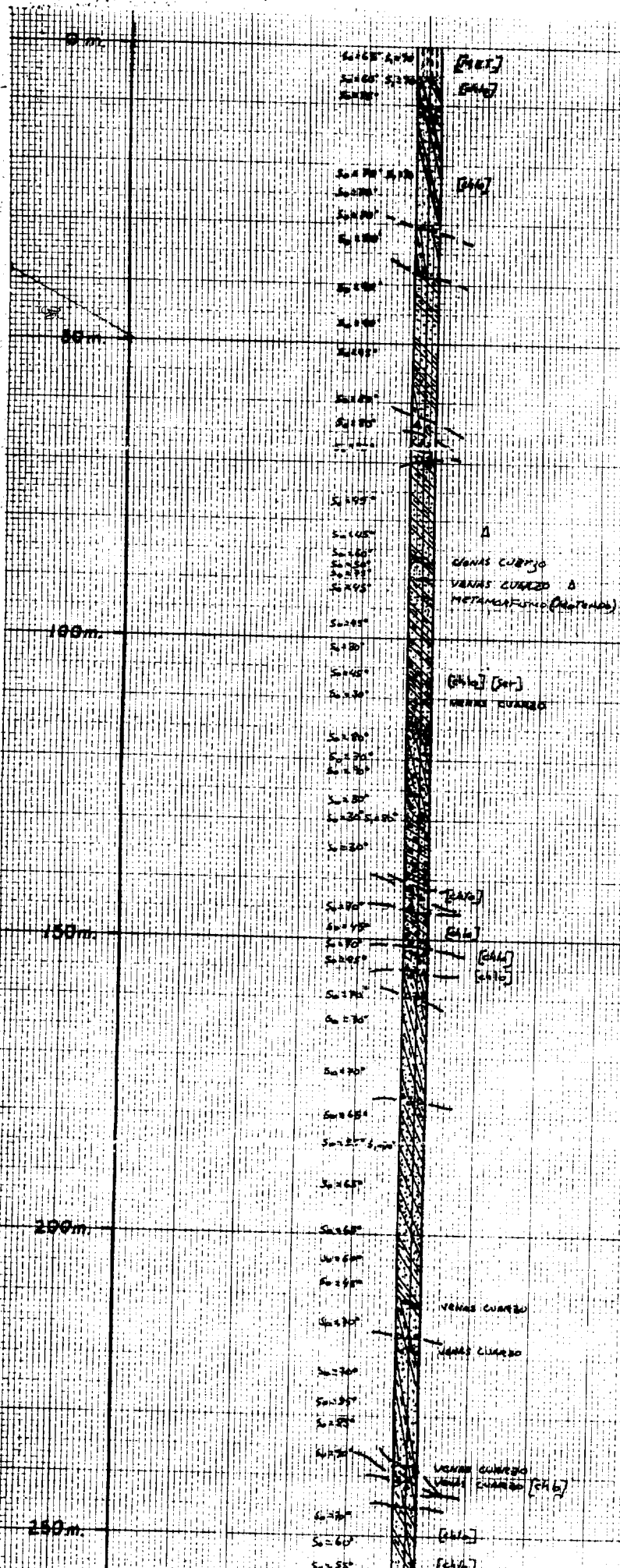


Figura 17.- Sondeos recomendados para el reconocimiento de la anomalía principal del sondeo LH-3.

ANEXO 1.-

Columnas estratigráficas de los sondeos de Las Herrerías.

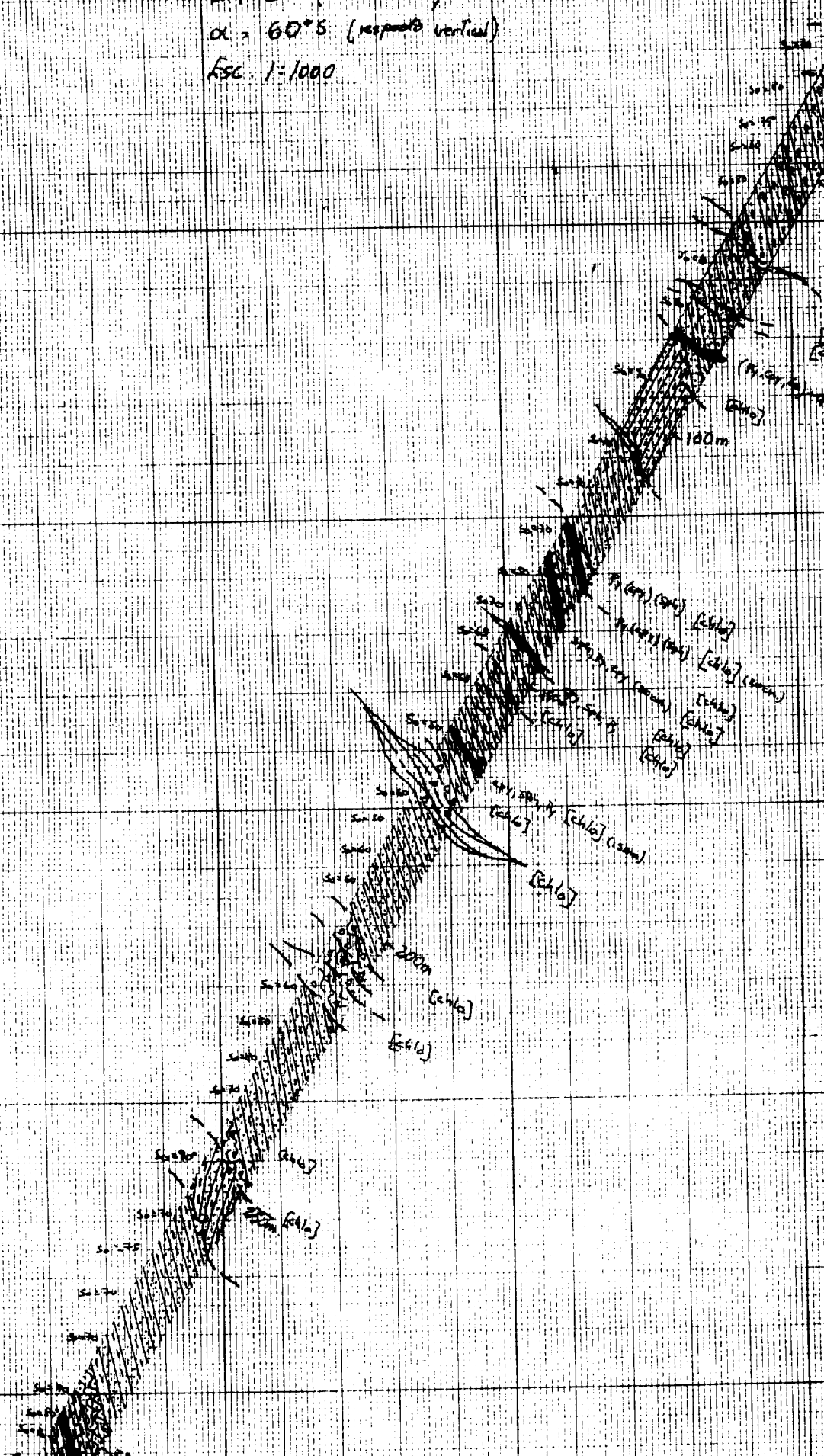
Sondeo LM-1
 ESC. 1:1000



LH-2 (334.10m)

$\alpha = 60^\circ S$ (respecto vertical)

Esc. 1:1000



LH-3

0m

50m

100m

150m

200m

250m

$S_0 = 75^\circ$

$S_0 = 20^\circ$

$S_0 = 40^\circ$

$S_0 = 70^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 40^\circ$

$S_0 = 50^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 70^\circ$

$S_0 = 70^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

$S_0 = 50^\circ$

$S_0 = 55^\circ$

[Met] (P. x Quartz)

(9)
 [Hidro] (9)
 [Chlo]

F
 [Hidro] (9)

F (9) [Hidro]

F [Hidro]

F [Hidro]

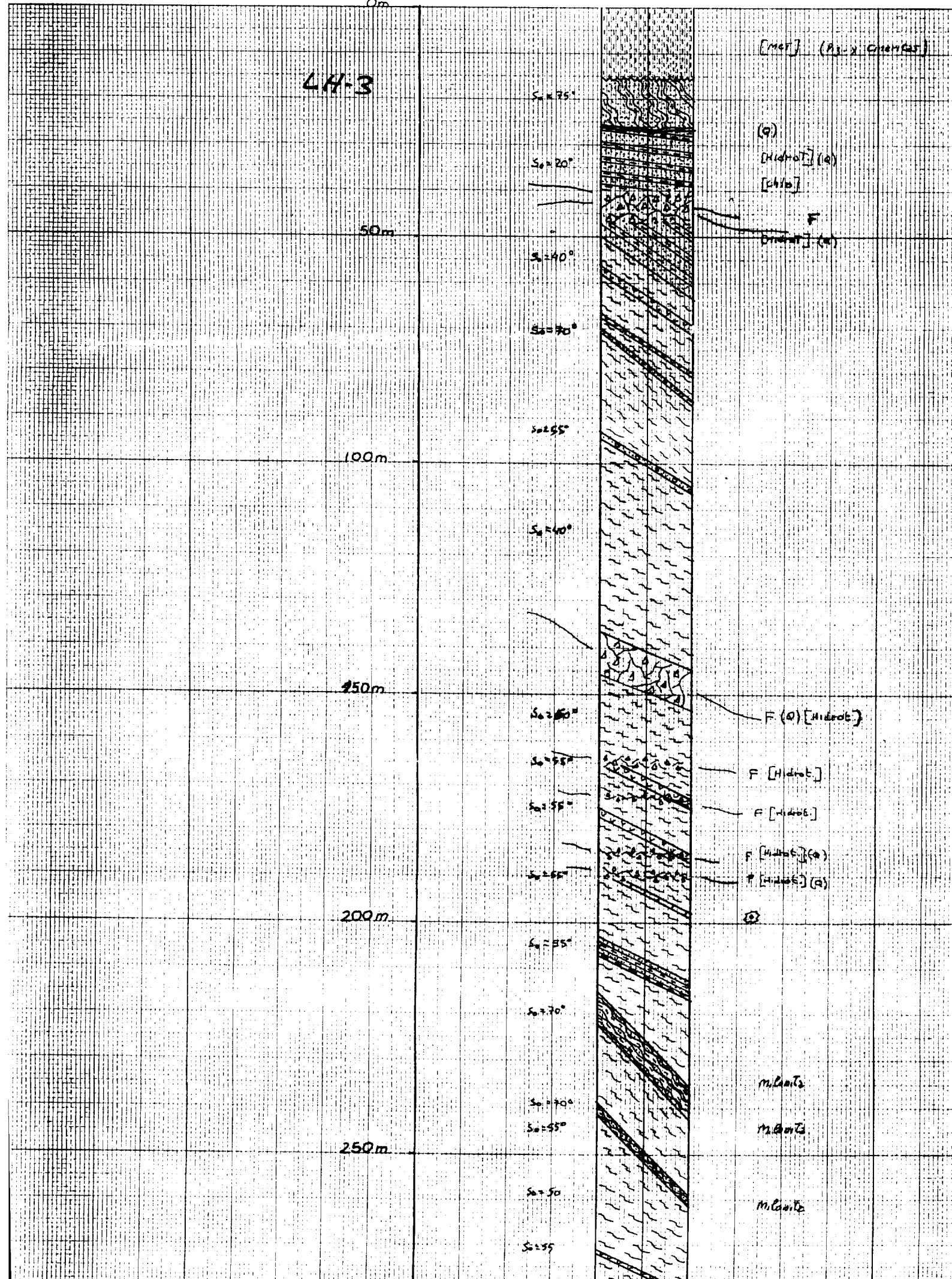
F [Hidro] (9)

F [Hidro] (9)

m. Lente

m. Lente

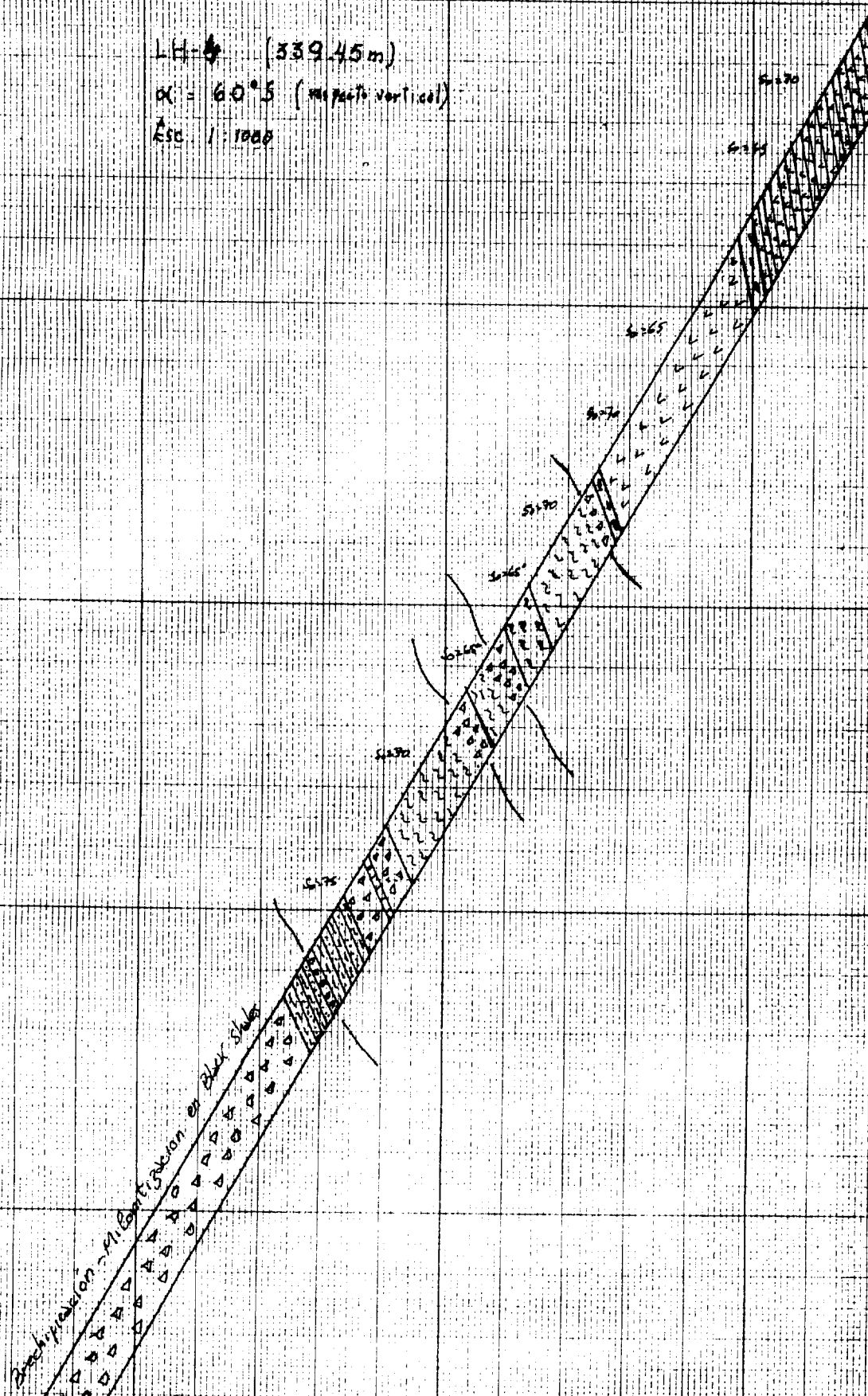
m. Lente



LH-4 (339.45m)

$\alpha = 60^{\circ}5$ (respecto vertical)

Ese. 1:1000



Basculacion - M. Contr. de Bloques

ANEXO 2.-

Perfiles correspondientes a las medidas EMDT con bucle
fijo en Los Cuquiles.

EMx7 Data: File CORUM1T

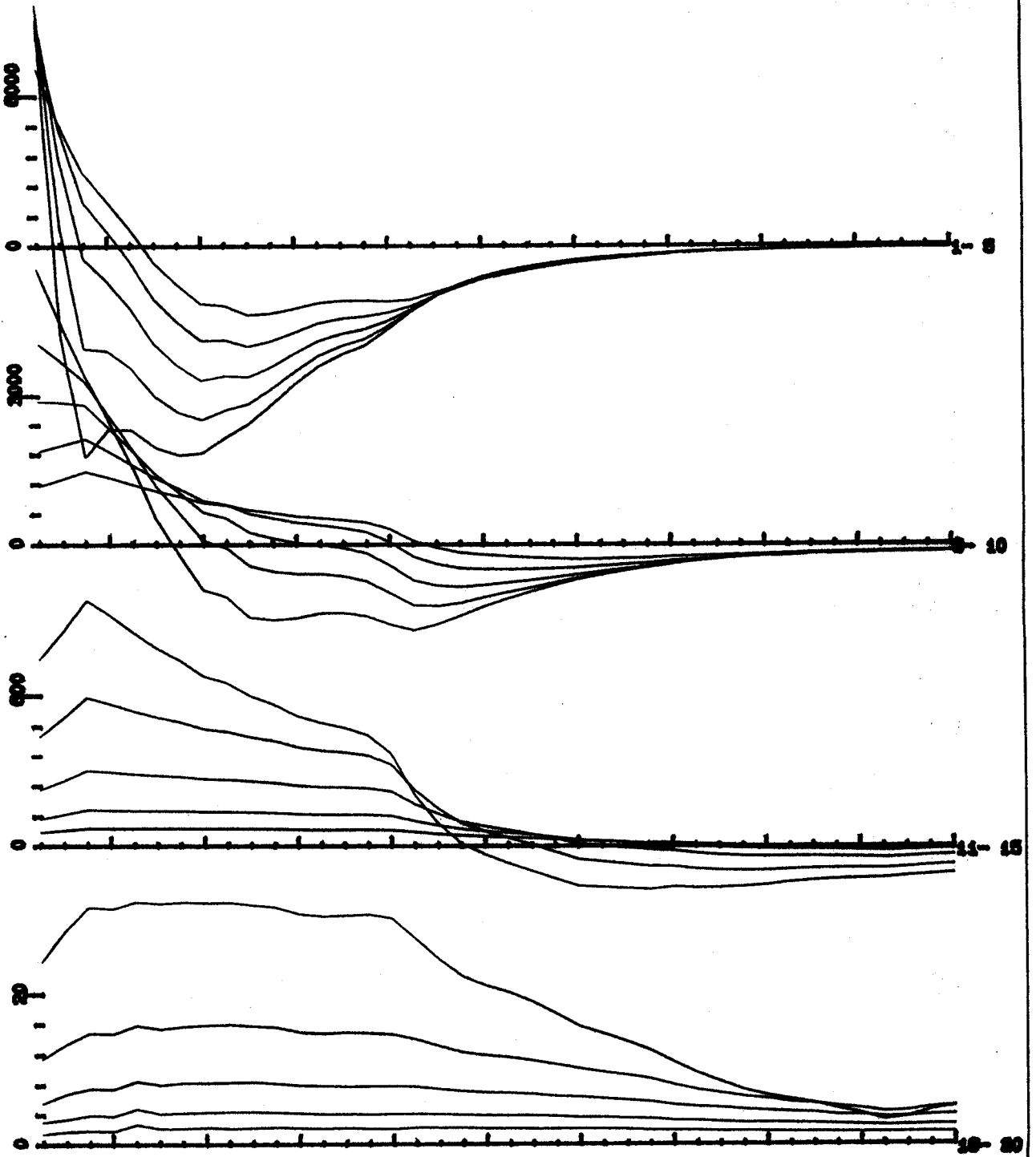
LINE

1

Z Component

- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E

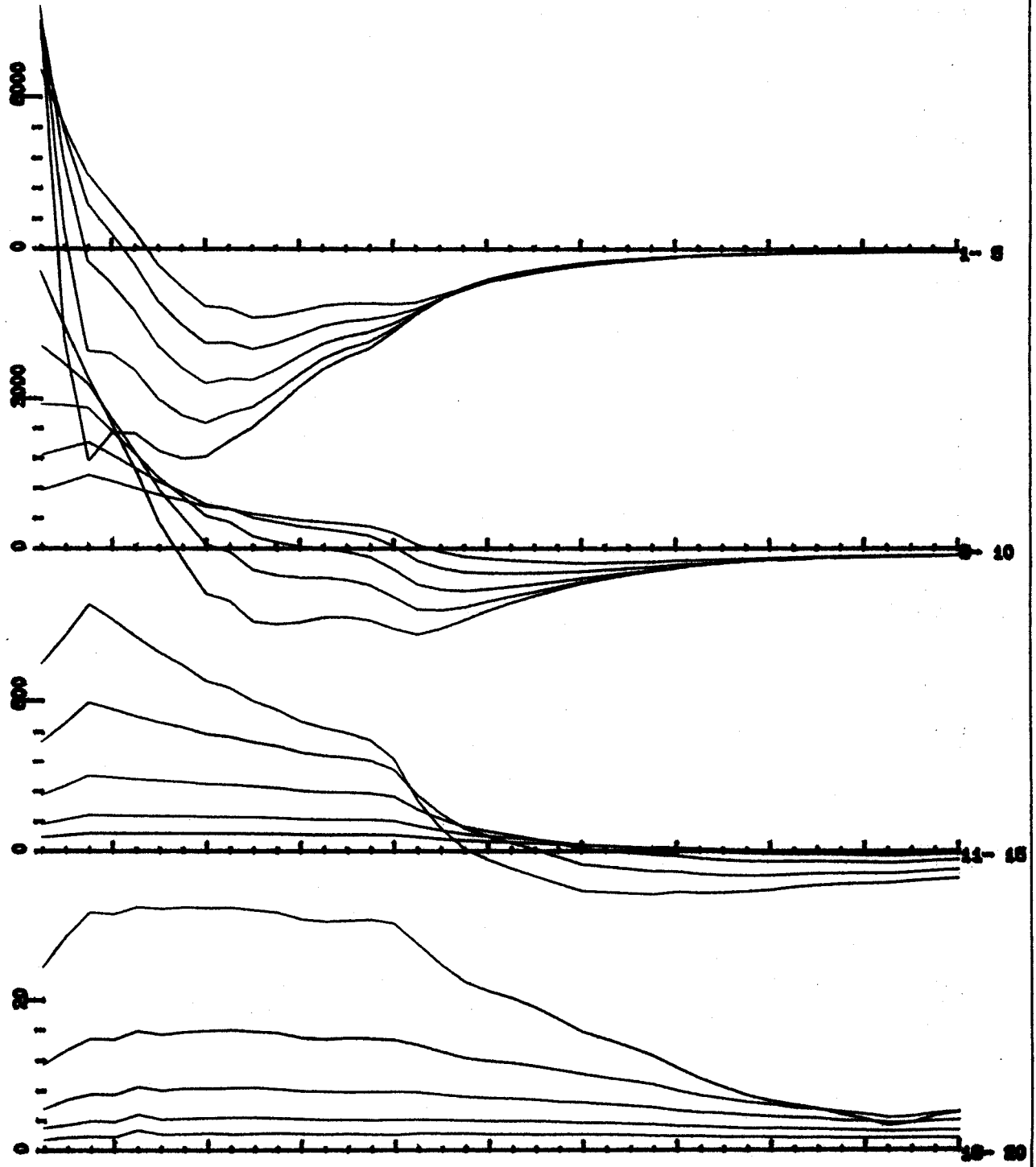
1xDBZ/240us mv; N, TXC 7, 16.5



LINE 1 EMx7 Data: File CORUM1T Z Component

- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E

1xDBZ/240us mV; N, TXC 7, 16.5



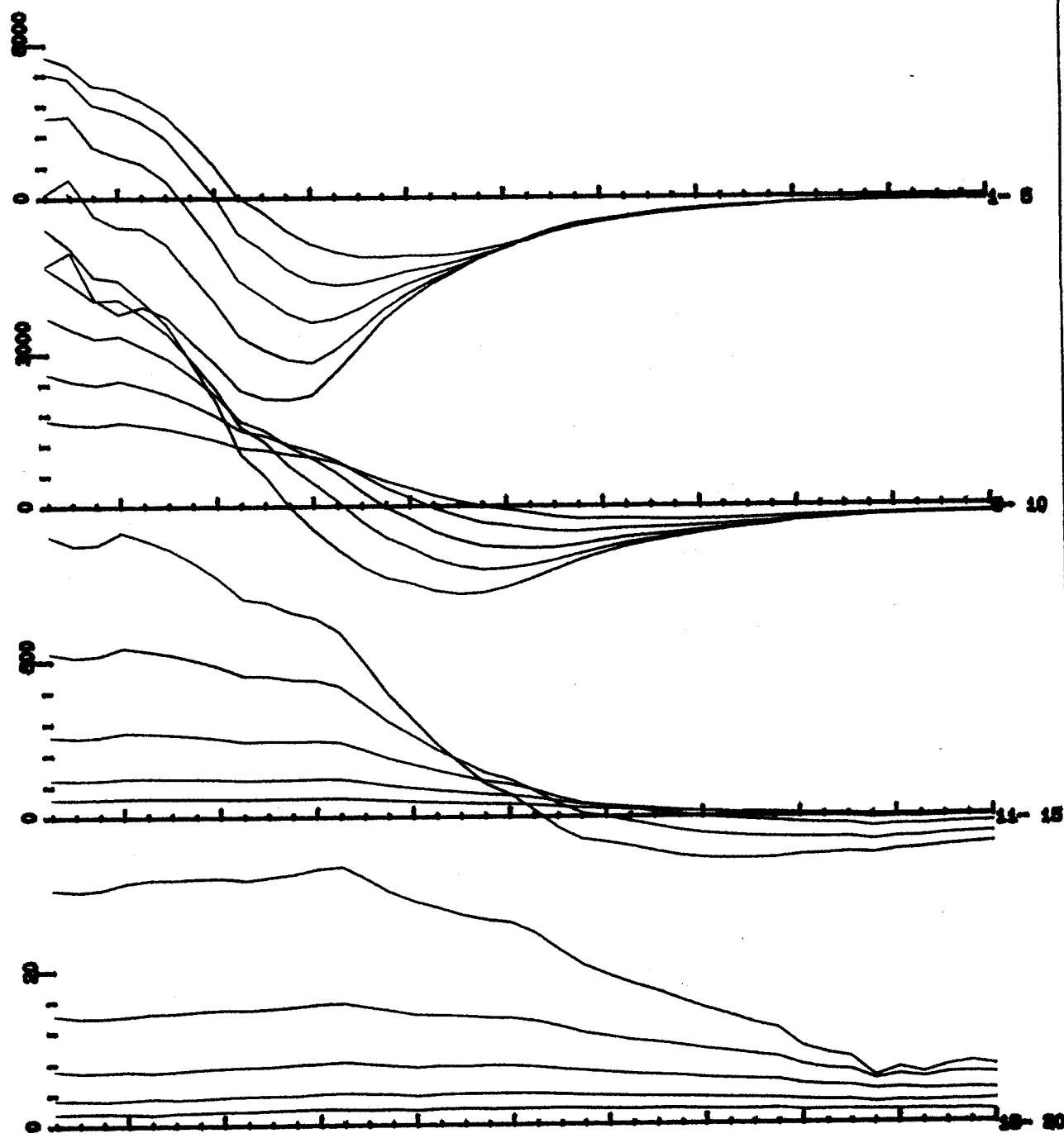
LINE

2

Z Component

- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E

1xDBZ/240us mv; N, TXC 7, 16.5



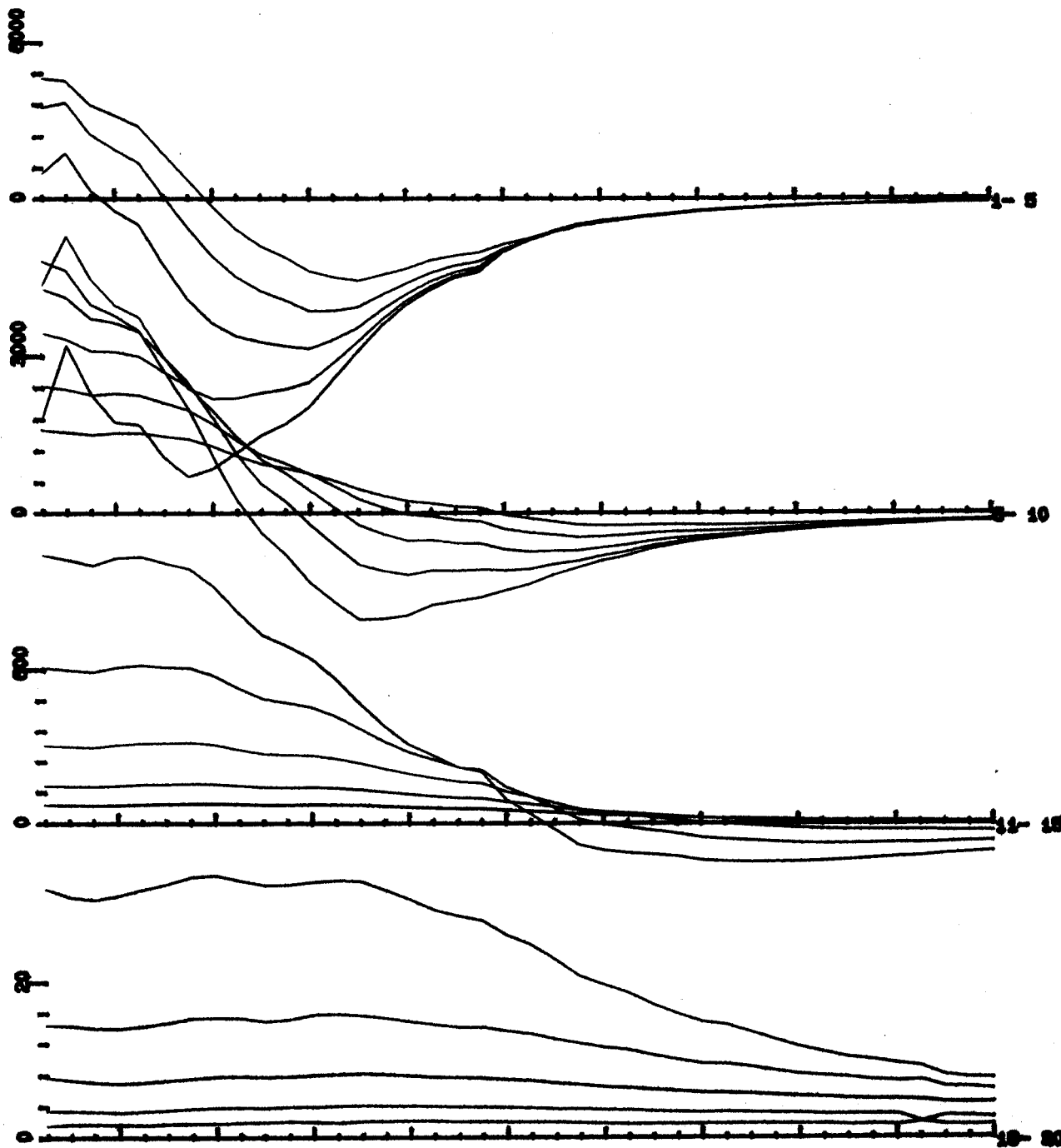
LINE

3

Z Component

- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E

1xDBZ/240us mV; N, TXC 7, 16.5



EMx7 Data: File CORUM4

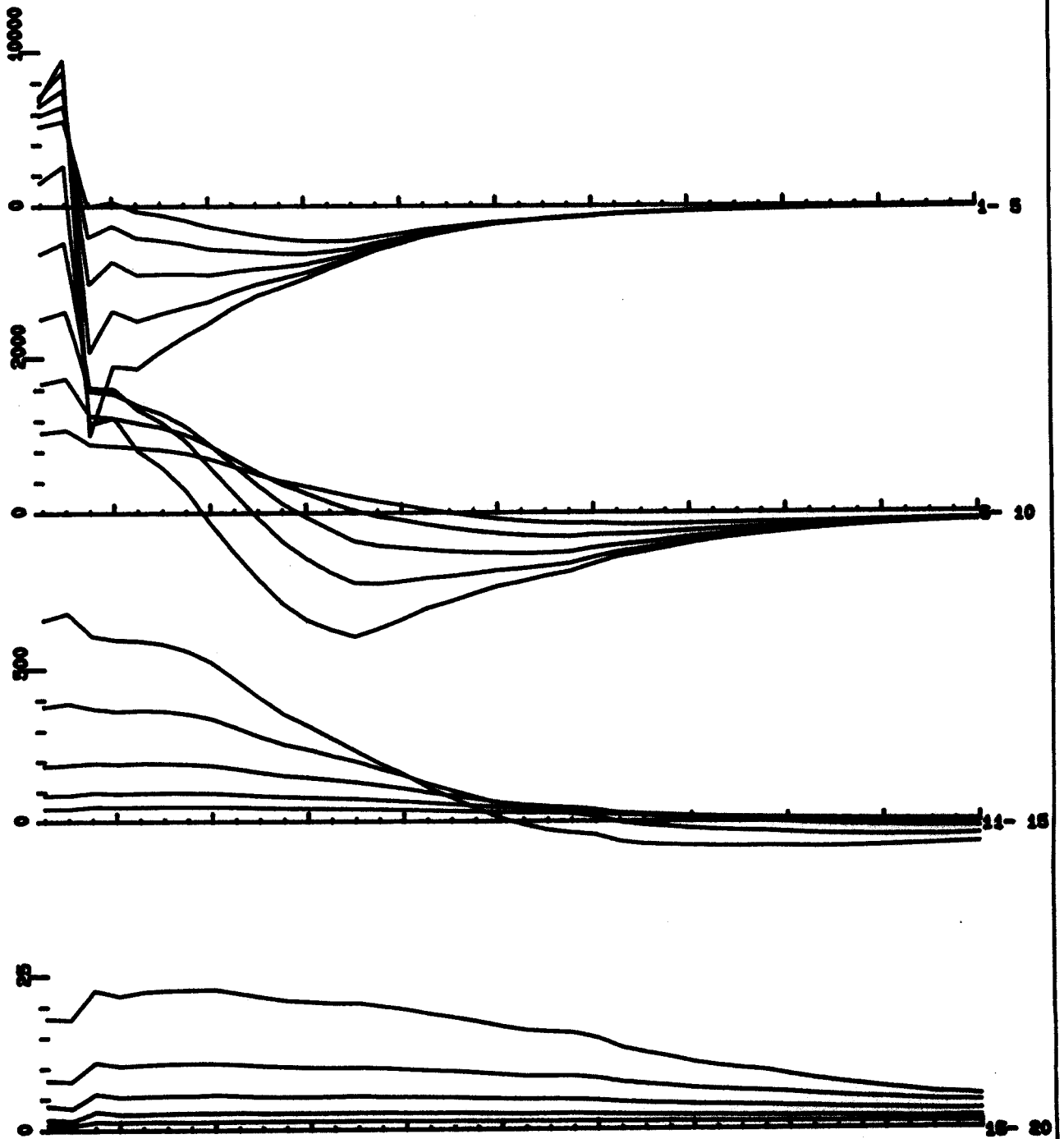
LINE

4

Z Component

- 20E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E

1xDBZ/240us mv; N, TXC 7.16.5



EMx7 Data: File CORUM5

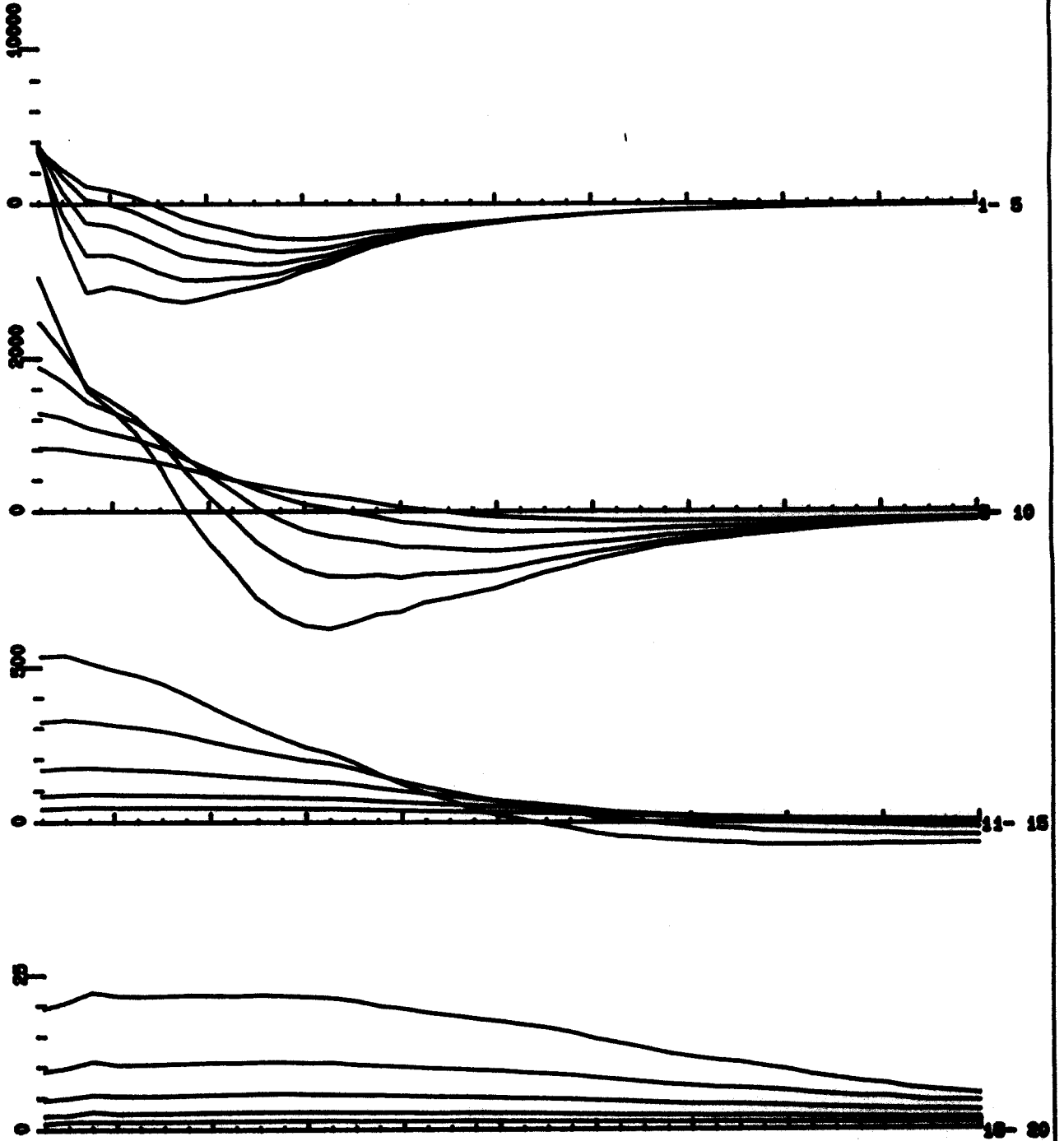
LINE

5

Z Component

- 28E
- 50E
- 78E
- 100E
- 128E
- 150E
- 178E
- 200E
- 228E
- 250E
- 278E
- 300E
- 328E
- 350E
- 378E
- 400E
- 428E
- 450E
- 478E
- 500E
- 528E
- 550E
- 578E
- 600E
- 628E
- 650E
- 678E
- 700E
- 728E
- 750E
- 778E
- 800E
- 828E
- 850E
- 878E
- 900E
- 928E
- 950E
- 978E
- 1000E

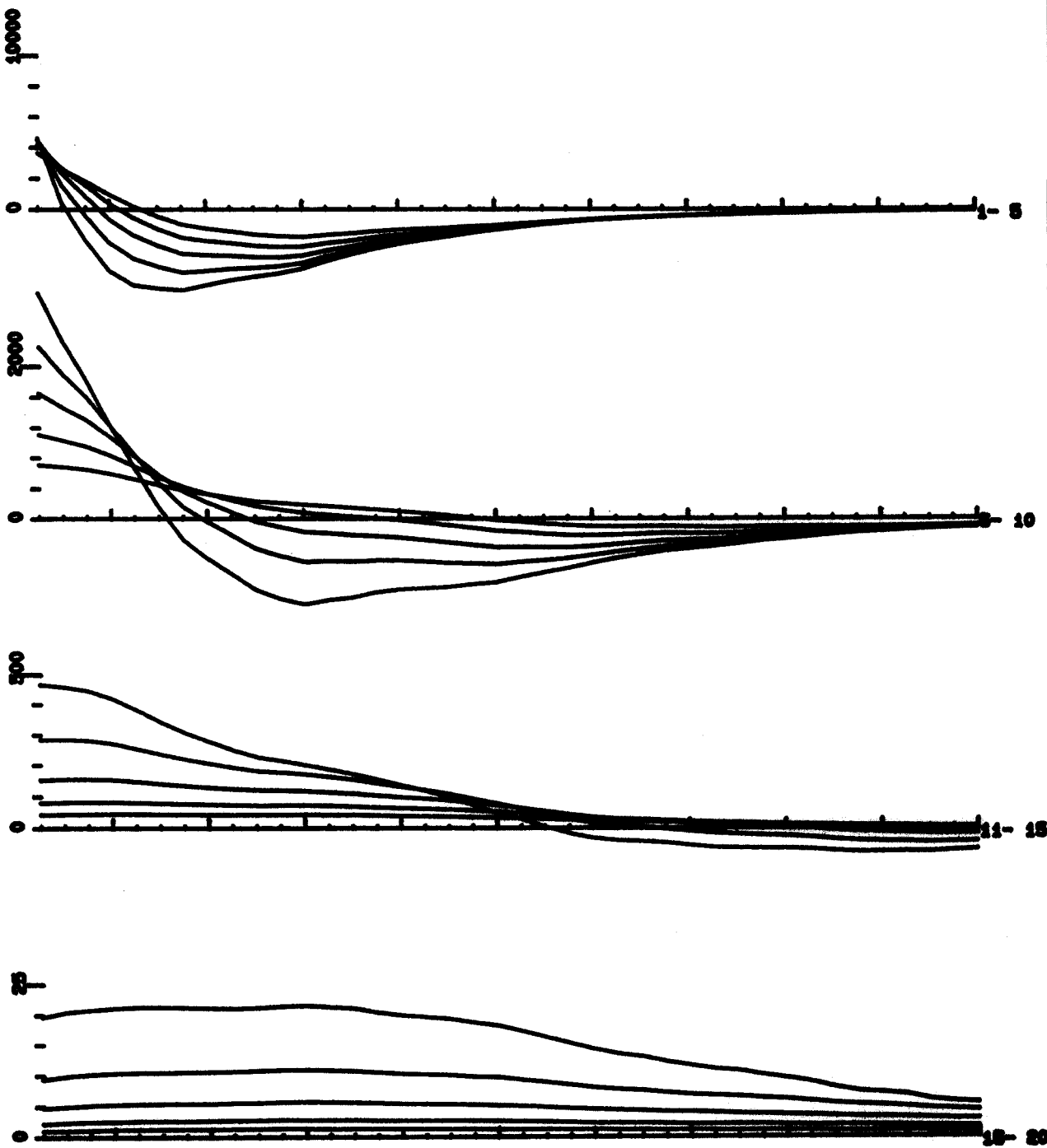
1xDBZ/240us mv; N, TXC 7, 16.5



LINE 6 EMx7 Data: File CORUM6 Z Component

25E
50E
75E
100E
125E
150E
175E
200E
225E
250E
275E
300E
325E
350E
375E
400E
425E
450E
475E
500E
525E
550E
575E
600E
625E
650E
675E
700E
725E
750E
775E
800E
825E
850E
875E
900E
925E
950E
975E
1000E

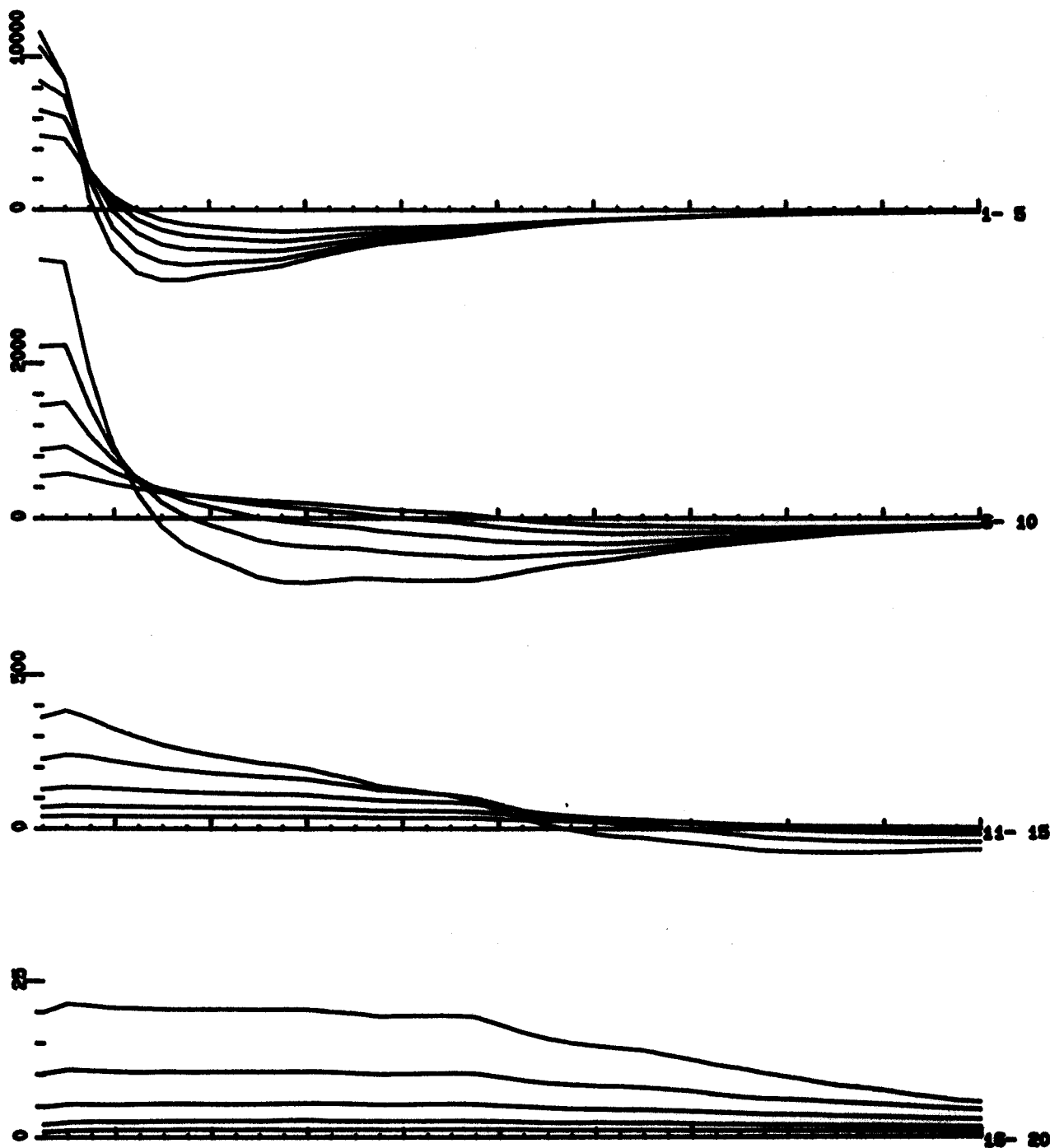
1xDBZ/240us mv: N, TXC 7.16.5



LINE 7 EMx7 Data: File CORUM7 Z Component

28E
50E
75E
100E
125E
150E
175E
200E
225E
250E
275E
300E
325E
350E
375E
400E
425E
450E
475E
500E
525E
550E
575E
600E
625E
650E
675E
700E
725E
750E
775E
800E
825E
850E
875E
900E
925E
950E
975E
1000E

1xDBZ/240us mV; N, TXC 7, 16.5



EMx7 Data: File CORUM8

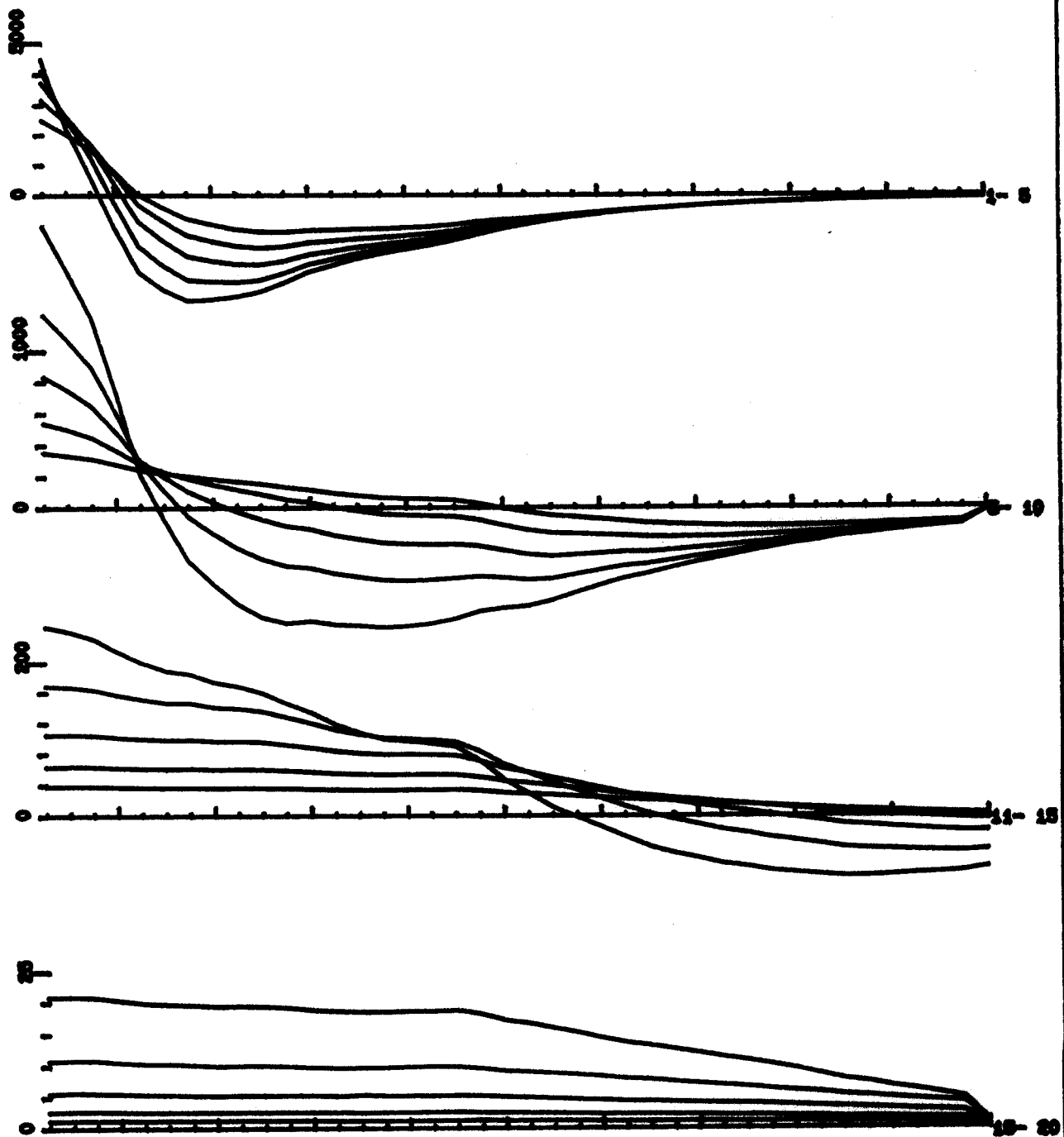
LINE

8

Z Component

- 120E
- 130E
- 140E
- 150E
- 160E
- 170E
- 180E
- 190E
- 200E
- 210E
- 220E
- 230E
- 240E
- 250E
- 260E
- 270E
- 280E
- 290E
- 300E
- 310E
- 320E
- 330E
- 340E
- 350E
- 360E
- 370E
- 380E
- 390E
- 400E
- 410E
- 420E
- 430E
- 440E
- 450E
- 460E
- 470E
- 480E
- 490E
- 500E
- 510E
- 520E
- 530E
- 540E
- 550E
- 560E
- 570E
- 580E
- 590E
- 600E
- 610E
- 620E
- 630E
- 640E
- 650E
- 660E
- 670E
- 680E
- 690E
- 700E
- 710E
- 720E
- 730E
- 740E
- 750E
- 760E
- 770E
- 780E
- 790E
- 800E
- 810E
- 820E
- 830E
- 840E
- 850E
- 860E
- 870E
- 880E
- 890E
- 900E

1xDBZ/240us mv; N, TXC 7, 16.5



ANEXO 3.-

**Perfiles correspondientes a las medidas EMDT
con bucles móviles en Los Cuquiles.**

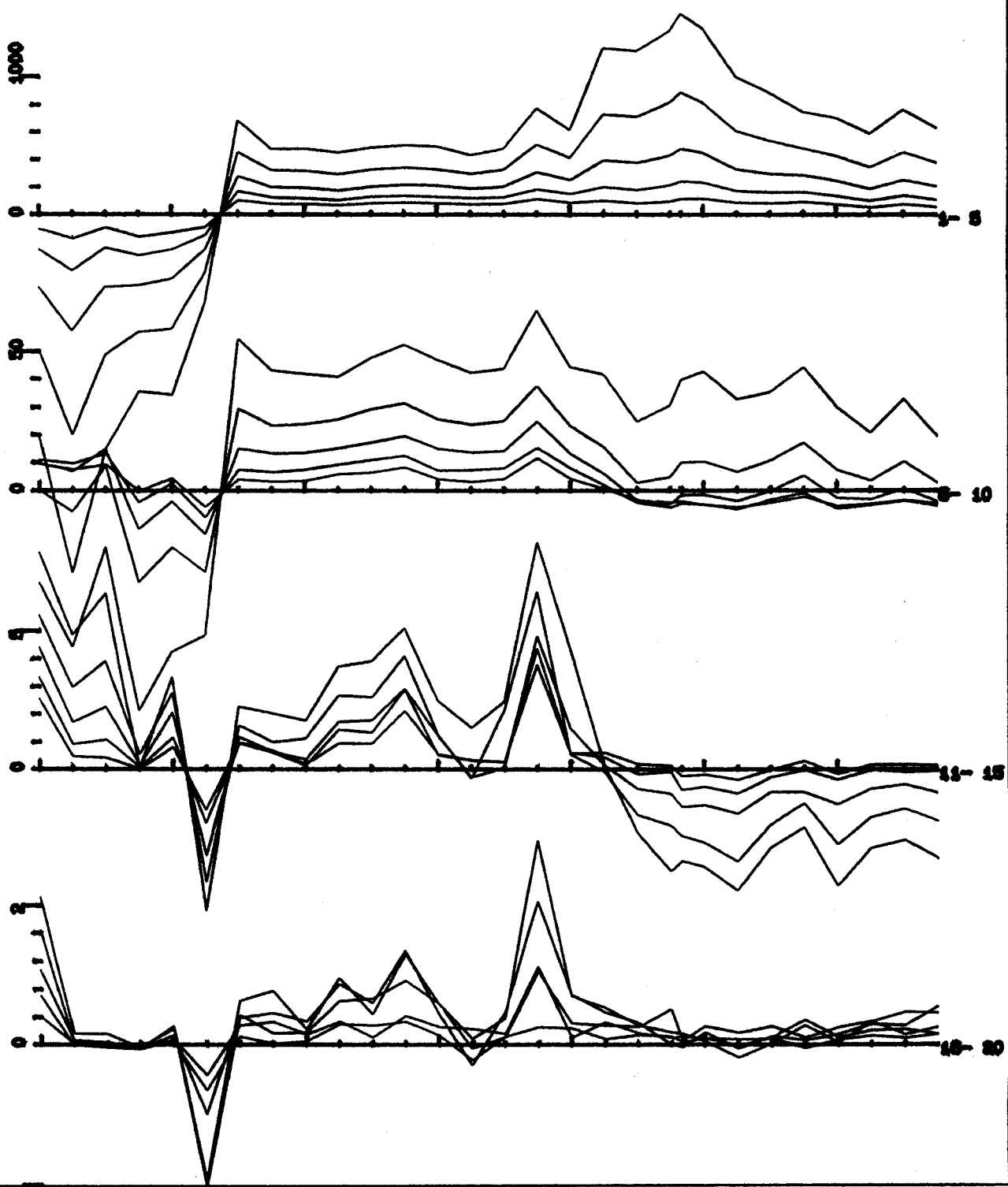
LINE 1A25

EMx7 Data: File 12557

Z Component

- 0E
- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E

1xDBZ/151us mV; N, TXC 7, 112



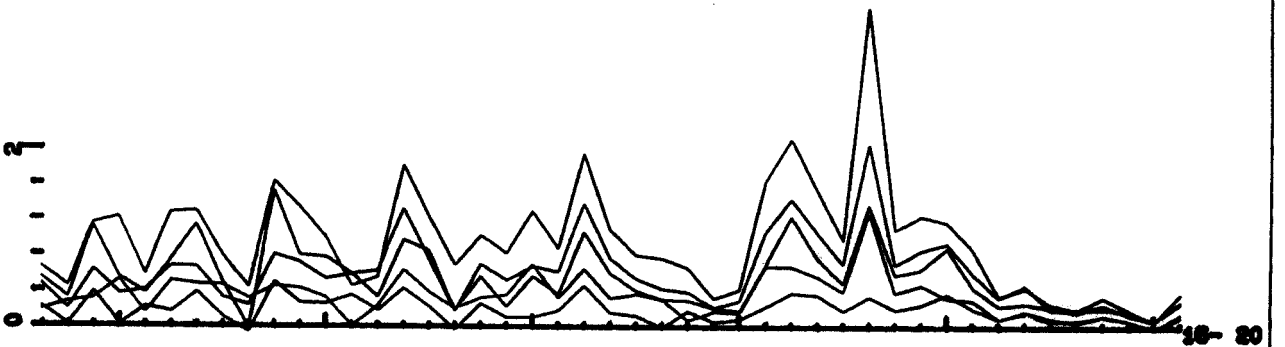
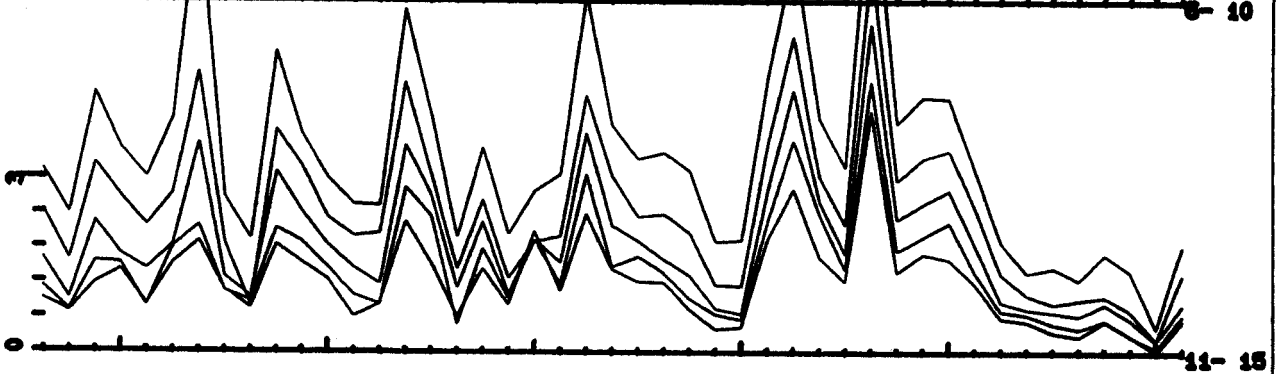
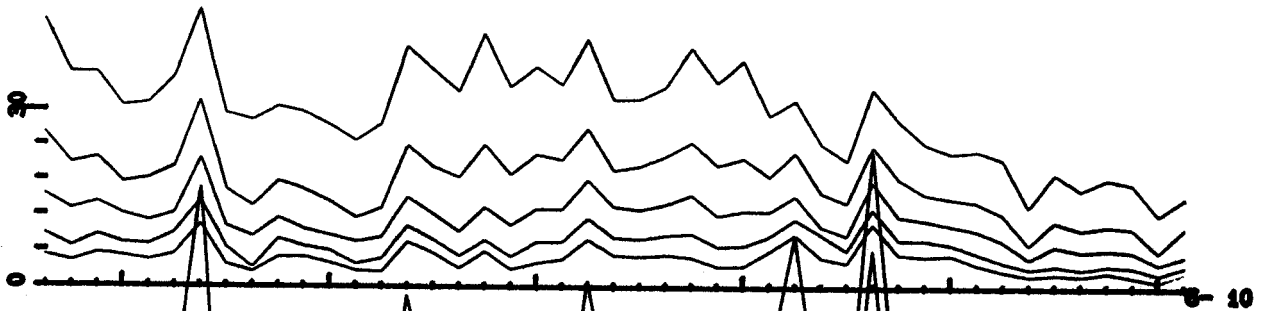
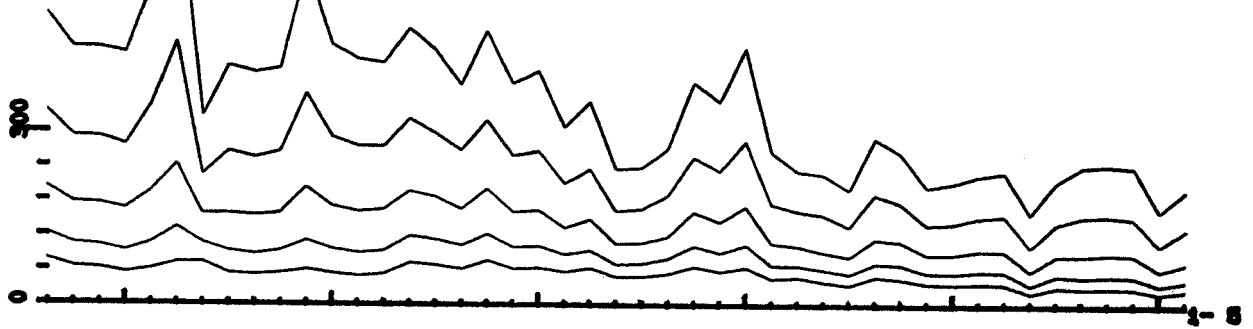
LINE 4A25

EMx7 Data: File 4A2557

Z Component

- 75E
- 50E
- 25E
- 0E
- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E
- 825E
- 850E
- 875E
- 900E
- 925E
- 950E
- 975E
- 1000E
- 1025E

1xDBZ/156us mV; N, TXC 7, 112

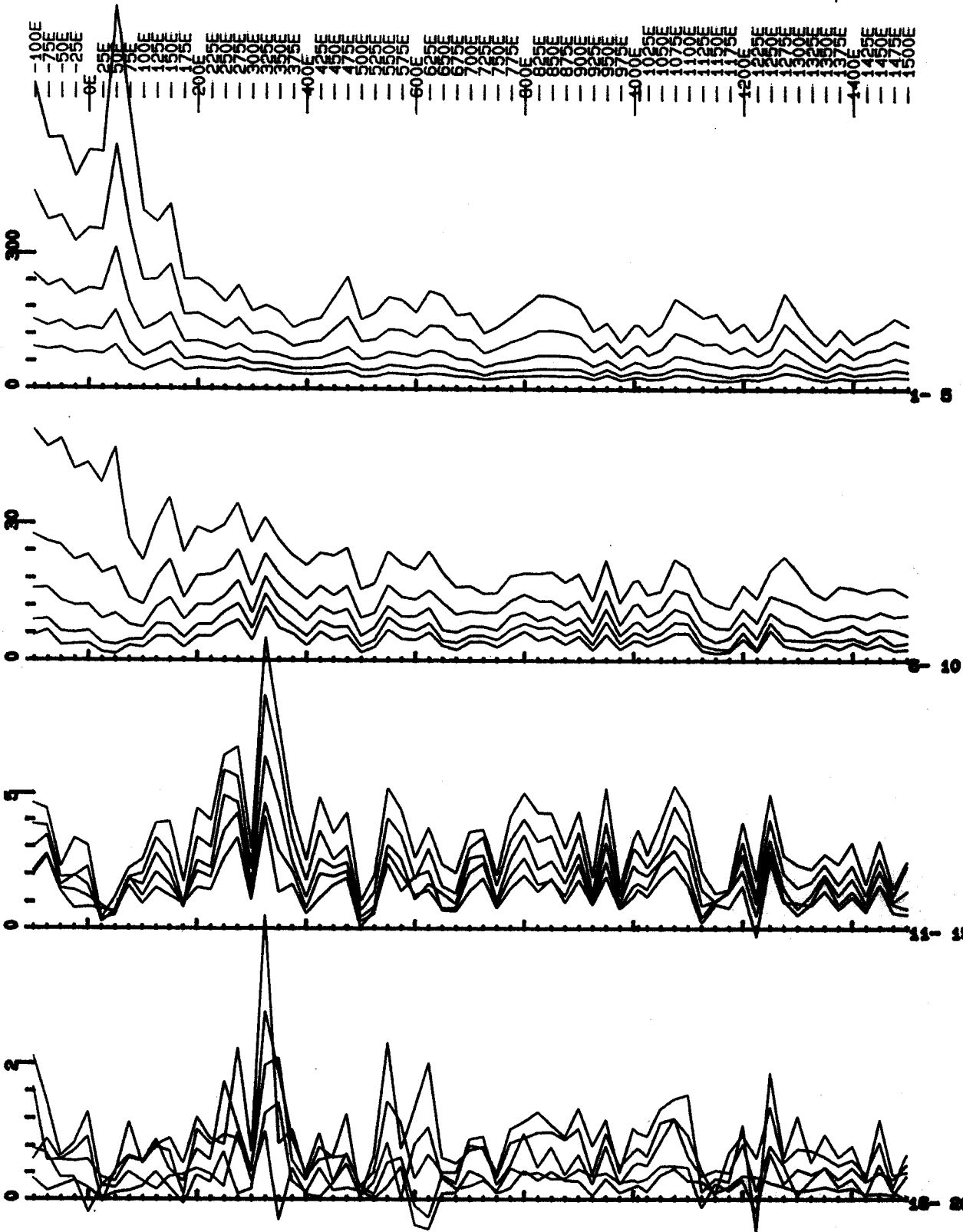


LINE 7A25

EMx7 Data: File 72557

Z Component

1xDBZ/156us mV; N, TXC 7, 112



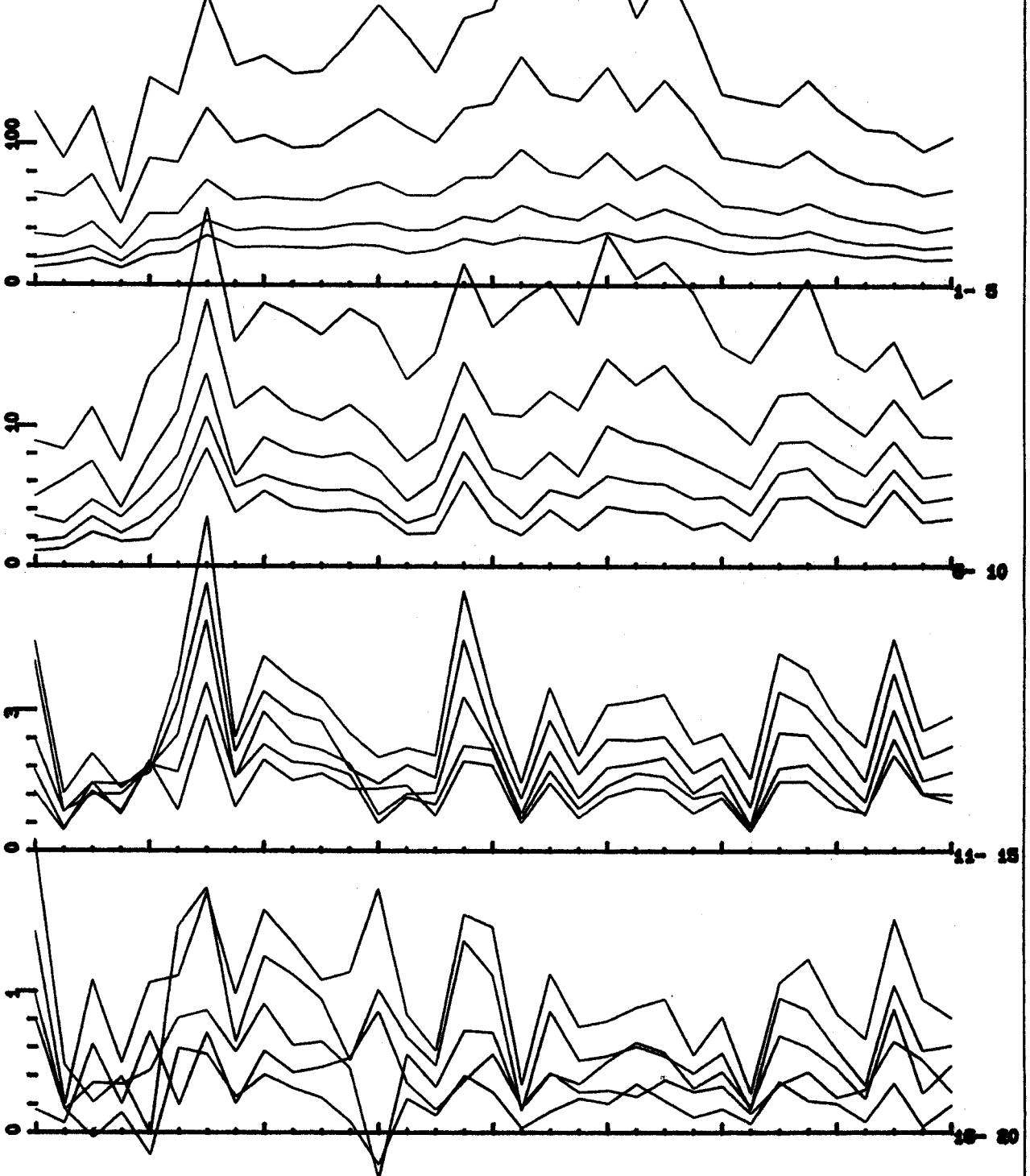
LINE 9A25

EMx7 Data: File 92557

Z Component

- 0E
- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E

1xDBZ/156us mV; N, TXC 7, 112



LINE 10A25

EMx7 Data: File 102557

Z Component

- 0E
- 25E
- 50E
- 75E
- 100E
- 125E
- 150E
- 175E
- 200E
- 225E
- 250E
- 275E
- 300E
- 325E
- 350E
- 375E
- 400E
- 425E
- 450E
- 475E
- 500E
- 525E
- 550E
- 575E
- 600E
- 625E
- 650E
- 675E
- 700E
- 725E
- 750E
- 775E
- 800E

1xDBZ/156us mv; N, TXC 7, 13.2

