

INFORME DE LOS ESTUDIOS GEOFISICOS
SOBRE
LA ZONA DEL TUNEL DE ADUCCION DEL PROYECTO TOACHI
EN LA REPUBLICA DEL ECUADOR

1969

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
GOVERNMENT OF JAPAN

國際協力事業団		
受入 月日	'84. 4. -3	706
		55
登録No.	02398	EX

P R E F A C I O

El Gobierno del Japón, de acuerdo con la solicitud formulada oportunamente por el Gobierno de la República de Ecuador, destacó el 26 de agosto de 1968 una misión oficial de exploración sísmica (ondas elásticas terrestres) a fin de obtener datos sobre la estructura de las capas subterráneas en la futura zona del túnel de toma de aguas del Río Toachi, conforme al Proyecto de Obras de Construcción de la Central Toachi.

La Misión, compuesta por 5 ingenieros geólogos y encabezada por el Sr. Ing. Kanenori Ichikawa, del Instituto de Investigación Geológica del Japón, salió del Aeropuerto Internacional de Tokio el día antes mencionado, y permaneció en la República de Ecuador durante tres meses, llevando a cabo los estudios geofísicos necesarios con la exploración sísmica en la zona del futuro túnel.

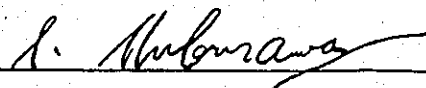
Durante su estadía, la Misión tuvo oportunidades de cambiar opiniones estudiar los aspectos de mayor importancia con las autoridades ecuatorianas, y regresó al Japón con el éxito esperado.

Al elevar a conocimiento de las autoridades ecuatorianas el informe adjunto de los estudios, de conformidad con la misión encomendada, abrigamos la esperanza de que el citado documento refleje el espíritu de cooperación técnica internacional que nos anima, y que, a la vez sirva de exponente de la moderna tecnología japonesa. Entendemos que mediante los lazos de colaboración técnica entre la República de Ecuador y el Japón, reforzados por el envío de la Misión que nos ocupa, se intensificaran aún más la comprensión y entendimiento mutuo que felizmente unen a nuestros dos países.

Al terminar estas palabras de presentación, quiero dejar constancia de nuestro profundo agradecimiento a las autoridades ecuatorianas por la calurosa acogida dispensada, lo que permitió a la Misión Japonesa desplegar sus actividades con eficiencia.

Agradecemos igualmente al Ministerio de Comercio Internacional e Industrias del Japón y otros organismos estatales japoneses por el apoyo prestado, sin el cual la Misión no habría podido lograr los brillantes resultados de sus estudios, que ponen de manifiesto los quilates de cada uno de los integrantes. A ellos dedicamos nuestro reconocimiento y agradecimiento que tan merecidamente se han ganado.

Marzo, 1969



Shin-ichi Shibusawa
Director General
Overseas Technical Cooperation
Agency

INFORME DE ESTUDIOS GEOFISICOS
SOBRE
LA ZONA DE TUNEL DE TOMA DE AGUAS DEL RIO TOACHI DE
LA REPUBLICA DE ECUADOR

1969

Kanenori	ICHIKAWA
Ziroo	KOMAI
Kazuo	INAMI
Hideo	TANO
Bun-ichi	ANDOO

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
GOVERNMENT OF JAPAN

INDICE

1. Introducción
 - 1-1 Circunstancia del despacho de la misión
 - 1-2 Descripción general del estudio
 - 1-3 Composición de la misión
2. Resumen
3. Localización, Transporte y Topografía
4. Descripción general de la geología de la region donde se han realizado los estudios
5. Objeto del estudio
6. Localización de las líneas de medición y Procedimiento del estudio
7. Resultados del estudio
 - 7-1 Procedimiento de análisis
 - 7-2 Resultado de la estructura subterránea despues del análisis
 - 7-2-I La zona de Reservorio
 - 7-2-II La zona de Las Damas
 - 7-2-III La zona de Las Pampas
8. Consideraciones sobre el resultado del estudio
9. Conclusión

1. INTRODUCCION

1-1 CIRCUNSTANCIA DEL DESPACHO DE LA MISION

Durante su permanencia en la República del Ecuador, la Misión Japonesa de Exploración Geofísica ha podido constatar la fabulosa abundancia de riquezas mineras, que aún permanecen intactas sin provecho industrial seguramente por falta de oportunidades y recursos para su extracción.

En cuanto a los medios de transporte terrestre, se ha visto igualmente que aún dejan mucho que desear, debido en gran parte a las barreras de abruptas montañas, que impiden el acceso humano en muchos casos. Dentro de la red ferroviaria nacional, se destaca la línea principal que une Quito con Guayaquil. De la capital ecuatoriana parten varias líneas de importancia secundaria hacia el norte y el sur.

Pese al progreso registrado en el transporte por carreteras, muchas rutas hacia el interior del país carecen de la comodidad necesaria, con la consiguiente desventaja de que la producción agrícola de varias Provincias sólo tiene el mercado local, sin posibilidad de su transporte hacia grandes centros de consumo.

Por la breve descripción anterior se aprecia con claridad que a la República del Ecuador le espera un futuro repleto de grandes coyunturas de desarrollo industrial y económico, especialmente en aquellas zonas que aún quedan inexplotadas.

Por otra parte, en la parte norte de la zona consera hay dos estaciones de lluvia y los rios que corren entre la selva mantienen siempre bastante agua. En esta zona, sinembargo, se produce unicamente 271,000 KW de electricidad. En este sentido, el Gobierno de la República del Ecuador recientemente ha comenzado la explotación de la energía hidroeléctrica mediante el desarrollo de la generación de electricidad hidráulica.

Generalmente, como es, bién conocido, es verdad que la energía eléctrica contribuye al desarrollo de la agricultura y de la industria de las zonas inexplotadas, ayuda la modernización de esas, y además la energía eleva el nivel de vida del público. El Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INFCEL) adoptó el plan de construcción de una central en la zona del Rio Toachi, como una parte del desarrollo de la fuerza eléctrica. Para llevar a cabo el proyecto de la construcción de la central eléctrica las informaciones básicas que se necesitan son de gran importancia.

En 1967, el Gobierno de la República del Ecuador solicitó al Gobierno del Japón su cooperación en el suministro de las informaciones geológicas que se relacionan con la construcción del túnel de toma de aguas del Rio Toachi.

Con este motivo, el Gobierno del Japón destacó una misión de pre-estudio en abril de 1968. La misión despues de ciertas consideraciones recomendó al Gobierno del Japón, como tipo de análisis geológico, una investigación geofísica (exploración sísmica de ondas elásticas terrestres)

El Gobierno del Japón adoptó esta recomendación de la misión de pre-estudio y traspasó este asunto a la agencia de cooperación técnica internacional (O.T.C.A.) que

es una organización ejecutiva. La agencia organizó en junio de 1968 una misión oficial, compuesta por 5 ingenieros geólogos y encabezada por el Sr. Ing. Kanenori Ichikawa del Instituto de Investigación Geológica. La misión planeó un viaje de estudio con el itinerario de salida el 26 de agosto de 1968 y con una permanencia de 3 meses.

El informe de la misión se adjunta.

1-2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

La misión realizó la exploración de ondas elásticas terrestres de refracción, para obtener los datos de la estructura subterránea de la zona donde el túnel de toma de agua del Río Toachi está proyectado. Este estudio se realizó, de acuerdo con la solicitud de cooperación técnica formulada por INECEL de la República del Ecuador.

La parte estudiada está aproximadamente 100 km al oeste de la Ciudad de Quito, y está a 30 km, más o menos, al sudeste del Pueblo de Santo Domingo. Hay una sierra de montañas cerca de la parte estudiada, es decir, LOMA DE LA PLATA (1744 m), FINCA BELLAVISTA (1546 m), HDA LA VIOLETA (1326 m) y DAMAS (1264 m).

El Río Toachi corre cerca de esta sierra ensalzando al este y fluye al oeste. Las derivaciones del Río se confluyen al Río principal cerca del Pueblo de Alluriquin. Según el proyecto, la corriente de agua se condujo cerca de la parte norte del Pueblo de Las Pampas que está a la corriente superior del Río, a la dirección de la parte oeste del Pueblo de Alluriquin para obtener la caída en la más corta distancia.

Por consiguiente, las líneas de travesero de exploración geofísica se han instalado en la zona montañosa a lo largo de la línea del túnel proyectado. Al realizar esta exploración, los ingenieros han sufrido por las montañas abruptas. Sin embargo, la misión ha podido lograr los brillantes resultados de sus estudios a su debido tiempo, gracias al apoyo prestado.

1-3 Composición de la misión

Jefe de la misión (autor)	Kanenori Ichikawa	(Instituto de investigación geológica)
Miembro de la misión	Ziroo Komai	(")
"	Kazuo Inami	(")
"	Hideo Tano	(La compañía Taiyo Koeki)
"	Bunichi Ando	(")

2. RESUMEN

De acuerdo con la solicitud formulada por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), la misión ha realizado la exploración sísmica, habiendo dividido en tres zonas donde la aducción estuvo proyectada. Tres líneas de travesero en la zona del Reservorio, seis en la zona de Las Damas, tres en la zona de Las Pampas, es decir se colocaron en total doce líneas de travesero. Como un resultado de la exploración, la misión ha conseguido las siguientes capas de velocidad.

(1) En la zona de Reservoirio, la primera capa (mantillo) tiene la velocidad de 0.35 km/seg. uniformemente y tiene el espesor de 5 m a 22 m aproximadamente. En la mayor parte de la capa se encuentra con el espesor de 10 m. La segunda capa que se encuentra debajo la primera es de 0.9 km/seg. a 1.3 km/seg. y tiene el espesor de 13 m a 28 m aproximadamente. La mayor parte se encuentra con espesor uniforme. La tercera capa es de una velocidad de 2.0 km/seg. a 2.2 km/seg. y tiene el espesor de 8 m - 34 m. La mayor parte de esta capa se tiene el espesor de 15 m - 20 m. Se considera que la segunda y la tercera capas arriba citadas deben estar meteorizadas, porque la meteorización afecta a la velocidad de la capa. La cuarta capa (Lava) es de 4.5 km/seg., y la profundidad se encuentra 37 m - 66 m. No hay fallas notables ni zonas de fractura en esta area.

(2) En la zona de Las Damas, la primera capa (mantillo) es de velocidades de 0.35 km/seg. - 0.40 km/seg. El espesor de esta capa se observó más grueso al lado NW (noroeste) de la línea D. Por lo general, se observó más delgado el espesor en la parte concava de la superficie de tierra y más grueso en la parte convexa. El espesor de la primera capa de esta zona acusa 0 m - 22 m. La segunda capa (zona meteorizada) enseña la velocidad de 1.0 km/seg. - 2.5 km/seg., y por lo general, el espesor es más delgado en la parte concava y más grueso en la parte convexa de la tierra. El espesor de esta capa acusa 0 m - 36 m. Las líneas de travesero, Línea F y Línea G, y una parte de la Línea H enseñan la estructura subterránea de las 4 capas. Por consiguiente, la tercera capa en estas líneas se trata de la segunda zona eflorada. La velocidad de esta capa acusa 2.0 km/seg. - 2.5 km/seg. La tercera capa que se indica por las otras líneas (Líneas D,E,H,I,J,) y la cuarta capa tienen la velocidad de 4.3 km/seg. - 5.3 km/seg. La profundidad de esta capa varia entre 0 m - 54 m. En algunas partes de esta zona se observó la forma como afectó el metamorfismo térmico ocurrido. Sin embargo, no se encuentra en las curvas tiempo-distancia (time-distance curve) ninguna falla notable.

(3) En la zona de Las Pampas, se encuentra la estructura subterránea de tres capas. La primera capa acusa la velocidad de 0.34 km/seg. - 0.35 km/seg., la segunda acusa 0.7 km/seg. - 2.2 km/seg. y la tercera indica 4.4 km/seg. - 5.0 km/seg. La primera capa (mantillo) tiene el espesor de 0 m - 25 m. Por lo general, se considera que la capa es más gruesa hacia SW (suroeste) de la línea de travesero. Esta capa es parcialmente más delgada en la parte convoca y es más gruesa en la parte convexa de la superficie de ta tierra. La segunda capa (zona meteorizada) tiene el espesor de 0 m - 23 m. Por lo general, esta capa es gruesa hacia SW (suroeste) y delgada hacia SE (sudeste). La velocidad de esta capa acusa 0.7 km/seg. - 2.2 km/seg. Sin embargo, la velocidad de esta capa tiene distintos valores en partes distintas. Es decir, se considera que la variación de la velocidad enseña la capa alterada de la zona meteorizada. La tercera capa indica la velocidad de 4.4 km/seg. a 5.0 km/seg. También la velocidad observa distintos valores en distintas partes, lo que indica el estado de alteración de la roca. Es decir, la zona de variación de misma velocidades se conforma en el sitio de distribuciones de Lava, Lutita, Arenisca, Porfirita, y Porfido Cuarifero sobre el mapa geológico de la superficie de la tierra. La profundidad de la tercera capa indica 0 m hasta 45 m. Por lo general, se aprecia más honda al lado NW (noroeste) de la línea y más somero al lado SE (sudeste). La tabla enseña la velocidad, la profundidad y el espesor de cada capa, lo que se ha obtenido por la exploración de ondas elásticas terrestres.

Como está descrito antes, las exploraciones de ondas elásticas terrestres han sido realizadas en las tres zonas. La roca al nivel donde el túnel de aducción está proyectado indica la velocidad de 4.4 km/seg. - 5.2 km/seg. Pues la roca puede presumirse dura y fresca. Por consiguiente, el método de perforación de sección completa puede aplicarse enteramente para perforar el túnel.

	Líneas de travesero	Primera capa		Segunda capa		Tercera capa		Tercera hasta Cuarta		La roca en la expresión del mapa geológico
		Vp(Km/s)	Hs(m)	Vp(Km/s)	Hs(m)	Vp(Km/s)	Hs(m)	Vp(Km/s)	Hd(m)	
Reservorio	A	0.35	5-20	0.9-1.3	15-28	2.0-2.1	8-22	4.5	37-66	Lava
	B	0.35	6-21	0.9-1.0	13-24	2.0-2.2	26-34	4.5	46-65	"
	C	0.35	7-18	1.0-1.1	19-25	2.0	13-22	4.5	44-57	"
Las Damas	D	0.35	0-22	1.0-2.4	5-27	-	-	5.0	5-45	"
	E	0.35	0-19	1.0-2.5	2-16	-	-	4.8-5.0	2-35	"
	F	0.35	0-18	1.0	5-18	2.5	7-19	4.9-5.0	12-46	"
	G	0.35	0-19	1.0	8-17	2.0-2.2	9-21	5.0	20-47	"
				1.0	0-18	2.3	8-23	5.0	13-54	Diorita
	H	0.35 0.40	0-17	1.3-1.7	11-19	-	-	5.0-5.2	19-27	"
				1.3	17-31	-	-	5.3	19-44	Porfido cuarcífero
				1.0	5-14	2.5	22-26			Toba brechosa
				1.0-1.9	15-36	-	-	4.5-5.0	35-50	Aureola de contacto
	I,J	0.35	0-11	1.5	0-35	-	-	5.0	0-42	Diorita
Las Pampas	L K N	0.34 0.35	0-25	1.0-2.0	7-23	-	-	4.5	12-45	Lava (NW)
				0.7-2.2	0-20	-	-	3.0-4.5	0-30	Lutita, Arenisca
				1.4-1.5	13-22	-	-	4.8-5.0	12-36	Porfirita
				-	-	-	-	4.4-4.8	0-6	Porfido cuarcífero
				2.0	14-21	-	-	4.4	17-24	Lava (SE)

* Vp Velocidad de onda elástica
Hs Espesor de capa
Hd Profundidad desde la superficie

Tabla 1. La velocidad, el espesor, la profundidad, se han obtenido por la exploración de ondas elásticas terrestres en la zona del Río Toachi.

3. LOCALIZACION, TRANSPORTE Y TOPOGRAFIA

Las líneas de travesero de la exploración sísmica se han instalado en la línea proyectada del túnel de aducción del Río Toachi, 100 km al oeste de Quito y 30 km al sudeste de St. Domingo. Una carretera une Quito y St. Domingo. Hay un pueblo, Alluriquin, 25 km al este de St. Domingo a lo largo de esta carretera. El camino que llega hasta donde la exploración se ha realizado, se encuentra al este del Pueblo de Alluriquin y sigue hacia sur.

Partiendo más o menos 2 km del pueblo, este camino llega a los traveseros instalados A, B y C, y sigue hasta el campamento de INECEL en Las Damas. Las líneas de travesero de D, E, F, G, H, y IJ se encuentran más o menos 1.2 km al oeste de este campamento. Las líneas de travesero están echas principalmente del noroeste al sudeste en la sierra. Para llegar a la parte donde las líneas de travesero están echas se tarda más o menos una hora a pie desde el campamento. Esta parte es 1000 m - 1300 m aproximadamente sobre el nivel de mar y a lo largo de estos traveseros hay las plantas tropicales frondosas. (El camino que sigue de Alluriquin hasta Las Damas está bueno si no hay lluvia y se tarda más o menos una hora en coche. Sin embargo, si hay lluvia es difícil ir en coche.)

Al llegar hasta las líneas de travesero K, L y N (Zona de Las Pampas), debe volverse hasta el Pueblo de Alluriquin y tomar otro camino a lo largo del Río Toachi. Puede circular en coche (jeep) hasta Palo Quemado, pero después debe ir a caballo o a pie. Se tarda 3 horas - 4 horas aproximadamente desde el Pueblo de Palo Quemado hasta el Pueblo de Las Pampas. La línea de travesero de K está más o menos 2 km al nordeste del Pueblo de Las Pampas y trazada del noroeste al sudeste en la sierra. Esta parte está a 1500 m - 1600 m aproximadamente sobre el nivel del mar.

Vease la figura 1 - la figura 5.

FIG. 1 LOCALIZACION GENERAL DE LA PARTE DONDE SE HA REALIZADO LA EXPLORACION SISMICA

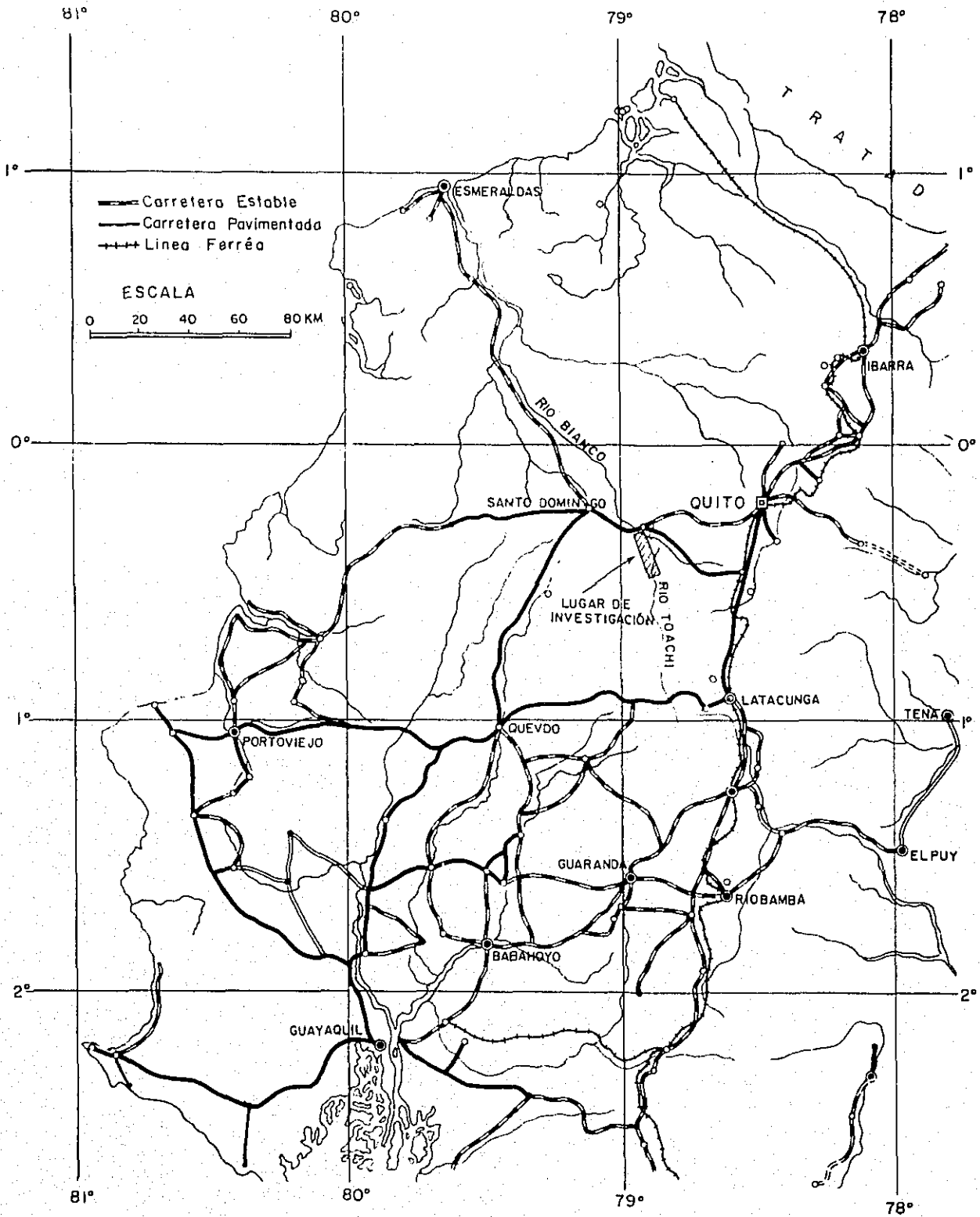


FIG. 2 LOCALIZACION GENERAL DE LA PARTE DONDE SE HA REALIZADO LA EXPLORACION SISMICA

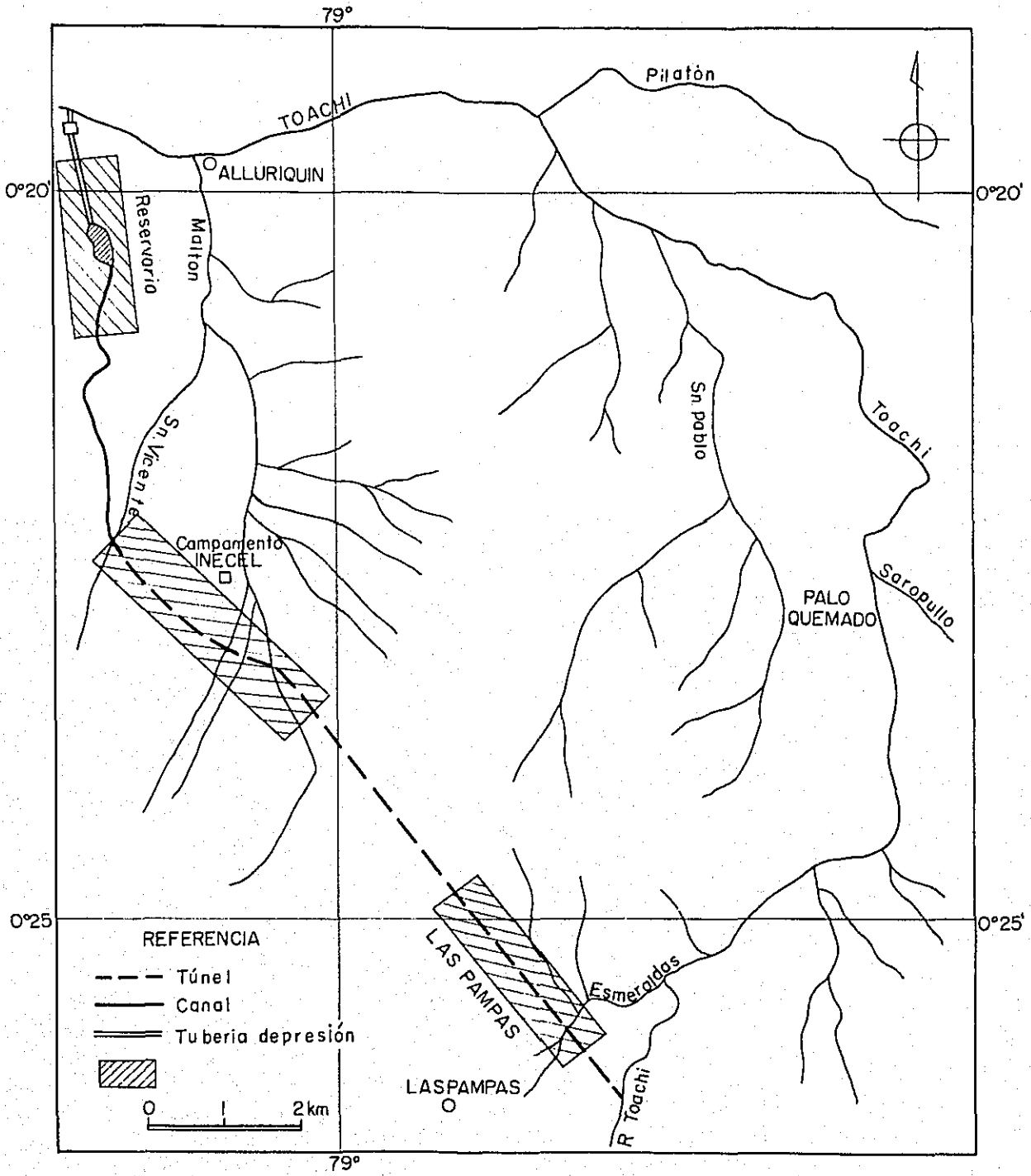


FIG. 3 LINEA DE TRAVESERO INSTALADA EN LA ZONA DE RESERVORIO

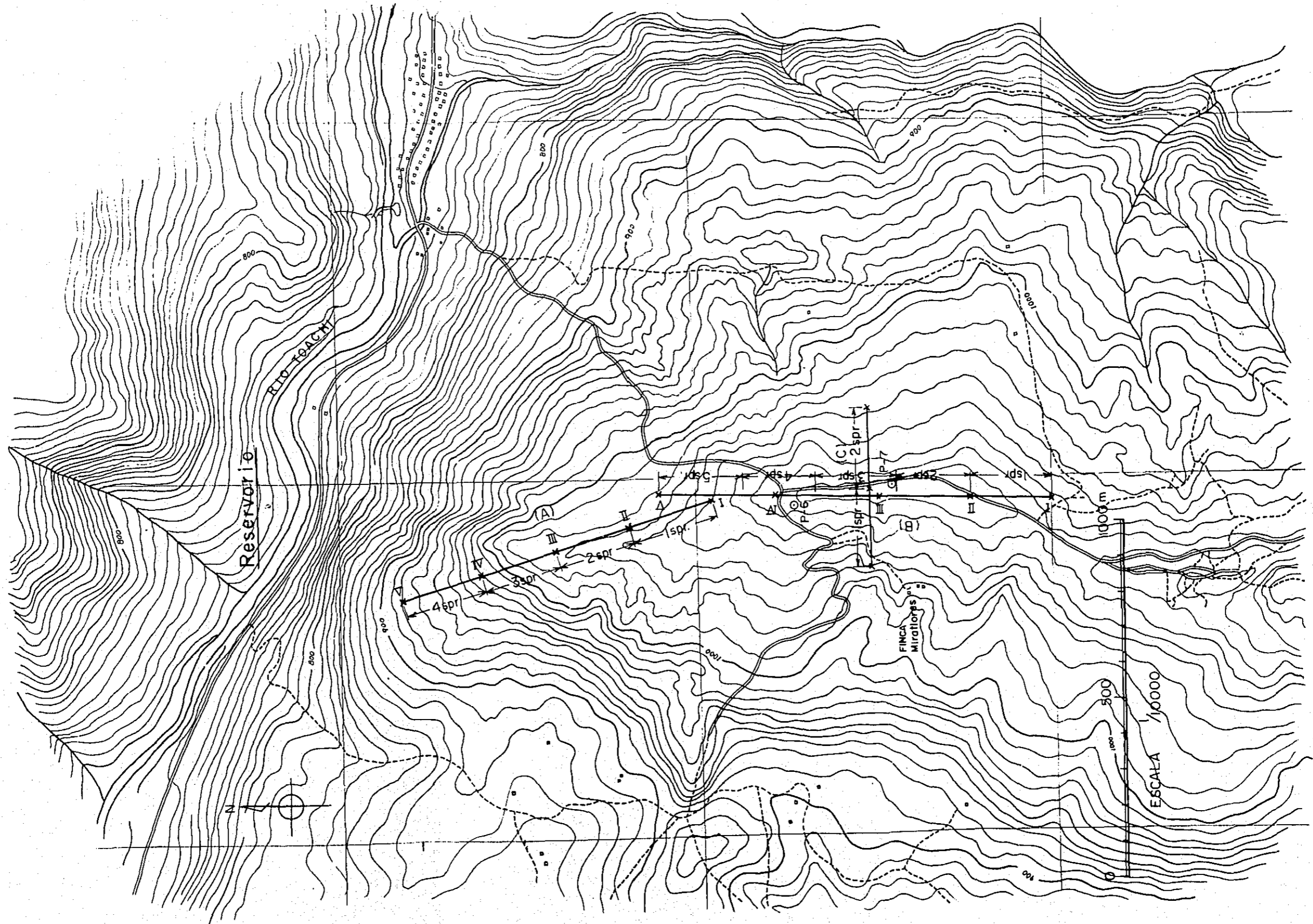


FIG. 4 LINEA DE TRAVESERO INSTALADA EN LA ZONA DE LAS DAMAS

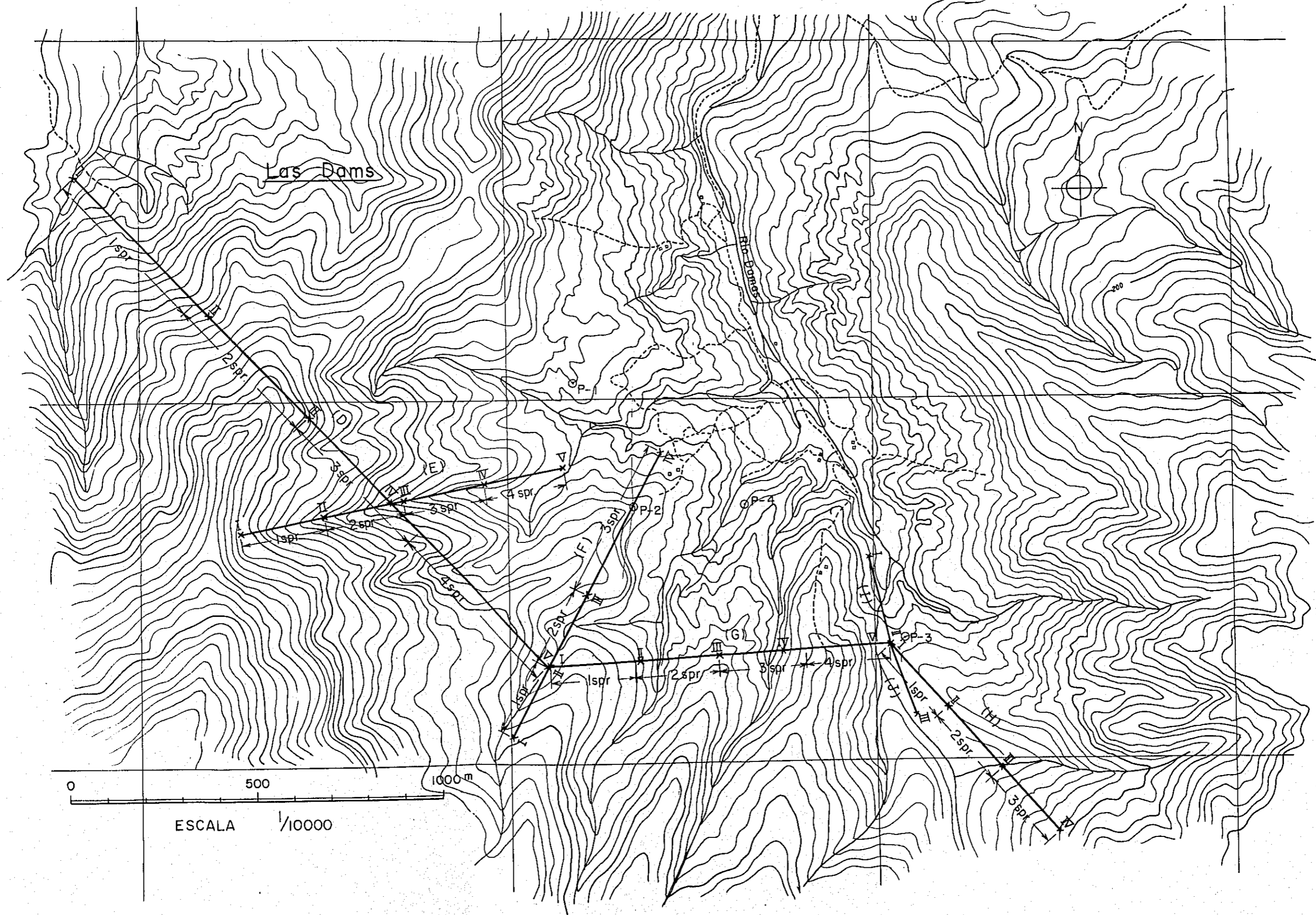
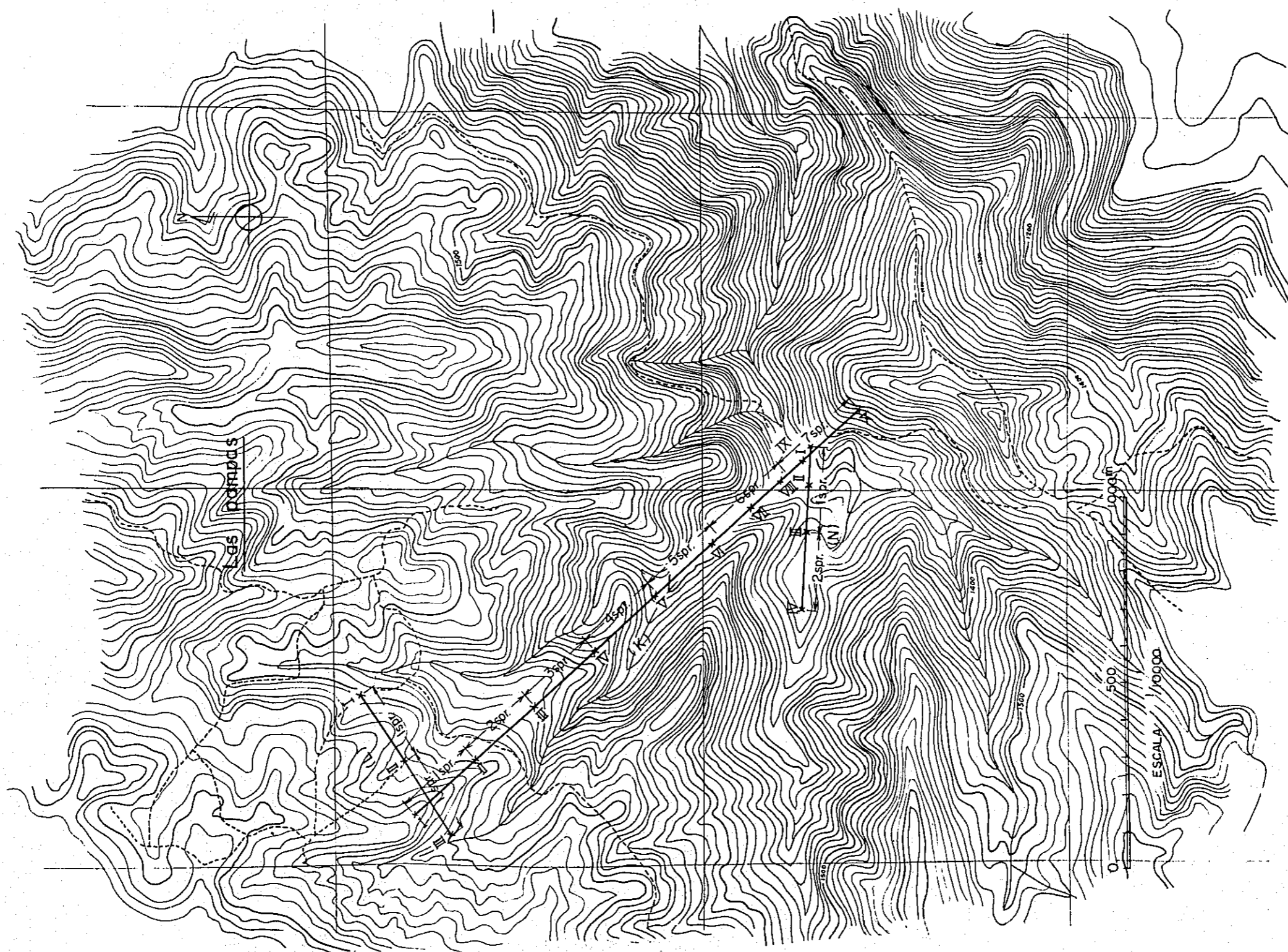


FIG. 5 LINEA DE TRAVESERO INSTALADA EN LA ZONA DE LAS PAMPAS



4. DESCRIPCION GENERAL DE LA GEOLOGIA DE LA ZONA DONDE LOS ESTUDIOS SE HAN REALIZADO.

Respecto a la geología de la superficie de la tierra donde la exploración se realizó, el Dr. Hideo Takeda hizo un informe. El punto esencial está descrito adelante brevemente. La formación en la región se considera que pertenece al cretácico inferior y afloran estratos alternados por la roca volcánica oscura verde y la roca sedimentaria.

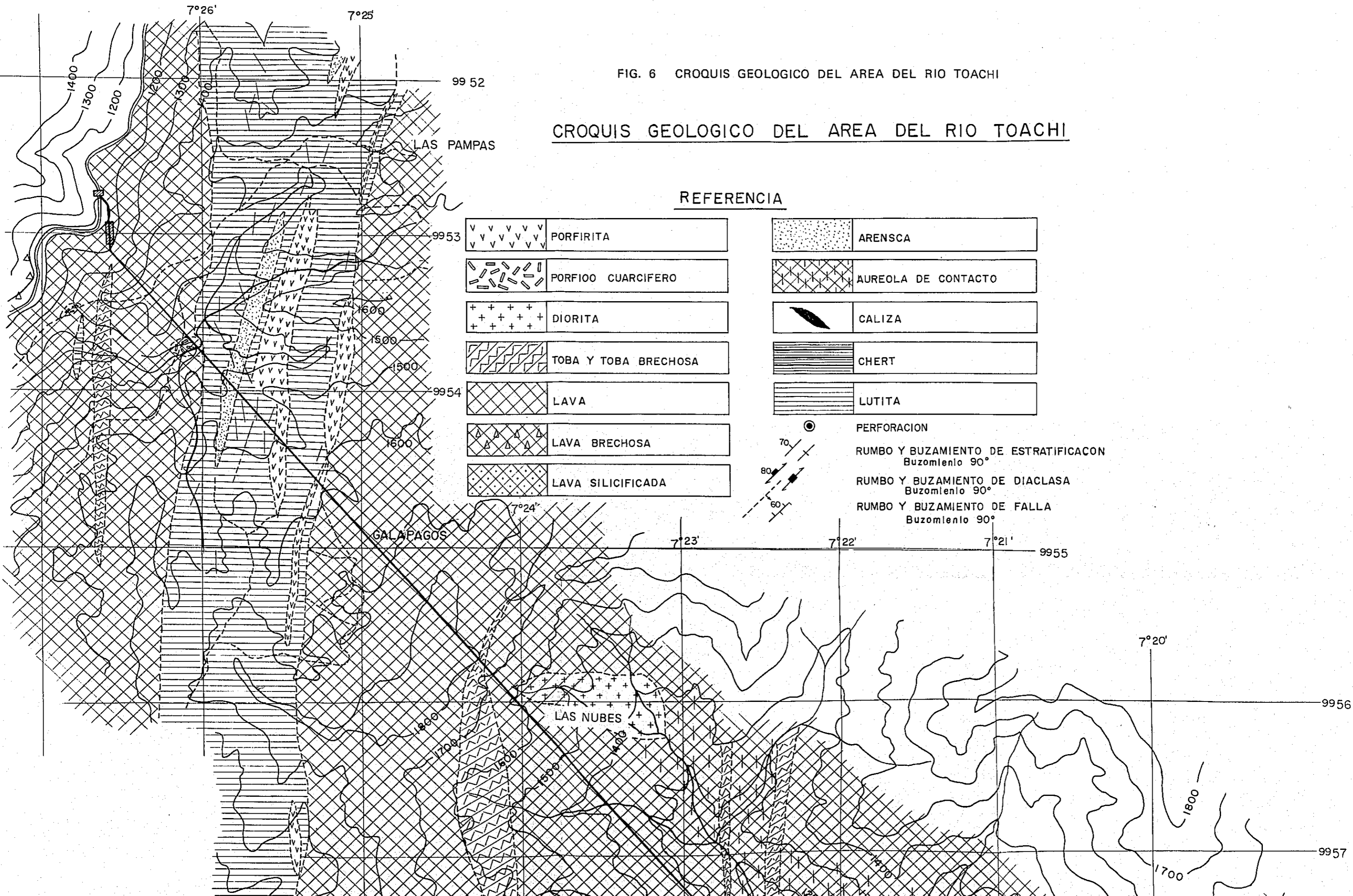
Esta formación generalmente se llama la formación Toachi. La roca volcánica oscura verde consiste de lava, lava brechosa, toba y toba brechosa, y la composición litalógica se clasifica como andesita basáltica. Esta capa está alterada por alteración hidrotermal, es decir, cloritización, epidatación, silificación, y zeolitización. Estas alteraciones han ocurrido extensivamente y por estas las rocas volcánicas son verdes.

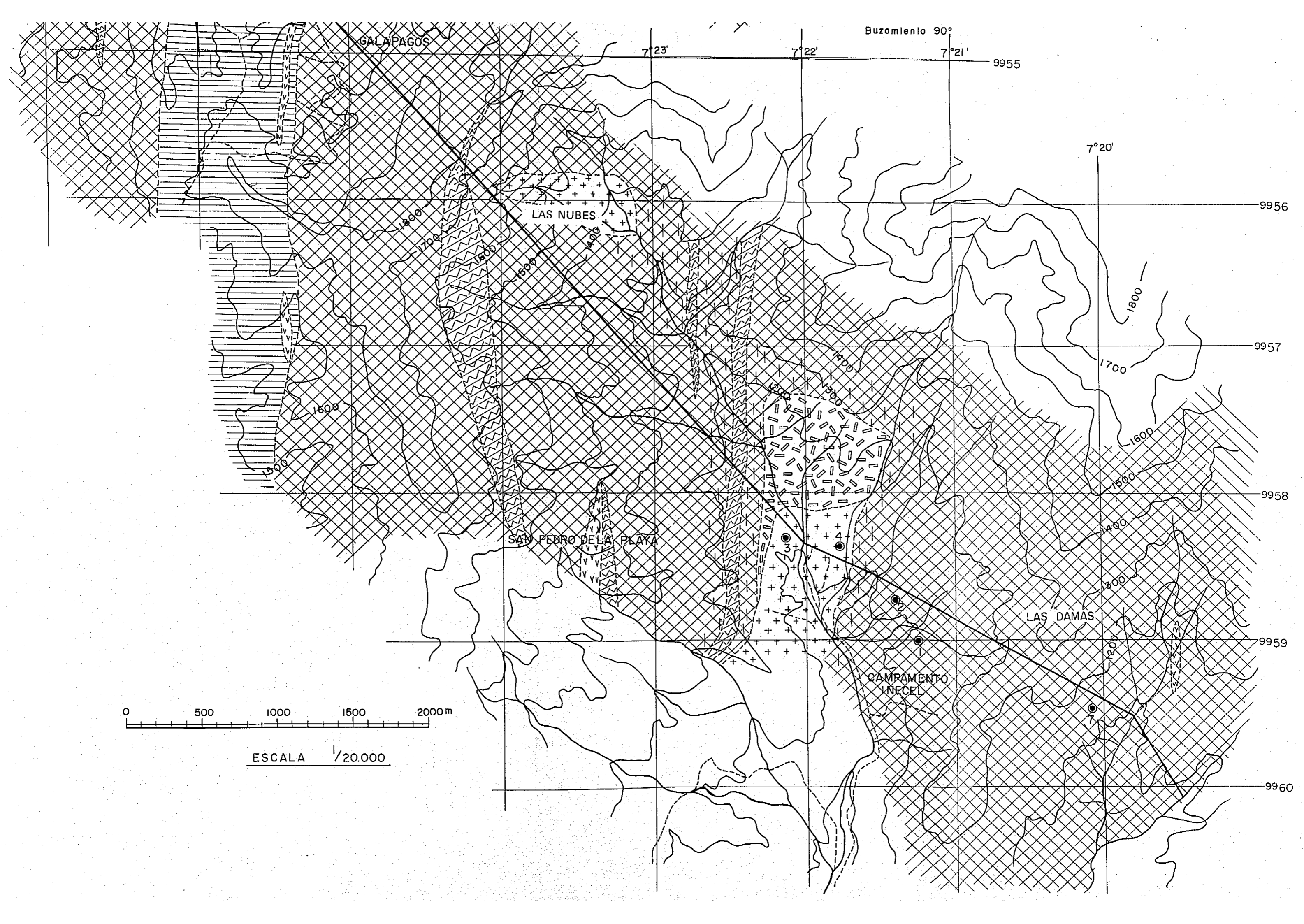
La roca sedimentaria consiste en estratos alternados de arenisca y marga. Una parte de la arenisca es grauvaca. Por otra parte, ningún fósil que indique la edad se encuentra en esta roca sedimentaria.

Las rocas de la formación Toachi se encuentran plegadas o con intrusiones de batolito de aiorita y de "diques" de porfirita y porfido cuarcífero. La tierra alrededor de estas rocas intrusivas se encuentra afectada de metamorfismo de contacto; por consiguiente, las rocas intrusivas se consideran como las producidas después. Las rocas que constituyen la formación Toachi son rocas volcánicas y sedimentos marinos. La estratigrafía de la formación que está distribuida en la zona se, ilustra en el orden de edad en la tabla 2. Además, la tabla 6 enseña el mapa geológico de la superficie que lo hizo el Dr. Takeda.

FIG. 6 CROQUIS GEOLOGICO DEL AREA DEL RIO TOACHI

CROQUIS GEOLOGICO DEL AREA DEL RIO TOACHI





GALAPAGOS

Buzamiento 90°

71°23'

71°22'

71°21'

9955

7°20'

9956

LAS NUBES

9957

1600

1700

9958

SAN PEDRO DE LA PLATA

1600

9959

LAS DAMAS

CAMPAMENTO INECEL

0 500 1000 1500 2000 m

ESCALA 1/20.000

9960

Tabla 2. Estratigrafía de la formación distribuida en la zona explorada.

CUADRO ESTRATIGRAFICO

	Tierra Vegetal	
	Depósito de terrazas fluviales	
CUATERNARIO	-----	
	Batolito de diorita	
TERCIARIO	Rocas intrusivas	Diques de porfirita y Metamorfismo de con-
INFERIOR		pórfido cuarcífero, tacto de la formación
		Río Toachi.
CRETACEO		
INFERIOR	Rocas volcánicas y sedimentarias interestratificadas.	Formación Río Toachi (las rocas volcánicas son lavas y piroclásticas de color verde por cloritización y epidotización y las rocas sedimentarias son de origen marino).

5. OBJETO DEL ESTUDIO

El estudio geológico de la superficie de la tierra se realizó previamente en toda la zona proyectada. Sin embargo, es lo más importante obtener la información de la estructura subterránea y estudiar sintéticamente la información geológica de la superficie de tierra y las otras informaciones para llevar a cabo el proyecto de túnel. Los elementos de la estructura subterránea, (es decir, la zona meteorizada, el estado de grieta y la falla), pueden presumirse por medio de la exploración geofísica, en la que se aplica la clasificación de la velocidad. El objeto de la exploración geofísica es investigar los espesores de las capas de la superficie de tierra en la parte importante de la zona del proyecto de túnel, las profundidades hasta la roca, el estado de la meteorización las duresas de las rocas, los fallas y presentar los resultados al Instituto Ecuatoriano de Electrificación de la República de Ecuador para la construcción del túnel.

6. LOCALIZACION DE LAS LINEAS DE MEDICION Y PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Con la exploración de ondas elásticas terrestres pueden presumirse los estados de la capa de mantillo, de la zona meteorizada, de las camas de roca y de las dislocaciones, luego de obtener las informaciones de variación de la velocidad. Para aquellas informaciones se considera el plan de colocación de las líneas de travesero. Por lo general, para organizar el plan de colocación de las líneas de travesero, el espesor de la capa de la superficie de tierra y la profundidad de la cama de roca deben suponerse previamente.

En el presente proyecto, la profundidad de la cama de roca se ha supuesto de 40 m - 70 m, considerando la información obtenida por las perforaciones y principalmente con esta suposición se han proyectado los intervalos de los puntos de observación y las longitudes de las líneas de travesero. Practicamente se ha proyectado la prospección geosismica para obtener la información de una profundidad de 200 m más o menos. Tres líneas de travesero A, B, y C se han colocado en la zona del Reservorio, seis líneas D, E, F, G, H, y IJ en la zona de Las Damas, y tres líneas K, L, y N en la zona de Las Pampas. Total 12 líneas de travesero se han colocado para realizar la observación. (Vease las figuras 3 hasta 5)

El método de exploración de refracción de la onda elástica terrestre se ha aplicado empleándose el instrumento de exploración sísmológica del tipo de 24 elementos. Pues los 24 puntos de observación pueden medirse a la vez. (La capacidad de observación a la vez se llama "spread".) Prácticamente, los dos puntos de "spread" se han arreglado en la misma parte donde se observa, para obtener la más exacta información posible. Los puntos de explosión se han colocado en los extremos y el centro de cada "spread" para obtener la información de la capa inferior más profunda después de la transposición del spread. Los pozos se han excavado manualmente hasta la profundidad de 1 m o más y a una distancia de 5 m del centro y de los extremos del spread. Se dio a conocer el momento de las explosiones por medio de teléfono de línea, pero también se marcó el instante de la explosión en los registros de la onda sísmica.

El instrumento de exploración sísmológica que se aplicó fue un producto de la compañía de investigación geológica práctica (Japón), del tipo R-2 (Transistorizado), con los 24 elementos. El geófono aplicado fue un producto de la compañía H.S. (E.E. U.U.) con 14 cps. Las características principales del amplificador son las siguientes. La figura 7 enseña la característica del filtro del amplificador.

Impedancia de entrada	215 ohmios
Impedancia de salida	10 ohmios
Ganancia	90 db
Filtro	35 cps, 45 cps, 90 cps, 250 cps.

Fuente eléctrica de amplificador . . .	CC 9 V
Fuerza eléctrica de consumo del amplificador . . .	12V, 0.008A

Los largos del travesero y los intervalos de los puntos de observación están listados en la tabla 3. La tabla 4 enseña el proceso del plan de la exploración sísmica.

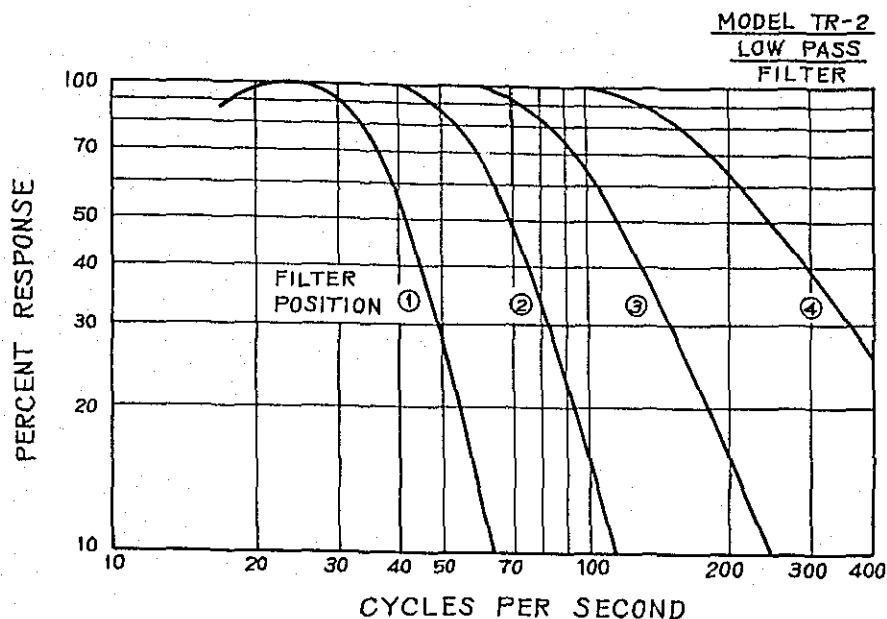
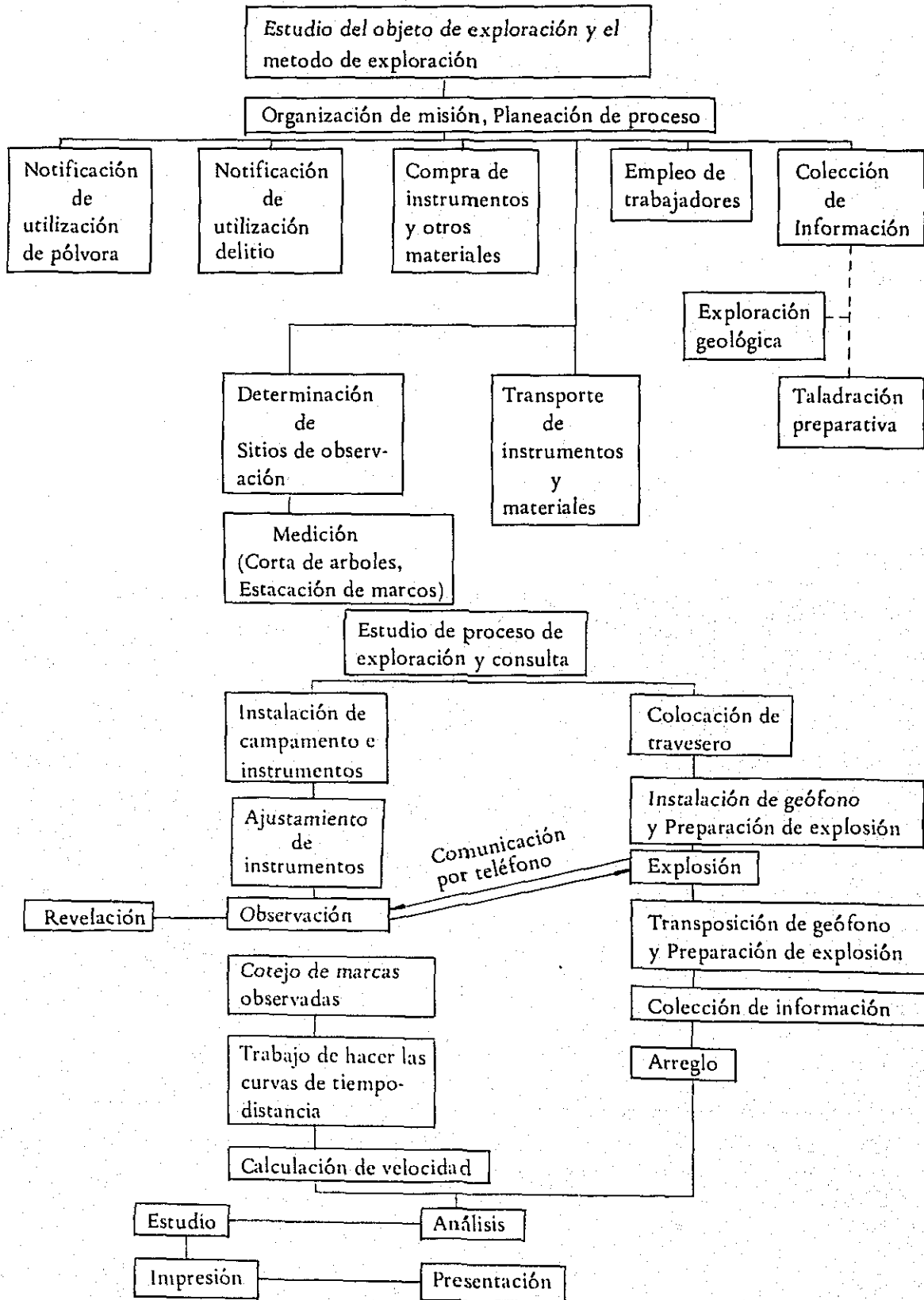


Fig. 7 Características del filtro de amplificador del instrumento de exploración sísmica. (En el presente proyecto, la posición 3 se ha aplicado principalmente.)

Zona	Nombre de la línea de travesero	Largo de línea de travesero (m)	Número de puntos de observación	Numero de spread	Intervalo de puntos observadores (m)	Número de puntos de explotación	Cantidad de pólvora (g)
Reservorio	A	897	90	4	10	9	19,110
	B	1,107	112	5	10	11	27,885
	C	446	46	2	10	5	3,900
Las Damas	D	1,815	90	4	20	11	58,110
	E	890	90	4	10	9	14,820
	F	877	68	3	10-20	7	21,255
	G	922	93	4	10	9	13,260
	H	694	70	3	10	8	10,530
	IJ	448	47	1+1	10	5	5,850
Las pampas	K	1,604	158	7	10	16	73,515
	L	441	44	2	10	5	10,530
	N	435	45	2	10	5	10,530
		10,576	953	42		100	269,295

Tabla 3 Largos de traveseros y los intervalos de puntos de observación en el proyecto de la exploración sísmica del Rio Toachi.

Tabla 4. Plan de investigación y su proceso



7. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Para realizar la exploración de onda elástica terrestre, hay dos maneras, es decir, el método de refracción en el que se aprovecha la refracción de la onda sísmica y el método de reflexión en el que se utiliza la reflexión de la onda sísmica.

Por lo general el método de refracción se aplica en el caso de la ingeniería civil. Con el método de refracción dos o más puntos de explosión se colocan generalmente para la observación.

Es decir, las ondas sísmicas (onda directa, onda de refracción), que se producen por las explosiones de pólvora en los huecos, se reciben en los geófonos serie colocados en la superficie de la tierra, luego se transfieren a través del amplificador hasta el instrumento de marcación, y se toman fotografías sobre el papel sensibilizado de bromuro, después se lee el tiempo de llegada de las ondas de movimiento inicial. La relación entre este tiempo y la distancia de observación debe dibujarse (Curva de tiempo-distancia). El estado de los materiales subterráneos puede presumirse con la velocidad de onda elástica por medio del método de análisis de refracción, también puede aclararse la estructura subterránea, las líneas de límite de las diferentes capas y de las fallas.

Aplicándose este método descrito arriba, las curvas de tiempo-distancia se han dibujado con las marcas obtenidas en sitio y la estructura subterránea se ha presumido. Para analizar la estructura, se ha aplicado el método de eliminar la capa de superficie.

7-1 ANALISIS DE LA CURVA DE TIEMPO-DISTANCIA CON EL METODO DE REFRACCION

(1) En caso de que existe una capa horizontal debajo de la tierra.

Supuesto que una capa horizontal del espesor de Z en la figura A, con la onda vertical de la velocidad de v_1 , la que pasa a la capa de la parte superior y la onda vertical de la velocidad de v_2 , la que pasa a la capa de la parte inferior. Supuesto que $v_2 > v_1$.

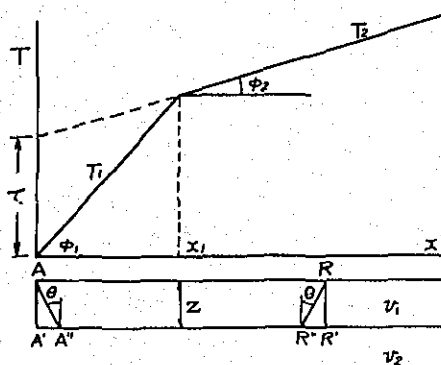


FIGURA A

Las ondas verticales llegadas de A hasta R, las que pasan cerca de la superficie se llaman ondas directas. Las ondas que se refractan por ángulo crítico a la capa inferior, se transmiten cerca de la línea de límite y vuelven nuevamente hasta la superficie a un punto cualquiera, se llaman las ondas de refracción. La onda directa, AR, y la onda de refracción, AA'' R'' R, son los puntos discutibles. Si la distancia se expresa como x , el tiempo T_1 de la onda directa y el tiempo T_2 de la onda de refracción deben ser,

$$T_1 = x/v_1 \quad T_2 = \frac{2z}{v_1 \cos \theta} + \frac{x - 2z \tan \theta}{v_2}$$

$$= \frac{2z \cos \theta}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{2z}{v_1} \sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2} + \frac{x}{v_2}$$

El proceso de transmisión del temblor que se causó en el punto A y llegó al geófono está explicado abajo. Cerca del punto A, la onda directa llega primeramente al geófono. Sin embargo, la onda de refracción llega primeramente al geófono a la parte donde está aparte en cierta distancia del punto A.

Supuesto que la distancia donde ambas ondas llegan a la vez es de X, con la condición de $x = x_1$ y $T_1 = T_2$, puede obtenerse la formula siguiente.

$$Z = \frac{x_1}{2} \sqrt{\frac{v_2 - v_1}{v_2 + v_1}}$$

Los valores de v_1 , y v_2 pueden verificarse por $v_1 = 1/\tan \beta_1$, y $v_2 = 1/\tan \beta_2$ con la inclinación de la curva de tiempo-distancia, y el punto doblado de la curva de tiempo-distancia, pues la profundidad Z puede calcularse con aquella formula. Por otra parte, supuesto que la onda causada en el punto A de explosión llegue a A'' con el angulo crítico θ como esta indicado en la figura previa, y supuesto que le pie de la línea perpendicular dibujada desde A hasta la capa inferior sea A', la diferencia entre el tiempo en que la onda llega desde A hasta A'' y el tiempo en que la onda llega desde A' hasta A'' se llama el tiempo de retraso.

Supuesto que las velocidades de las capas superior e inferior sean v_1 y v_2 respectivamente con la condición $v_2 > v_1$, el valor de tiempo-distancia de profundidad, D, puede expresarse como lo sigue, donde el tiempo se recorrido entre A y A'' sea t_1 y el tiempo de recorrido entre A' y A'' sea t_2 .

$$t_1 = \frac{AA''}{v_1} = \frac{Z}{v_1 \cos \theta} \quad t_2 = \frac{A'A''}{v_2} = \frac{Z \tan \theta}{v_2}$$

$$\therefore D = t_1 - t_2 = \frac{Z \cos \theta}{v_1}$$

Supuesto que el punto de intersección de la línea prolongada de la curva T_2 con la dirección del origen del eje T en la coordenada del tiempo-distancia sea τ , debe ser $\tau = 2D$. " τ " se llama el tiempo de recorrido de origen. Los factores de τ , $\cos \theta$ y v_1 son conocidos, pues la profundidad puede, calcularse por el tiempo de recorrido. Es decir,

$$Z = \frac{D v_1}{\cos \theta}$$

donde

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2}$$

(2). En caso de que existen varias horizontalmente. Supuesto que la velocidad de la capa del orden n sea v_n y el espesor sea Z_n en la figura B, el tiempo de recorrido T_n debe ser,

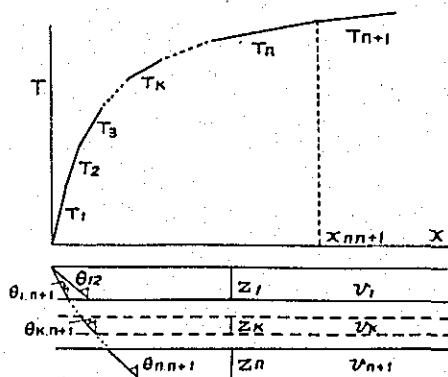


FIGURA B

$$T_n = \frac{x}{v_n} + 2 \sum_{k=1}^{n-1} Z_k \frac{\cos \theta_{kn}}{v_k}$$

donde $\sin \theta_{kn} = v_k/v_n$, $\sin \theta_{k(n+1)} = \frac{v_k}{v_{n+1}}$, $\theta_{nn} = 90^\circ$

Por consiguiente, con la condición de $T_n = T_{n+1}$ y el punto de intersección, $x_{n \cdot n+1}$, de la línea T_n con la Línea T_{n+1} , la profundidad de cada capa puede calcularse por la siguiente fórmula;

$$Z_n = \frac{x_{n \cdot n+1}}{2} \sqrt{\frac{v_{n+1} - v_n}{v_{n+1} + v_n}} - \sum_{k=1}^{n-1} Z_k \frac{v_n \sqrt{v_{n+1}^2 - v_k^2} - v_{n+1} \sqrt{v_n^2 - v_k^2}}{v_n \sqrt{v_{n+1}^2 - v_n^2}}$$

(3) En caso de que las capas inferiores esten uniformemente inclinadas.

Se considera que hay dos casos, uno en que la capa inferior se profundiza en proporción de apartarse desde el punto de explosión, y otro es el inverso. El anterior se llama la corrida descendiente (down dip shooting), y el posterior se llama la corrida ascendente (up dip shooting).

Supuesto que el ángulo de inclinación de la capa inferior sea ω , debe ser:

$$T_A = \frac{Z_A \cos \theta}{v_1} + \frac{Z_R \cos \theta}{v_1} + \frac{x \cos \omega}{v_2} \quad \text{donde } Z_R = Z_A + x \sin \omega$$

$$T_B = \frac{Z_B \cos \theta}{v_1} + \frac{Z_{R'} \cos \theta}{v_1} + \frac{x \cos \omega}{v_2} \quad \text{donde } Z_{R'} = Z_B + (X-x) \sin \omega$$

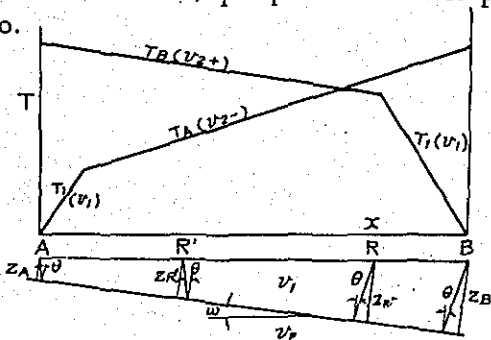
($X = AB$)

Seguidamente, las formulas pueden obtenerse con las fórmulas de T_A y T_B por el cálculo diferencia de x :

$$dT_A/dx = \frac{\sin(\theta + \omega)}{v_1}$$

$$dT_B/dx = \frac{\sin(\theta - \omega)}{v_1}$$

El valor de la velocidad, que puede obtenerse por la curva de tiempo-distancia, no es verdadero.

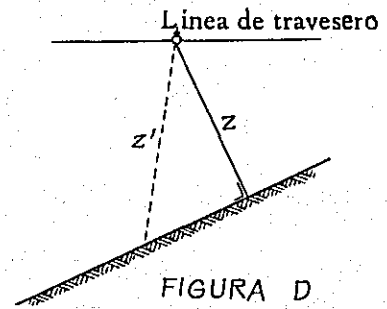


En caso del recorrido ascendente (down dip shooting) el valor de la velocidad es mayor que el verdadero y en caso del recorrido descendente (up dip shooting) el valor es menor que el verdadero. Supuesto que el anterior sea v_{2+} , y el posterior sea v_{2-} , debe ser

$$v_{2+} = \frac{v_1}{\sin(\theta - \omega)}, \quad v_{2-} = \frac{v_1}{\sin(\theta + \omega)}$$

Los valores de v_{2+} , v_{2-} y v_1 son conocidos, pues los valores de θ y ω pueden obtenerse por la formulas arriba descritas. Entonces, la velocidad verdadera v_2 puede calcularse con $\sin \theta = v_1/v_2$. Cuando se encuentra los valores de v_2 y θ pueden obtenerse por medio del tiempo de recorrido desde el origen las profundidades, Z_A y Z_B , que son verticales a la capa inferior.

En caso de que la línea de travesero se coloca en ángulo recto a la dirección de inclinación de la capa inferior, la onda elástica recorre el camino de más corto tiempo. Por consiguiente, el valor que se obtiene no es de la profundidad Z' bajo la recta de la línea de travesero sino de la profundidad Z vertical a la capa inferior. En caso de que las líneas cruzadas se coloca a la parte inclinada, aquel asunto debe notarse.



(4) En caso de que la capa inferior tenga forma irregular. (Metodo de eliminación de capa de superficie)

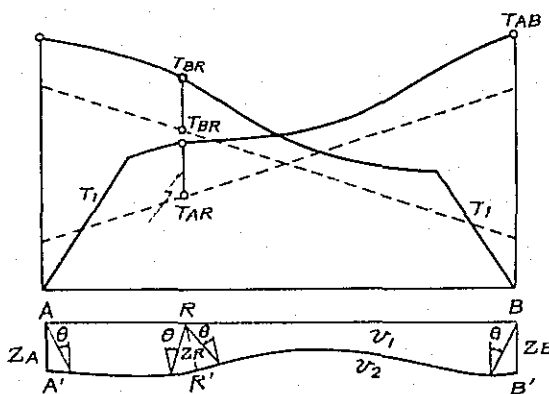


FIGURA E

Supuesto que los puntos de explosión sean a A y B, se realicen los observaciones dobles y se obtengan las velocidades de v_1 y v_2 de la capa superior y de la inferior, con $v_2 > v_1$ en la figura, poniendo R como punto voluntario de observación en el medio, con la condición de que el ángulo de inclinación de la capa inferior no sea tan grande se considera $\cos \omega \approx 1$ por consiguiente, se obtienen las formulas siguientes:

$$T_{AR} = \frac{ZA \cos \theta}{v_1} + \frac{ZR \cos \theta}{v_1} + \frac{AR}{v_2}$$

$$T_{BR} = \frac{ZB \cos \theta}{v_1} + \frac{ZR \cos \theta}{v_1} + \frac{BR}{v_2}$$

$$T_{AB} = T_{BA} = \frac{ZA \cos \theta}{v_1} + \frac{ZB \cos \theta}{v_2} + \frac{AB}{v_2}$$

También T_{AB} se representa,

$$T'_{AR} = T_{AR} - \frac{T_{AR} + T_{BR} - T_{AB}}{2} = \frac{ZA \cos \theta}{v_1} + \frac{x}{v_2}$$

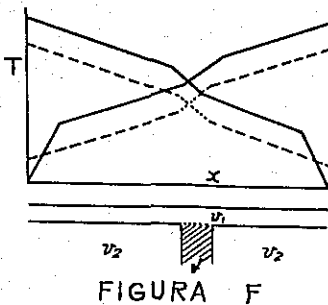
la fórmula debe ser la de una línea recta. Esta fórmula es de una curva de tiempo-distancia. Si la capa inferior es uniforme, la curva de tiempo-distancia se hace una línea recta inclinada que indica la velocidad v_2 . Esta línea se llama "línea de despojo" Cuando la velocidad de la capa inferior varia, la inclinación de la línea de despojo varia correspondientemente. Identicamente, el valor de v_2 puede obtenerse por la siguiente fórmula:

$$T'_{BR} = T_{BR} - \frac{T_{AR} + T_{BR} - T_{AB}}{2}$$

La profundidad, Z_R , del punto voluntario puede obtenerse por la siguiente fórmula con $T_{AR} - T'_{AR}$ o $T_{BR} - T'_{BR}$

$$Z_R = \frac{v_1 (T_{AR} - T'_{AR})}{\cos \theta} = \frac{v_1 (T_{BR} - T'_{BR})}{\cos \theta}$$

(5) Detección de la zona de fractura



Cuando la línea de despojo es una línea recta exacta, la capa básica debe ser uniforme. Alguna vez, la línea de despojo es de gradiente diferente. Quiere decir que la capa básica contiene una sección de baja velocidad (v_1) en aquella parte. Es decir, la falla o la zona de fractura existe en la capa básica. A veces la gradiente diferente puede causarse por ciertas formas de la topografía o de la capa inferior, se necesita pues distinguirlas por medio de un cálculo riguroso.

El método de análisis explicado arriba debe aplicarse por principio en la ejecución de exploración sísmica. Sin embargo, la curva de tiempo-distancia posiblemente tiene la influencia de la topografía (inclinación de montaña, valle), del grado de inclinación de cada capa, de la interstratificación de la capa de baja velocidad, de la estructura de multi-capa y de la zona de fractura, etc., y puede por lo general contener una aberración.

La misión aplicó principalmente el método de análisis de eliminación de la capa de superficie (método de despojo) en la primera etapa de investigación y aplicó el método de análisis de dibujo en la segunda etapa de investigación para que el valor observado este acorde con al valor calculado.

7-2 Estructura subterránea analizada

7-2-I Zona de Reservoirio

Las figuras de la línea A-línea C enseñan las estructuras subterráneas (Línea A, B, y C) de la zona de Reservoirio, las que se han obtenido por la exploración de onda elástica.

(1) Línea A . . . En la línea A se ha podido observar la estructura subterránea como la siguiente por medio de la curva de tiempo-distancia:

Se observó la estructura de 4 capas de velocidad. Es decir, la velocidad de la primera capa es uniformemente de 0.35 km/seg., la de la segunda es de 0.9 km/seg. - 1.3 km/seg., la de la tercera es de 2.0 km/seg. 2.1 km/seg., y la de la cuarta es de 4.5 km/seg.

La primera capa (esta capa se presume como mantillo y así se indica de aquí en adelante) acusa el espesor de 6m - 20m. Se considera que en esta línea el espesor por lo general aumenta o disminuye en proporción a la desigualdad del estado del superficie de la tierra. Al observar parcialmente esta capa, se presume que la parte del tramo W-2 - SP III es, más delgada, y la parte del tramo SP-IV y la parte de SP-V es relativamente delgada.

El espesor de la capa acusa 7m - 10m más o menos en estas partes. Las partes donde el espesor de la capa es más gruesa se observa en los tramos W-1 ~ SP-II y en el tramo W-3 de la parte resaltada. Las otras partes de la primera capa acusan por lo general el espesor de 15 m más o menos.

El espesor de la segunda capa (se presume la zona meteorizada y se indica como la zona meteorizada I de aquí en adelante) aumenta o disminuye en proporción con la desigualdad del estado de la superficie de la tierra. La parte mayor acusa el espesor de 20 m. El espesor de esta capa es gruesa en el tramo SP III - W-3. En esta parte se encuentra el fenómeno de Mirage* como se observa en la curva de tiempo-distancia, pues la velocidad varía de 0.9 km/seg. a 1.3 km/seg. Por consiguiente la parte superior de la segunda capa es de velocidad 0.9 km/seg., y la parte inferior es de velocidad 1.3 km/seg. El espesor de la tercera capa (se indica como la zona meteorizada II) acusa 13m más o menos y no varía mayormente. La velocidad de la capa varía desde 2.0 km/seg. hasta 2.1 km/seg. en el tramo de W-3. Pero esto no indica nada, y únicamente se considera así como que esta parte tiene menos hendiduras de la roca.

*El fenómeno de Mirage aparece en el caso de que la velocidad de onda elástica aumenta en proporción con la profundidad. (La curva convexa aparece en la curva de tiempo-distancia)

La cuarta capa (se presume como la andesita alterada) acusa uniformemente la velocidad de 4.5 km/seg. La profundidad de esta capa se ha observado de 37m - 66m. La parte donde la profundidad aumenta se encuentra en el tramo de SP I a W-3 y la parte donde la profundidad disminuye gradualmente en proporción con el descenso de la superficie de la tierra se encuentra en el tramo SP IV - SP V.

En esta capa, la profundidad aumenta por lo general en la parte resaltada de la superficie de la tierra, se encuentra a 56m más o menos en el tramo W-1, a 52m más o menos en la parte resaltada entre el tramo SP II y W-2, y se observa de 65m en el tramo W-3.

En esta línea de travesero no se encuentra dislocación que corte la cuarta capa, ni zona de fractura, ni otros fenómenos. Por consiguiente no se puede considerar que la estructura subterránea sea complicada.

(2) Línea B Se ha obtenido en total la estructura de cuatro capas de velocidad. Es decir, por medio de la curva de tiempo-distancia se observó que la primera capa es de 0.35 km/seg., la segunda es de 0.9 km/seg. - 1.0 km/seg., la tercera es de 2.0 km/seg. - 2.2 km/seg., y la cuarta es de 4.5 km/seg. El espesor de la primera capa (mantillo) se encuentra 6m a 21m más o menos. El espesor de la capa no varía desde el tramo de SP I hasta el tramo de W-5, quedando el valor de 10 m más o menos.

Sin embargo, el espesor aumenta gradualmente del tramo W-5 en dirección del tramo SP-V, y se encuentra a 21m más o menos en el tramo SP-V. La velocidad de esta capa varía de 0.9 km/seg. a 1.0 km/seg. entre el tramo W-3 y el tramo SP V.

El espesor de la segunda capa (zona meteorizada I) acusa 13m - 24m, pero la mayor parte de la capa parece que tiene el espesor de 21m más o menos. Al observar parcialmente, esta capa mantiene el espesor de 20m - 24m más o menos entre el tramo SP I y el tramo W-5, disminuye gradualmente del tramo W-5 dirección de SP V, y tiene el espesor mínimo de 14m más o menos en el tramo SP V.

(La capa de interstratificación de 1.2 km/seg. puede presumirse en el tramo W-3 y en el tramo W-5, pero no se tiene seguridad por la condición de observación sobre la superficie de la tierra.) El espesor de la tercera capa zona meteorizada II) es, relativamente grueso entre SP I - SP II, siendo 26m - 34m aproximadamente. Este disminuye de SP II en dirección del tramo SP III. El tramo SP II - SP III acusa el espesor de 15m - 20 m más o menos, siendo más delgada en esta capa. El espesor acusa 20m - 25m entre SP III - SP IV y 23m - 26m entre SP IV - SP V. La velocidad de esta capa se distingue 2.2 km/seg. al lado de SP I, y 2.0 km/seg. al lado de SP V con el límite, cerca de SP III.

La profundidad hasta la cuarta capa (andesita alterada) es de 46mts - 65 mts. Por lo general en esta línea, la capa es menos profunda en el centro (entre W-2 - SP IV), manteniendo la profundidad de 50 mts promedio, y es mayor profundo en ambas partes partes extremas de la línea, manteniendo la profundidad de 54m - 65m más o menos. La velocidad de esta capa acusa uniformemente 4.5 km/seg.

(3) Línea C . . . Se ha obtenido la estructura de 4 capas de velocidad por medio de la curva de tiempo-distancia. La primera capa es de 0.35 km/seg., la segunda es de 1.0 km/seg. - 1.1 km/seg., la tercera es de 2.0 km/seg., y la cuarta es de 4.5 km/seg. El espesor de la primera capa (mantillo) acusa 7m - 18m. Al observar parcialmente, el espesor acusa más o menos 10 mts en la mayor parte entre SP I - W-2, aumenta de W-2 hacia SP III y tiene más o menos 18 mts cerca de SP III. El espesor de la segunda capa (Zona meteorizada I) mantiene 22 mts promedio y no varía tanto. La velocidad de esta capa varía de 1.0 km/seg. a 1.1 km/seg. en el tramo de W-2 hasta SP III. La tercera capa (Zona meteorizada II) aumenta su espesor gradualmente del tramo SP I en la dirección del tramo SP II. El espesor acusa 13 mts. más o menos en el tramo SP I y 20 mts. abajo del tramo SP II. Este espesor disminuye gradualmente del tramo SP II al tramo SP III, y mantiene 15 mts. más o menos en el tramo SP III. La velocidad de esta capa acusa uniformemente 2.0 km/seg.

La profundidad hasta la cuarta capa (andesita alterada) no varía relativamente tanto y mantiene 50 mts. promedio. La parte resaltada de la superficie de tierra es poco gruesa en proporción de la influencia de la capa superficial y el espesor acusa 57 más o menos a la parte más gruesa del tramo SP II. La velocidad de esta capa acusa uniformemente 4.5 km/seg.

7-2-II Estructura subterránea de la zona de Las Damas:

(En las figuras Línea D a Líneas I y J está representada la estructura subterránea de la zona de Las Damas que se ha observado por medio de la investigación por onda elástica.)

(1) En la Línea D se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en las tres capas de velocidad en total; la primera de 0.35 km/seg., la segunda de 1.0 km/seg. a 2.4 km/seg. y la tercera de 5.0 km/seg.

Se observó que fué uniformemente 0,35 km/seg, la velocidad de la primera capa (mantillo). El espesor de esta capa aumenta o disminuye en proporción con la desigualdad de la superficie de la tierra, y en las partes correspondientes a la superficie hundida se acerca o aleja de la superficie. Por consiguiente, esta capa acusa el espesor de 0 metro a 22 metros en la parte más gruesa. Al observar parcialmente esta capa, se sabe que la parte relativamente gruesa corresponde a la tierra resaltada situada en el tramo de SP I a W-2 y en el tramo de las

cercanías de SP III hasta, SP IV, resultando que en estos tramos tiene el espesor de 12 a 22 metros. También parece que la mayor parte de la capa situada en el tramo de SP IV a SP V tiene el espesor de unos 10 metros en promedio. El espesor de la capa en el sitio hundido muestra unos 5 mts. de espesor salvo partes de 0 mts. de espesor. La segunda capa (zona meteorizada I o II) permanece gruesa en el tramo de SP I a W-1, presentando el espesor de 16 a 26 metros; por otro lado, en el tramo de W-1 a W-3, 13 a 19 metros y en el tramo de W-3 a W-4, 17 a 27 metros, respectivamente, resultando así más gruesa en las cercanías de la tierra más resaltada. Esta capa es relativamente delgada desde SP IV a W-5 y sigue manteniendo el espesor de 10 metros aprox. En cuanto al tramo de W-5 a SP V, se encuentra parcialmente gruesa en el punto central o sea cerca de W-6 y tiene el espesor de unos 21 metros. Sin embargo, se considera que la parte relativamente gruesa de la segunda capa contine en su parte superior una capa delgada relativamente gruesa de la segunda capa contine en su parte superior una capa delgada de velocidad de 1.0 km/seg. Además, la línea de proyecto de túnel pasa por SP I a través de esta capa, así que se requiere prestar atención especial en la construcción del túnel a realizarse en esta zona.

La profundidad hasta la tercera capa (andesita alterada) es de 31 a 45 metros en el tramo de SP I a W-1, pero disminuye desde W-2 hacia W-3, acusando el valor de 17 a 31 metros; es decir, la capa de este último tramo se encuentra unos 14 metros más elevada que la de aquel tramo. En el tramo de W-3 a SP IV la capa tiene en su mayoría la profundidad de unos 28 metros aunque varía un poco según el estado de la superficie de la tierra. En el mismo tramo en las cercanías de SP III se encuentra relativamente profunda y acusa el valor de aprox. 40 metros. La parte que se incluye entre SP V y W-6 es la que tiene la menor profundidad en esta Línea y presenta el valor de 5 a 25 metros, pero la mayor parte está situada en la profundidad de unos 15 metros por termino medio. Debajo de W-6 se halla una vez profundizada a aprox. 30 metros, pero esta profundidad disminuye hacia SP V. En esta Línea no se han observado claramente los conocimientos sobre falla, fractura, etc, en la curva de tiempo-distancia.

(2) Línea E . . . En la Línea E se ha podido observar la estructura de las tres capas de velocidad; la primera de 0.35 km/seg., la segunda de 1.0 a 2.5 km/seg. y la tercera de 4.8 a 5.0 km/seg.

El espesor de la primera capa (mantillo) varía de acuerdo con la desigualdad de la topografía, resultando delgada en las partes bajas y gruesa en las altas. Esta capa disminuye su espesor poco a poco desde SP I a SP II, pero esa variación no es considerable y tiene el espesor promedio de unos 12 mts. Directamente debajo de SP II el espesor de la primera capa es de 0 metros. En el tramo de SP II a SP IV la primera capa sigue aumentando y resulta que tiene el espesor de aprox. 11 metros en la parte más gruesa y de 3 a 5 metros en el lugar donde el superficie de tierra se encuentra baja. La primera capa que se incluye entre SP IV y W-4 es más gruesa y tiene aproximadamente 19 metros de espesor. De esta punto hacia SP V, sin embargo, disminuye rápidamente el espesor. La velocidad de esta capa se midió por lo general 0.35 km/seg.

El espesor de la segunda capa (zona meteorizada) también generalmente se muestra delgada debajo de tales tierras hundidas, como valles, etc., y gruesa debajo de las partes topográficamente elevadas. La capa acusó el espesor de 3 metros a 5 metros en las zonas bajas; en cambio, presentó el valor de 10 metros a 16 metros en las zonas altas. La

velocidad de esta capa muestra generalmente 2.5 km/seg, pero se presume que la parte superior de la misma está formada, en algunos lugares, de una capa delgada de velocidad de 1.0 km/seg.

En lo que se refiere a la tercera capa de velocidad (andesita alterada), se muestra la velocidad de 4.8 km/seg. en el tramo de SP I a SP III y la de 5.0 km/seg. en el tramo de SP III a SP V.

La profundidad desde la superficie de la tierra hasta esta capa es pequeña en el lugar que corresponde a las valles y se acusa el valor de 3 metros a 8 metros y, por otro lado, se midió la profundidad de 20 metros a 30 metros en el lugar resaltado.

En esta Línea no se ha podido encontrar fallas ni fracturas las cuales cortan el plano de la tercera capa.

(3) Línea F En la Línea F se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en las cuatro capas de velocidad en total; la primera de 0.35 km/seg., la segunda de 1.0 km/seg., la tercera de 2.5 km/seg. y la cuarta de 4.9 km/seg. a 5.0 km/seg. La primera capa (mantillo) se distingue por el punto W-2, siendo gruesa en el lado de SP IV (nordoste) y delgado en el lado de SP I (suroeste). El espesor del lado de SP IV, aunque no está nivelado completamente, se encuentra promediado a unos 15 metros; en cambio, el espesor del lado de SP I desapareció o se mantuvo apenas a unos 5 metros. La velocidad de esta capa se calculó uniformemente de 0.35 km/seg.

El espesor de la segunda capa (zona meteorizado I) es grueso en la parte central de la Línea y delgado en los dos extremos de la misma. Es decir, se han observado el espesor de 5 a 11 metros en el tramo de SP I a W-2 y el de 5 a 8 metros en el tramo de SP IV a W-1. El espesor de la capa que corresponde a la parte central de la Línea es relativamente grueso y presenta el valor de aprox. 15 metros. La velocidad de la misma capa fue uniformemente 1.0 km/seg.

El espesor de la tercera capa (zona meteorizada II) es comparativamente grueso en el lado noreste (entre SP IV y SP III) y es de 14 a 19 metros aproximadamente. Sin embargo, se adelgaza desde SP III hacia W-1, pues disminuye a solamente 9 metros de espesor debajo de W-1. Esta capa tiene la velocidad uniforme de 2.5 km/seg. Con respecto a la profundidad desde la superficie de la tierra hasta la cuarta capa (andesita alternada), se observa que esta capa se profundiza desde los contornos de W-2 en la dirección de SP IV, pero disminuye en la dirección de SP I. En el primer caso la mayor parte de esta capa está situada a unos 45 metros de profundidad desde la superficie de la tierra y en el segundo caso a unos 13 a 20 metros desde la superficie de la tierra. Esta capa la velocidad se distingue cerca de W-2, acusando la velocidad de 5.0 km/seg. en la dirección noreste (hacia SP IV) y la de 4.9 km/seg. en la dirección suroeste (hacia SP I).

Esta variación de velocidad de 4.9 km/seg. a 5.0 km/seg. también se observa en la Línea E, por lo que se estima que en esta zona tal diferencia de velocidad se ocasionó por la acción de metamorfismo térmico.

(4) Línea G En esta Línea se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en las siguientes cuatro capas de velocidad; la primera de 0.35 km/seg., la segunda de 1.0 km/seg., la tercera de 2.0 km/seg. a 2.3 km/seg. y la cuarta de 5.0 km/seg.

La primera capa (mantillo) aumenta o disminuye su espesor de acuerdo con la superficie topográfica tal como montañas, valles o las partes inclinadas. Es decir, la parte de esta capa que corresponde a la zona de montañas y valles se hace delgada o se pierde. Y la que corresponde a las partes inclinadas de la superficie de la tierra, presenta el espesor de 12 metros a 18 metros en el tramo de SP I a SP II, el de unos 10 metros el tramo de SP II a SP IV y el de unos 15 metros en el tramo de SP IV a SP V. En lo que se refiere al espesor de la segunda capa (zona meteorizada I), no varía mucho desde SP I hasta las cercanías de SP V y presenta el valor de 7 metros a 14 metros. Sin embargo, el estado de esta capa que se encuentra en las cercanías de SP V ha variado por efecto de la roca intrusiva. La velocidad de esta roca intrusiva presenta la velocidad de 1.3 km/seg. en la parte superior y la de 5.5 km/seg. en su parte inferior, por lo que se observa que esta roca intrusiva tiene la anchura de aprox. 40 metros.

La segunda capa que está situada entre SP IV y SP V aumenta su espesor debajo de las cercanías del cumbres de montañas y presenta el espesor de unos 15 metros, pero se adelgaza otra vez en las cercanías de SP V, teniendo sólo 2 metros aproximados.

En lo que se refiere al espesor de la tercera capa (zona meteorizada II), no se presenta mayor variación hasta el tramo de SP I a W-2, promediándose en aprox. 12 metros. El espesor de la misma capa aumenta una vez hasta 20 metros aproximados en dirección de W-3, pero se adelgaza otra vez hacia el lado de SP IV.

La tercera capa que se encuentra entre SP IV y SP V presenta el espesor de 22 metros en las cercanías de W-4, hay que son más gruesas.

La velocidad de la tercera capa se clasifica como sigue; velocidad de 2.2 km/seg. en el tramo de SP I a SP II, la de 2.0 km/seg. en el tramo de SP II a SP IV y la de 2.3 km/seg. (se estima que esta parte está compuesta de roca meteorizada de diorita) en el tramo de SP IV a SP V.

Con respecto al estado de faz de la cuarta capa (se estima que esta capa está compuesta de andesita alterada y de diorita), tiene subidas y bajadas en forma de onda, de acuerdo con el estado de la superficie de la tierra. Se observa que se profundiza a 22 metros aproximados en las cercanías de SP I, a 40 metros directamente debajo de W-1, a 21 metros en las cercanías de W-2 y a 42 metros directamente debajo de W-3, respectivamente.

Sin embargo, la profundidad de esta capa es menor en las cercanías de SP IV, donde se observa la existencia de la roca intrusiva en la dirección oeste; la velocidad de esa roca es de 5.0 km/seg. y esta velocidad concorda con la de diorita que se encuentra distribuida en esta zona, lo cual puede saberse por medio de correlación con el mapa geológico de la superficie de la tierra.

(5) Línea H En la Línea H se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en las siguientes cuatro capas de velocidad : la primera de 0.35 km/seg., la segunda de 1.0 km/seg. a 1.9 km/seg., la tercera de 2.5 km/seg. y la cuarta de 5.0 km/seg. a 5.3 km/seg. Parece que las velocidades en las capas de la presente Línea se interrumpen con el límite que está cerca de SP III y el estado de las mismas en el lado norte es distinto de las del lado sur.

La primera capa de mantillo presenta la velocidad de 0.35 km/seg. en el lado norte (lado de SP I) con respecto al límite SP III y la de 0.4 km/seg. en lado sur, por lo tanto el lado sur tiene una velocidad más rápida que el lado norte. El espesor de la primera capa es

generalmente más grueso en el lado norte en comparación con el lado sur, y se detectó un espesor de 14 metros en la mayor parte del lado norte, siendo de aprox. 5 a 12 metros el espesor del lado sur. Además el espesor de la capa situada cerca de SP III se midió de 0 metros a 5 metros, siendo pues, más delgado en este sitio. La segunda capa de velocidad (zona meteorizada) también se divide en el lado sur y el norte con el límite en el punto SP III, y se encontraron las velocidades de 1.3 km/seg. a 1.7 km/seg. al lado norte y las velocidades de 1.0 km/seg. a 1.9 km/seg. al lado sur. El espesor de la capa de 1.9 km/seg. en el lado de sur es relativamente grueso y acusa el valor de aprox. 35 metros.

La capa de 1.0 km/seg. que se encuentra entre W-3 y SP III es más delgada en la segunda capa y presenta el espesor de 5 metros a 14 metros. La segunda capa del lado de norte es más gruesa en el tramo de W-2 a SP II y acusa el valor de aprox. 25 a 30 metros, sin embargo hacia el lado norte se hace delgada, resultado que tiene el espesor de 13 metros directamente debajo de W-1. La velocidad de la segunda capa situada cerca de W-1 fue 1.7 km/seg.

La tercera capa es la que apareció sólo en el tramo de SP III a W-3. Su velocidad es de 2.5 km/seg. y su espesor de 22 a 26 metros. El mapa geológico superficial indica la existencia de toba brechosa en este punto y se estima que esta velocidad representa posiblemente la de esa toba brechosa. La cuarta capa de velocidad presentó la velocidad de 5.0 km/seg. a 5.3 km/seg. y esta capa de velocidad se puede clasificar en los tres bloques; es decir (1) capa de velocidad de 5.0 km/seg. en el tramo de SP I a W-1, (2) capa de velocidad de 5.3 km/seg. en el tramo de W-1, a SP III y (3) capa de velocidad de 5.0 km/seg. en el tramo de SP III a SP IV. Al comparar estas con el mapa geológico superficial se sabe que (1) concorda con la zona de diorita, (2) con la zona de porfido cuarcífero y (3) con la zona de aureola de contacto, respectivamente. La profundidad de la misma capa desde la superficie de la tierra se midió de unos 25 metros en la zona (1), de 19 a 43 metros en la zona (2) y de 35 a 50 metros en la zona (3). Cerca de W-1 de la presente Línea apareció un lugar que se presume como zona de metamorfismo térmico de contacto, de 5.2 km/seg. y también cerca de SP III otro lugar que se presume como zona resquebrajada por presiones y zona de metamorfismo térmico, en las capas de 4.5 km/seg. y 5.0 km/seg.

(6) Líneas I y J. . . . En las Líneas I y J se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en las tres capas de velocidad; la primera de 0.35 km/seg, la segunda de 1.5 km/seg. y la tercera de 5.0 km/seg. Estas Líneas se omitieron una vez en el plan del trazado, pero se incluyeron de nuevo en el plan y se realizaron las mediciones de las mismas. Los motivos de haber realizado una medición de estas Líneas son para revisar la estructura subterránea de este lugar importante donde la Línea G se conecta con la H y para saber la estructura subterránea de los lados izquierdo y derecho del área del proyecto del túnel de aducción. En el cateo sísmico los dos extremos de las líneas de investigación por lo general varían según los pasos de onda sísmica resultando incorrecciones inevitables. Por consiguiente se efectúa la medición de esta línea con el objeto de poner en claro la parte de conexión.

También será útil el conocimiento acerca de la estructura subterránea de esta zona para el caso en que se requiera en el futuro la modificación de la ruta del túnel proyectado. La primera capa de esta Línea es relativamente delgada y en las hondonadas casi se enrarece o desaparece. En el tramo de SP II a W-2 donde es comparativamente gruesa, tiene sólo el espesor de 5 a 10 metros.

El espesor de la segunda capa (zona meteorizada) es de aprox. 18 metros cerca de SP I, y en la parte central de la Línea es relativamente mayor con el espesor de 17 a 34 metros. Desde la parte central hacia SP III, sin embargo, esta capa se hace delgada rápidamente y casi desaparece cerca de SP III. Respecto a la profundidad hasta la tercera capa (se estima como aureola de contacto), se midieron aprox. 20 metros en el punto de SP I, aprox. 22 metros cerca de SP II y aprox. 20 metros en el punto de SP III. La parte más profunda desde la superficie de la tierra está debajo de la superficie inclinada (No. 15) en el tramo de W-1 a SP II y acusó el valor de aprox. 40 metros. La velocidad de esta capa se midió uniformemente 5.0 km/seg.

7-2-III Zona de Las Pampas:

La estructura subterránea de la zona de Las Pampas obtenida por medio de la investigación por onda elástica se muestra en las figuras.

(1) Línea K En la Línea K se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en total en tres capas de velocidad; la primera de 0.34 km/seg. a 0.35 km/seg., la segunda de 0.7 km/seg. a 2.2 km/seg. y la tercera de 3.0 km/seg. a 5.0 km/seg.

La primera capa (mantillo) de esta Línea, es más gruesa al lado noroeste (lado de SP I) y acusa el espesor de aprox. 24 metros, pero se enrarece poco a poco hacia la dirección sudeste. En tales lugares que corresponden a las valles esta capa desaparece o es sumamente fina. Bajo la superficie inclinada esta capa por lo general presenta espesor de aprox. 5 a 10 metros. La velocidad de esta capa cambia en el límite que está cerca de SP V, y presenta la velocidad de 0.34 km/seg. en el lado noroeste y la de 0.35 km/seg. en el lado sudeste.

El espesor de la segunda capa (zona meteorizada), en general, es mayor en el lado noroeste y acusa el valor de aprox. 22 metros cerca de SP I, pero se enrarece hacia el sudeste y se elimina casi completamente desde las cercanías de SP V hasta las de SP IX. La segunda capa aparece de nuevo entre SP IX y SP X, con espesor de unos 17 metros. La velocidad de esta capa se midió ① de 1.0 a 2.0 km/seg. en el tramo de SP I a (K30), ② de 0.7 a 0.8 km/seg. debajo de W-1, ③ de 1.0 a 1.4 km/seg. en el tramo de (K35) a (K39), ④ de 0.8 a 1.0 km/seg. en el de (K39) a (K47), ⑤ de 1.3 a 1.5 km/seg. en el de (K48) a (K71) ⑥ de 1.5 km/seg. en el de (K71) a W-3', ⑦ de 1.4 a 2.2 km/seg. en el de W-3', a SP V y ⑧ de 2.0 km/seg. en el de SP IX a SP X, respectivamente.

La tercera capa de velocidad también ha sido clasificada como sigue, de acuerdo con la posiciones de los números arriba indicados; es decir, se midieron 4.5 km/seg. en la zona ① 3.0 km/seg. en la ② 4.8 km/seg. en la ③ 3.8 km/seg. en la ④ de 3.2 a 4.3 km/seg. en la ⑤ 5.0 km/seg. en la ⑥ y de 3.2 a 4.3 km/seg. en la ⑦ respectivamente. Además, la tercera capa que se dirige hacia sudeste acusó la velocidad de 4.2 a 4.5 km/seg. en el tramo de SP V a SP VIII, la de 4.8 km/seg. entre SP VIII y (K167) y la de 4.4 km/seg. en el tramo de (167) a SP X. Como mencionamos arriba, la tercera capa puede clasificarse en varias capas de velocidad, y para el propósito en referencia se indica en la parte inferior de la tercera capa del dibujo de interpretación de la Línea-K, haciendo también referencia a las rocas presentadas en el mapa geológico superficial. Por consiguiente, esta referencia es lo presumido y no necesariamente lo correcto. Además, es difícil representar la inclinación del plano límite entre cada capa de velocidad presumida así como el ángulo de inclinación por lo tanto, de la tendencia de la curva de tiempo-distancia se ha estimado como queda indicado en el dibujo. Con respecto a la profundidad desde el superficie de tierra hasta esta capa,

generalmente se profundiza al lado noroeste y acusa el valor de unos 40 metros cerca de W-1 pero disminuye poco a poco hacia el sudeste, hasta que desaparece o se acerca a la superficie de la tierra en el tramo SP V a SP VIII. Se midió aproximadamente de 16 a 23 metros la profundidad entre SP IX y SP X.

(2) Línea L En la Línea L se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en tres capas de velocidad en total; la primera de 0.34 km/seg. a 0.35 km/seg., la segunda de 0.8 km/seg. a 2.0 km/seg. y la tercera de 3.0 km/seg. a 4.8 km/seg.

La primera capa (mantillo) es más delgada en la parte central de la Línea (cerca de SP II). La primera capa que se dirige de esta parte al nordeste presenta la velocidad de 0.35 km/seg., y la que se dirige al lado sudoeste la velocidad de 0.34 km/seg. Esta capa es más gruesa en el punto directamente debajo de W-2 y acusa el espesor de aprox. 25 metros. También es considerablemente gruesa cerca de W-1 y presenta el espesor de unos 16 metros.

Por lo general, la mayor parte de la segunda capa (zona meteorizada) presenta el espesor de unos 16 metros, pero es comparativamente delgada en las hondonadas siendo aprox. 14 metros en las cercanías de SP I, aprox. 12 metros en el punto de SP II y aprox. 9 metros en el punto de SP III. La parte más gruesa de esta capa se encuentra en la parte cercana a W-1, bajo de la cual presenta el espesor de aprox. 23 metros. La velocidad de cada parte de esta capa es la siguiente; ① 1.3 km/seg. en el tramo de SP I a (L49), ② (0.8 km/seg.) en el tramo de (L49) a (L43), ③ 1.5 km/seg. en el tramo de (L43) a (L39), ④ 1.2 km/seg. en el tramo de (L39) a (L31) y ⑤ 1.0 km/seg. a (2.0 km/seg.) en el tramo de (L31) a SP III. Entre estas velocidades las indicadas con parentesis son datos un poco inexactos.

La velocidad de la tercera capa también puede clasificarse como sigue, de acuerdo con cada sección representada por números en el párrafo de la segunda capa; es decir, 4.3 km/seg. en ① (3.0 km/seg.) en ② 4.8 km/seg. en ③ 3.5 km/seg. en ④ y 4.5 km/seg. en ⑤. Al ángulo de inclinación de los límites entre cada capa de velocidad arriba mencionadas le falta exactitud debido a que no se ha observado con claridad, de modo que se presume como queda indicado en el dibujo de interpretación de la Línea L. La profundidad desde la superficie de la tierra hasta esta capa es de 12 a 40 metros, correspondiendo la parte más delgada a las cercanías de SP II y la más profunda a la parte cercana a W-2.

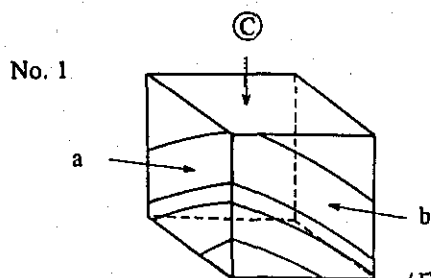
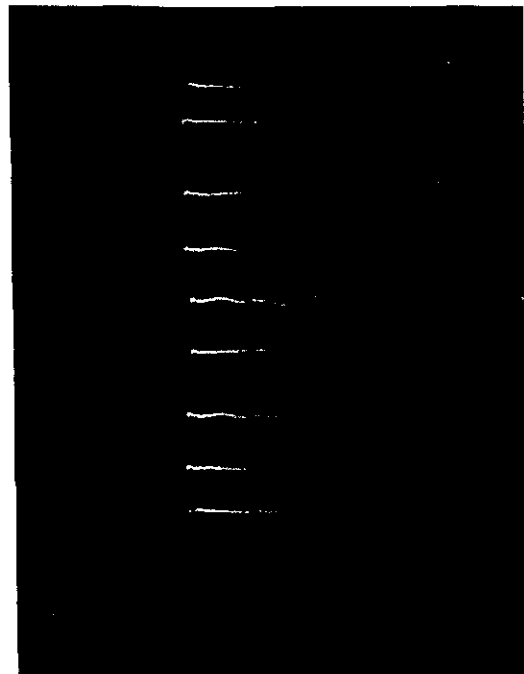
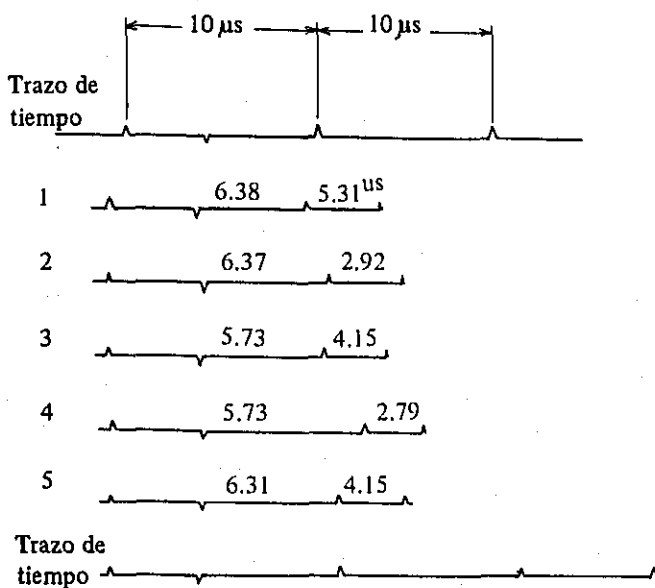
(3) Línea N En la Línea N se ha podido observar la estructura subterránea que consiste en total en tres capas de velocidad; la primera de 0.34 km/seg., la segunda de 1.3 km/seg. a 2.0 km/seg. y la tercera de 3.3 km/seg. a 4.5 km/seg. La primera capa (mantillo), por lo general, es delgada con un espesor de aprox. 2 metros entre SP I y (N16), pero va aumentando hasta el punto (N16) al lado de SP IV, con espesores de aprox. 5 a 13 metros. La velocidad general de esta capa fue 0.34 km/seg.

La segunda capa (zona meteorizada) es delgada entre SP I y SP II y acusa el espesor de aprox. 2 a 5 metros, pero aumenta su espesor hacia el oeste, llegando a unos 17 metros en la parte cercana a W-2, Bajo el terreno inclinado en las cercanías de (N14), presenta parcialmente el espesor de unos 25 metros. La velocidad registrada en cada tramo de la misma capa es como sigue: ① 2.0 km/seg. en el tramo de SP I a SP II, ② 1.4 a 1.5 km/seg. en el tramo de SP II a (N25), ③ 1.5 km/seg. en el tramo de (N25) a W-2 y ④ 1.3 km/seg. en el tramo de W-2 SP IV.

La tercera capa también acusó las siguientes velocidades en los mismos tramos indicados arriba: ① 4.4 km/seg., ② 4.5 km/seg., ③ 3.3 km/seg., y ④ 4.5 km/seg. Como queda mencionado arriba, la capa se ha presumido dividiéndose respectivamente según su propia velocidad, pero el ángulo de inclinación carece un poco de exactitud. La profundidad investigada desde la superficie de la tierra hasta esta capa es como sigue en cada tramo indicado anteriormente: 4 a 9 metros en ①, parte más delgada, 3 a 27 metros en ② aprox. 27 metros en ③ y 14 a 23 metros en ④.

La faz de esta capa sube y baja de acuerdo con la topografía superficial y generalmente se observa que es más profunda desde el superficie de la tierra en el punto de W-2, presentando aquí la velocidad más lenta.

No. de medición	No. de roca	Longitud de roca (mm)	Tiempo-distancia (μ S)	Velocidad de roca (km/seg)	Nombre de roca
1	RD 127	68.5	11.69	5.86	Lutita
2	RD 03	54.9	9.29	5.91	Diorita
3	HF 25	55.2	9.88	5.59	(Gabro)
4	Audesita No. 2	48.6	8.52	5.70	Andesita
5	RT 32	60.7	10.46	5.80	Toba



(En No. 2 a No. 5 las direcciones a, b y c son voluntarias)

Tabla No. 5 Medición de velocidad de las rocas en el área del Rio Toachi (temperatura normal y presión normal)

TABLA NO. 6 RELACION ENTRE ROCAS Y VELOCIDAD DE ONDA ELASTICA

Geología	Velocidad de Onda Elástica km/sec.					
	1	2	3	4	5	6
Aluvial	Tierra, Arena, Arcilla, Arcilla Arenosa,, Grava-Aguada, Grava-Endurecida					
Cuaternario	Toba, Eólica Corriente de Lodo, Arcilla, Arena, Grava, Grava Endurecida					
Terciario	Lutita, Aglomerado, Toba, Conglomerado Toba, Brecha, Roca Arenisca					
Mesozoico				Pizarra, Granvaca, Conglomerado		
Paleozoico				Lutita, chort, Grauvaca, Caliza		
Rocas plutónicas				Granito, Porfirita		
Rocas volcánicas		Liparita, Andesita, Porfido				
Rocas metamórficas		Serpentinita		Esquisto cristalino, Peridotita Esquisto verde, Corneana		

8. CONSIDERACIONES SOBRE EL RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES:

El grupo de investigaciones preparatorias ha traído algunas maestras de rocas coleccionadas en el área del Río Toachi, los cuales sirvieron como materiales de referencia para medir la velocidad de rocas. El resultado de esta medición se representa en la Tabla No. 5 (Medición bajo temperatura y presión normales)

Tal como se observa en esta tabla, la lutita, que se midió desde la faz C, acusa la velocidad de 5.86 km/seg. y en cuanto a las otras rocas, se midieron desde una dirección voluntaria debido a desconocimiento de direcciones. Por estas mediciones se han conseguido los datos de que la diorita presenta la velocidad de 5.87 km/seg., gabro de 5.58 km/seg., andesita de 5.70 km/seg. y toba de 5.81 km/seg. respectivamente. Es decir, cada una mostró la velocidad entre 5.5 km/seg. a 5.8 km/seg. Dichas rocas, sin embargo, son las recolectadas como muestras de una parte de las zonas de afloramiento de las rocas, y la velocidad ha de ser un poco diferente del resultado de la medición efectuada, pues esta medición se realizó con la distribución real de las rocas en el terreno. Esto es debido a que en el estado en que se encuentra distribuida la cama de roca se consideran también tales fenómenos como hendiduras, alteraciones por la acción atmosférica, etc. etc. En la investigación por onda elástica estas condiciones combinadas se representan por la velocidad, por lo tanto no es extraño que presenten velocidades menores que las de las muestras.

La cama de roca debajo de las Líneas de investigación realizada, señala en su mayoría la velocidad de unos 5.0 km/seg., de modo que se considerará que la mayor parte de la cama es roca nueva y dura. En segundo lugar, como material de referencia está dada la relación general entre rocas y sus correspondientes velocidades en la Tabla No. 6. (Esta tabla con exactitud considerable concuerda los datos obtenidos en el sitio de obra y en los experimentos.) En la investigación por onda elástica (método de refracción) se emplea principalmente el movimiento inicial de la onda de propagación, y la velocidad de este movimiento inicial V_p se indica por la siguiente fórmula:

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1-\delta}{(1+\delta)(1-2\delta)}} = \sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho}}$$

donde:

- E Módulo de elasticidad longitudinal
- ρ Densidad
- δ Coeficiente de Poisson
- λ, μ Constantes de Lamé que indican rigidez (dureza de la cama de roca)

Por consiguiente, cuando el valor de velocidad medida en la investigación por onda elástica resulta menor que el de la propia cama de roca este valor puede servir de una medida para comparar el grado de dureza, tenacidad, meteorización, agrietamiento y alteración de la cama de roca. (Tal como se observa en la Tabla No. 6, sin embargo, aun la misma roca señala cierta dispersión en los valores de las velocidades)

Por dichas razones, en el presente informe las capas de velocidades de 0.9 km/seg. a 2.5 km/seg. que ha sido observada en la segunda o tercera capa se tratan de la zona meteorizada, es decir, de la zona meteorizada I o zona meteorizada II. Se presume que la zona meteorizada I (0.7 a 2.0 km/seg.) es una capa alternada de arena y grava o una capa notablemente

meteorizada, y que la zona meteorizada II (2.0 a 2.5 km/seg.) corresponde a la cama de roca con bastantes grietas las cuales están rellenas de arcilla o similares. Se considera que la primera capa (0.34 a 0.35 km/seg.) en esta área consiste en mantillo de ceniza volcánica. Al observar generalmente los resultados de investigación, se puede notar que la primera capa (0.35 km/seg.) cubre casi toda la zona investigada y especialmente en la zona de Reservorio está distribuida con espesor de 10 a 15 metros. La calidad de esta capa se considera débil según su velocidad y se presume que tal capa tiene la característica de cambiar su calidad por la mayor o menor cantidad de agua contenida o por sedimentación secundaria. Por consiguiente no sería deseable construir las cimentaciones en la primera capa (mantillo). En cuanto a la zona meteorizada que hay en las segunda y tercera capas, se divide en dos capas en tales lugares donde la zona meteorizada es relativamente gruesa en la área investigada, pero puede suponerse que el grado de meteorización y de agrietamiento cambie poco a poco desde la segunda capa hacia la tercera, debido a la tendencia de infiltración presumible (Se mejora hacia la parte inferior). Se supone empero que esta tendencia de infiltración también varía parcialmente según el punto de medición de modo que sería favorable si se pueden conseguir los datos dinámica por hacer prueba de cargamento en la etapa de excavación de la alberca.

Ahora, se presumió la existencia de una zona interestratificada de 1.2 km/seg. en la parte superior de la segunda capa que se encuentra entre W-3 y W-4 y entre SP IV y W-5, de la Línea B, pero tal como queda mencionado más arriba, la existencia de la misma no ha podido confirmarse bien debido a las condiciones de la superficie en el tiempo de medición. Sin embargo, es posible que exista esta capa y se desea que se realice la perforación de prueba en el mismo punto.

Como indica el dibujo de los puntos de investigación, el extremo norte de la misma línea no alcanza al Río Toachi, pero se supone que el depósito de terraza queda distribuido cerca de la pared lateral del Río. Por consiguiente esta distribución debe considerarse bien al formar el plan básico de instalación de conductos de agua.

Sobre la área de proyecto de túnel de agua, la zona de Las Damas (1) consiste principalmente en lava y se presume la existencia de rocas como diorita, porfido cuarcífero, etc. en el punto de contacto de la línea G y la H. También se cree que en una parte de la misma zona está depositada la toba brechosa.

La cama de roca en este punto presenta la velocidad de unos 5.0 km/seg. y por lo tanto si se supone que el túnel proyectado tenga la altura de 1,080 metros sobre el nivel de mar, la mayor parte del mismo pasará por la cama de roca nueva y roca agrietada dura. Por consiguiente es posible emplear el método de avance con frente entero y de construcción sin soportes. Sin embargo, en el lugar que corresponde a la salida de túnel en las cercanías de SP I de la Línea D, deberá avanzarse excavando el mantillo y la zona intemperizada y posiblemente saldrá alguna cantidad de agua subterránea en ésta, parte por lo tanto es aconsejable aplicar el método de excavación con galería avanzada.

Además, la lava que está en contacto con tales rocas como rocas intrusivas que contienen la parte silícica se cambió en silicio por la acción térmica y resultará muy dura, así que se debe tener cuidado al efectuar la excavación.

En las cercanías de W-3 de la Línea F está indicada la posición de perforación del pozo No. 2, y por la investigación por onda elástica se ha observado que la cama de roca está colocada a 52 metros desde el superficie de tierra. Los datos de perforación del pozo No. 2, sin embargo, indican la profundidad de 79.39 metros, presentándose así una diferencia con respecto al resultado de la investigación por onda elástica.

Se piensa que en el alrededor de este punto la profundidad no varía tanto aunque un poco se deslita el lugar de perforación, pero la perforación efectuada en este lugar que tiene muchas hendiduras ofrece sólo los datos fragmentos, razón por la cual sería menester realizar una revisión del mismo punto. Para el propósito en referencia están dados en las figuras Nos. 8 a 11 los datos de las perforación efectuadas por INECEL. En lo que se refiere a la zona de Las Pampas (2), se presume que está formada por la capa alternada de lutita y arenisca y también existe roca intrusiva de porfirita, pero sería poco el resquicio o la grieta. Al tener en cuenta la altura del eje del túnel proyectado que es de 1,080 metros, la profundidad de 180 metros hasta la cama de roca no pondrá casi nada de obstáculo para la excavación del túnel.

Arriba hemos mencionado varias suposiciones acerca de cada una de las velocidades obtenidas por la investigación, pero el resultado de la investigación por onda elástica a veces no coincide con la estratigrafía. Esto se debe a que siempre acompañan algunos tipos de errores desde la observación hasta la interpretación.

En el método de refracción empleado en la investigación por onda elástica se investiga la estructura subterránea observando el movimiento inicial (V_p), por lo tanto lo que debe tratarse es de hacer con exactitud la observación en el momento del movimiento inicial. Se dice que la exactitud del amplificador de refracción es de 0.001 seg. en la condición óptima, pero no es fácil mantener esa exactitud bajo la condición de que la observación debe hacerse en el campo. El error ocasionado por extensión y contracción del papel registrador, desigualdad de filtros en el amplificador de refracción, error de la marca de tiempo, o explosión de la pólvora causan un error de 0,001 seg. aprox. hasta el tiempo de V_p . Especialmente el de 0,002 seg. aprox. puede ocasionarse por la pólvora o por la cápsula fulminante. Tales errores pueden corregirse hasta cierto punto pero no completamente.

Además no puede olvidarse el prestar atención al error por observación; por ejemplo, la diferencia de 1 metro en el punto de observación ocasiona un error de aprox. 0,003 seg. en la capa y la acumulación de tal error causará mayores.

En cuanto al error en interpretación, se ocasiona este en el cálculo de la profundidad por los datos de velocidad y la distancia de refracción. En el cálculo del método de refracción que se emplea en la investigación por onda elástica las siguientes suposiciones son bases generales: a) la velocidad de capa aumenta en proporción con su profundidad. b) todo lo contenido en la capa tiene igual velocidad en todas las direcciones. c) la capa es bastante gruesa y d) el límite entre cada capa es plano.

Bajo otras condiciones diferentes se causarán mayores errores en la calculación. Tal como queda mencionado arriba, se producen varios errores y se necesitan algunas suposiciones en la investigación por onda elástica, por lo tanto su resultado no siempre se considera lo mejor, y además por esta razón la estratigrafía clasificada geológicamente no siempre coincide con la clasificada por velocidades (método de refracción)

9. CONCLUSION:

De acuerdo con la solicitud del INECEL, el grupo de investigación realizó el trabajo encargado en el área del proyecto del túnel hidroeléctrico, por un período de tres meses a partir de fines de agosto de 1968. La investigación se efectuó en las tres zonas de 1) Reservorio, 2) Las Damas y 3) Las Pampas, y se llevó a cabo la medición geológica que cubre 12 líneas, 10,576 metros de longitud de líneas, 953 puntos de medición y 42 de expansión. Como resultado se han podido observar las siguientes capas de velocidad; es

decir, 1) En la zona de Reservoirio, la primera capa. ...0.35 km/seg. (mantillo), la segunda capa ... 0,9 km/seg. a 1.3 km/seg. (zona meteorizada I), la tercera capa ... 2,0 km/seg. a 2,2km/seg. (zona meteorizada II) y la cuarta capa ... 4,5 km/seg. (cama de roca) 2) En la zona de Las Damas, la primera capa ... 0,3 km/seg. (mantillo) la segunda y la tercera capas ... 1,0 km/seg. a 2,5 km/seg. (zona meteorizada), la cuarta capa ... 4,5 km/seg. a 5,5 km/seg. (cama de roca) 3) En la zona de Las Pampas, 1) la primera capa ... 0,34 km/seg. a 0,35 km/seg. (mantillo), la segunda capa ... 0,7 km/seg. a 2,2 km/seg. (zona meteorizada) y la tercera capa ... 3,0 km/seg. a 5,0 km/seg (cama de roca).

La mayor parte de la cama de roca bajo las líneas investigadas en por lo general de velocidades de 4,5 a 5,0 km/seg., por lo tanto es presumible que la mayoría es nueva y dura. También la curva de tiempo-distancia no ha indicado ninguna falla notable.

Por consiguiente, de esto se puede recomendar el emplear el método de avance con frente entero para excavar el túnel, debido a que la línea del proyecto del túnel de aducción pasa a través de la cama de roca dura. Sin embargo, se piensa que una parte de esta línea pasa la roca intrusiva y especialmente la zona meteorizada en el punto de salida del túnel al extremo norte de la línea D, por lo tanto es recomendable prestar atención especial a estos puntos en la etapa de la excavación del túnel. En cuanto a las Perforaciones de prueba, como queda mencionado en el párrafo 9 de consideraciones, se desea realizarlas en las dos zonas de Reservoirio y de Las Damas. En la parte cercana de la perforación No. 2, en la zona de Las Damas se presenta una diferencia en comparación con el resultado de investigación por onda elástica, lo cual indica la posibilidad de que la estructura subterránea se encuentre parcialmente variada. Por consiguiente es recomendable realizar la proxima perforación de prueba cambiando el lugar a fin de confirmar esa variación.

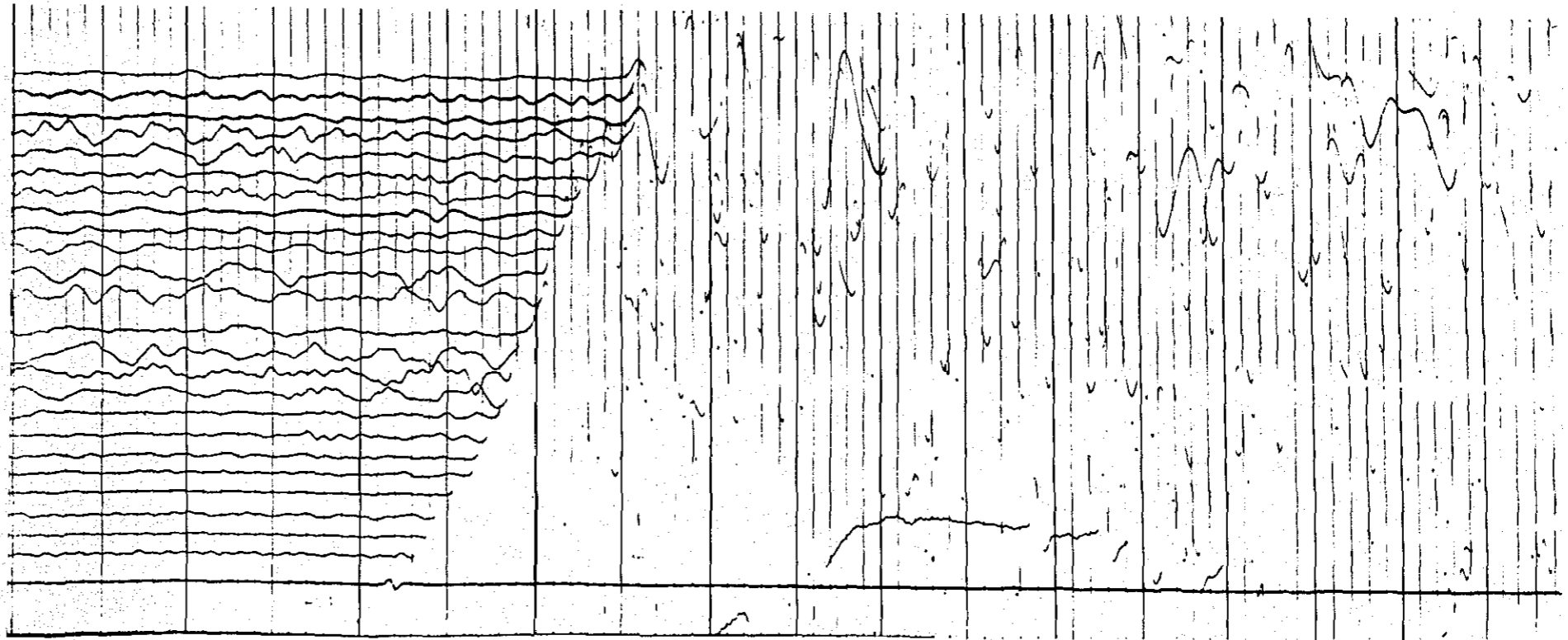
Finalmente se recomienda también confirmar la condición subterránea tanto debajo de la zona en que la línea G se conecta con la H como debajo el punto SP IV (punto de roca intrusiva) de la línea G.

Hasta aquí los resultados de la exploración sísmica realizada sin embargo la construcción del túnel de aducción debe ejecutarse después de consultar a los expertos de construcción con el fin de llevar a cabo una construcción perfecta y permanente.

REFERENCIAS

1. Geología del área del proyecto hidroeléctrico del Río Toachi
Dr. Hideo Takeda y Sr. Victor Aguayo 1968
2. El mapa geológico del Ecuador
Ing. Dr. Walter Sauer 1959
3. Cooperación técnica para el Instituto Nacional Ecuatoriano de Investigación Geológica;
Informe general No. 1
Dr. Takeo Bamba 1966
4. Velocidad de propagación de la onda elástica y su significación en la ingeniería geológica;
Dr. Yutarō Kanda 1959
5. Teoría del método de refracción
Dr. Kumiji Iida 1959

Area	KAS PUMPS	Date	10/18/81
Line No.	K	Record No.	162
Spread	2 SPR	Shotpoint	III
Pickup No.	43 ~ 66	Charge	195g x 5
Gain	1.6	Span	10 m
Filter	3		



Area	RAMS	Date	10/21/81
Line No.	G	Record No.	132
Spread	4 Spread	Shotpoint	IV
Pickup No.	70 ~ 93	Charge	195g x 3
Gain	1.7	Span	10 m
Filter	3		

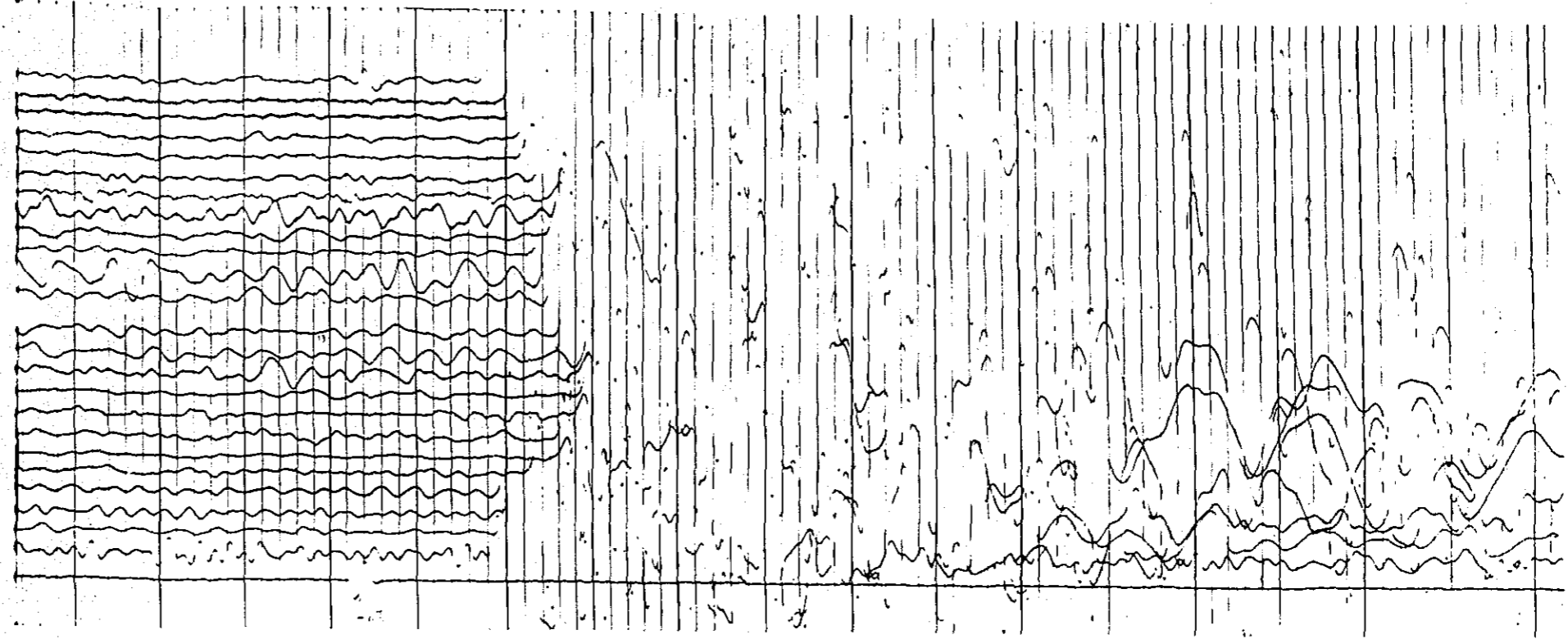




Fig. 8 OBRA PROYECTO TOACHI
POZO No. 1

PROFUNDIDAD		CLASIFICACION DE CAMPO
PROFUND EN Mtrs.	FINAL	
1.5		ML-MS café oscuro
3.0		MH-CH café abano
4.5		MH-CH café amarillo
6.0		MH-CH café amarillo
7.5		Grava plomo verdoso en matriz CH del mismo color
9.0		" "
10.5		" "
12.0		C-H verde amarillo y algo de grava
13.5		
15.0		
16.5		
18.0		
19.5		GW color plomo oscuro
21.0		" "
22.5		" "
24.0		" "
25.5		" "
27.0		" "
28.5		" "
33.5		" "
37.43		" "
45.00		" "

Fig. 9 OBRA PROYECTO TOACHI
POZO No. 2

PROF en Mts.	PERFIL (m)		CLASIFICACION DE CAMPO
	NUMERO MUESTRA	FINAL	
6	1		M-H color beige
14.75	2		M-H
21.0			M-H
21.05			G-W
30.0	3		M-H color beige verdoso
39.65	4		SW-SM color plomo verdoso
42.0	5		GW-GS "
42.7	6		GW "
49.13	7		GW "
61.37	8		GW "
68.37	9		GW "
79.39	10		GW "
80.42	11		Roca andesita, ploma verdosa
81.42	12		"
82.22	13		"

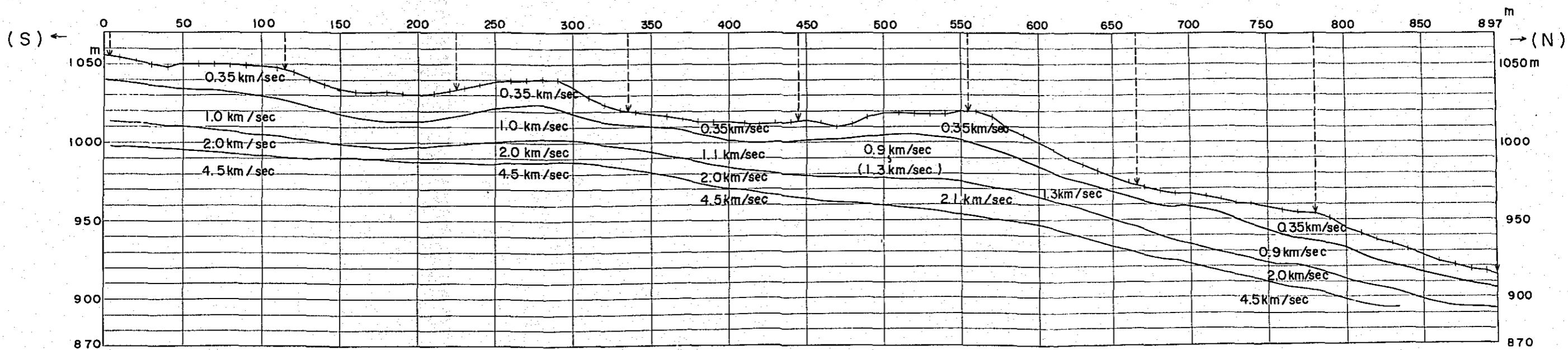
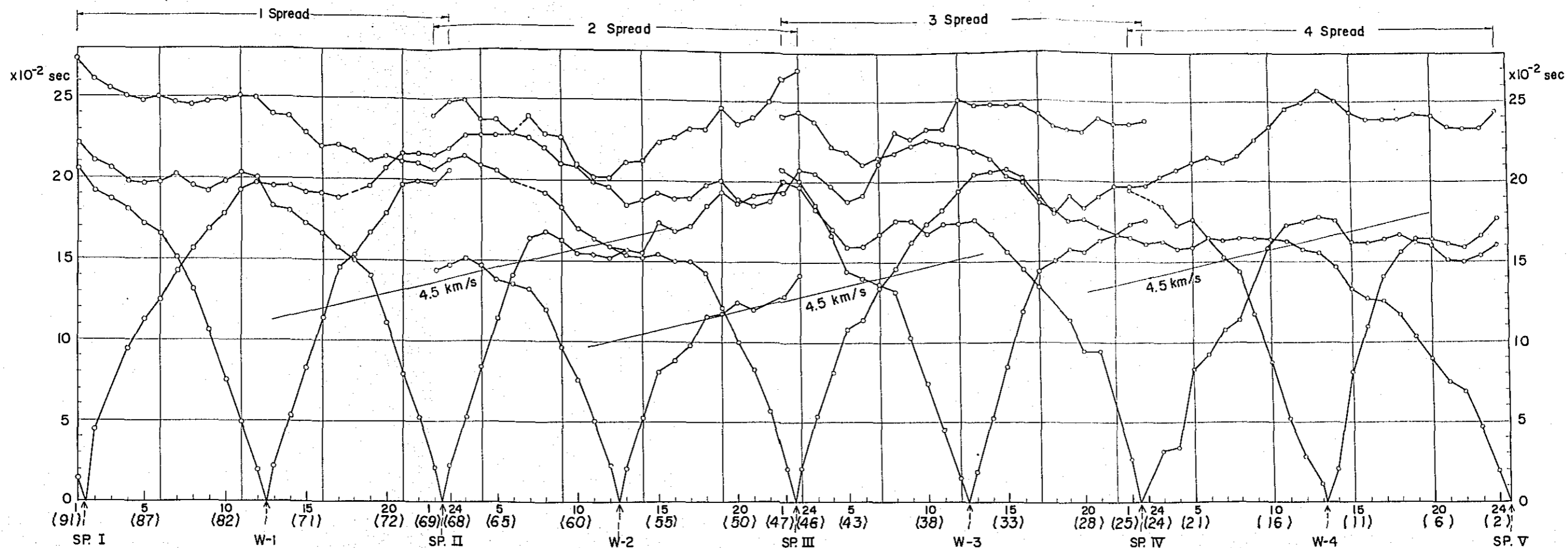
Fig. 10 OBRA PROYECTO TOACHI
POZO No. 3

PROFUNDIDAD		CLASIFICACION DE CAMPO
INICIAL	FINAL	
12.50		C-L ploma verdosa
21.00		C-L
21.05		G-W ploma
26.50		G-W ploma
27.27		ROCA GRANODIORITICA
28.81		"
30.35		"
31.89		"
34.20		

Fig. 11 OBRA PROYECTO TOACHI
POZO No. 4

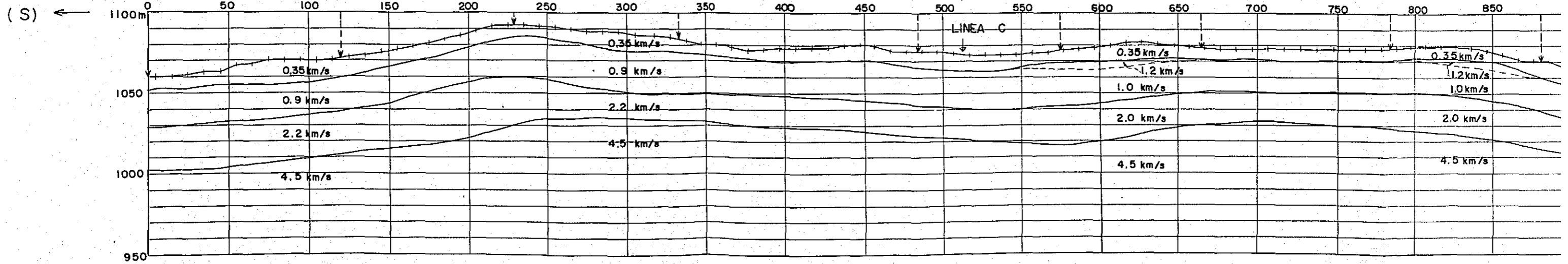
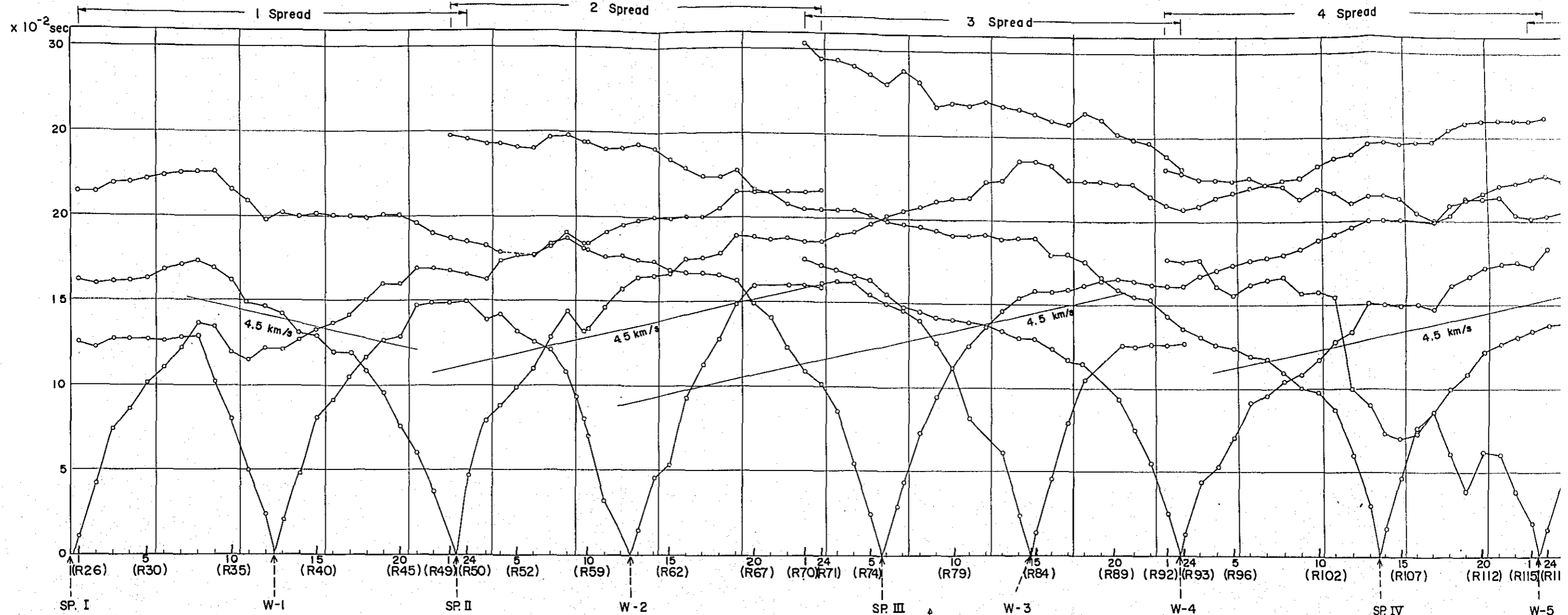
PROFUNDIDAD		CLASIFICACION DE CAMPO
INICIAL	FINAL	
6.38		Granodiorita meteorizada, color plomo obscuro, con pintas blancas
15.0		
18.30		Idem. muestra 1
24.11		ROCA GRANODIORITICA
25.60		"
27.10		"
28.62		"
30.14		"

LINEA A



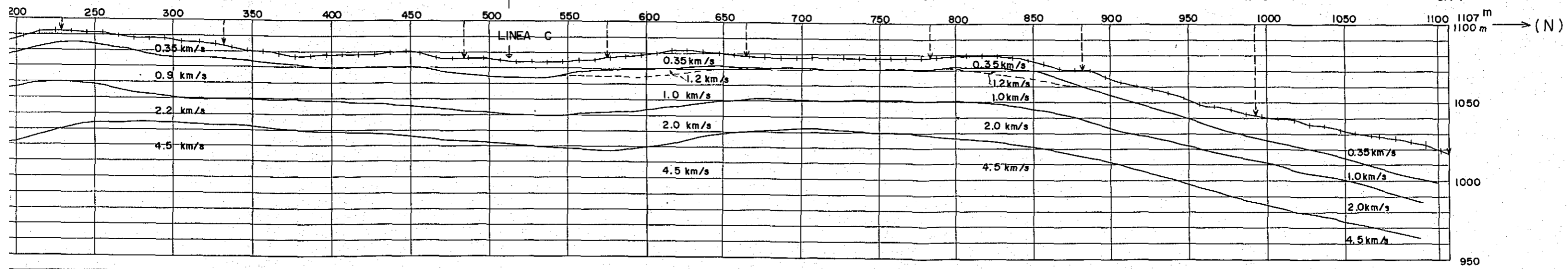
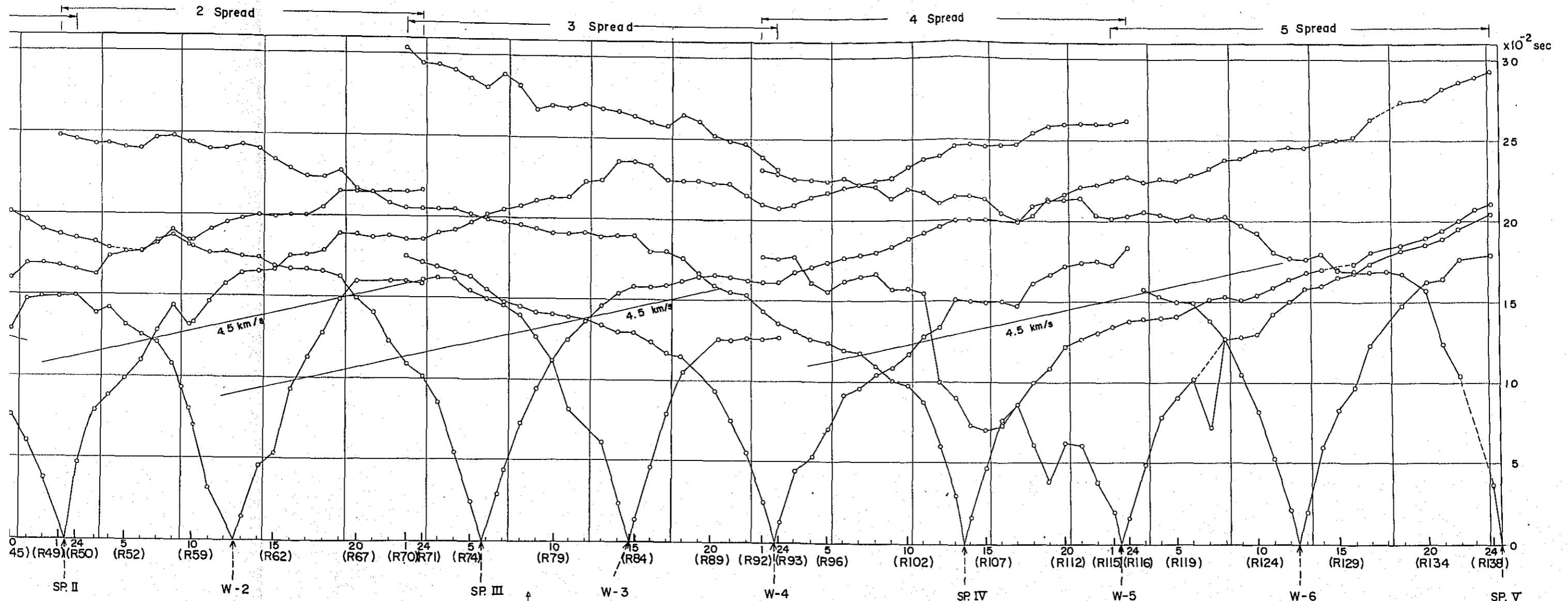
91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

LINEA , B



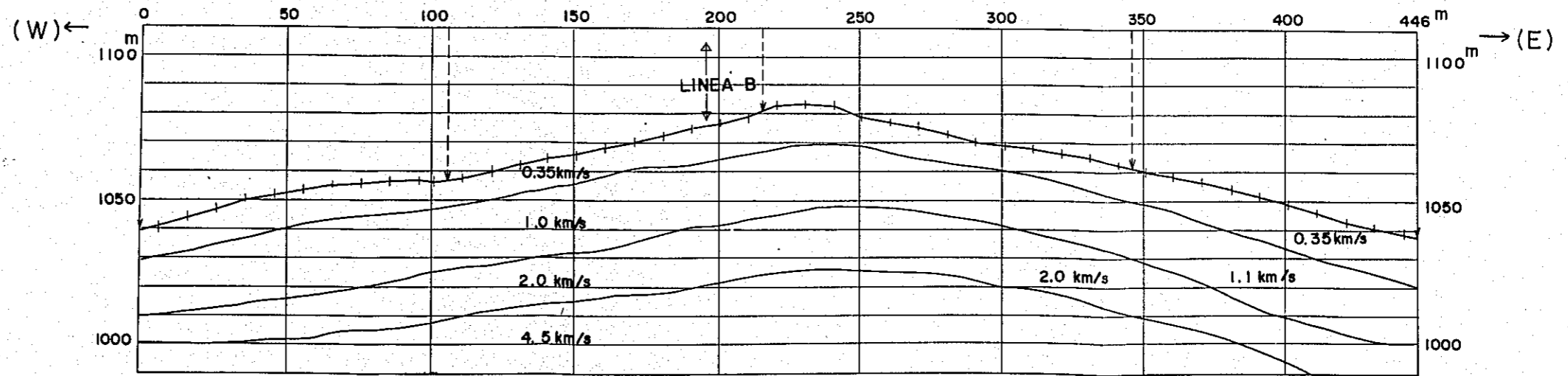
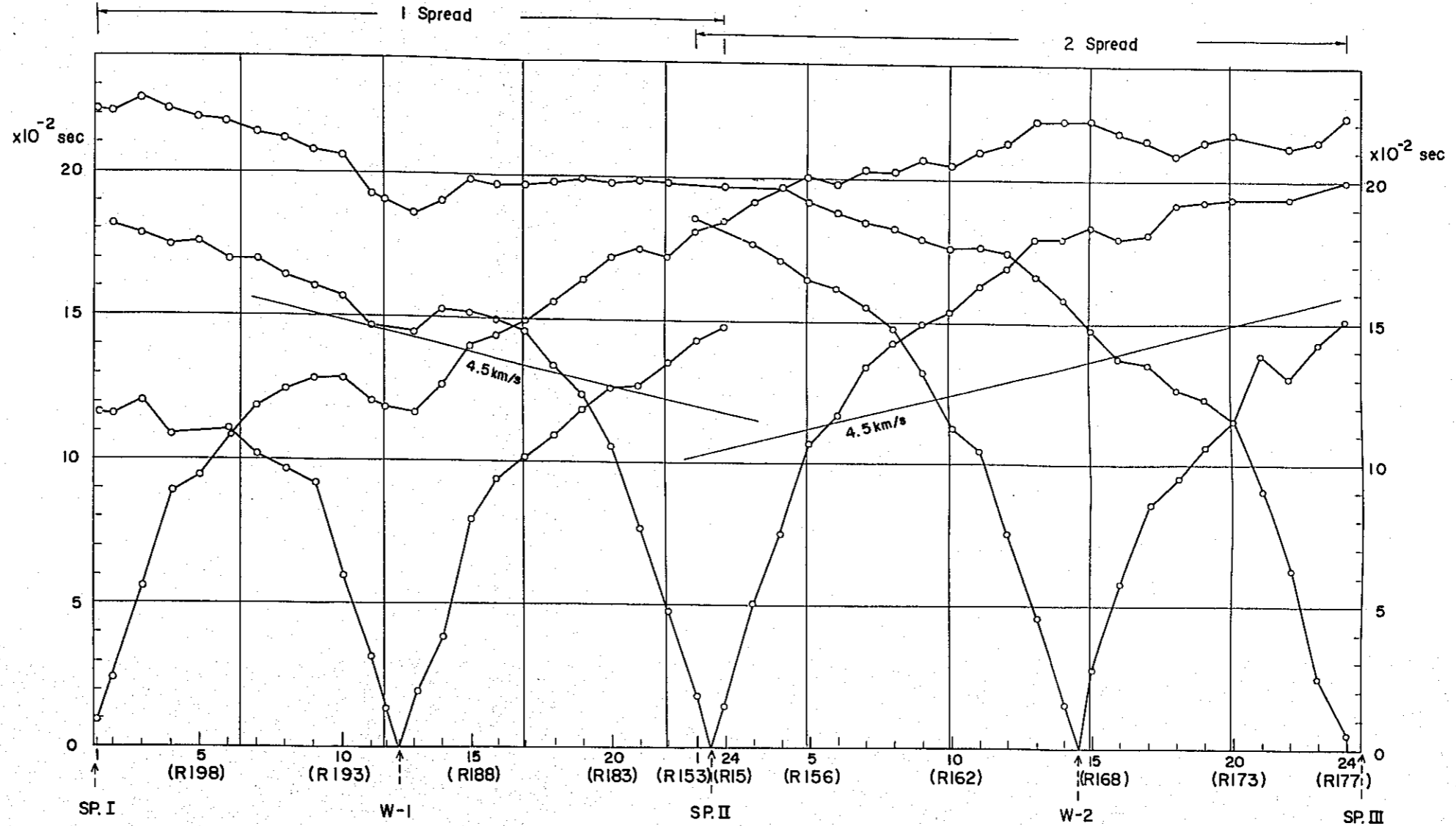
PROFES	LABORES	COZAS
R26	1051.00	1051.00
R27	1062.35	1062.35
R28	1062.35	1062.35
R29	1062.35	1062.35
R30	1062.35	1062.35
R31	1062.35	1062.35
R32	1062.35	1062.35
R33	1062.35	1062.35
R34	1062.35	1062.35
R35	1062.35	1062.35
R36	1062.35	1062.35
R37	1062.35	1062.35
R38	1062.35	1062.35
R39	1062.35	1062.35
R40	1062.35	1062.35
R41	1062.35	1062.35
R42	1062.35	1062.35
R43	1062.35	1062.35
R44	1062.35	1062.35
R45	1062.35	1062.35
R46	1062.35	1062.35
R47	1062.35	1062.35
R48	1062.35	1062.35
R49	1062.35	1062.35
R50	1062.35	1062.35
R51	1062.35	1062.35
R52	1062.35	1062.35
R53	1062.35	1062.35
R54	1062.35	1062.35
R55	1062.35	1062.35
R56	1062.35	1062.35
R57	1062.35	1062.35
R58	1062.35	1062.35
R59	1062.35	1062.35
R60	1062.35	1062.35
R61	1062.35	1062.35
R62	1062.35	1062.35
R63	1062.35	1062.35
R64	1062.35	1062.35
R65	1062.35	1062.35
R66	1062.35	1062.35
R67	1062.35	1062.35
R68	1062.35	1062.35
R69	1062.35	1062.35
R70	1062.35	1062.35
R71	1062.35	1062.35
R72	1062.35	1062.35
R73	1062.35	1062.35
R74	1062.35	1062.35
R75	1062.35	1062.35
R76	1062.35	1062.35
R77	1062.35	1062.35
R78	1062.35	1062.35
R79	1062.35	1062.35
R80	1062.35	1062.35
R81	1062.35	1062.35
R82	1062.35	1062.35
R83	1062.35	1062.35
R84	1062.35	1062.35
R85	1062.35	1062.35
R86	1062.35	1062.35
R87	1062.35	1062.35
R88	1062.35	1062.35
R89	1062.35	1062.35
R90	1062.35	1062.35
R91	1062.35	1062.35
R92	1062.35	1062.35
R93	1062.35	1062.35
R94	1062.35	1062.35
R95	1062.35	1062.35
R96	1062.35	1062.35
R97	1062.35	1062.35
R98	1062.35	1062.35
R99	1062.35	1062.35
R100	1062.35	1062.35
R101	1062.35	1062.35
R102	1062.35	1062.35
R103	1062.35	1062.35
R104	1062.35	1062.35
R105	1062.35	1062.35
R106	1062.35	1062.35
R107	1062.35	1062.35
R108	1062.35	1062.35
R109	1062.35	1062.35
R110	1062.35	1062.35
R111	1062.35	1062.35
R112	1062.35	1062.35
R113	1062.35	1062.35
R114	1062.35	1062.35
R115	1062.35	1062.35
R116	1062.35	1062.35

LINEA , B



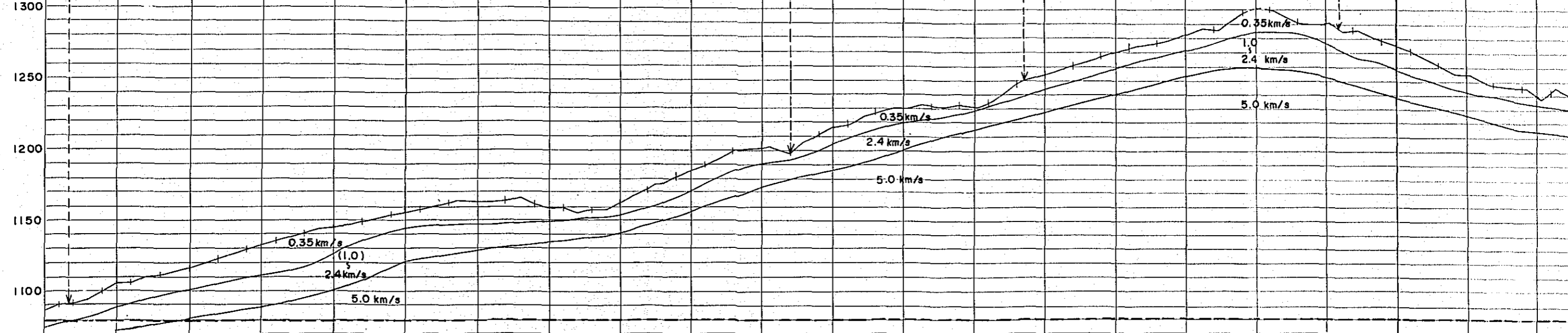
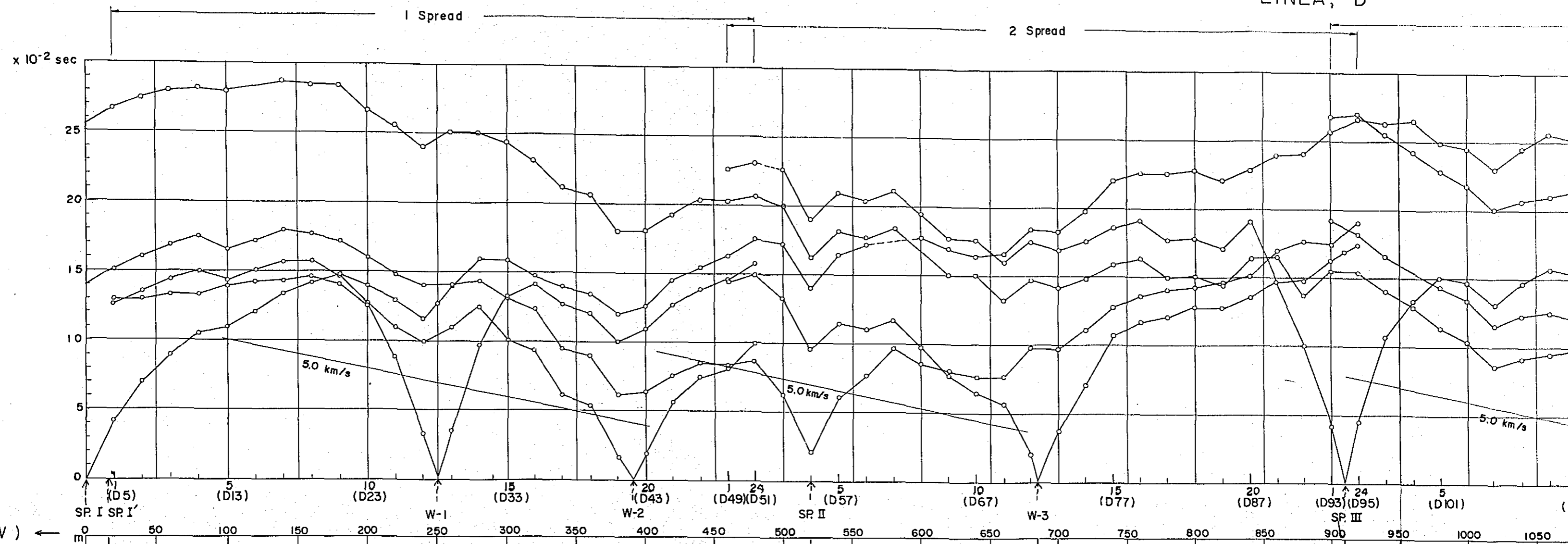
R45	R46	R47	R48	R49	R50	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59	R60	R61	R62	R63	R64	R65	R66	R67	R68	R69	R70	R71	R72	R73	R74	R75	R76	R77	R78	R79	R80	R81	R82	R83	R84	R85	R86	R87	R88	R89	R90	R91	R92	R93	R94	R95	R96	R97	R98	R99	R100	R101	R102	R103	R104	R105	R106	R107	R108	R109	R110	R111	R112	R113	R114	R115	R116	R117	R118	R119	R120	R121	R122	R123	R124	R125	R126	R127	R128	R129	R130	R131	R132	R133	R134	R135	R136	R137	R138
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

LINEA C



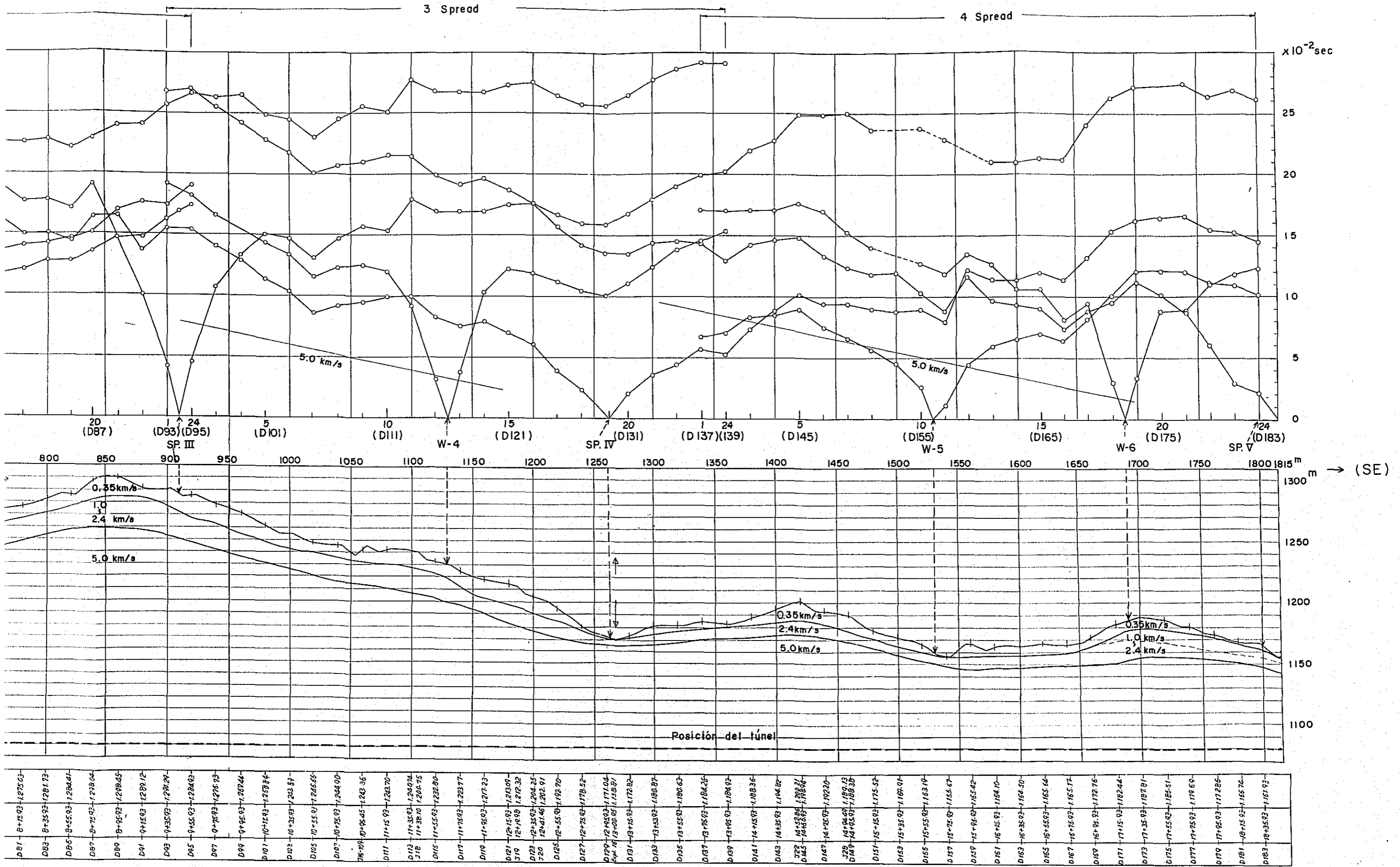
PUNTOS	ABSCISAS	COTAS
R201	1030.39	1044.26
R200	1046.65	1049.65
R199	1049.89	1052.37
R198	1052.64	1053.63
R197	1055.03	1055.09
R196	1056.54	1056.79
R195	1057.11	1057.48
R194	1059.48	1062.19
R193	1062.43	1064.46
R192	1065.70	1067.76
R191	1070.28	1072.56
R190	1074.84	1075.65
R189	1076.72	1079.90
R188	1083.21	1083.24
R187	1082.06	1082.16
R186	1079.83	1079.83
R185	1075.426	1073.657
R184	1070.013	1068.194
R183	1068.194	1068.194
R182	1066.197	1066.197
R181	1064.900	1062.226
R180	1061.730	1059.666
R179	1059.666	1057.637
R178	1056.146	1053.214
R177	1050.630	1047.749
R176	1044.585	1041.844
R175	1040.104	1040.104
R174	1038.244	1038.244

LINEA, D

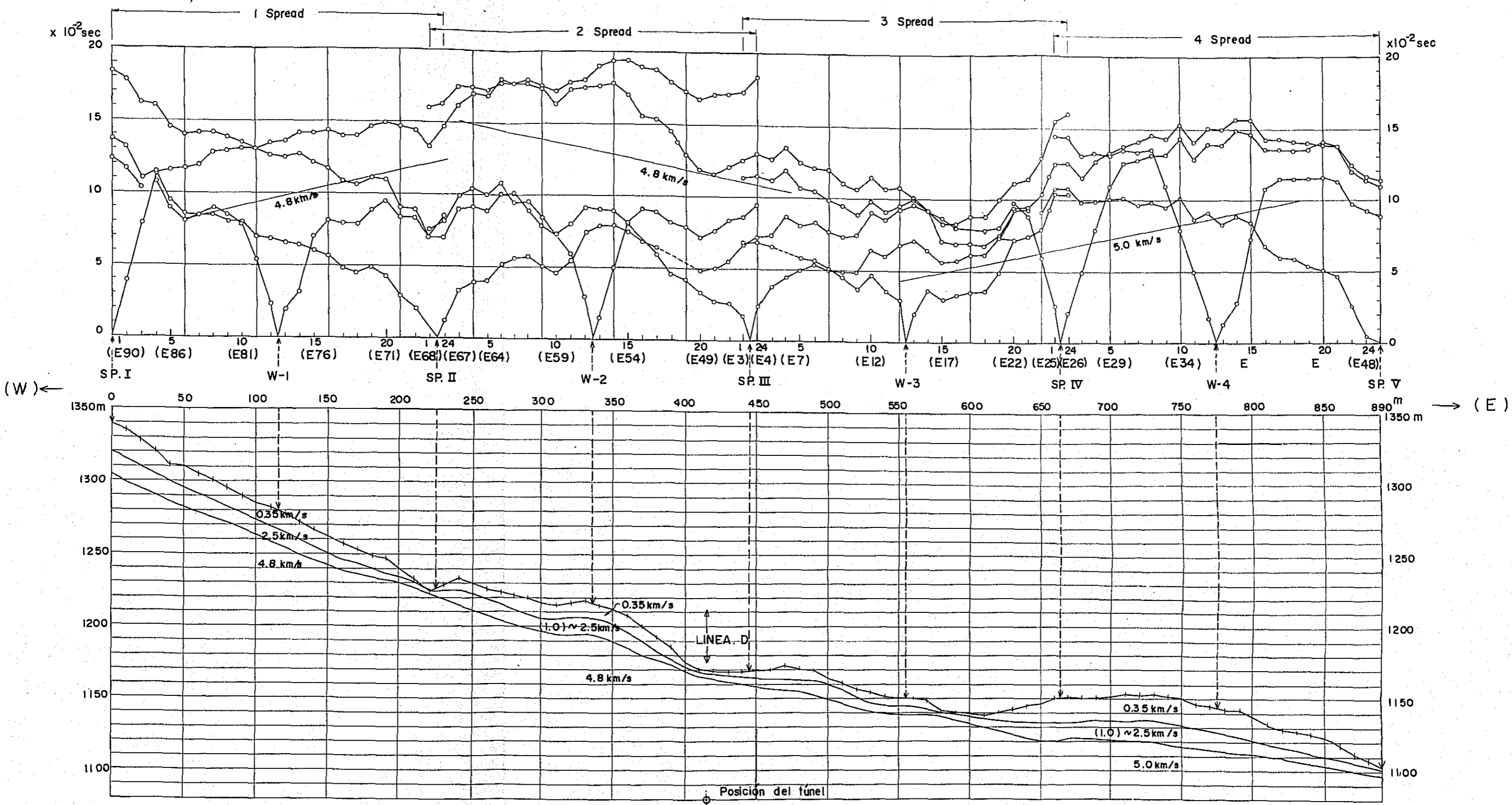


Point	Abstr.	SAS	DATA
D3	0+23.13	1.086.90	
D4	0+33.13	1.091.23	
D5	0+43.13	1.097.53	
D7	0+63.13	1.100.27	
D9	0+83.13	1.105.55	
D11	1+03.13	1.111.32	
D13	1+23.13	1.115.97	
D15	1+43.13	1.122.97	
D17	1+63.13	1.128.92	
D19	1+83.13	1.134.89	
D21	2+03.13	1.140.72	
D23	2+23.13	1.144.02	
D25	2+43.13	1.148.62	
D27	2+63.13	1.152.84	
D29	2+83.13	1.157.19	
D31	3+03.13	1.160.83	
D32	3+03.13	1.162.75	
D33	3+23.13	1.162.66	
D35	3+53.13	1.163.16	
D37	3+73.13	1.169.87	
D39	3+93.10	1.168.42	
D41	4+13.13	1.165.98	
D43	4+33.13	1.161.39	
D45	4+53.13	1.160.54	
D47	4+73.13	1.170.97	
D49	4+93.13	1.185.92	
D51	5+13.13	1.196.36	
D52	5+13.13	1.192.33	
D53	5+33.13	1.199.65	
D55	5+53.13	1.195.52	
D57	5+73.13	1.209.65	
D59	5+93.13	1.217.88	
D61	6+13.13	1.225.95	
D63	6+33.13	1.228.29	
D65	6+53.13	1.229.07	
D67	6+73.13	1.230.30	
D69	6+93.13	1.233.17	
D71	7+13.13	1.247.67	
D73	7+33.13	1.252.70	
D75	7+53.13	1.259.74	
D77	7+73.13	1.266.32	
D79	7+93.13	1.271.86	
D81	8+13.13	1.275.03	
D83	8+33.13	1.281.73	
D85	8+53.13	1.284.41	
D87	8+73.13	1.290.04	
D89	8+93.13	1.298.45	
D91	9+13.13	1.298.12	
D93	9+33.13	1.296.29	
D95	9+53.13	1.284.93	
D97	9+73.13	1.276.73	
D99	9+93.13	1.269.44	
D101	10+13.13	1.273.84	
D103	10+33.13	1.283.97	
D105	10+53.13	1.286.65	
D107	10+73.13	1.244.90	
D109	10+93.13	1.243.36	

LINEA, D

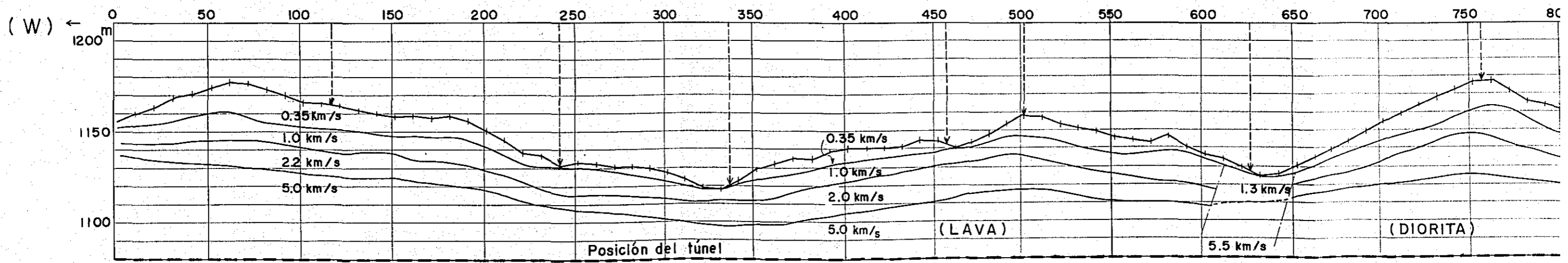
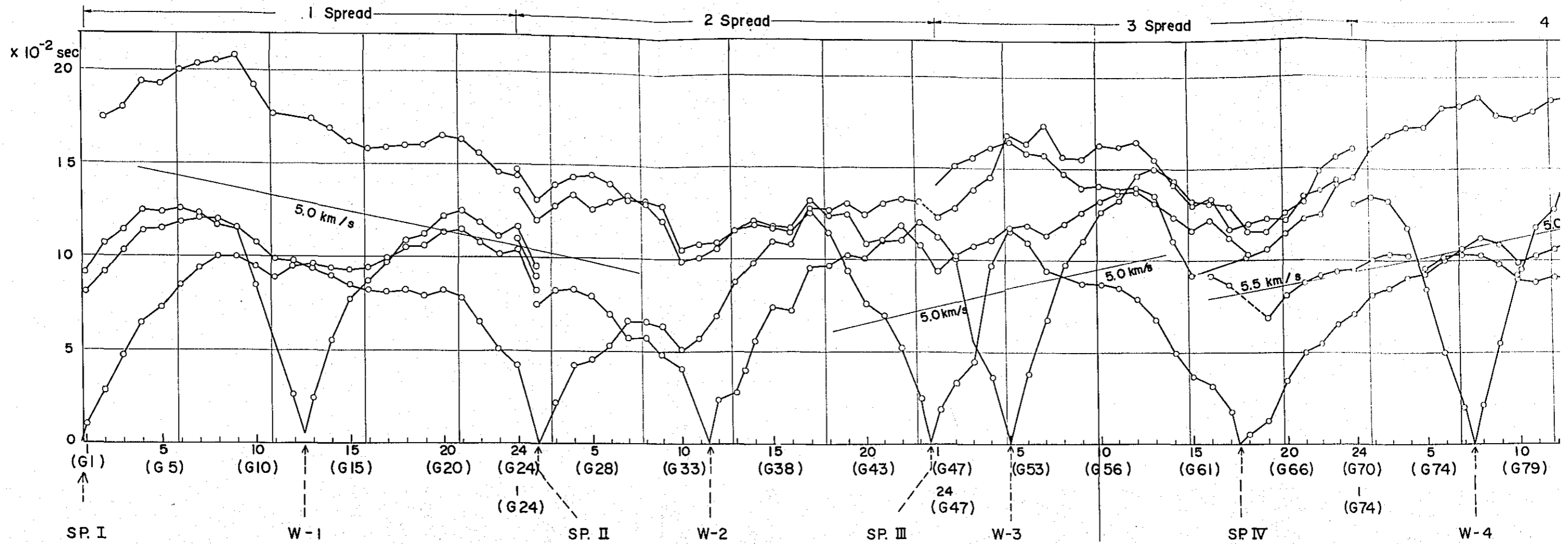


LINEA E



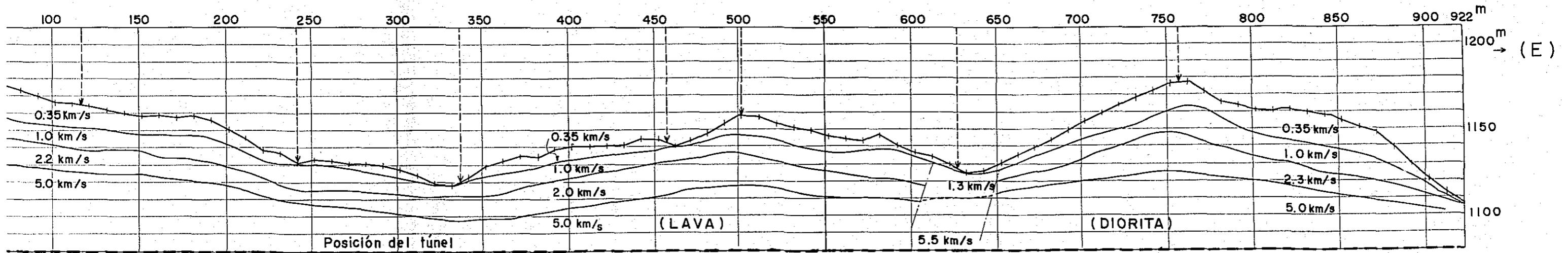
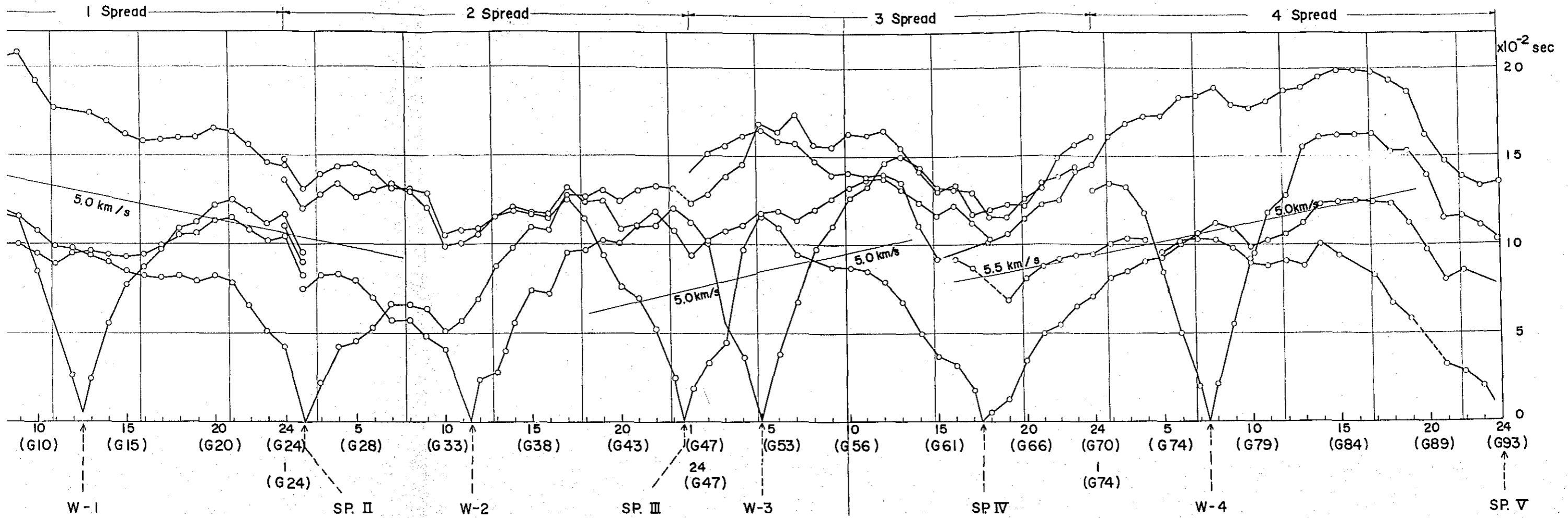
E90	4145	1327.62	E89	4145	1328.35	E88	3145	1328.24	E87	3145	1321.41	E86	3145	1311.11	E85	3145	1310.65	E84	3145	1310.75	E83	3145	1310.35	E82	3145	1255.64	E81	3145	1281.46	E80	3145	1285.35	E79	3145	1281.59	E78	2145	1277.60	E77	2145	1272.07	E76	2145	1266.52	E75	2145	1261.64	E74	2145	1257.07	E73	2145	1252.66	E72	2145	1248.57	E71	2145	1246.55	E70	2145	1239.02	E69	1145	1235.35	E68	1145	1231.86	E67	1145	1224.34	E66	1145	1221.81	E65	1145	1218.61	E64	1145	1216.10	E63	1145	1213.32	E62	1145	1211.16	E61	1145	1208.80	E60	1145	1205.20	E59	1145	1204.15	E58	1145	1205.54	E57	1145	1205.98	E56	1145	1203.91	E55	1145	1201.20	E54	1145	1200.99	E53	1145	1199.00	E52	1145	1191.93	E51	1145	1188.91	E50	1145	1178.58	E49	1145	1158.67	E48	1145	1158.81	E47	1145	1157.99	E46	1145	1157.67	E45	1145	1158.21	E44	1145	1158.59	E43	1145	1158.29	E42	1145	1158.85	E41	1145	1158.88	E40	1145	1158.13	E39	1145	1158.21	E38	1145	1158.59	E37	1145	1158.10	E36	1145	1158.94	E35	1145	1158.96	E34	1145	1158.65	E33	1145	1158.45	E32	1145	1158.22	E31	1145	1153.17	E30	1145	1152.99	E29	1145	1152.90	E28	1145	1152.32	E27	1145	1152.14	E26	1145	1146.65	E25	1145	1146.45	E24	1145	1146.67	E23	1145	1146.89	E22	1145	1146.20	E21	1145	1146.01	E20	1145	1144.92	E19	1145	1145.61	E18	1145	1145.10	E17	1145	1145.94	E16	1145	1145.96	E15	1145	1145.65	E14	1145	1145.45	E13	1145	1145.22	E12	1145	1145.17	E11	1145	1145.10	E10	1145	1145.10	E9	1145	1145.10	E8	1145	1145.10	E7	1145	1145.10	E6	1145	1145.10	E5	1145	1145.10	E4	1145	1145.10	E3	1145	1145.10	E2	1145	1145.10	E1	1145	1145.10
-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------

LINEA G



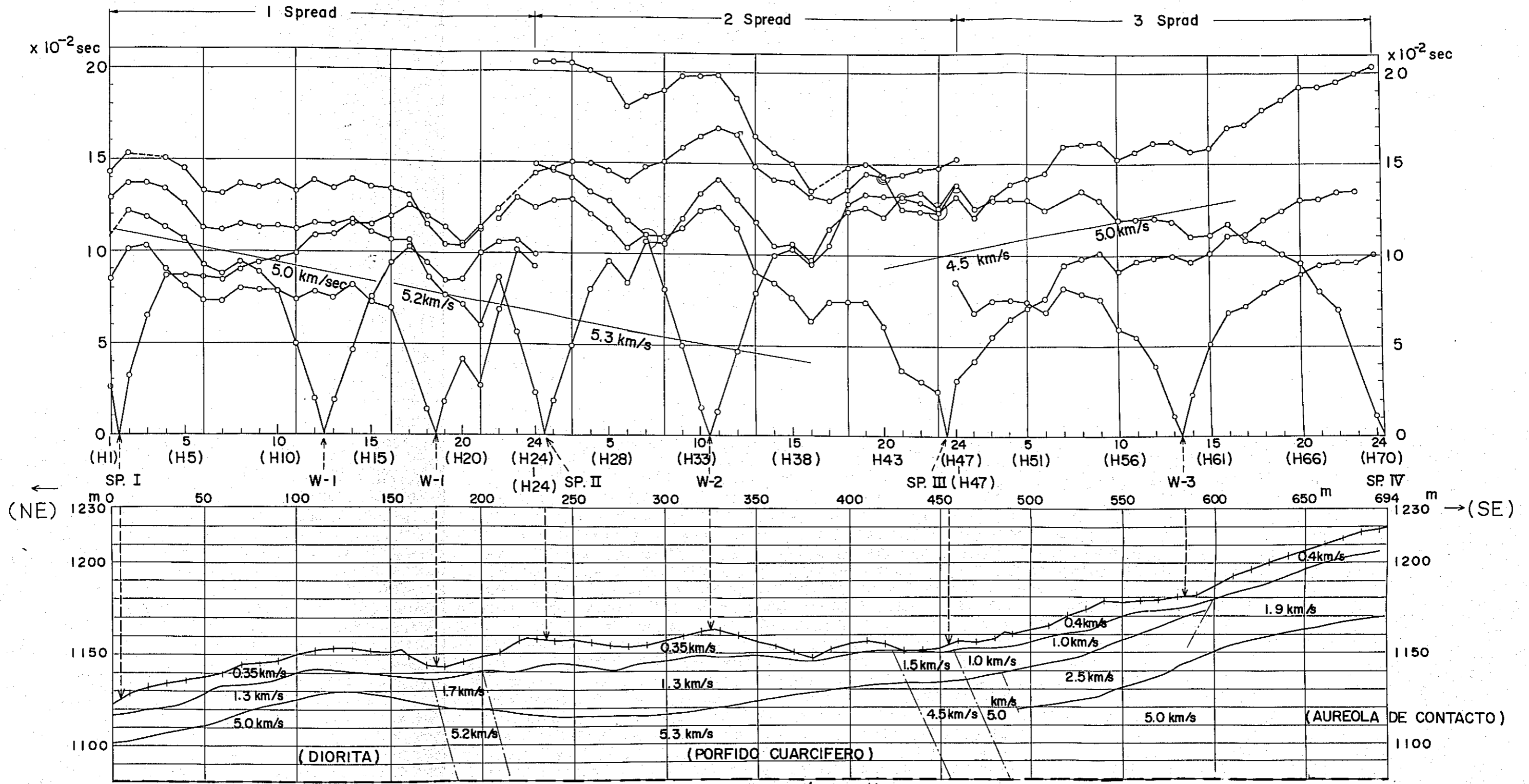
PROFUNDIDAD	CANTAS
C0	0100-1057.38
C1	0105-1156.00
C2	0115-1160.31
C3	0125-1164.06
C4	0135-1167.97
C5	0145-1171.00
C6	0155-1174.55
C7	0165-1178.48
C8	0175-1182.35
C9	0185-1186.55
C10	0195-1190.63
C11	0205-1194.97
C12	0215-1199.21
C13	0225-1203.28
C14	0235-1207.67
C15	0245-1212.10
C16	0255-1216.14
C17	0265-1219.15
C18	0275-1222.55
C19	0285-1226.21
C20	0295-1229.95
C21	0305-1233.65
C22	0315-1237.55
C23	0325-1241.43
C24	0335-1245.08
C25	0345-1248.88
C26	0355-1252.65
C27	0365-1256.45
C28	0375-1260.21
C29	0385-1264.05
C30	0395-1267.85
C31	0405-1271.65
C32	0415-1275.43
C33	0425-1279.28
C34	0435-1283.10
C35	0445-1286.95
C36	0455-1290.75
C37	0465-1294.55
C38	0475-1298.35
C39	0485-1302.15
C40	0495-1305.95
C41	0505-1309.75
C42	0515-1313.55
C43	0525-1317.35
C44	0535-1321.15
C45	0545-1324.95
C46	0555-1328.75
C47	0565-1332.55
C48	0575-1336.35
C49	0585-1340.15
C50	0595-1343.95
C51	0605-1347.75
C52	0615-1351.55
C53	0625-1355.35
C54	0635-1359.15
C55	0645-1362.95
C56	0655-1366.75
C57	0665-1370.55
C58	0675-1374.35
C59	0685-1378.15
C60	0695-1381.95
C61	0705-1385.75
C62	0715-1389.55
C63	0725-1393.35
C64	0735-1397.15
C65	0745-1400.95
C66	0755-1404.75
C67	0765-1408.55
C68	0775-1412.35
C69	0785-1416.15
C70	0795-1419.95
C71	0805-1423.75
C72	0815-1427.55
C73	0825-1431.35
C74	0835-1435.15
C75	0845-1438.95
C76	0855-1442.75
C77	0865-1446.55
C78	0875-1450.35
C79	0885-1454.15
C80	0895-1457.95
C81	0905-1461.75
C82	0915-1465.55

LINEA G



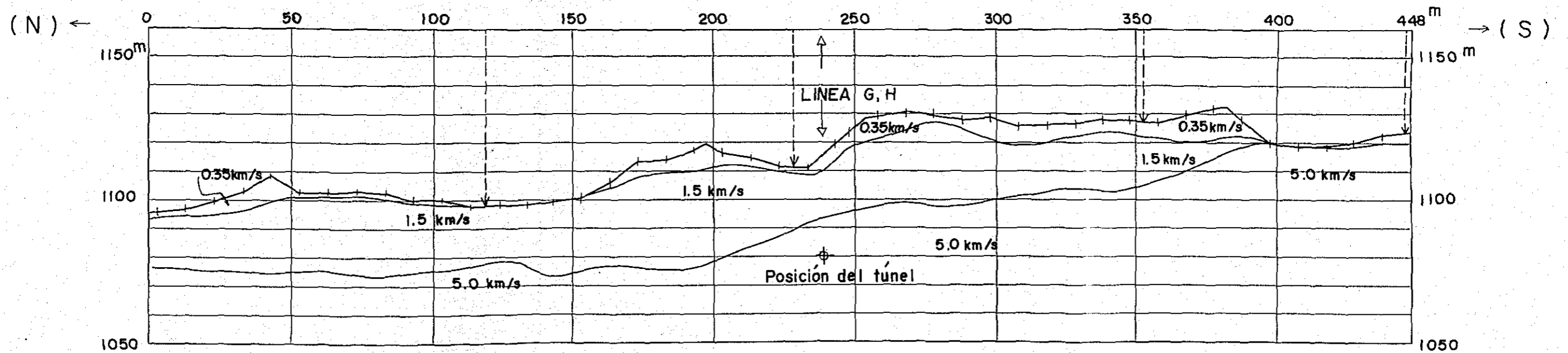
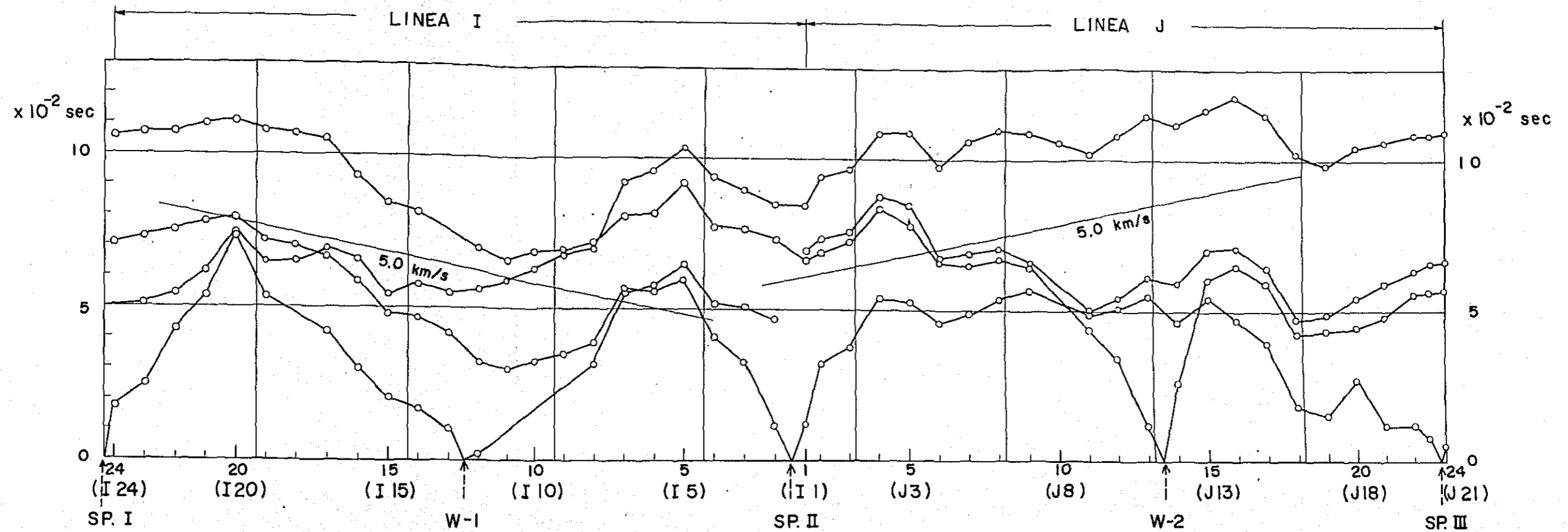
C9	0+85-1103.63	C10	0+93-1107.87	C11	1+06-1166.78	C12	1+15-1186.28	C13	1+25-1189.67	C14	1+35-1182.10	C15	1+45-1180.14	C16	1+55-1159.15	C17	1+65-1159.55	C18	1+75-1158.21	C19	1+85-1159.96	C20	1+95-1156.41	C21	1+95-1156.03	C22	2+04-1150.92	C23	2+15-1145.47	C24	2+25-1138.49	C25	2+35-1137.32	C26	2+45-1131.67	C27	2+55-1133.28	C28	2+65-1133.15	C29	2+75-1130.87	C30	2+85-1131.46	C31	3+05-1129.95	C32	3+05-1128.65	C33	3+05-1127.85	C34	3+15-1124.43	C35	3+25-1119.88	C36	3+35-1119.85	C37	3+45-1123.33	C38	3+55-1130.46	C39	3+65-1133.07	C40	3+75-1136.10	C41	3+85-1135.54	C42	3+95-1132.85	C43	4+05-1141.40	C44	4+15-1141.53	C45	4+25-1141.47	C46	4+35-1142.37	C47	4+45-1145.47	C48	4+55-1141.45	C49	4+75-1144.39	C50	4+85-1142.60	C51	4+95-1154.75	C52	5+05-1155.86	C53	5+05-1155.27	C54	5+15-1157.71	C55	5+25-1154.07	C56	5+35-1157.42	C57	5+45-1149.60	C58	5+55-1146.66	C59	5+65-1145.06	C60	5+75-1144.16	C61	5+85-1144.20	C62	5+95-1142.40	C63	6+05-1137.40	C64	6+15-1134.83	C65	6+25-1128.05	C66	6+35-1128.23	C67	6+45-1126.04	C68	6+55-1120.23	C69	6+65-1120.23	C70	6+75-1120.42	C71	6+85-1120.42	C72	6+95-1120.42	C73	7+05-1120.42	C74	7+15-1120.42	C75	7+25-1120.42	C76	7+35-1120.42	C77	7+45-1120.42	C78	7+55-1120.42	C79	7+65-1120.42	C80	7+75-1120.42	C81	7+85-1120.42	C82	7+95-1120.42	C83	8+05-1120.42	C84	8+15-1120.42	C85	8+25-1120.42	C86	8+35-1120.42	C87	8+45-1120.42	C88	8+55-1120.42	C89	8+65-1120.42	C90	8+75-1120.42	C91	8+85-1120.42	C92	8+95-1120.42	C93	9+05-1120.42
----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------	-----	--------------

LINEA . H



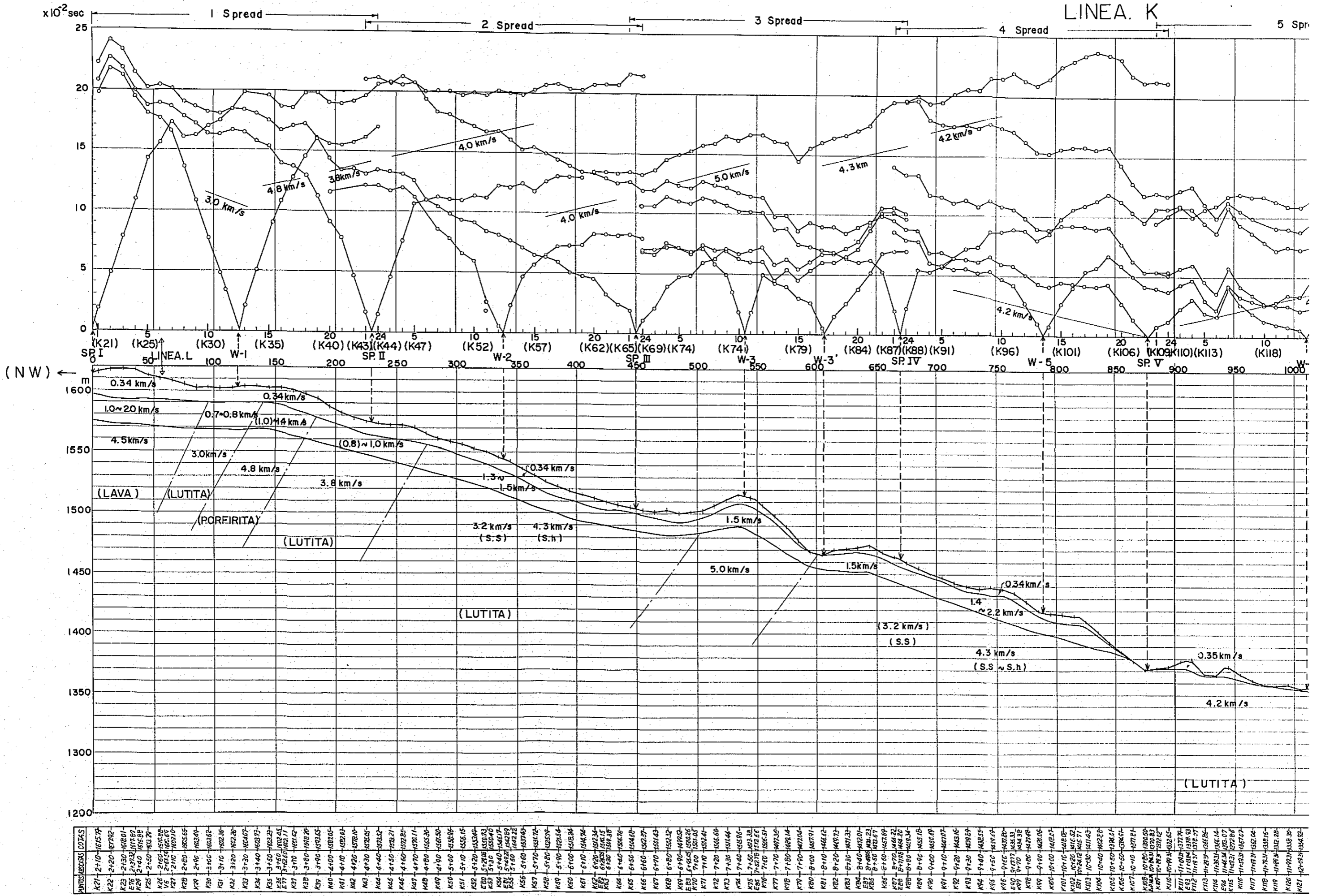
POINTOS (ARTICULOS) CONTAS	POINTOS (ARTICULOS) CONTAS
H2 0+15 112802	H26 2+55 115756
E3 0+18 112801	H27 2+65 115847
H3 0+25 113239	H28 2+75 115940
H4 0+35 113421	H29 2+85 116280
H5 0+45 113594	H30 2+95 116839
H6 0+55 113744	H31 3+05 116469
H7 0+65 113949	H32 3+15 116908
H8 0+75 114306	H33 3+25 116187
H9 0+85 114698	E4 3+35 116390
H10 0+95 114652	H34 3+35 116224
H11 1+05 114832	H35 3+45 116325
H12 1+15 115152	H36 3+55 116372
E4 1+16 115221	H37 3+65 116356
H13 1+25 115282	H38 3+75 116910
H4 1+35 115392	H39 3+85 116698
H16 1+55 116831	H40 3+95 116190
E5 1+58 116226	H41 4+05 115513
H17 1+65 116824	H42 4+15 116643
H18 1+75 116320	H43 4+25 116641
H19 1+85 116320	H44 4+35 116800
H20 1+95 116437	H45 4+45 116120
H21 2+05 116784	H46 4+55 115120
H22 2+15 116005	H47 4+65 115904
H23 2+25 115567	H48 4+75 116533
E6 2+28 115299	H49 4+85 116762
H24 2+35 116757	E7 4+95 116145
H25 2+45 116067	H50 4+95 116016
H26 2+55 116756	H51 5+05 116214
H27 2+65 116547	H52 5+15 116419
H28 2+75 116540	H53 5+25 117219
H29 2+85 116280	H54 5+35 117261
H30 2+95 116839	E10 5+45 116920
H31 3+05 116469	H55 5+45 116824
H32 3+15 116908	H56 5+55 117144
H33 3+25 116187	H57 5+65 117916
E7 3+35 116390	H58 5+75 117923
H34 3+35 116224	H59 5+85 118139
H35 3+45 116325	H60 5+95 118110
H36 3+55 116372	H61 6+05 118160
H37 3+65 116356	H62 6+15 118245
H38 3+75 116910	H63 6+25 118223
H39 3+85 116698	H64 6+35 118285
H40 3+95 116190	H65 6+45 118265
H41 4+05 115513	H66 6+55 118287
H42 4+15 116643	H67 6+65 118123
H43 4+25 116641	H68 6+75 118130
H44 4+35 116800	H69 6+85 118149
H45 4+45 116120	H70 6+95 118127
H46 4+55 115120	
H47 4+65 115904	
H48 4+75 116533	
H49 4+85 116762	
E8 4+95 116145	
H50 4+95 116016	
H51 5+05 116214	
H52 5+15 116419	
H53 5+25 117219	
H54 5+35 117261	
E10 5+45 116920	
H55 5+45 116824	
H56 5+55 117144	
H57 5+65 117916	
H58 5+75 117923	
H59 5+85 118139	
H60 5+95 118110	
H61 6+05 118160	
H62 6+15 118245	
H63 6+25 118223	
H64 6+35 118285	
H65 6+45 118265	
H66 6+55 118287	
H67 6+65 118123	
H68 6+75 118130	
H69 6+85 118149	
H70 6+95 118127	

LINEA, I J



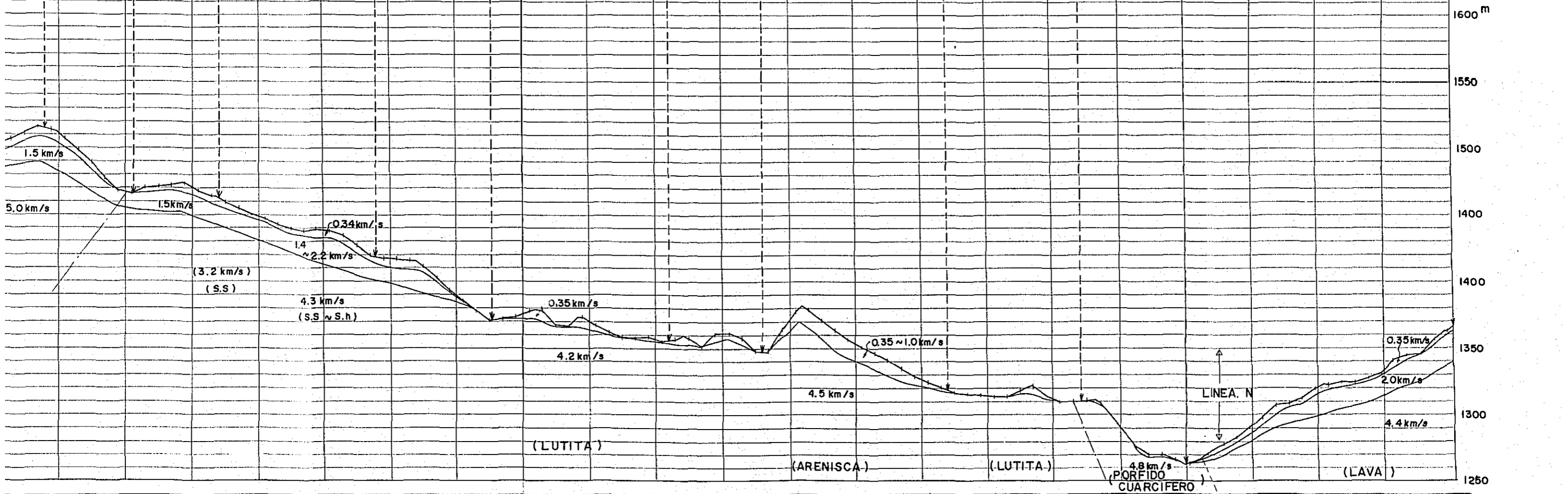
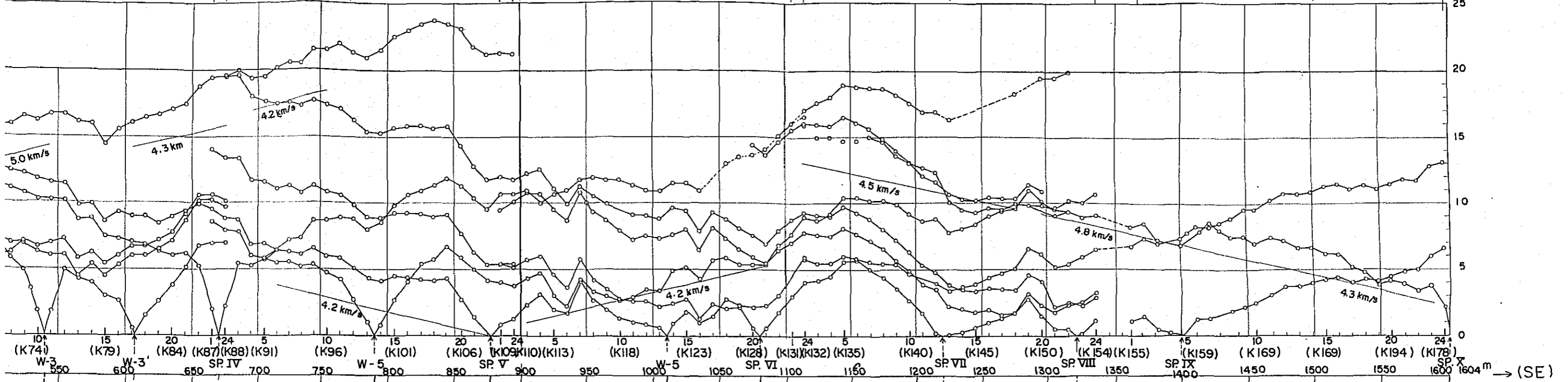
PUNTO	ABSCISAS	COTAS
I 24	240	95.30
23	230	96.37
22	220	99.14
21	210	102.60
20	200	108.47
19	190	102.60
18	180	102.12
17	170	102.91
16	160	102.17
15	150	99.69
14	140	100.10
13	130	97.57
12	120	96.99
11	110	98.21
10	100	99.07
9	90	100.69
8	80	105.62
7	70	113.24
6	60	119.21
5	50	117.04
P68	45	119.39
I 4	40	116.35
3	30	116.53
2	20	111.33
I 1	10	111.22
L	000	119.59
J 1	5	123.81
P95	11	128.66
J 2	15	129.07
J 3	25	130.89
J 4	35	129.18
J 5	45	127.68
J 6	55	128.45
J 7	65	125.80
J 8	75	125.98
J 9	85	126.25
J 10	95	127.62
J 11	105	127.61
J 12	115	126.49
J 13	125	129.72
J 14	135	131.17
P77	140	132.30
J 15	145	127.80
J 16	155	119.49
J 17	165	118.28
J 18	175	118.84
J 19	185	119.28
J 20	195	122.05
J 21	205	123.58

LINEA. K



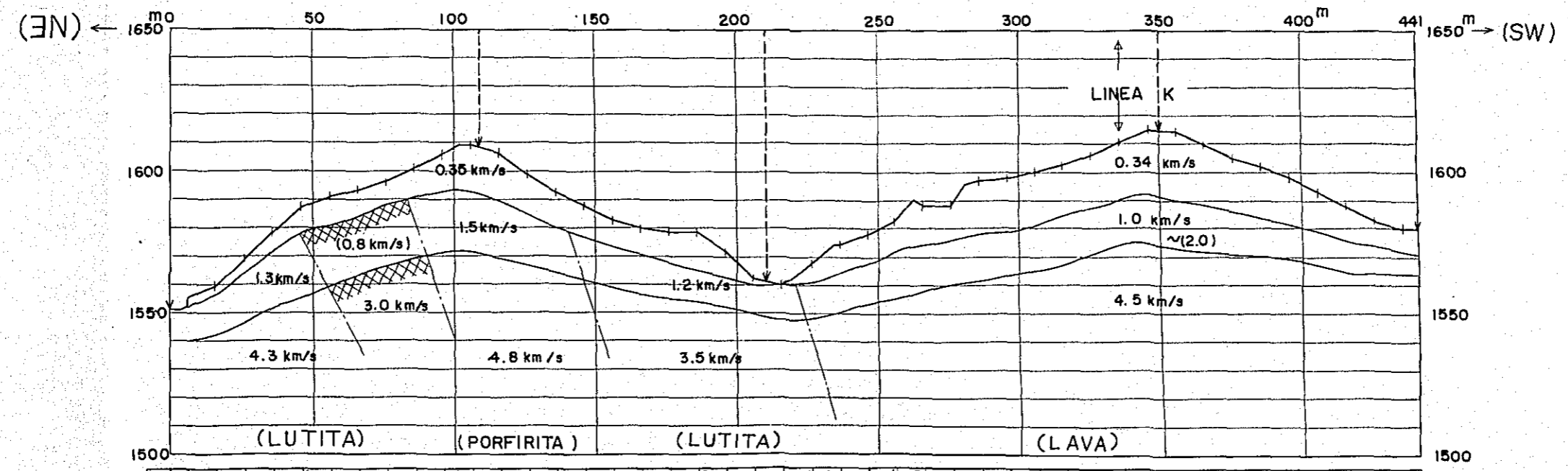
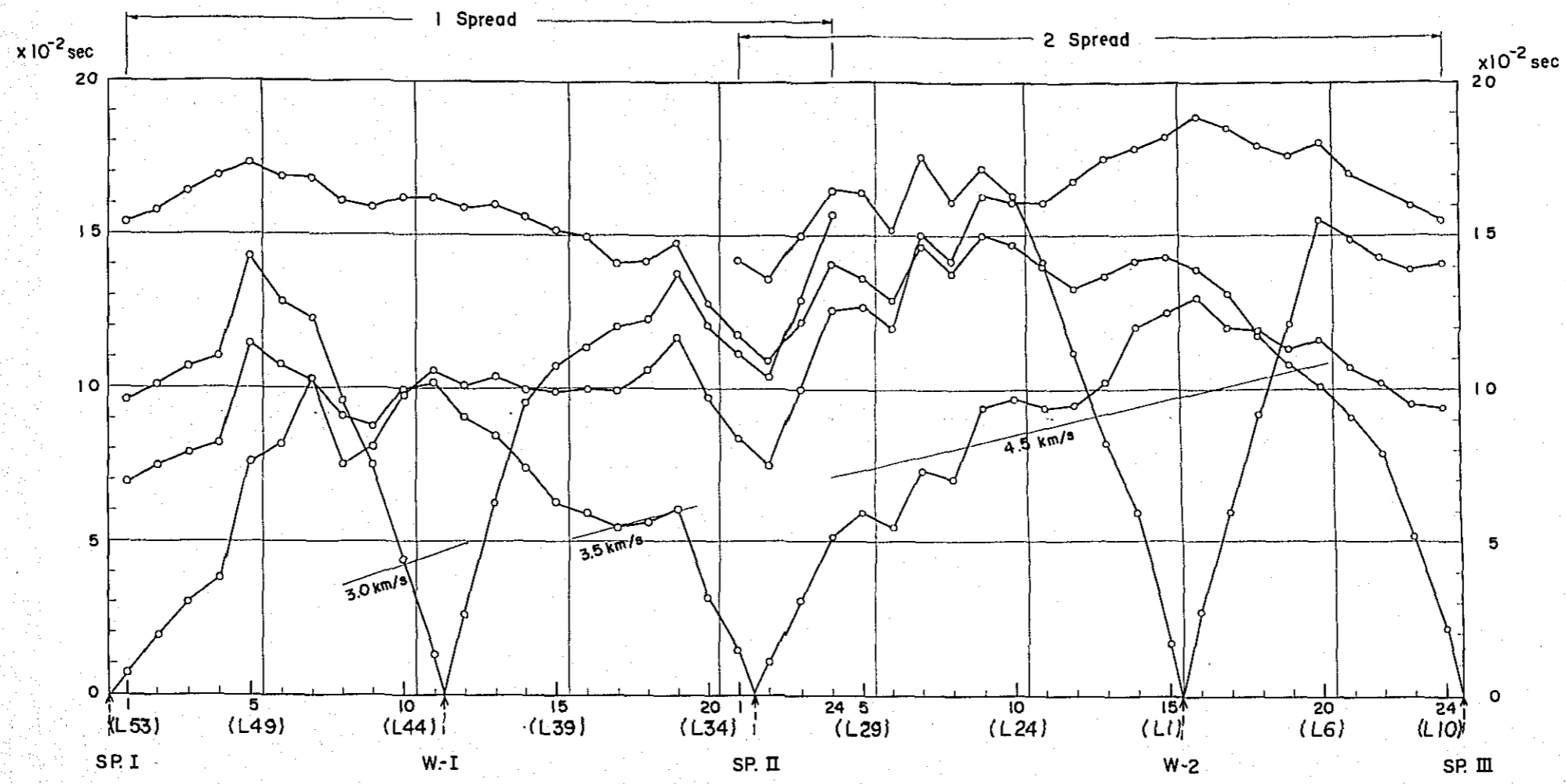
LINEA. K

3 Spread 4 Spread 5 Spread 6 Spread 7 Spread $\times 10^2 \text{ sec}$



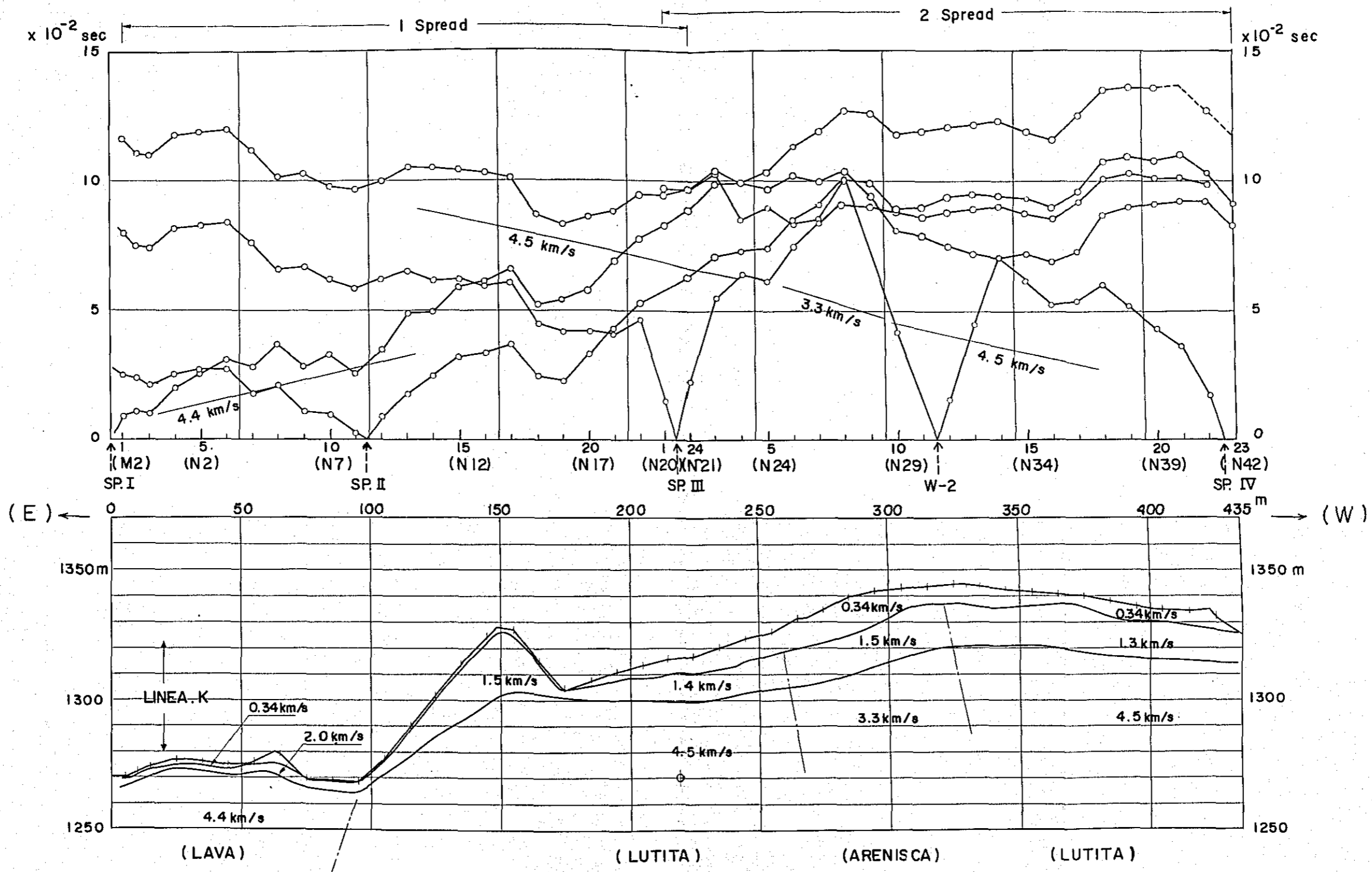
K72	7+20	1666.66	K107	10+10	637.81	K142	14+20	1346.67	K177	17+60	153.33
K73	7+30	1511.44	K108	10+20	733.33	K143	14+30	1346.67	K178	17+70	153.33
K74	7+40	1356.22	K109	10+30	833.33	K144	14+40	1346.67	K179	17+80	153.33
K75	7+50	1201.00	K110	10+40	933.33	K145	14+50	1346.67	K180	18+00	153.33
K76	7+60	1045.78	K111	10+50	1033.33	K146	14+60	1346.67	K181	18+10	153.33
K77	7+70	890.56	K112	10+60	1133.33	K147	14+70	1346.67	K182	18+20	153.33
K78	7+80	735.34	K113	10+70	1233.33	K148	14+80	1346.67	K183	18+30	153.33
K79	7+90	580.12	K114	10+80	1333.33	K149	14+90	1346.67	K184	18+40	153.33
K80	8+00	424.90	K115	10+90	1433.33	K150	15+00	1346.67	K185	18+50	153.33
K81	8+10	269.68	K116	11+00	1533.33	K151	15+10	1346.67	K186	18+60	153.33
K82	8+20	114.46	K117	11+10	1633.33	K152	15+20	1346.67	K187	18+70	153.33
K83	8+30	58.24	K118	11+20	1733.33	K153	15+30	1346.67	K188	18+80	153.33
K84	8+40	2.02	K119	11+30	1833.33	K154	15+40	1346.67	K189	18+90	153.33
K85	8+50	136.80	K120	11+40	1933.33	K155	15+50	1346.67	K190	19+00	153.33
K86	8+60	282.02	K121	11+50	2033.33	K156	15+60	1346.67	K191	19+10	153.33
K87	8+70	427.24	K122	11+60	2133.33	K157	15+70	1346.67	K192	19+20	153.33
K88	8+80	572.46	K123	11+70	2233.33	K158	15+80	1346.67	K193	19+30	153.33
K89	8+90	717.68	K124	11+80	2333.33	K159	15+90	1346.67	K194	19+40	153.33
K90	9+00	862.90	K125	11+90	2433.33	K160	16+00	1346.67	K195	19+50	153.33
K91	9+10	1008.12	K126	12+00	2533.33	K161	16+10	1346.67	K196	19+60	153.33
K92	9+20	1153.34	K127	12+10	2633.33	K162	16+20	1346.67	K197	19+70	153.33
K93	9+30	1298.56	K128	12+20	2733.33	K163	16+30	1346.67	K198	19+80	153.33
K94	9+40	1443.78	K129	12+30	2833.33	K164	16+40	1346.67	K199	19+90	153.33
K95	9+50	1589.00	K130	12+40	2933.33	K165	16+50	1346.67	K200	20+00	153.33
K96	9+60	1734.22	K131	12+50	3033.33	K166	16+60	1346.67			
K97	9+70	1879.44	K132	12+60	3133.33	K167	16+70	1346.67			
K98	9+80	2024.66	K133	12+70	3233.33	K168	16+80	1346.67			
K99	9+90	2169.88	K134	12+80	3333.33	K169	16+90	1346.67			
K100	10+00	2315.10	K135	12+90	3433.33	K170	17+00	1346.67			
K101	10+10	2460.32	K136	13+00	3533.33	K171	17+10	1346.67			
K102	10+20	2605.54	K137	13+10	3633.33	K172	17+20	1346.67			
K103	10+30	2750.76	K138	13+20	3733.33	K173	17+30	1346.67			
K104	10+40	2895.98	K139	13+30	3833.33	K174	17+40	1346.67			
K105	10+50	3041.20	K140	13+40	3933.33	K175	17+50	1346.67			
K106	10+60	3186.42	K141	13+50	4033.33	K176	17+60	1346.67			
K107	10+70	3331.64	K142	13+60	4133.33	K177	17+70	1346.67			
K108	10+80	3476.86	K143	13+70	4233.33	K178	17+80	1346.67			
K109	10+90	3622.08	K144	13+80	4333.33	K179	17+90	1346.67			
K110	11+00	3767.30	K145	13+90	4433.33	K180	18+00	1346.67			
K111	11+10	3912.52	K146	14+00	4533.33	K181	18+10	1346.67			
K112	11+20	4057.74	K147	14+10	4633.33	K182	18+20	1346.67			
K113	11+30	4202.96	K148	14+20	4733.33	K183	18+30	1346.67			
K114	11+40	4348.18	K149	14+30	4833.33	K184	18+40	1346.67			
K115	11+50	4493.40	K150	15+00	4933.33	K185	18+50	1346.67			
K116	11+60	4638.62	K151	15+10	5033.33	K186	18+60	1346.67			
K117	11+70	4783.84	K152	15+20	5133.33	K187	18+70	1346.67			
K118	11+80	4929.06	K153	15+30	5233.33	K188	18+80	1346.67			
K119	11+90	5074.28	K154	15+40	5333.33	K189	18+90	1346.67			
K120	12+00	5219.50	K155	15+50	5433.33	K190	19+00	1346.67			
K121	12+10	5364.72	K156	15+60	5533.33	K191	19+10	1346.67			
K122	12+20	5509.94	K157	15+70	5633.33	K192	19+20	1346.67			
K123	12+30	5655.16	K158	15+80	5733.33	K193	19+30	1346.67			
K124	12+40	5800.38	K159	15+90	5833.33	K194	19+40	1346.67			
K125	12+50	5945.60	K160	16+00	5933.33	K195	19+50	1346.67			
K126	12+60	6090.82	K161	16+10	6033.33	K196	19+60	1346.67			
K127	12+70	6236.04	K162	16+20	6133.33	K197	19+70	1346.67			
K128	12+80	6381.26	K163	16+30	6233.33	K198	19+80	1346.67			
K129	12+90	6526.48	K164	16+40	6333.33	K199	19+90	1346.67			
K130	13+00	6671.70	K165	16+50	6433.33	K200	20+00	1346.67			
K131	13+10	6816.92	K166	16+60	6533.33						
K132	13+20	6962.14	K167	16+70	6633.33						
K133	13+30	7107.36	K168	16+80	6733.33						
K134	13+40	7252.58	K169	16+90	6833.33						
K135	13+50	7397.80	K170	17+00	6933.33						
K136	13+60	7543.02	K171	17+10	7033.33						
K137	13+70	7688.24	K172	17+20	7133.33						
K138	13+80	7833.46	K173	17+30	7233.33						
K139	13+90	7978.68	K174	17+40	7333.33						
K140	14+00	8123.90	K175	17+50	7433.33						
K141	14+10	8269.12	K176	17+60	7533.33						
K142	14+20	8414.34	K177	17+70	7633.33						
K143	14+30	8559.56	K178	17+80	7733.33						
K144	14+40	8704.78	K179	17+90	7833.33						
K145	14+50	8850.00	K180	18+00	7933.33						
K146	14+60	8995.22	K181	18+10	8033.33						
K147	14+70	9140.44	K182	18+20	8133.33						
K148	14+80	9285.66	K183	18+30	8233.33						
K149	14+90	9430.88	K184	18+40	8333.33						
K150	15+00	9576.10	K185	18+50	8433.33						
K151	15+10	9721.32	K186	18+60	8533.33						
K152	15+20	9866.54	K187	18+70	8633.33						
K153	15+30	10011.76	K188	18+80	8733.33						
K154	15+40	10156.98	K189	18+90	8833.33						
K155	15+50	10302.20	K190	19+00	8933.33						
K156	15+60	10447.42	K191	19+10	9033.33						
K157	15+70	10592.64	K192	19+20	9133.33						
K158	15+80	10737.86	K193	19+30	9233.33						
K159	15+90	10883.08	K194	19+40	9333.33						
K160	16+00	11028.30	K195	19+50	9433.33						
K161	16+10	11173.52	K196	19+60	9533.33						
K162	16+20	11318.74	K197	19+70	9633.33						
K163	16+30	11463.96	K198	19+80	9733.33						
K164	16+40	11609.18	K199	19+90	9833.33						
K165	16+50	11754.40	K200	20+00	9933.33						
K166	16+60	11899.62									
K167	16+70	12044.84									
K168	16+80	12190.06									
K169	16+90	12335.28									
K170	17+00	12480.50									
K171	17+10	12625.72									
K172	17+20	12770.94									
K173	17+30	12916.16									
K174	17+40	13061.38									
K175	17+50	13206.60									
K176	17+60	13351.82									
K177	17+70	13497.04									
K178	17+80										

LINEA, L



PHYS	ABSCISS	COTAS
L53	0+85	-1.55282
L52	0+95	-1.55935
L51	1+05	-1.56875
L50	1+15	-1.57792
L49	1+25	-1.58692
L48	1+35	-1.59488
L47	1+45	-1.60245
L46	1+55	-1.60934
L45	1+65	-1.61625
L44	1+75	-1.62292
D11	1+85	-1.62905
D10	1+95	-1.63474
L42	1+95	-1.64081
L41	2+05	-1.64615
L40	2+15	-1.65199
L39	2+25	-1.65725
L38	2+35	-1.66252
L37	2+45	-1.66739
L36	2+55	-1.67192
L35	2+65	-1.67615
D9	2+65	-1.67988
L34	2+75	-1.68329
L33	2+85	-1.68625
L32	2+95	-1.68871
L31	3+05	-1.69155
D8	3+15	-1.69441
L30	3+15	-1.69744
L29	3+25	-1.69992
L28	3+35	-1.70256
D7	3+45	-1.70440
L27	3+45	-1.70656
L26	3+55	-1.70865
D6	3+65	-1.71048
L25	3+65	-1.71278
L24	3+75	-1.71442
L23	3+85	-1.71670
L22	3+95	-1.71833
L21	4+05	-1.72088
V6	4+15	-1.72360
L1	4+25	-1.72662
D5	4+35	-1.72951
D2	4+35	-1.73256
L3	4+45	-1.73562
L4	4+55	-1.73833
L5	4+65	-1.74151
L6	4+75	-1.74463
L7	4+85	-1.74829
L8	4+95	-1.75143
L9	5+05	-1.75442
L10	5+15	-1.75771

LINEA . N



PUNTOS	ABSCISAS	COTAS
M 2	4+51.00	1269.00
M 1	4+67.00	1274.00
Exp. No. 2	4+66.00	1276.00
N 1	4+71.00	1276.00
N 2	4+81.00	1283.00
N 3	4+91.00	1274.00
N 4	5+01.00	1275.00
N 5	5+10.00	1279.00
N 6	5+11.00	1279.00
N 7	5+21.00	1282.00
N 8	5+31.00	1283.00
N 9	5+41.00	1281.00
N 10	5+51.00	1277.00
N 11	5+61.00	1280.00
N 12	5+71.00	1301.00
N 13	5+81.00	1314.00
N 13 W 2	5+91.00	1324.00
N 14	5+96.00	1326.00
N 14	6+01.00	1326.00
N 15	6+11.00	1315.00
N 16	6+21.00	1303.00
N 17	6+31.00	1307.00
N 18	6+41.00	1311.00
N 19	6+51.00	1312.00
N 20	6+61.00	1315.00
N 21	6+71.00	1317.00
N 22	6+81.00	1320.00
N 23	6+91.00	1324.00
N 24	7+01.00	1327.00
N 25	7+11.00	1331.00
Exp. No. 33	7+12.00	1331.00
N 26	7+21.00	1335.00
N 27	7+31.00	1342.00
N 28	7+41.00	1342.00
N 29	7+51.00	1342.00
N 30	7+51.00	1343.00
N 31	7+71.00	1344.00
N 31 W 1	7+75.00	1344.00
N 32	7+81.00	1343.00
N 33	7+91.00	1346.00
N 34	8+01.00	1341.00
N 35	8+11.00	1341.00
N 36	8+21.00	1340.00
N 37	8+31.00	1339.00
N 38	8+41.00	1335.00
N 39	8+51.00	1334.00
N 40	8+61.00	1334.00
W 5	8+58.00	1334.00
N 41	8+71.00	1331.00

