UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Pre.
T/16-B



Departamento de Geodinámica

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DEL ACUÍFERO DEL ALTO GUADALENTÍN (MURCIA)

TESIS DOCTORAL

Juan Carlos Cerón García

Granada, 1995

Biblioteca Universitaria de Granada
01534182

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha 17-7-95
ENTRADA NUM. 1534

UNIVERSIDAD DE GRANADA
4 JUL. 1995
COMISION DE DOCTORADO

Prov. T/16-13

T
16
63

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS



Departamento de Geodinámica

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DEL ACUÍFERO DEL ALTO GUADALENTÍN (MURCIA)

TESIS DOCTORAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº Documento 51968387X
Nº Copia 1212334395

Juan Carlos Cerón García

Granada, 1995

DEPARTAMENTO DE GEODINÁMICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DEL ACUÍFERO DEL ALTO GUADALENTÍN (MURCIA)

Memoria que presenta el Licenciado JUAN CARLOS CERÓN GARCÍA para obtener el Grado de Doctor en Ciencias (Sección de Geología) por la Universidad de Granada.

Granada, Junio de 1995

V°B° del Director

Dr. Antonio Pulido Bosch

Profesor Titular de Hidrogeología

Universidad de Granada

El Doctorando

Juan Carlos Cerón García

UNIVERSIDAD DE GRANADA

1995

a Matilde

En la orilla de un arroyo
solitario lo pasaba,
en mil cosas cavilaba,
y una güelta repentina
se me hacía ver a mi china
o escuchar que me llamaba.

Y las aguas serenitas
bebe el pingo trago a trago,
mientras sin ningún halago
pasa uno hasta sin comer,
por pensar en su mujer,
en sus hijos y en su pago.

JOSÉ HERNÁNDEZ
"Martín Fierro" (1872)

ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL

Pág.

Índice General 11
Índice de Figuras 15
Índice de Tablas 21
Resumen 25
Agradecimientos 27

I.INTRODUCCIÓN 31
1. INTERÉS DEL TEMA Y OBJETIVOS 31
2. METODOLOGÍA 33
3. ANTECEDENTES 34
4. PRINCIPALES RASGOS DEL ÁREA 37
4.1. Localización geográfica 37
4.2. Relieve 38
4.3. Demografía 40
4.4. Recursos 40
4.5. Flora y vegetación 43

II. GEOLOGÍA 45
1. LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA 45
2. LITOESTRATIGRAFÍA 46
2.1. Materiales preorogénicos 47
2.1.1. *Complejo Nevado Filábride* 47
2.1.2. *Complejo Alpujárride* 48
2.1.3. *Unidades Intermedias* 49
2.1.4. *Complejo Maláguide* 50
2.1.5. *Bético Indiferenciado* 50
2.2. Materiales postorogénicos 50
2.2.1. *Terciario* 50
2.2.2. *Cuaternario* 52
3. TECTÓNICA 53
4. GEOMORFOLOGÍA 56
5. EL MAGMATISMO EN LA REGIÓN 59
6. CARACTERÍSTICAS METALOGENÉTICAS DEL ÁREA 60
7. RASGOS EDAFOLÓGICOS 62

III. GEOFÍSICA ELÉCTRICA 63
1. INFORMACIÓN DISPONIBLE 63
2. INTERPRETACIÓN CUALITATIVA 65
2.1. Perfiles de resistividad 65
2.2. Mapas de resistividad 72
3. INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA 72

Pág.

IV. HIDROGEOLOGÍA 87
1. INTRODUCCIÓN 87
2. PRECIPITACIONES 88
3. TEMPERATURAS 89
4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA 91
4.1. Introducción 91
4.2. Índices de aridez 92
4.3. Evapotranspiraciones potencial y real 94
4.4. Lluvia útil 95
5. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS MATERIALES 98
6. NATURALEZA DE LOS LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO 102
6.1. Naturaleza de los límites 102
6.2. Geometría del acuífero 103
7. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS 106
7.1. Piezometría 106
7.2. Parámetros hidráulicos 114
7.3. Balance 114

V. FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS 121
1. MÉTODOS ANALÍTICOS 121
1.1. Introducción 121
1.2. Parámetros no específicos 122
1.3. Constituyentes químicos mayoritarios 122
1.4. Constituyentes químicos minoritarios y trazas 123
2. SISTEMÁTICA DEL MUESTREO 124
3. ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS 125
4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS 127
4.1. Rasgos generales 127
4.2. Facies hidroquímicas 129
4.3. Variaciones espaciales 133
4.3.1. *Parámetros no específicos* 133
4.3.2. *Constituyentes mayoritarios* 141
4.3.3. *Constituyentes minoritarios y trazas* 161
4.3.4. *Relaciones iónicas de interés* 174
5. RELACIONES ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS: ANÁLISIS MULTIVARIANTE 181
6. CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS 190
6.1. Calidad del agua para consumo humano 190
6.2. Calidad del agua para uso agrícola 193
6.2.1. *Clasificación del USSLS* 193
6.2.2. *Contenido en Boro* 194

Pág.

6.3. Principales fuentes de contaminación 195
6.3.1. *Fuentes Puntuales* 196
6.3.2. *Fuentes Extensas* 198
7. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL TERMALISMO 198
7.1. Introducción 198
7.2. Acuífero pliocuaternario 199
7.3. Condiciones de equilibrio 199
7.4. Geotermometría 201
7.4.1. *Métodos utilizados* 202
7.4.2. *Resultados obtenidos* 203
7.4.3. *Modelización de los estados de equilibrio en profundidad* 206
7.4.4. *Consideraciones sobre la presencia de ciertos elementos minoritarios y trazas* 208
7.4.5. *Discusión de los resultados* 209

VI. TERMALISMO Y CO_2 EN EL CONTEXTO SISMOTECTÓNICO 211
1. EL CONTEXTO GEOLÓGICO PROFUNDO 211
2. EL CO_2 DE LAS AGUAS 215
2.1. Las aguas carbogaseosas 215
2.2. Origen del CO_2 216
2.3. Consecuencias de la existencia de CO_2 218
2.3.1. *Afecciones a las captaciones* 219
2.4. Algunos aspectos teóricos de la química de carbonatos 220
2.4.1. Equilibrios químicos del sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$ 220
2.4.2. La PCO_2 equilibrante 222
2.4.3. Isótopos estables del agua y carbonatos..... 223
3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS CON CO_2 227
3.1. Datos isotópicos obtenidos 232
3.1.1. *Metodología de análisis* 232
3.2. Problemas originados por el CO_2 de las aguas 237
3.3. El CO_2 dentro del contexto sismotectónico del área 238

VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES 241

BIBLIOGRAFÍA 253

ANEXOS

ANEXO 1. Prospección Geofísica
ANEXO 2. Datos climatológicos
ANEXO 3. Inventario de puntos acuíferos
ANEXO 4. Fisicoquímica de las aguas

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.- Localización geográfica regional y local del acuífero del Alto Guadalentín 38

Figura 2.- Localización geológica regional del área de estudio dentro del contexto de las Cordilleras Béticas (modificado de Martín Vivaldi *et al.*, 1973) 46

Figura 3.- Columnas estratigráficas próximas a los límites del área de estudio. Modificado de Larouzière y Ott d'Estevou (1990), Montenat *et al.* (1990 b), Aellen (1990) y Pérez et al. (1992)..... 47

Figura 4.- Esquema tectónico del área de estudio. Modificado de Martín Vivaldi *et al.* (1973) 53

Figura 5.- Cinemática de bloques en el corredor tectónico de Lorca-Totana. Modificado de Rodríguez Estrella (1993) 55

Figura 6.- Cortes geológicos esquemáticos que muestran el desarrollo geomorfológico de los abanicos aluviales en los márgenes de la depresión del Guadalentín. Modificado de Silva *et al.* (1992 b y c) 57

Figura 7.- Hipótesis de la evolución geomorfológica de las ramblas Casa de la Quinta (A) y de la Salud (B) en relación con los últimos movimientos del sistema de fallas del Guadalentín (FG) en el corredor Lorca-Totana. Modificado de Rodríguez Estrella y Almoguera (1986) 58

Figura 8.- Situación de los SEVs. 1: SEV y su número 64

Figura 9.- Situación de los perfiles de resistividad 66

Figura 10.- Perfiles de resistividad P-1 y P-6 67

Figura 11.- Perfiles de resistividad P-10 y P-13 69

Figura 12.- Perfiles de resistividad P-22 y P-26 70

Figura 13.- Perfiles de resistividad P-29 y P-30 71

Figura 14.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 10 y 50 m 73

Figura 15.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 100 y 200 m 74

Figura 16.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 300 y 500 m 75

Figura 17.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 750 y 1000 m 76

Figura 18.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs 78

Figura 19.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs 80

Figura 20.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs 81

Pág.

Figura 21.- Mapa de isopacas del relleno pliocuaternario 84

Figura 22.- Mapa de isopacas del sustrato mioceno 85

Figura 23.- Mapa de isohipsas del sustrato metamórfico 86

Figura 24.- Localización geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio climatológico..... 88

Figura 25.- Precipitaciones anuales en las estaciones meteorológicas estudiadas 90

Figura 26.- Precipitaciones medias mensuales en las estaciones meteorológicas estudiadas 91

Figura 27.- Temperaturas medias mensuales en las estaciones meteorológicas consideradas 92

Figura 28.- Precipitación (negro) y ETP (trazos) para las estaciones meteorológicas consideradas..... 95

Figura 29.- Precipitación (negro) y ETR (trazos) en las estaciones meteorológicas de Lorca-San Julián y Lorca-Cerealicultura 96

Figura 30.- Precipitación (negro) y ETR (trazos) en las estaciones meteorológicas de Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas 97

Figura 31.- Precipitación (negro) y LLU (trazos) en las estaciones meteorológicas de Lorca-San Julián y Lorca-Cerealicultura 99

Figura 32.- Precipitación (negro) y LLU (trazos) en las estaciones meteorológicas de Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas 100

Figura 33.- Esquema hidrogeológico del área de estudio 103

Figura 34.- Cortes geológicos transversales del área estudiada 104

Figura 35.- Cortes geológicos longitudinales del área estudiada 105

Figura 36.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. A:Enero, 1975; B:1981; C:1983; D:1987 (modificado de: A:Solís et al., 1994; B y D: Comunidad Autónoma de Murcia, 1988; C:IGME, 1985) 108

Figura 37.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. E:Septiembre, 1989; F:Enero, 1990; G:Marzo, 1990; H:Septiembre, 1990 (G: modificado de Solís et al., 1994) 109

Figura 38.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. I:Agosto, 1991; J:Noviembre, 1991; K:Enero, 1992; L:Abril, 1992 110

Figura 39.- Evolución del nivel piezométrico en cuatro sectores diferentes del acuífero del Alto Guadalentín..... 112

Figura 40.- Mapas de isodescensos del acuífero 113

Pág.

Figura 41.- Esquema de la variación de la reserva del acuífero del Alto Guadalentín 119

Figura 42.- Situación de los puntos acuíferos utilizados en la red de control hidroquímico 128

Figura 43.- Diagrama de Piper con las proporciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 129

Figura 44.- Diagrama de Stiff (modificado) con las concentraciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (Septiembre, 1989) 130

Figura 45.- Diagrama de Stiff (modificado) con las concentraciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (Abril, 1992) 131

Figura 46.- Mapas de distribución de facies hidroquímicas en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 132

Figura 47.- Histogramas de valores de temperatura (°C) encontrados en las aguas del acuífero 134

Figura 48.- Temperatura (°C) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 135

Figura 49.- Histogramas de valores de pH encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín 136

Figura 50.- Histogramas de valores de Eh (mV) encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín 137

Figura 51.- Histogramas de valores de conductividad (μmhos/cm) encontrados en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín 138

Figura 52.- Conductividad (μmhos/cm) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 140

Figura 53.- Histogramas de valores de TSD (mg/l) calculados para las aguas del acuífero 140

Figura 54.- Histogramas de valores de concentración de ion cloruro (mg/l) 142

Figura 55.- Concentración de ion Cloruro (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 143

Figura 56.- Histogramas de valores de concentración de ion sulfato (mg/l) 144

Figura 57.- Concentración de ion sulfato (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 145

Figura 58.- Histogramas de valores de concentración de ion bicarbonato (mg/l) 146

Figura 59.- Concentración de ion bicarbonato (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 148

Figura 60.- Histogramas de valores de concentración de ion nitrato (mg/l) 149

Pág.

Figura 61.- Concentración de ion nitrato (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 150

Figura 62.- Histogramas de valores de concentración de ion calcio (mg/l) 151

Figura 63.- Concentración de ion calcio (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 152

Figura 64.- Histogramas de valores de concentración de ion magnesio (mg/l) 153

Figura 65.- Concentración de ion magnesio (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 155

Figura 66.- Histogramas de valores de concentración de ion sodio (mg/l) 156

Figura 67.- Concentración de sodio (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992) 157

Figura 68.- Histogramas de valores de concentración de ion potasio (mg/l) 158

Figura 69.- Histogramas de valores de concentración de ion estroncio (mg/l) 159

Figura 70.- Histogramas de valores de concentración de la variable sílice (mg/l) 160

Figura 71.- Histogramas de valores de concentración de ion nitrito (mg/l) 161

Figura 72.- Histogramas de valores de concentración de ion amonio (mg/l) 162

Figura 73.- Histograma de valores de concentración de ion fosfato (mg/l) 163

Figura 74.- Histogramas de valores de concentración de ion litio (μg/l) 163

Figura 75.- Histogramas de valores de concentración de ion boro (μg/l) 164

Figura 76.- Histogramas de valores de concentración de ion flúor (μg/l) 165

Figura 77.- Histogramas de valores de concentración de ion hierro (μg/l) 166

Figura 78.- Histograma de valores de concentración de ion manganeso (μg/l) 167

Figura 79.- Histogramas de valores de concentración de ion aluminio (μg/l) 168

Figura 80.- Histogramas de valores de concentración del ion níquel (μg/l) 168

Figura 81.- Histogramas de valores de concentración del ion cobre (μg/l) 169

Figura 82.- Histogramas de valores de concentración del ion cromo (μg/l) 170

Figura 83.- Histograma de valores de concentración del ion plomo (μg/l) 171

Pág.

Figura 84.- Histogramas de valores de concentración del ion cinc (μg/l) 172

Figura 85.- Histogramas de valores de concentración del ion bario (μg/l) 173

Figura 86.- Histograma de valores de concentración del ion cadmio (μg/l) 173

Figura 87.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/SO_4^{2-} 177

Figura 88.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/HCO_3^- 178

Figura 89.- Distribución espacial de los valores de la relación SO_4^{2-}/HCO_3^- 179

Figura 90.- Representación de las relaciones SO_4^{2-}/HCO_3^--Cl^-/HCO_3^- 179

Figura 91.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/Sr^{2+} (izquierda) y representación de las relaciones Cl^-/SO_4^{2-}-Cl^-/Sr^{2+} (derecha) 180

Figura 92.- Dendrogramas de las variables consideradas 185

Figura 93.- ACP de las variables consideradas 186

Figura 94.- Dendrogramas de las observaciones consideradas 187

Figura 95.- ACP de las observaciones consideradas 189

Figura 96.- Mapa de diagramas de concentración máxima admisible (en mg/l) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín, excepto para el Ca^{2+} y el Cl^- cuya concentración es la recomendada, de acuerdo con la Reglamentación española (BOE 226, 1990) 192

Figura 97.- Diagramas de calidad de las aguas para riego, según la clasificación del USSLS ... 194

Figura 98.- Distribución espacial de las clases encontradas, según la clasificación del USSLS .. 195

Figura 99.- Evolución del índice de saturación frente a la temperatura en las muestras 33 y 53 207

Figura 100.- Situación de la Moho en el contexto geológico oriental de las Cordilleras Béticas. Modificado de Banda y Ansorge (1980) y Banda *et al.* (1993) 212

Figura 101.- Fenómeno de gas-lift o point de bulle (a partir de P_1 el agua pasa a ser incrustante). Modificado de Pomerol y Ricour (1992) 220

Figura 102.- Representación esquemática de δD en función de $\delta^{18}O$. Modificado de López Vera (1991) 225

Figura 103.- Fraccionamiento del ^{13}C en el sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$. Modificado de Olive, 1977 (in Yerriah, 1986) 228

Figura 104.- Situación de los puntos acuíferos en donde se realizó el muestreo para el análisis de gas 230

Pág.

Figura 105.- Evolución de la profundidad del nivel piezométrico, ion bicarbonato y conductividad 232

Figura 106.- Situación de los puntos seleccionados para el análisis de isótopos 233

Figura 107.- Relación $\delta^{18}O$ y δD de las muestras tomadas en el acuífero (Agosto, 1991) 235

Figura 108.- Posición de las muestras en relación con aguas de otras áreas geotermales del mundo (Modificado de Fontes, 1976) 236

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.- Evolución de la población de hecho para los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras. * Puerto Lumbreras pertenecía a Lorca. Fuente: Consejería de Economía y Fomento de Murcia e INE 41

Tabla 2.- Evolución de la explotación de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín. Fuente: Comunidad Autónoma de Murcia (1988) 42

Tabla 3.- Evolución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras (has). Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca (Estadística AgrariaRegional)..... 43

Tabla 4.- Número total de SEVs para los diferentes AB/2 (m) 65

Tabla 5.- Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio de la precipitación 89

Tabla 6.- Precipitaciones medias anuales y anuales extremas (mm) en las estaciones meteorológicasconsideradas..... 89

Tabla 7.- Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio de la temperatura 90

Tabla 8.- Temperaturas medias mensuales (°C) en las estaciones meteorológicas estudiadas 93

Tabla 9.- Valores medios de las evapotranspiraciones potencial y real medidos en las estaciones meteorológicas del área de estudio y su entorno 94

Tabla 10.- Valores medios de la lluvia útil registrados en las estaciones meteorológicas consideradas..... 98

Tabla 11.- Valores medios del descenso del nivel piezométrico en el acuífero 113

Tabla 12.- Número de muestras tomadas en cada una de las campañas realizadas 128

Tabla 13.- Porcentajes de los diferentes tipos de facies hidroquímicas hallados en las campañas de Septiembre (1989) y Abril (1992) 132

Tabla 14.- Parámetros estadísticos de interés de la variable temperatura (°C) 134

Tabla 15.- Porcentajes de tipos de agua encontrados en el acuífero, según la clasificación de Schoeller(1962)..... 134

Tabla 16.- Parámetros estadísticos de interés de la variable pH para los distintos muestreos 136

Tabla 17.- Parámetros estadísticos de interés de la variable Eh (mV) encontrados en las diferentes campañas de muestreo 137

Tabla 18.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable conductividad (μmhos/cm) 138

Pág.

Tabla 19.- Variación de la conductividad (μmhos/cm) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia, 1987 (datos de campo) 139

Tabla 20.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable TSD (mg/l) 141

Tabla 21.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable cloruro (mg/l) 142

Tabla 22.- Variación de la concentración en cloruros (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 143

Tabla 23.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable sulfato (mg/l) 144

Tabla 24.- Variación de la concentración en sulfatos (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 145

Tabla 25.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable bicarbonato (mg/l) 147

Tabla 26.- Variación de la concentración en bicarbonatos (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 147

Tabla 27.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable nitrato (mg/l) 149

Tabla 28.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable calcio (mg/l) 151

Tabla 29.- Variación de la concentración en calcio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 152

Tabla 30.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable magnesio (mg/l) 154

Tabla 31.- Variación de la concentración en magnesio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 154

Tabla 32.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable sodio (mg/l) 156

Tabla 33.- Variación de la concentración en sodio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 157

Tabla 34.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable potasio (mg/l) 158

Tabla 35.- Variación de la concentración en potasio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME 159

Tabla 36.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable estroncio (mg/l) 159

Tabla 37.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable sílice (mg/l) 160

Tabla 38.- Variación de la concentración de sílice (mg/l) en algunos puntos del acuífero. ** IGME..... 160

Tabla 39.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable nitrito (mg/l) 161

Pág.

Tabla 40.- Parámetros estadísticos de la variable amonio (mg/l) 162

Tabla 41.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable fosfatos (mg/l) 163

Tabla 42.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable litio (μg/l) 164

Tabla 43.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable boro (μg/l) 165

Tabla 44.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable flúor (μg/l) 165

Tabla 45.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable hierro (μg/l) 166

Tabla 46.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable manganeso (μg/l) 167

Tabla 47.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable aluminio (μg/l) 168

Tabla 48.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable níquel (μg/l) 169

Tabla 49.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cobre (μg/l) 170

Tabla 50.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cromo (μg/l) 170

Tabla 51.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable plomo (μg/l) 171

Tabla 52.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cinc (μg/l) 172

Tabla 53.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable bario (μg/l) 173

Tabla 54.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cadmio (μg/l) 174

Tabla 55.- Algunas relaciones iónicas de interés (Septiembre, 1989) 175

Tabla 56.- Algunas relaciones iónicas de interés (Abril, 1992) 176

Tabla 57.- Coeficientes de correlación de algunas de las variables estudiadas (Septiembre, 1989)..... 183

Tabla 58.- Coeficientes de correlación de algunas de las variables estudiadas (Abril, 1992) 183

Tabla 59.- Porcentaje de la varianza total explicada de cada una de las componentes principales seleccionadas..... 185

Tabla 60.- Resumen de algunos de los caracteres fisicoquímicos que deben reunir las aguas potables para consumo público (R.D. 1138/1990, BOE 226, 1990) 191

Tabla 61.- Clasificación de las aguas del acuífero de acuerdo con las normas del USSLS 193

Tabla 62.- Límites de tolerancia de los cultivos con respecto al boro 195

Tabla 63.- Datos analíticos de algunas muestras tomadas en el río Guadalentín 197

Pág.

Tabla 64.- Temperaturas de base (°C) estimadas con diferentes geotermómetros químicos (Kharaka et al., 1988 c, y Kharaka y Mariner, 1989) 205

Tabla 65.- Valores de δ ^{13}C (‰ vs PDB) para CO_2 libre 218

Tabla 66.- Equilibrios químicos del sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$ (modificado de Bakalowicz, 1979)..... 222

Tabla 67.- Algunas características fisicoquímicas de las aguas con CO_2 en ciertos puntos del acuífero..... 229

Tabla 68.- Gases encontrados (% V) en algunas muestras de agua del acuífero del Alto Guadalentín. Fuente: Comunidad Autónoma de Murcia (1987) 231

Tabla 69.- Matriz de correlación de los gases encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín 231

Tabla 70.- Evolución en el tiempo de algunos parámetros fisicoquímicos medidos en el punto 40..... 232

Tabla 71.- Contenido isotópico de algunas muestras del acuífero del Alto Guadalentín (Agosto, 1991)..... 234

Tabla 72.- Valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica de $\delta^{18}O$, δD, $\delta^{13}C$ y d (Agosto, 1991)..... 234

RESUMEN

El acuífero detrítico del Alto Guadalentín, con una superficie aproximada de 236 km^2, se encuentra situado en el extremo suroeste de la provincia de Murcia. El clima del área es de tipo mediterráneo subdesértico; la precipitación media anual es de 283 mm y la temperatura media anual es de 16,8 °C. Los valores de evapotranspiración media, potencial (ETP) y real (ETR), y de lluvia útil (LLU), calculados mediante el método de Thornthwaite a nivel diario y considerando una capacidad de campo de 50, 75 y 100 mm, son los siguientes: la ETP es de 862 mm/año, la ETR está comprendida entre 236 y 269 mm/año, y la LLU varía entre 17 y 47 mm/año.

El sector estudiado se encuentra en las Cordilleras Béticas, en el sector oriental del Dominio de Alborán o Zonas Internas. Las rocas que forman gran parte de los relieves circundantes del acuífero y de su sustrato pertenecen al Complejo Nevado Filábride, a las Unidades Intermedias, al Complejo Alpujárride, al Complejo Maláguide y al Bético indiferenciado. El área se caracteriza fundamentalmente por la existencia de sucesivas superposiciones de mantos de corrimiento y grandes zonas de fractura que delimitan cuencas interiores, en una de las cuales se encuentra el acuífero estudiado; está limitado al noroeste por el sistema de fallas del Guadalentín y al sureste por el sistema de fallas de Palomares-Almenara-Cartagena. Datos geofísicos, petrológicos y de columnas de sondeos petrolíferos, revelan una corteza de distinta naturaleza; así, al Oeste de los sistemas de fallas del Guadalentín y Palomares la corteza está formada por cuatro capas, mientras que al Este por sólo tres, de mayor densidad que las anteriores. Estos sistemas de fallas producen en la región estudiada una cierta inestabilidad sísmica, origen de microterremotos y de terremotos de cierta importancia.

La reinterpretación de los datos de geofísica eléctrica pone de manifiesto la compartimentación del sustrato en horsts y grabens, de tal modo que el relleno pliocuaternario presenta su mayor espesor en el borde NW y SW. El sustrato margoso, tiene el mayor espesor en las áreas próximas a los límites NW y SE del acuífero (sin que en ningún caso se detecte el sustrato metamórfico); en la parte central pueden encontrarse algunos sectores donde este no existe. El sustrato metamórfico se dispone formando una zona de horst central y dos áreas de fosa situadas a ambos lados (donde no se detecta).

Inicialmente, el nivel piezométrico del acuífero se encontraba muy próximo a la superficie e incluso existían algunos puntos surgentes. A partir de 1960, y sobre todo en los últimos veinte años, tuvo lugar el desarrollo de una importante agricultura de invierno que favoreció un aumento importante de la explotación de agua en la zona, ocasionando la sobreexplotación del acuífero. Casi paralelamente a la sobreexplotación, se puso de manifiesto -en algunas captaciones- la contaminación del agua por gas, CO_2 principalmente, que originó, y todavía continúa produciendo, un conjunto de problemas en la captación y utilización del agua. Durante el período de 1989-1992 se observa una reducción general en el ritmo de descensos del nivel piezométrico, debido a la disminución y/o ausencia total del bombeo porque el deterioro de la calidad del agua alcanzó valores importantes -debido a su salinización y/o aumento notable del CO_2-, y también a que existió un aporte mayor de agua del Trasvase Tajo-Segura. La explotación continúa siendo importante en el sector occidental y oriental del acuífero.

Las aguas son predominantemente de facies mixtas dobles -sulfatadas y cloruradas-, y en menor medida sulfatadas, cloruradas y bicarbonatadas (que se muestran moderadamente dominantes en el sector central del acuífero). La conductividad varía entre 1000 y 7000 μS/cm; su aumento ha sido más importante en aquellos puntos donde la explotación es mayor, debido a que se produce un mayor descenso del nivel piezométrico, de tal modo que el sondeo capta agua de zonas más profundas, con mayor salinidad. La utilización de las aguas implica, en general, un riesgo alto o muy alto de salinización del suelo; en relación con el riesgo de alcalinización, existe un número de puntos relativamente importante con riesgo medio-alto. La principales fuentes de contaminación en el acuífero

son los residuos líquidos urbanos, los generados por la ganadería estabulada y los fertilizantes utilizados en la agricultura.

Los resultados de los análisis cluster y ACP de variables ponen de manifiesto que los sulfatos, cloruros, sodio, magnesio, calcio, estroncio, litio y boro son las principales variables que contribuyen a la salinidad de las aguas. Ambos análisis sugieren un origen distinto para estas variables; así, se diferenciaría el aporte de las aguas que han circulado por rocas evaporíticas predominantemente sulfatadas, de aquellas que lo han hecho por materiales evaporíticos fundamentalmente clorurados. La asociación del ion nitrato a las variables cloruro y sodio, indicaría también el aporte de aguas de infiltración, afectadas por procesos de contaminación y de disolución de sales superficiales (cloruradas sódicas). Por último, la separación de las variables bicarbonato, amonio y PCO_2, señala su origen diferente del resto de las variables, producto de la contaminación endógena de CO_2. Los resultados de los análisis cluster y ACP de observaciones agrupan a las muestras en función de la mayor o menor salinidad de las aguas y del origen de ésta. También, diferencian aquellas muestras con importantes concentraciones en bicarbonatos y PCO_2, que estarían afectadas por un proceso de contaminación endógena por CO_2. El estudio geotermométrico muestra, como primera aproximación, que las temperaturas de base, indicadas por los geotermómetros empleados y la modelización de los estados de equilibrio en profundidad, serían del orden de 100-160 °C.

Las aguas con CO_2 tienen elevadas concentraciones en bicarbonatos (entre 900 y 2100 mg/l) y altas PCO_2 (entre 0,044 y 1,289 bares); en general, la temperatura es alta -superior a 25 °C-, el pH es ácido y el dpH es positivo. Todos los puntos se encuentran situados sobre, o muy próximos, a las áreas donde el sustrato metamórfico se encuentra muy cerca de la superficie (zona de horst). Los datos analíticos de los gases analizados muestran que el gas mayoritario es el CO_2, con volúmenes superiores al 83%, excepto en algunos sondeos donde predominan CO_2 y N_2, pudiendo ser el N_2 el gas principal; no se detectó SH_2. Son llamativas las correlaciones tan altas del CO_2 con el N_2 (-1,00) y el O_2 (-0,99), y la del N_2 con el O_2 (0,99). El aumento de la sobreexplotación, con un descenso continuado del nivel piezométrico, originó una disminución de la presión hidrostática por debajo de la PCO_2 y favoreció el ascenso del gas desde el sustrato y zonas más profundas del acuífero hacia la superficie. A la vez que se produce este proceso, los sondeos captan el agua a más profundudad y por tanto con mayor salinidad.

Los datos isotópicos obtenidos muestran que el $\delta^{18}O$ está comprendido entre -6,5 y -8,8 ‰, el δD se halla entre -40 y -45 ‰, el $\delta^{13}C$ se sitúa entre -3,8 y -8,1 ‰, y, por último, *d* se encuentra entre 8 y 27,4 ‰. La representación $\delta^{18}O$-δD, pone de manifiesto una disposición de las muestras sobre una horizontal paralela al eje del $\delta^{18}O$, y que está relacionada con el efecto que producen las altas temperaturas de los campos geotérmicos sobre el ^{18}O. Las aguas estarían sometidas a un intercambio isotópico que conduciría al enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O. Los valores del isótopo de ^{13}C, comprendidos entre -3,8 ‰ y -8,1 ‰, señalarían la existencia de un aporte de CO_2, no despreciable, de origen profundo (del manto y por resultado de procesos de termometamorfismo de las rocas carbonatadas presentes en el sustrato metamórfico del acuífero).

En el acuífero del Alto Guadalentín existe un fenómeno de termalismo carbogaseoso, desarrollado gracias al sistema de fallas del Guadalentín que permite el ascenso de importantes aportes de CO_2 de origen profundo. Las manifestaciones carbogaseosas encontradas serían la continuación del *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental* -que se extiende desde el extremo SE de la Península Ibérica, pasando por los Pirineos y el Arco Alpino, hasta alcanzar la antigua Yugoslavia-y que, a su vez, se encontraría incluido dentro de una de las grandes áreas a nivel mundial con manifestaciones de CO_2 asociadas a zonas de sismicidad importante, y que es la que se extiende por el centro y Sur de Europa hasta Asia Menor.

Palabras clave: acuífero detrítico, sobreexplotación, hidrogeoquímica, contaminación, *CO_2*, neotectónica, análisis cluster y ACP, geotermometría, geoquímica isotópica.

AGRADECIMIENTOS

Es mi deseo intentar, de algún modo, mostrar mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una forma u otra, me brindaron su generosa y desinteresada ayuda, sin la cual no habría sido posible la realización de mi Tesis Doctoral. Han sido varios años de trabajo y, en mi afán por intentar citarlos a todos, es posible que pueda olvidar alguno; por eso pido disculpas si cometo esta omisión involuntaria.

En primer lugar quiero agradecer al profesor Dr. D. Antonio Pulido Bosch, director de esta Tesis, por su apoyo constante, sugerencias, continua supervisión durante el desarrollo de ésta y corrección del texto. Deseo también reconocer su importante labor en mi formación como profesional de la Hidrogeología, tarea que siempre ha realizado con especial sensibilidad y dedicación.

Mi gratitud hacia los miembros del Departamento de Geodinámica de la Universidad de Granada, los Dres. D. Antonio Castillo, D. Alberto Padilla, D. Manolo López Chicano, D. Luis García Rossell, D. José Benavente, D. Javier Cruz-SanJulián, D.ª María Luisa Calvache, D. Víctor García Dueñas, D. Carlos Sanz de Galdeano, D. Antonio Azor Pérez, D. Jorge Delgado, D. Santiago García López, y a los Licenciados D. Wenceslao Rosales, D.ª Angela Vallejos, D.ª Myriám Martín Vallejos y D. Gatafhán Alwani, quienes de una forma u otra me prestaron su ayuda en todo cuanto necesité.

También mi reconocimiento a los Dres. D. Luis Fermín Capitán, D. José Luis Vílchez, D. Alberto Navalón y D. Ignacio de Orbe, todos ellos miembros del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada, por su continuo seguimiento durante la realización de los análisis de algunos elementos minoritarios y trazas. Del mismo modo, quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Dr. D. Alberto Galindo, del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada, por iniciarme en el manejo del espectrómetro de emisión atómica (ICP).

Deseo tener un reconocimiento especial para D. Pascual Sánchez, perteneciente al IAGM-CSIC de la Universidad de Granada, por iniciarme en la metodología del análisis de aguas y estar a mi disposición siempre que necesité su ayuda, sobre todo cuando utilicé el espectrómetro de emisión atómica.

Igualmente, mi agradecimiento a los miembros del área de Geodinámica de la Universidad de Almería, los Dres. D. Fernando Navarrete, D. José María Calaforra y D.ª Rosario Jiménez, y a los Licenciados D. Francisco Sánchez Martos y D. Luis Molina Sánchez. Quiero agradecer también al Dr. D. Ignacio Morell Evangelista, de la Universidad

Jaume I (Castellón), por su apoyo y sugerencias durante la confección de la Tesis.

Deseo expresar mi agradecimiento al Departamento de Geodinámica de la Universidad de Granada y al Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (CSIC-Universidad de Granada) por todos los medios dispuestos a mi alcance y que también me permitieron la realización de este trabajo.

También quiero dejar constancia de mi gratitud al Departamento de Geología de la Universidad de Huelva, y en especial a su Director Dr. D. Ignacio Moreno Ventas-Bravo, por todos los medios puestos a mi disposición y que facilitaron la elaboración de esta memoria.

Mi sincero agradecimiento al Dr. D. Antonio Castro, Director de los Servicios Técnicos de la Universidad de Huelva, y a la auxiliar de laboratorio D.ª Gloria Blanco, por el interés y rapidez tomados en la confección de las láminas delgadas empleadas en este estudio.

Un inmenso agradecimiento al Profesor Dr. Bernard Blavoux, Director del Laboratorio de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Aviñón (Francia), así como a los otros miembros del mismo laboratorio, los Drs. Ives Travi, R. Guiraud, Jean Michel Puig, Dominique Pawluwski y Michel Lacroix, por su cordial acogida, desinteresada ayuda e importante orientación sobre la metodología y conocimientos necesarios para poder abordar el estudio del CO_2.

Mi reconocimiento al Profesor Dr. Claude Drogue, Director del Laboratorio de Hidrogeología de la Universidad de Montpellier (Francia), e igualmente a los Drs. Jean Claude Grillot y Jean Pierre Faillat por dedicarme su atención y poder intercambiar interesantes ideas sobre ciertos aspectos de la Tesis.

Guardo un grato recuerdo y sincero agradecimiento a los Dres. Michel Bakalowicz, Alain Mangin y Dominique D'Hults, investigadores del Laboratorio de Hidrogeología del C.N.R.S. en Moulís (Francia), por su desinteresado apoyo durante mi estancia en ese centro. Deseo reconocer además la importante labor del Dr. Bakalowicz en la inestimable dirección y sugerencias para la elaboración de los aspectos hidrogeoquímicos del tema de Tesis.

Mi sincero agradecimiento al Dr. D. Tomás Rodríguez Estrella y a D. Vicente Mora, de la empresa ENADIMSA (Murcia) por su cordial acogida, ayuda y por facilitarme el acceso a toda la información disponible. Al primero de ellos, quien inició los primeros estudios de la contaminación por CO_2 en el acuífero, deseo hacerlo partícipe de los resultados de este trabajo porque siempre demostró un especial interés en que lograra un conocimiento más profundo del problema, sobre todo por el reto científico que planteaba su estudio.

Mi reconocimiento a D. José Ramón Muñoz, D. Antonio Sánchez Pallarés y demás miembros de la Comunidad de Usuarios del Alto Guadalentín por toda la información que me aportaron de manera desinteresada. También agradezco a D.ª Mercedes Reverte, Responsable del Servicio de Documentación de la Cámara de Comercio de Murcia, por su amable atención e interés en facilitarme toda la documentación disponible para mi trabajo.

Mi gratitud al Instituto Tecnológico y Geominero de España, y en especial al director de la oficina de Murcia, D. Ramón Aragón Rueda, por haberme facilitado el acceso a toda la información de interés para el desarrollo de este trabajo.

Mi agradecimiento a la Dirección de Recursos Hidráulicos de la Comunidad Autónoma de Murcia, y en particular a D. Manuel Albacete Carreira, por su desinteresada colaboración y facilidades en la recopilación de datos.

Mi gratitud a la Excma. Diputación de Almería, al Excmo. Ayuntamiento de Lorca, al Excmo. Ayuntamiento de Puerto Lumbreras, al Excmo. Ayuntamiento de Pulpí y al Instituto Meteorológico de Murcia, por su amable atención y facilidad en el acceso a todos los datos de mi interés.

Doy las gracias a todas aquellas personas de la comarca que, de una forma u otra, me brindaron su desinteresada y amable colaboración, y me permitieron, sin ningún tipo de reparo, el acceso a los puntos acuíferos muestreados, y que de no haber sido así no habría podido realizar mi Tesis.

No quiero tampoco dejar de recordar a mis compañeros y amigos D. Antonio Salguero, D. Francisco Abarca y D. Francisco Alonso Chaves por su incondicional e inestimable ayuda en todo momento.

Tampoco deseo olvidar a Paule Leboeuf, quien durante estos seis años de trabajo me demostró siempre un sincero y desinteresado apoyo en toda mi labor.

Finalmente, mi especial agradecimiento a Matilde, mis padres y hermanos por su constante ánimo, ayuda y paciencia durante los años de realización del estudio y la elaboración de esta memoria.

una importante agricultura de invierno, extratemprana y de "primor", siendo ambas de gran valor económico. En este desarrollo jugó un papel destacado el agua subterránea; paralelamente, se produjo la incorporación de consumidores importantes de las zonas de Aguilas y de Pulpí, que carecían de recursos hídricos propios necesarios para sacar adelante sus propias producciones agrícolas. Esto ocasionó un aumento importante de la demanda de agua que incrementó de forma notable la explotación de este recurso en la zona y, en general, sin ningún tipo de control.

Como consecuencia de todo ello se produjeron las primeras manifestaciones de sobreexplotación en el año 1972, pero no fue hasta el año 1979 cuando el Ministerio de Industria estableció un perímetro de protección para todo el acuífero, y que se mantuvo hasta el año 1983. A pesar de las medidas tomadas, el deterioro de la situación continuó debido a que la gravedad de la sequía obligó a adoptar criterios tolerantes en relación con la explotación del acuífero.

Algunos regadíos del área se beneficiaron de los recursos superficiales suministrados por el Trasvase Tajo-Segura, de los de la Cuenca del Segura -embalses de Puentes y Valdeinfierno- y de las aguas residuales depuradas; no obstante, no se consiguió la reducción de la explotación y demanda de agua subterránea, debido a que la superficie regable creció y aún hoy continúa aumentando.

La aplicación de la Ley de Aguas, vigente desde 1986, permitió, en una primera fase, la declaración provisional de sobreexplotación del Sistema Acuífero del Alto Guadalentín, el 10 de Marzo de 1987 (BORM de 14 de Abril) y, en una fase posterior, la elaboración de un Plan de Ordenación del acuífero. Casi paralelamente al problema de la sobreexplotación, se puso de manifiesto -en algunas captaciones- la contaminación del agua por gas, CO_2 principalmente, que originó, y todavía continúa produciendo, un conjunto de problemas en la captación y utilización del agua.

El agua, ya muy escasa para las necesidades de regadío, es también indispensable para otras actividades de la región, además de las estrictamente agrícola-ganaderas, tales como el abastecimiento doméstico, la industria y el turismo, entre otras. A pesar de estas otras actividades, el regadío continúa siendo la base del desarrollo económico y social de la comarca. Por lo tanto, resulta de particular importancia conocer las características fisicoquímicas actuales de las aguas del acuífero si se quiere hacer una explotación más racional de éste y acorde con su realidad actual. Para conseguir esto se han planteado los siguientes objetivos:

1.- Conocimiento de la geometría y de los aspectos hidráulicos y funcionales del acuífero.

2.- Caracterización fisicoquímica de las aguas y sus variaciones espaciales y temporales.

3.- Caracterización de la calidad del agua para los diferentes usos (abastecimiento, agricultura e industria) y la identificación de los focos y procesos de contaminación más importantes.

4.- Identificación del origen del CO_2 y conocimiento de la evolución espacial y temporal de la contaminación que produce en las aguas del acuífero. Propuesta de medidas para reducir y controlar la contaminación.

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en la realización de este estudio ha comprendido actividades llevadas a cabo en tres ámbitos bien diferenciados: campo, laboratorio y gabinete.

Campo

Comprendió el reconocimiento hidrogeológico de los materiales, el inventario de puntos acuíferos (cuyas características se sintetizan en el anexo 3), la medida de niveles piezométricos, la toma de muestras y la determinación de parámetros físicos y químicos (pH, Eh, conductividad y temperatura).

La obtención inicial de muestras se hizo teniendo en cuenta una red de control previa, establecida de acuerdo con datos hidroquímicos preexistentes cedidos por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE); posteriormente, y tras la obtención y crítica de los primeros resultados, se estableció la red de control definitiva. También se tomaron muestras para el análisis de los isótopos ^{18}O, D y ^{13}C. Finalmente, se estudiaron los principales focos de contaminación existentes en el lugar.

Para apoyo del estudio de campo se utilizaron fotogramas aéreos que cubren el área en visión estereoscópica a escala 1:18.000. También se emplearon mapas topográficos a escala 1:50.000 del Servicio Cartográfico del Ejército correspondientes a las Hojas: 953 (25-38) Lorca, 995 (25-39) Puerto Lumbreras y 997 (25-40) Aguilas.

Laboratorio

En él se realizaron las determinaciones analíticas de las muestras de campo recogidas (335 muestras en siete muestreos, con un máximo de 30 parámetros determinados). También

se determinaron, en algunas de ellas, los isótopos ^{18}O, D y ^{13}C, aunque en un laboratorio especializado (Laboratorio de Geoquímica de Isotópos Estables de la Estación Experimental del Zaidín de Granada, CSIC).

Gabinete

Consistió en la búsqueda de documentación regional y revisión de la bibliografía existente en relación con los aspectos geográficos, geológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos, contaminación, calidad y, dada la importancia que reviste, el CO_2. También se elaboró el mapa hidrogeológico de base y en él se situaron los puntos acuíferos inventariados.

Asimismo, se realizó el tratamiento y estudio de los datos hidroquímicos recabados en el ITGE y de los obtenidos en los muestreos de campo. También se hicieron figuras, diagramas y esquemas. Finalmente, se redactó la presente memoria en la cual quedan plasmados todos aquellos conocimientos adquiridos durante el presente estudio.

3. ANTECEDENTES

La bibliografía existente sobre la zona de estudio es numerosa y variada. Fundamentalmente, se consultó la relacionada con los estudios socioeconómicos, geológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos y, por el interés que tiene, con el CO_2.

La evolución socioeconómica de la región es expuesta, entre otros trabajos, en los siguientes: "Las transformaciones agrarias en Murcia" (Cortina, 1981), "Estudios sobre historia económica contemporánea de la Región de Murcia" (Anónimo, 1983), "El Campo de Lorca" (López Ontiveros, 1990) y "El agua, base del desarrollo de la Región de Murcia" (Anónimo, 1992). En ellos se pone de manifiesto que esta evolución se caracterizó -desde principios de siglo y hasta el año 1975- por una emigración masiva (en la actualidad muy escasa), resultado de una saturación demográfica incompatible con los escasos recursos que daba una agricultura insuficiente en recursos hídricos y una industria poco desarrollada.

El sector agrario continúa actualmente siendo dominante en la estructura socioeconómica de la región a pesar de haber sufrido cambios importantes como resultado del paso, entre los años 1950 y 1960, de un modelo de agricultura tradicional a un sistema basado en la agricultura "verde" y en las grandes empresas agrarias.

Los estudios geológicos a nivel regional son numerosos. Así, existen trabajos sobre las características tectónicas y sedimentarias del área realizados por Espinosa *et al.* (1973),

Kampschuur *et al.* (1973), Martín Vivaldi *et al.* (1973), Armijo *et al.* (1977), Gauyau *et al.* (1977), Groupe de Recherche Nèotectonique de l'Arc de Gibraltar (1977), Banda y Ansorge (1980), Sanz de Galdeano (1983 y 1990 a y b), Veeken (1983), Alvarez y Aldaya (1985), Rodríguez Estrella y Almoguera (1986), Alvarez (1987), Boccaletti *et al.* (1987), Montenat *et al.* (1987, 1988 y 1990 a, b y c), Larouzière *et al.* (1988), Ott d'Estevou *et al.* (1988), Puga y Torres (1989), Dabrio (1989), Aellen (1990), Díaz de Federico *et al.* (1990), Griveaud *et al.* (1990), Larouzière y Ott d'Estevou (1990), Martínez Díaz y Hernández (1991 y 1992), Pérez *et al.* (1992), Reyes *et al.* (1992), Rodríguez Estrella *et al.* (1992), Silva *et al.* (1992 b), Silva *et al.* (1993), Díaz *et al.* (1993), Banda *et al.* (1993), Ortí *et al.* (1993), Rodríguez Estrella (1993), Rodríguez Estrella y Mancheño (1993), García Dueñas *et al.* (1994), García Veigas *et al.* (1994), Vegas *et al.* (1994), Conesa *et al.* (1994) y Guillén Mondéjar *et al.* (1994).

También han sido estudiadas las características del vulcanismo de la región por López Ruiz y Rodríguez (1980), Hernández *et al.* (1987), Martín Escorza y López (1988), Puga y Torres (1989) y Puga *et al.* (1989). Los aspectos metalogenéticos del área y su entorno han sido investigados por IGME (1973 y 1975 a), Granda (1978), Junta de Andalucía y ENADIMSA (1985), López Aguayo y Arana (1987), Arana *et al.* (1988), Ortíz *et al* (1988), Morales y Fenoll (1990), Martínez Frías (1991), Morales y Fenoll (1992), Morales *et al.* (1992), Rolandi (1992), Rodríguez (1992), Martínez Frías y Lunar (1992), López Aguayo *et al.* (1992), Arana *et al.* (1993), Molina y Ruiz (1993), Soto y Muñoz (1993) y Martínez Frías y Benito (1993).

Los estudios hidrogeológicos e hidroquímicos del área constituyen también una parte importante de la bibliografía. Los primeros trabajos sobre el área se remontan al informe hidrogeológico realizado por Gorostizaga y Dupuy de Lome (1930), acerca de las condiciones hidrogeológicas del área estudiada y su entorno con el fin de utilizar las aguas subterráneas para riego. A partir de 1960 las aguas subterráneas del acuífero fueron sometidas a una intensa explotación debido a las fuertes demandas de agua, necesarias para hacer frente a las nuevas producciones agrícolas destinadas a la exportación y favorecidas, en gran parte, por las expectativas que la propia administración había creado en la región con el Trasvase Tajo-Segura. El Instituto Tecnológico y Geominero de España (IGME hasta 1989, e ITGE a partir de esta fecha), sensible con las necesidades hídricas de la región, inició una serie de estudios -en algunos casos en colaboración con otros organismos oficiales- con objeto de caracterizar el acuífero desde los puntos de vista hidrogeológico e hidroquímico, y definir el estado de la explotación de sus reservas.

También, el mismo Instituto estableció una red de seguimiento (vigente todavía) para controlar la evolución piezométrica e hidroquímica del acuífero. Como fruto de esta intensa labor, surgen una serie de colecciones e informes técnicos que han ayudado a la integración

del acuífero dentro del esquema general de la planificación hidráulica (IGME, 1974, 1975 b, 1980 a y b, 1984, 1985 a, b y c, 1987, 1988; IGME-IRYDA, 1978). Además de los trabajos realizados por el ITGE, también han contribuido al conocimiento hidrogeológico e hidroquímico del acuífero los estudios de Senent *et al.* (1981), Comunidad Autónoma de Murcia (1988), Solís *et al.* (1989 y 1994), Cabezas *et al.* (1991), Cerón-García (1992), Cerón-García y Pulido-Bosch (1991 y 1992 a), Frances *et al.* (1992) y Cerón-García *et al.* (1994).

Como he comentado anteriormente, el conocimiento del origen y evolución del CO_2 en las aguas del acuífero ha constituido uno de los objetivos básicos de este estudio. Para conseguir este objetivo fue necesario realizar previamente la recopilación bibliográfica, lo más exhaustiva posible, de toda la bibliografía relacionada con este gas. Así, entre otros, se pueden mencionar los trabajos de Craig (1953), Vernet (1971), Porubsky (1973), Pearson *et al.* (1978), Barnes *et al.* (1978), IGME (1979), Krajca (1979), Maisonneuve y Risler (1979), Batard *et al.* (1979), Schoeller y Schoeller (1979), Carothers y Kharaka (1980), Rodríguez Gordillo *et al.* (1981), Blavoux y Olive (1981), Michard *et al.* (1981), Blavoux *et al.* (1982), Lico *et al.* (1982), Batard *et al.* (1982), Fouillac (1983), Grillot *et al.* (1983), Blavoux y Berthier (1985), Yerriah (1986), Grillot y Blavoux (1986), White y Chuma (1987), Kharaka *et al.* (1988 a y b), Des-Marais *et al.* (1988), Kharaka *et al.* (1989), Sturchio *et al.* (1990) y Blavoux y Dazy (1990).

El estudio del origen y evolución de la presencia de gas en las aguas del acuífero, y que no representó un problema hasta 1984, fue abordado inicialmente por la Comunidad Autónoma de Murcia (1987) y Rodríguez Estrella *et al.* (1987 y 1989). Estos trabajos permitieron conocer la magnitud del problema mediante la identificación de las zonas afectadas y de las características fisicoquímicas de las aguas con CO_2 y, en una fase posterior, enunciar una primera hipótesis sobre el origen del gas en las aguas del acuífero.

A partir del año 1988, junto con la colaboración del Grupo de Investigación *"Recursos Hídricos y Geología Ambiental"*, y tomando como base algunos de los trabajos previos citados anteriormente y la experiencia aportada por los investigadores de los laboratorios de hidrogeología de Aviñón y Moulis (Francia), continué el estudio del origen y de la evolución temporal y espacial del CO_2 en las aguas del acuífero. Fruto de este intenso trabajo han sido las publicaciones Cerón-García y Pulido-Bosch (1993 y 1994), Cerón-García *et al.* (1994) y la presente Tesis Doctoral.

Investigaciones sobre el termalismo de las zonas próximas al acuífero del Alto Guadalentín han sido realizadas por Strinati (1953), Cruz-SanJulián y García-Rossell (1975), Granda (1978), Granda *et al.* (1979 a y b), IGME (1983 y 1985 d), Maldonado y Rozycki (1986), Cerón-García y Pulido-Bosch (1992 b), García-Rossell y Martín (1993), Cerón-

García *et al.* (1993 a y b) y Castillo *et al* (1993).

Los aspectos geomorfológicos del área y sectores próximos fueron estudiados, entre otros, por López Bermúdez y Gutiérrez (1982), Navarro (1986 a y b), López Bermúdez (1986), Harvey (1986), Dabrio (1989), Silva *et al.* (1992 b, c y d), Romero *et al.* (1992), Ortíz *et al.* (1993 a) y Silva (1994).

En relación con ciertos aspectos de la climatología, la edafología, la flora y los tipos de cultivos predominantes en el sector estudiado, pueden citarse los trabajos de López y López (1959), Alias *et al.* (1982), Anónimo (1982 a y b), Anónimo (1984), Cortina y Zapata (1984), Gollonet y Castillo (1986), López Bermúdez y Torcal (1986), Alcaraz (1987), López Ontiveros (1990), Cerón-García (1992), Anónimo (1992) y Ortíz *et al.* (1993 b).

4. PRINCIPALES RASGOS DEL ÁREA

4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El acuífero del Alto Guadalentín se encuentra situado en el extremo suroeste de la provincia de Murcia (figura 1). Ocupa una superficie aproximada de 236 km^2 y comprende parte de los términos municipales de Lorca (el más grande de España, con 1.668 km^2) y Puerto Lumbreras. Desde el punto de vista cartográfico, el área estudiada está cubierta por las siguientes Hojas de los mapas topográficos a escala 1:50.000, del Sevicio Cartográfico del Ejército: 953 (25-38), Lorca, 975 (25-39), Puerto Lumbreras, y 997 (25-40), Aguilas.

Empezando por su extremo Norte, y en sentido horario (ver mapa hidrogeológico), se pueden establecer como límites geográficos aproximados del acuífero los siguientes: la línea imaginaria que uniría Huerto Chico con Hinojar, y desde allí, por la sierra de la Almenara, hasta Purias; continuaría por la sierra de la Carrasquilla hasta la carretera comarcal MU-D-19; después seguiría por una alineación de pequeños relieves, los cabezos del Muro, Peñoso, Gordo y Lirón, hasta alcanzar aproximadamente el límite entre las provincias de Murcia y Almería; a continuación, proseguiría por la sierra de Enmedio, nuevamente la carretera comarcal MU-D-19 hasta Puerto Lumbreras, seguiría por las sierras de Cimbre, la Torrecilla y la Peña Rubia hasta alcanzar Lorca y, finalmente, continuaría por la sierra de la Tercia hasta llegar nuevamente a Huerto Chico.

Los principales accesos al área de estudio se realizan por las carreteras nacionales N-340 y N-342 y las carreteras comarcales C-3211, Al-620, MU-620 y MU-D-19. Las coordenadas geográficas aproximadas del acuífero son las siguientes:

latitud: *37° 43' 00'' a 37° 27' 00'' N*
longitud: *1° 48' 00'' a 1° 32' 00'' E*

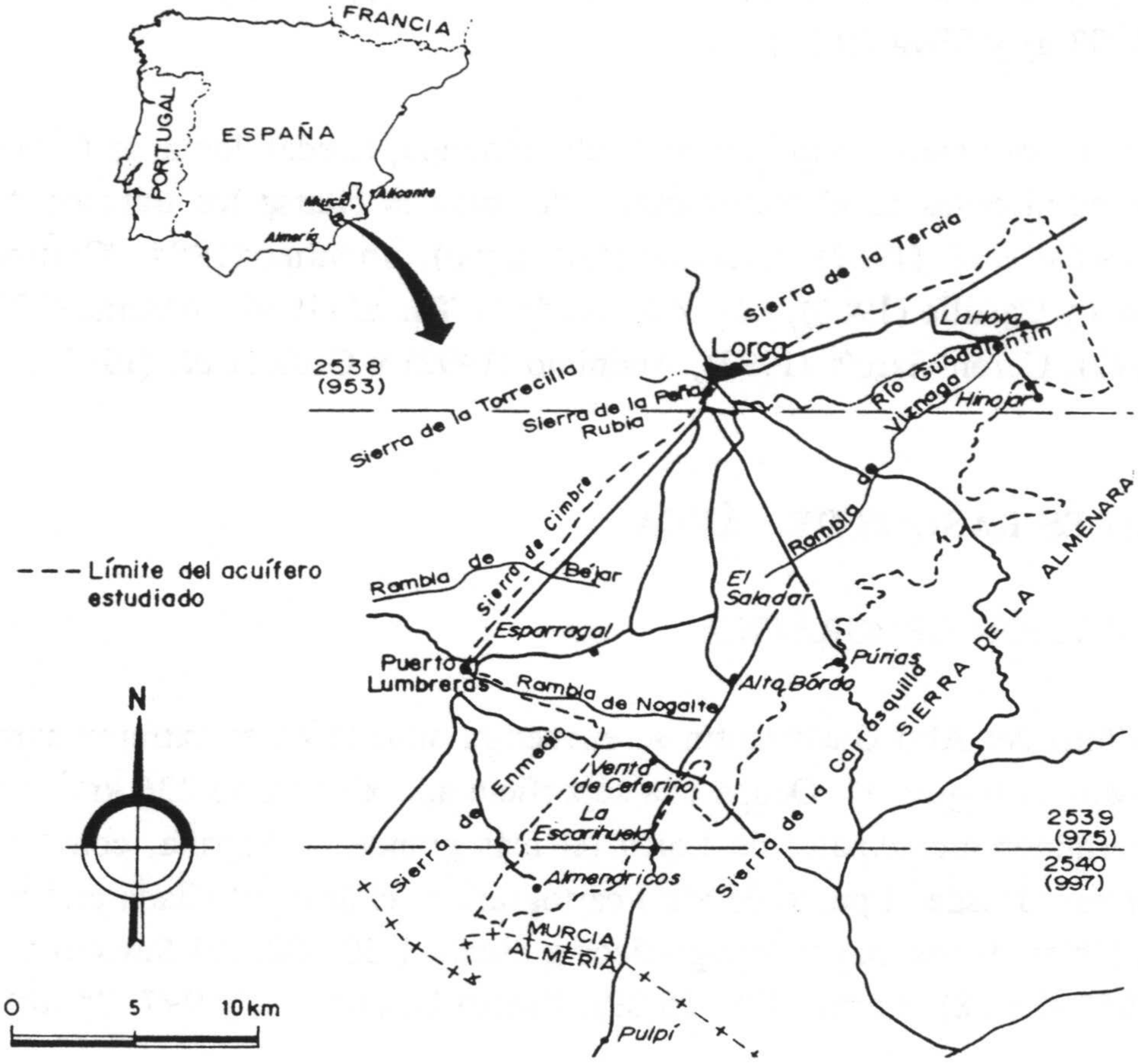


Figura 1.- Localización geográfica regional y local del acuífero del Alto Guadalentín.

4.2. RELIEVE

El acuífero del Alto Guadalentín se sitúa dentro de la Depresión Prelitoral del Guadalentín (López Ontiveros, 1990), que se dispone en forma de plano inclinado descendiente hacia el noroeste y con una diferencia de altitud de aproximadamente 200 m entre Puerto Lumbreras (en su límite suroeste) y el límite noroeste del acuífero.

Las sierras próximas a los límites del acuífero se caracterizan por su notable sequedad y la casi ausencia de vegetación, que indican claramente unas características climatológicas subdesérticas, con lluvias escasas, que no sobrepasan los 300 mm anuales y que pueden caer

torrencialmente en pocas horas. Este carácter pobre e irregular de las precipitaciones, con duras y frecuentes sequías interanuales, afecta a las disponibilidades de agua -muy necesarias para las actividades agrarias de la región- y propicia las grandes crecidas del río Guadalentín y de la rambla de Nogalte.

El río Guadalentín o Sangonera se forma en el embalse de Puentes, situado 14 km aguas arriba de la ciudad de Lorca, por la confluencia de los ríos Luchena y Vélez; posee 121 km de longitud y una cuenca de 3.366 km^2 (Anónimo, 1989). Desde el punto de vista hídrico, ha sido calificado como *"el río más salvaje de Europa"*, con un régimen próximo al de rambla, pudiendo pasar del estiaje absoluto a tener caudales importantes y que, en ocasiones, han dado origen a riadas catastróficas históricas.

Así, se puede citar la de 1879, en la que se registró un caudal de 1.700 m^3/s en el embalse de Puentes y que significó un aporte al río Segura, en doce horas, de 30 a 35 millones de m^3 (IGME, 1987; López Ontiveros, 1990). La más reciente en el tiempo fue la riada de Octubre de 1973, en la que el río Guadalentín -de acuerdo con Romero *et al.* (1992)- alcanzó en Vélez un caudal máximo total de 3.090 m^3/s y un caudal específico de 5.479 $l/s/km^2$; en Luchena, aguas abajo del embalse de Valdeinfierno, tuvo un caudal máximo total de 444 m^3/s (menor debido a la regulación del embalse); en el embalse de Puentes se registró un máximo de 2.100 m^3/s, con un volumen circulante de 85,6 hm^3; en el Canal del Paretón (Totana), tuvo un caudal máximo de 653 m^3/s; y finalmente, en el Reguerón se midió un caudal de 832 m^3/s y un volumen total de 41 hm^3. La rambla de Nogalte, con una cuenca de 125 km^2, registró en la riada de 1973 un caudal máximo de 1.974 m^3/s en casi cinco horas, de los cuales 813 m^3 fueron arrastres sólidos (IGME, 1987; Romero *et al.* (1992).

Las crecidas del río Guadalentín se deben, además de a las características peculiares de las precipitaciones, a la impermeabilidad acusada e intensa deforestación de los materiales que forman la mayor parte de la cuenca y que provocan un importante arrastre de sedimentos; este hecho da su nombre al río, llamándose *"Uad-al-lentin"* (río del fango).

La Rambla de Nogalte nace en la sierra del Caño y acaba en una cuenca endorreica, situada aproximadamente a unos tres km al sureste de Puerto Lumbreras. Esta rambla, de igual forma que el río Guadalentín, origina inundaciones que afectan fundamentalmente al casco urbano de Puerto Lumbreras. La rambla tiene un comportamiento hidrológico similar al del río Guadalentín debido a que posee una cuenca con características geomorfológicas muy parecidas, habiendo dado origen a importantes crecidas catastróficas, como la ocurrida en 1973, con un caudal de 2.000 m^3/s (IGME, 1987).

Cuando el caudal aportado por las avenidas es superior a la capacidad de infiltración

de los materiales superficiales de la zona endorreica, una parte del agua se evacua por la rambla de Viznaga hacia el río Guadalentín y la otra, siguiendo una dirección Norte-Sur, lo hace a través de las ramblas de Nogantes o de los Charcones y de Canalejas, hasta desembocar en el mar, en las proximidades del pueblo de Villaricos.

4.3. DEMOGRAFÍA

La evolución demográfica y socioeconómica de una región es un factor importante a tener en cuenta cuando se decide realizar su planificación hidráulica, para poder así hacer frente a la demanda hídrica directa (urbana) e indirecta (industrial y agrícola) y a la infraestructura de eliminación de residuos líquidos (aguas residuales urbanas) y sólidos (vertederos). Todo esto permitirá preveer con suficiente antelación, unas demandas acordes con los recursos disponibles y los sistemas de eliminación y depuración de residuos.

Los datos disponibles de la población de hecho de los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras abarcan un período de tiempo comprendido entre 1900 y 1991. La tabla 1 muestra la evolución de la población de hecho en estos dos municipios; se puede ver que el municipio de Lorca presenta un declive demográfico, caracterizado por una marcada emigración masiva, consecuencia de una saturación demográfica incompatible con los escasos recursos que proporcionaba una agricultura sin agua y una industria relativamente débil. Según López Ontiveros (1990), en los primeros 65 años de este siglo existió un saldo migratorio superior a 55.000 habitantes, para después disminuir.

El principal núcleo de población del área estudiada es la ciudad de Lorca (la tercera de la provincia en número de habitantes, después de las ciudades de Murcia y Cartagena); le siguen, aunque con gran diferencia, las ciudades de Puerto Lumbreras y Almendricos. Además de esta población urbana, es importante destacar que también existe una parte importante de habitantes que vive diseminada y en relación con pequeñas "huertas familiares" en lo que se conoce como "El Campo de Lorca", fuera del casco urbano de las poblaciones mencionadas anteriormente.

4.4. RECURSOS

Para dar una visión esquemática de la vida económica del área estudiada, se pueden diferenciar tres actividades bien definidas: en primer lugar, la mayor parte de la economía está centrada en la agricultura, fundamentalmente la de regadío; en segundo lugar, la ganadería, con la cría de ganado porcino principalmente; y por último, la industria, sector que acusa una cierta debilidad crónica.

A partir del año 1960 y hasta principios de 1970, la economía de los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras experimentó una transformación socioeconómica rápida e importante. Este cambio fue más notorio en el sector agrario, donde se pasó de un sistema de agricultura "tradicional" (apoyado en el reempleo, la tracción animal, la mano de obra asalariada barata y la supervivencia de la pequeña y mediana explotación centrada básicamente en el autoconsumo) a otro modelo basado en la agricultura "verde" (con elevado grado de mecanización y empleo de técnicas de cultivo sofisticadas: invernaderos, acolchados, túneles y riego por goteo) y en las grandes empresas agrarias.

Año	Lorca	Puerto Lumbreras
1900	69.836	*
1910	70.807	*
1920	74.696	*
1930	60.300	*
1940	69.639	*
1950	70.998	*
1960	58.641	7.080
1970	60.609	7.986
1981	60.627	8.495
1983	61.950	8.793
1984	63.300	8.952
1985	64.978	9.088
1986	66.880	9.352
1987	66.735	9.393
1988	66.906	9.398
1989	66.789	9.487
1991	67.024	9.824

*Tabla 1.- Evolución de la población de hecho para los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras. * Puerto Lumbreras pertenecía a Lorca. Fuente: Consejería de Economía y Fomento de Murcia e INE.*

La mejora en las técnicas de aprovechamiento de las aguas subterráneas permitió captar agua hasta profundidades de 200 m, lo que hizo posible el proceso de expansión de los nuevos regadíos y originó un cambio hacia una explotación agraria intensiva, la cual continúa en la actualidad. En la tabla 2 se puede ver la evolución de la explotación de las aguas subterráneas del acuífero en los últimos 20 años. El descenso en el volumen captado durante 1981 y 1982 se debió a las restricciones en la autorización de sondeos que estableció la Jefatura de Minas de Murcia. El aumento del período de sequía, iniciado en el año 1983,

provocó un aumento de la demanda de agua y obligó a "suavizar" las restricciones.

En el año 1979 llegan por primera vez al valle del Guadalentín las aguas del Trasvase Tajo-Segura (aunque posteriormente han existido algunas interrupciones debido a la sequía de los últimos años), apareciendo así nuevas perspectivas de expansión de la superficie regada. La dotación de agua prevista por ley para Lorca y el valle del Guadalentín, descontadas las posibles pérdidas en el dispositivo de trasvase, es de 65 hm^3/año (BOE, Octubre de 1980).

Año	Volumen (hm^3)	% sobre el acuífero
1973	24	25
1976	58	50
1981	46	46
1982	54	56
1985	72	64
1986	66	64
1987	69	...

Tabla 2.- Evolución de la explotación de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín. Fuente: Comunidad Autónoma de Murcia (1988).

En relación con la agricultura, la alta rentabilidad económica que se obtiene de algunos de los productos cultivados hace que las zonas de regadío se incrementen, aunque este último hecho está controlado en gran medida por las disponibilidades de agua adecuadas en volumen y calidad. En la tabla 3 se puede ver la evolución de la superficie regada en los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras, entre los años 1974 y 1989.

Gran parte de la agricultura está condicionada por los esquemas de producción y comercialización del municipio de Lorca (Cortina y Zapata, 1984), estando la producción dirigida al exterior y a los mercados nacionales urbanos. La actividad agrícola de regadío se dedica principalmente a la obtención, entre otros, de limón, naranja, mandarina, melocotón, ciruela y uva. También tiene especial importancia la obtención de tomate de invierno, hortalizas, habas, pimiento, pimentón, melón, alcaparra, algodón y flores. En las áreas de secano se cultivan cereales, como la cebada (el más extendido), el trigo, el centeno y la avena. Junto a estos cereales se combinan algunos árboles que toleran bien la escasez de agua, como son el olivo, el almendro y la higuera.

Paralelamente a este resurgir de la agricultura, se observa también un importante aumento de la ganadería en general, gracias a la cría de ganado porcino en régimen

intensivo, principalmente (y que representa una de las principales fuentes de riqueza de la región), y ovino y caprino en régimen extensivo.

La actividad minera fue importante en el pasado. Antiguamente se explotaron yacimientos minerales de cobre (azurita y malaquita), plomo, hierro (hematites y limonita, ambos asociados con rocas carbonatadas), estroncio (celestina), galena, blenda, azufre, barita, pirita y yeso.

Año	Lorca	Puerto Lumbreras
1974	13.842	1.940
1985	22.187	4.000
1986	22.187	4.000
1987	22.187	4.000
1988	22.187	4.567
1989	22.187	4.829

***Tabla 3.-** Evolución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras (has). Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca (Estadística Agraria Regional).*

El sector industrial está poco desarrollado, existiendo con respecto a años anteriores un descenso en esta actividad. Destacan principalmente las industrias de curtidos, chacinería y cemento; también se encuentran algunas industrias de fabricación de piensos compuestos.

En relación con el sector servicios, se observa un crecimiento con respecto a los años anteriores, sobre todo en lo relativo al comercio y al transporte. El primero, está relacionado fundamentalmente con la venta de productos fitosanitarios, fertilizantes, semillas, plantas, piensos, material plástico (usado en invernaderos y sistemas de riego por goteo), hostelería, comercio al por menor y reparaciones; y el segundo, con la comercialización de los productos agrícolas y ganaderos hacia mercados nacionales e internacionales.

4.5. FLORA Y VEGETACIÓN

El área de estudio se puede situar dentro del dominio correspondiente al de las especies termófilas y xerófilas (Anónimo, 1984), que se corresponde bastante bien con el área de clima mediterráneo subdesértico. Por sus temperaturas medias anuales, próximas a 17°C, está incluida dentro del piso bioclimático termomediterráneo y el horizonte inferior del mesomediterráneo (Alcaraz, 1987).

A su vez, se pueden distinguir del anterior tres subdominios: el subdominio de las especies muy xerófilas y termófilas, propias de los climas de desierto cálido con tipos como el *enzomodrendum bourgeamm*, la *anábasis articullata* o la *salsola papillosa*; el subdominio de la asociación de especies muy termófilas con otras típicas del desierto, como el arto o azufaito tunecino (*zizypus lotus*) o el *limonium insigne*, o incluso el esparto (*tipa tenacissima*) o el albardín (*lyggeum spartum*); finalmente, el subdominio de las especies muy termófilas como las barrillas y salicoras, o el palmito, la palmera y la alcaparra.

El ecosistema está formado por la asociación de diversas plantas que crecen espontáneamente como el esparto, el lentisco, el arto, el palmito, el albardín, la alcaparra, el tomillo, el romero, la chumbera y la pitera. Las especies arbóreas se reducen prácticamente al olivo, el almendro, la higuera, el pino, la palmera y la carrasca (Cortina y Zapata, 1984). Debido a las características de los suelos y del clima del área y alrededores, la montaña árida es la forma paisajística más común (sierras de la Tercia, de la Peña Rubia, de Cimbre, de Enmendio, de la Carrasquilla y de la Almenara). La cobertera vegetal la componen fundamentalmente gramíneas xerófilas como el esparto y el albardín.

En los humedales salinos del Guadalentín se observan especies vegetales freatófilas y halófilas. En áreas inundables esporádicamente se pueden encontrar *sarcocornia fruticosa* y *arhrocnemum strobilaceum*; como especies xerohalófilas existen *suaeda vera*, *suaeda pruinosa*, *artemisia herba-alba* y *atriplex glauca*.

CAPÍTULO II: GEOLOGÍA

1. LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA

El área de estudio se encuentra dentro de las Cordilleras Béticas, en el sector oriental del Dominio de Alborán o Zonas Internas (Balanyá y García Dueñas, 1987). Dentro del esquema regional (figura 2), las rocas que constituyen gran parte de los relieves circundantes de la depresión y de su sustrato pertenecen al Complejo Nevado-Filábride, a las Unidades Intermedias -y que están representadas en la zona estudiada por las unidades Sierra de Enmedio, Peña Rubia y Castillarejo-, al Complejo Alpujárride, y finalmente, al Complejo Maláguide.

Este sustrato aflora al Norte, en la sierra de la Tercia; al Este, en la sierra de la Peña Rubia y en la sierra de la Torrecilla; al Sur, en la sierra de Enmedio; y por último, al sureste y Este, en la sierra de la Almenara. Los sedimentos que constituyen el relleno de la depresión (figura 3) corresponden a depósitos de piedemonte, abanicos aluviales, llanuras de inundación y facies de canal. Al sureste, los sedimentos de la cuenca están conectados con los del acuífero de Pulpí.

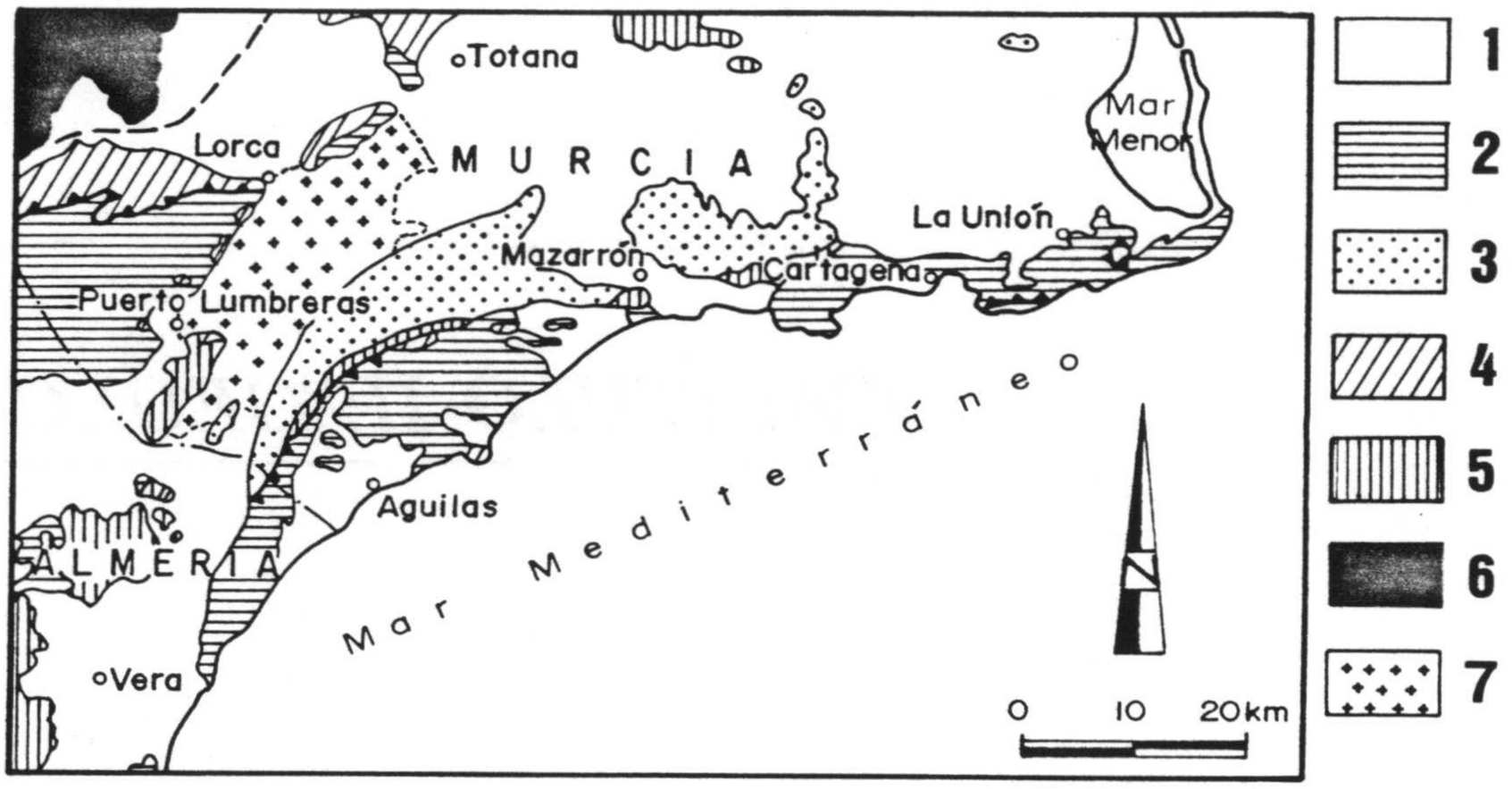


Figura 2.- Localización geológica regional del área de estudio dentro del contexto de las Cordilleras Béticas (modificado de Martín Vivaldi et al., 1973). 1: Neógeno-Cuaternario; 2: Complejo Alpujárride; 3: Complejo Nevado-Filábride; 4: Complejo Maláguide; 5: Unidades Intermedias; 6: Subbético indiferenciado; 7: zona de estudio.

2. LITOESTRATIGRAFÍA

Para la elaboración de esta síntesis realicé el estudio detenido de las columnas estratigráficas de los sondeos que disponían de ella y, además, también tuve en cuenta la bibliografía citada en el apartado de antecedentes. Todo esto me permitió la elaboración de la base litoestratigráfica del mapa hidrogeológico del acuífero del Alto Guadalentín. Con el objeto de realizar una relación más ordenada de estos materiales, distinguiré las rocas aflorantes en dos grandes conjuntos:

. Materiales preorogénicos

. Materiales postorogénicos

Como materiales postorogénicos consideraré todos aquellos que fueron depositados tras la fase de deformación alpina.

2.1. MATERIALES PREOROGÉNICOS

2.1.1. Complejo Nevado-Filábride

Los materiales de este Complejo afloran en la sierra de la Almenara, con una disposición arqueada de dirección noreste-suroeste; pertenecen al manto del Mulhacén. Ordenados cronológicamente, son los siguientes:

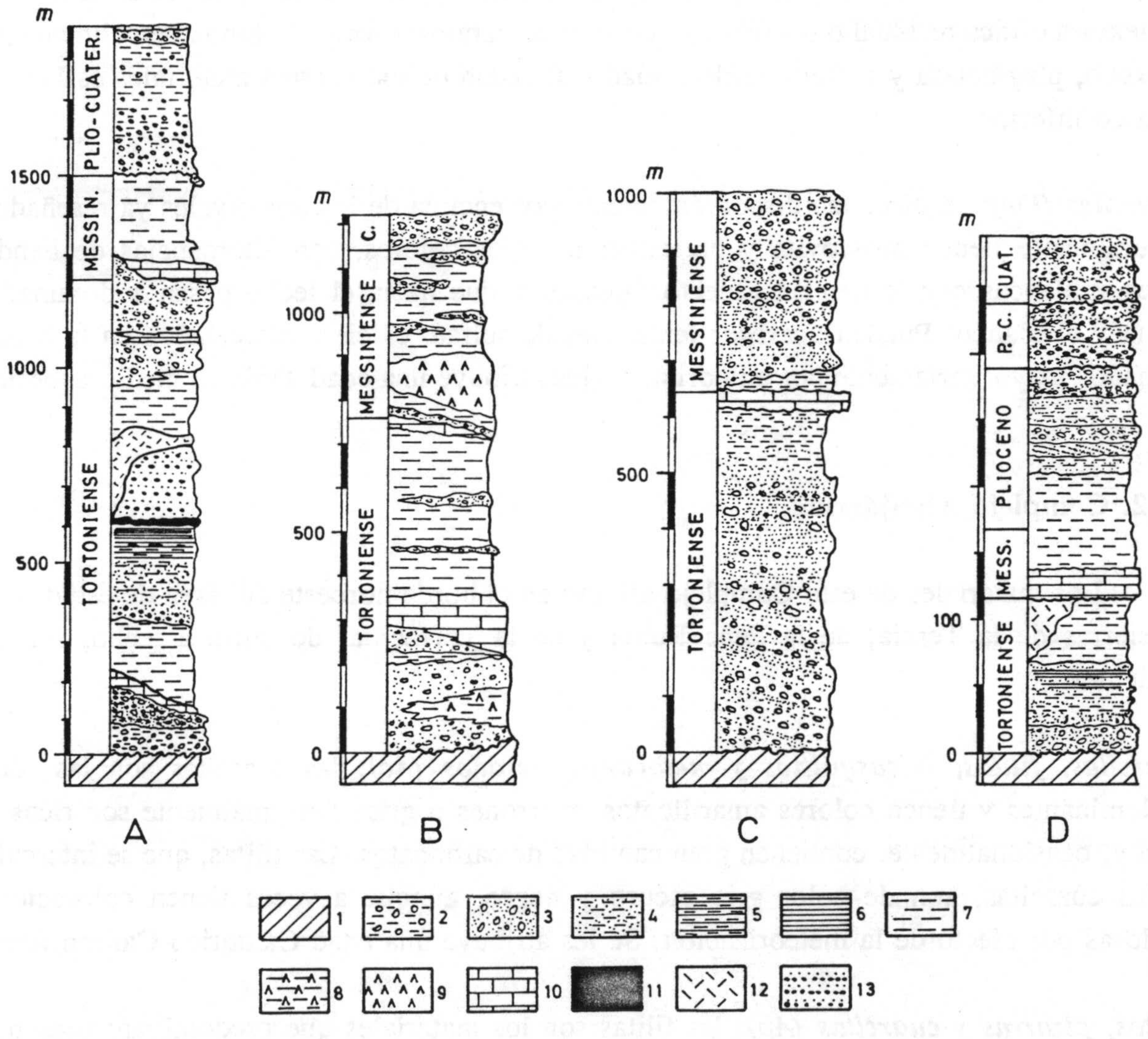


Figura 3.- Columnas estratigráficas próximas a los límites del área de estudio. a: Hinojar; b: sierra de la Tercia; c: Puerto Lumbreras; d: Almendricos. 1: sustrato permotriásico; 2: conglomerados con limos; 3: conglomerados y arenas; 4: arenas y limos; 5: limos y arcillas; 6: arcillas; 7: margas; 8: margas con yeso; 9: yeso; 10: calizas; 11: andesitas; 12: riolitas; 13: cineritas. Modificado de Larouzière y Ott d'Estevou (1990), Montenat et al. (1990 b), Aellen (1990) y Pérez et al. (1992).

Cuarcitas, micasquistos y metabasitas (Fc): son los de mayor representación en el área estudiada y se encuentran formando un arco que se extiende por el límite Este de la cuenca. Las cuarcitas son de color gris, de grano fino y con abundante moscovita que determina su esquistosidad. Los micasquistos son de color gris plateado y tienen cuarzo, moscovita y clorita. Localmente, pueden encontrarse -encima de los anteriores- niveles de micasquistos con granate y cloritoide de pocos metros de potencia, y que pueden pasar a tener abundante moscovita y capas de mármoles claros con mica.

En algunos sectores, y con poca extensión, pueden aparecer metabasitas anfibolíticas, con textura ofítica residual ó porfídica, y con una mineralogía formada fundamentalmente por piroxeno, plagioclasa y anfíbol verde-azulado. La edad de todos estos materiales es Permo-Triásico inferior.

Mármoles (Fm): se disponen discordantemente por encima de los dos niveles ya reseñados. Generalmente tienen moscovita y presentan diversos colores, con alternancias de bandas grises y blancas que le dan un aspecto fajeado, y que hacia el techo pasan a dominar el crema y el blanco. Pueden aparecer lentejones de sulfato cálcico intercalados en la base y formados mayoritariamente por anhidrita. Se les atribuye una edad Triásico medio-superior.

2.1.2. Complejo Alpujárride

Los materiales de este Complejo afloran en el borde noroeste del área de estudio, en las sierras de la Tercia, de la Peña Rubia y de la Torrecilla; de muro a techo, son los siguientes:

Cuarcitas, filitas, micasquistos y metaconglomerados (Ac): las cuarcitas son las rocas predominantes y tienen colores amarillentos, marrones o grises; normalmente son ricas en mica y, ocasionalmente, contienen gran cantidad de carbonatos. Las filitas, que se intercalan en las cuarcitas, son de color gris oscuro y negro, aunque a veces tienen coloraciones verdosas por efecto de la meteorización. Se les atribuye una edad Cámbrico-Carbonífero.

Filitas, pizarras y cuarcitas (Ap): las filitas son los materiales que predominan; presentan colores azulados, ocasionalmente púrpura, y abundantes venas de cuarzo. Las rocas cuarcíticas se presentan localmente. En contadas ocasiones, la serie puede presentar a techo algunos metros de carbonatos con intercalaciones de sulfato cálcico. La edad de estos materiales es Permo-Triásico inferior.

Dolomías y calizas dolomíticas (Ad): presentan coloraciones gris-azulado, con un marcado bandeado y una potencia no superior a los 15 m. Su edad es Triásico.

2.1.3. Unidades Intermedias

Afloran en las sierras de Enmedio, fundamentalmente, y de la Peña Rubia. Están representadas por las unidades Sierra de Enmedio, Peña Rubia y Castillarejo.

Unidad Sierra de Enmedio

Pizarras y filitas (Ip): son de color gris oscuro, contienen moscovita y cuarzo, y tienen intercalaciones de cuarcitas -de color blanco, crema y rojo- en el tramo basal; a techo llegan a predominar sobre las pizarras y filitas. Igualmente, pueden aparecer entre todos ellos niveles, con esquistosidad muy marcada, de areniscas y metaconglomerados -de espesor centimétrico-; localmente, también pueden encontrarse mármoles de decenas de metros de potencia. Todo el conjunto tiene un potencia aproximada de 500 m; se le asigna una edad Permo-Triásico inferior.

Calizas recristalizadas y calcoesquistos (Ic): las calizas presentan un aspecto tableado y tienen colores grises o cremas; los calcoesquistos tienen coloraciones amarillentas. Hacia el techo, las calizas son masivas y tienen una potencia aproximada de 350 m; están recristalizadas, tienen colores grises, blancos y cremas, y presentan intercalaciones de yeso. Su edad es Triásico medio-superior.

Diabasas y metabasitas (Id): estas rocas máficas, que posiblemente representen discretas intrusiones de sill, fueron afectadas por un metamorfismo de bajo grado a principios del Terciario, tras su emplazamiento. Tienen una textura que varía entre dolerítica y ofítica, son de color verde y presentan como principales minerales plagioclasa (andesina y labradorita), augita y apatito, que aparece siempre como un constituyente accesorio; en zonas próximas a los contactos intrusivos se observa ortopiroxeno, plagioclasa, augita y óxidos de Fe-Ti. Aparecen intruyendo en el muro y techo de las pizarras y filitas; localmente, también intruyen en el tramo inferior de las calizas.

Unidades Peña Rubia y Castillarejo

Pizarras, areniscas y cuarcitas (Ia): las pizarras son de color rojo-púrpura, mientras que las areniscas y cuarcitas son rojas y ocasionalmente blancas. La edad de estos materiales es Permo-Triásico inferior.

Calizas y Dolomías (I): se encuentran sobre los anteriores. Predominan las dolomías, que son de color gris oscuro a casi negro, masivas, a menudo muy brechificadas y con intercalaciones de sílex; algunos niveles de sílex son de color marrón claro y pueden indicar la estratificación. Tienen una potencia aproximada de 200 m; se les atribuye una edad Triásico.

2.1.4. Complejo Maláguide

Está escasamente representado en la zona de estudio; aflora próximo al borde noroeste del acuífero, en las sierras de la Torrecilla y de la Peña Rubia. De muro a techo, los materiales que lo componen son los siguientes:

Areniscas, cuarcitas, pizarras y conglomerados (Ma): la serie presenta como característica fundamental un color rojo violeta o rojo vivo. Los conglomerados aparecen como lentejones de cantos poligénicos gruesos y bien redondeados. La potencia del conjunto se estima en 150-200 m. Se les asigna una edad Permo-Triásico.

Calizas (Mc): se encuentran situadas encima de los anteriores, siendo el contacto de tipo mecánico. Tienen una potencia máxima de 50 m; presentan coloraciones blancas y amarillentas. Se les atribuye una edad Jurásico.

2.1.5. Bético Indiferenciado

Aparece representado en el área de estudio por dos pequeños afloramientos de la sierra de la Tercia. Está constituido por ***carbonatos, filitas y cuarcitas (Mc)***; la edad asignada a estos materiales es Precámbrico-Triásico.

2.2. MATERIALES POSTOROGÉNICOS

2.2.1. Terciario

Después del alcanzarse el clímax de la orogenia alpina -con el emplazamiento de los grandes mantos- durante el Mioceno medio y superior, comenzó una etapa de distensión que condicionó la sedimentación de todos los materiales posteriores. Incluye una gran varidad litológica, que es descrita a continuación, de más antíguo a más moderno.

Conglomerados (Cp): afloran en las sierras de la Tercia y de la Peña Rubia. Los conglomerados son de color rojo y presentan una matriz de arcilla y arena. Los clastos están formados fundamentalmente por cuarcitas, pizarras y calizas. La edad de estos materiales es Helveciense-Tortoniense inferior.

Margas con yeso, areniscas y conglomerados (Ms): afloran en la sierra de la Tercia. Las coloraciones de las margas son grises y las de las areniscas y conglomerados, rojas; tienen intercalaciones de arcillas rojas y grises. Los yesos, que sirven para identificar al conjunto,

presentan colores rojos y azulados y pueden llegar a ser abundantes. Se les asigna a todos ellos una edad Helveciense-Tortoniense inferior.

Calcarenitas (Cc): se encuentran en el extremo suroeste de la sierra de la Tercia y en la sierra de la Peña Rubia. Incluyen niveles de conglomerados, areniscas y margas, y su espesor es variable. Su edad es Tortoniense inferior-medio.

Margas (M): afloran en las sierras de la Tercia y de la Peña Rubia; tienen colores grisáceos y pueden incluir areniscas formadas por clastos de rocas carbonatadas. Se les asigna una edad Tortoniense medio-superior.

Pudingas y Margas (Pm): se localizan en el límite noroeste del área de estudio, en la sierra de la Tercia. Las pudingas son poligénicas y poseen importantes intercalaciones de yeso. Tienen una edad Tortoniense medio-superior.

Conglomerados, arcillas, margas y areniscas. (Cm): afloran en el límite Oeste y suroeste de la depresión, en la sierra de la Torrecilla, y entre ésta y la sierra de Enmedio. Los conglomerados, con cemento carbonatado, están formados por clastos irregulares de cuarcitas y esquistos y, localmente, pueden contener arcillas de color rojo. Las margas tienen intercalaciones de areniscas y predominan a techo sobre los conglomerados. La edad del conjunto es Tortoniense.

Margas arenosas y pudingas (Ma): afloran en el borde noroeste de la zona estudiada. Las margas tienen niveles de arenas y son de color pardo; las pudingas aparecen intercaladas y a techo de las margas. Ambos materiales presentan intercalaciones de yeso. La edad del conjunto es Tortoniense superior-Messiniense.

Margas con yeso (My): se sitúan en el borde noroeste de la cuenca. Consisten en margas de color gris y amarillo, con potentes bancos de yeso -a veces cristalino- y que, localmente, pueden constituir toda la formación. Se les asigna una edad Tortoniense superior-Messiniense.

Margas, arenas margosas y areniscas (Ma): se encuentran en el borde oriental de la depresión. Las margas, arenas con margas y areniscas se alternan entre sí, formando un serie de casi 150 m de potencia. Se les asigna una edad Messiniense.

Riodacitas (Rd): intruyen en las margas, arenas con margas y areniscas - ya descritas- en el extremo septentrional de la sierra de la Almenara. Tienen una composición andesítica y afloran en una pequeña extensión. Su edad es Messiniense.

Conglomerados y margas (C): afloran también en el extremo noreste del área de estudio. En la base del conjunto las margas se intercalan con los conglomerados, pasando gradualmente estos últimos a predominar sobre las primeras en el resto de la serie. Los conglomerados se encuentran poco cementados y tienen una matriz arcillosa. La edad del conjunto es Messiniense-Plioceno.

Margas con areniscas y calizas (Ca): se localizan también en el extremo noreste de la cuenca, en las proximidades de Hinojar, y sobre los conglomerados y margas, ya descritos *(C)*. Las margas pueden tener algunos niveles de arenas. Las areniscas y calizas pueden aparecer localmente. Su edad es Messiniense.

Conglomerados (Qe): afloran en la sierra de la Tercia y tienen una matriz de arena y limo. Se les asigna una edad Plioceno-Pleistoceno.

2.2.2. Cuaternario

Conglomerados (Qc): afloran en el extremo noreste de la depresión, en las proximidades de Hinojar. Están poco cementados e incluyen niveles de caliches; se disponen formando pequeños glacis. Su edad es Pleistoceno.

Conglomerados (Qt): afloran en el límite noroeste de la cuenca, en el borde Sur de la sierra de la Tercia. Tienen matriz limo-arcillosa, se disponen formando terrazas a distintos niveles y están relacionados con antiguos cursos fluviales.

Gravas, conglomerados, arenas y limos (Q): estos materiales, junto con los anteriores, constituyen el acuífero propiamente dicho. Los conglomerados están formados por cantos de tamaño heterogéneo y de morfología muy variada, si bien existe en ellos una pequeña selección y gradación hacia el centro de la cuenca. Aunque hay algunas áreas del acuífero donde superficialmente predominan los niveles limo-arcillosos, y que dan lugar a un cierto grado de endorreismo (*p.e.* el Saladar), se puede considerar que el resto de los materiales detríticos que lo forman se distribuye homogéneamente por toda su superficie.

En la parte septentrional del área de estudio estos materiales detríticos se intercalan gradualmente con algunos niveles más arcillosos, más abundantes hacia el noreste y que hacen desaparecer esta característica de homogeneidad del acuífero detrítico, pasando a tener un comportamiento más semejante a un acuífero multicapa. Este hecho permitió establecer el límite hidrogeológico aproximado entre los acuíferos del Alto Guadalentín -tramo detrítico homogéneo de gravas, conglomerados y arenas esencialmente- y del Bajo Guadalentín -complejo detrítico con importantes intercalaciones arcillosas- (IGME-YRIDA, 1978).

3. TECTÓNICA

La tectónica del área estudiada (figura 4) presenta dos características fundamentales: existencia de mantos de corrimiento, y de grandes zonas de fractura que delimitan cuencas interiores (Sanz de Galdeano, 1983 y 1990 a y b; Ott D'Estevou *et al.*, 1988; Bocaletti *et al.*, 1987).

La actual estructuración en mantos de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas comenzó durante el Oligoceno y continuó hasta el comienzo del estadio neo-alpino, en el Aquitaniense inferior (Veeken, 1983; Sanz de Galdeano, 1990 a y b). Dentro de esta tectónica de mantos de cabalgamiento, controlada por una compresión regional N-S (Alvarez, 1987; Ott d'Estevou *et al.*, 1988; Sanz de Galdeano, 1990 b), el Complejo Nevado-Filábride es cabalgado por otros de origen más meridional: las Unidades Intermedias. Posteriormente se produjo el desplazamiento de las Zonas Internas en la dirección WSW, el cual continuó, aunque menos acentuado, hasta el Mioceno medio (Sanz de Galdeano, 1990 b).

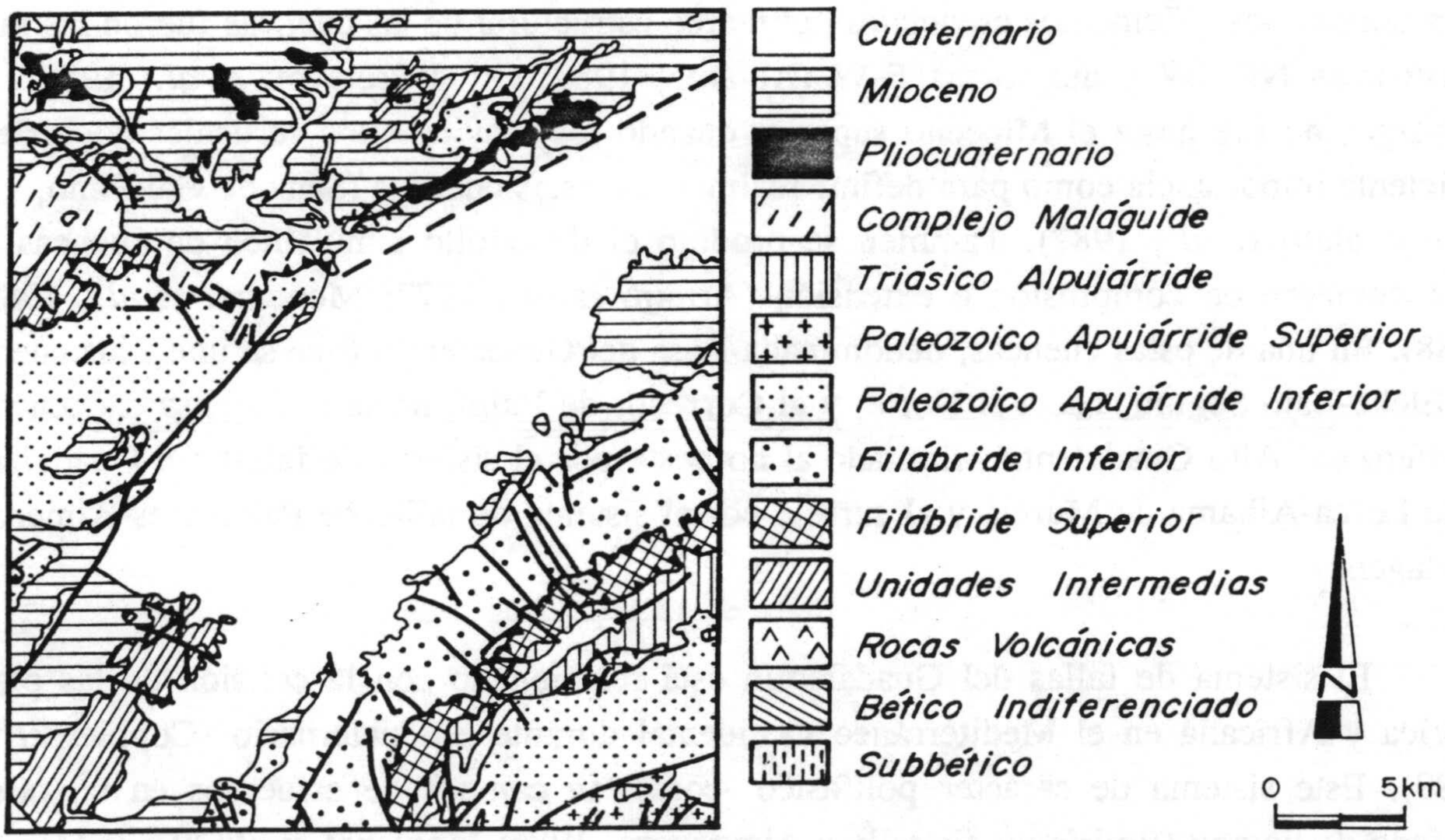


Figura 4.- Esquema tectónico del área de estudio. Modificado de Martín Vivaldi et al. (1973).

Más tarde tuvo lugar la rotación del esfuerzo máximo hacia la dirección NW-SE y luego hacia la dirección NNW-SSE, la cual determinó los movimientos dextrorsos de las fallas NE-SW y nuevos movimientos sinistrorsos de las fallas NE-SW -fallas de Carboneras, Palomares y Guadalentín (Alvarez y Aldaya, 1985; Montenat *et al.*, 1987; Boccaletti *et al.*, 1987; Ott d'Estevou *et al.*, 1988; Sanz de Galdeano, 1990 a). El movimiento de extensión regional, perpendicular a la dirección de compresión, permitió la aparición de

manifestaciones volcánicas a través de las fallas anteriormente mencionadas, en particular en las intersecciones de las fallas de dirección N 60°-70° E y E-W (Hernández *et al.*, 1987; Sanz de Galdeano, 1990 a y b).

Esta evolución tectónica neógeno-cuaternaria estuvo condicionada por un importante fenómeno transcurrente desarrollado a través de tres sistemas principales de fractura cuyas orientaciones estuvieron comprendidas entre E-W y N 70°, con movimientos dextrorsos importantes; N 120°-150°, con predominio de los movimientos de tipo dextrorso; y por último, NNE-NE, donde prevalecieron los movimientos sinistrorsos. Los tres sistemas fueron activos hasta el Cuaternario, aunque algunos de ellos continuan siéndolo actualmente (Rodríguez Estrella y Almoguera, 1986; Boccaletti *et al.*, 1987; Ott d'Estevou *et al.*, 1988; Sanz de Galdeano, 1990 a y b). Los eventos compresivos también originaron pliegues de amplio radio, de dirección aproximada E-W ó ENE-WSW (Armijo *et al.*, 1977; Montenat *et al.*, 1987; Sanz de Galdeano, 1990 b).

Es también en el Tortoniense cuando empezaron a formarse las cuencas neógenas intramontañosas. Elementos esenciales del marco estructural de las cuencas fueron las fallas sinistrorsas NE-SW y dextrorsas E-W (Alvarez, 1987; Ott d'Esetevou *et al.*, 1988). Sin embargo, no fue hasta el Mioceno superior cuando los movimientos verticales adquirieron suficiente importancia como para definir realmente a estas cuencas (Sanz de Galdeano, 1990 b; Boccaletti *et al.*, 1987). También se produjo el desarrollo simultáneo de cuencas que evolucionaron en compresión ó extensión (Armijo *et al.*, 1977; Montenat *et al.*, 1987 y 1988). En una de estas cuencas, denominada Fosa del Guadalentín (que se une a las cuencas de Elche-Bajo Segura, hacia el Norte, y al Corredor de Pulpí, hacia el Sur), se encuentra el acuífero del Alto Guadalentín, limitado al noroeste por el sistema de fallas del Guadalentín o de Lorca-Alhama de Murcia y al sureste por el sistema de fallas de Palomares-Almenara-Cartagena.

El sistema de fallas del Guadalentín está relacionado con la colisión de las placas Ibérica y Africana en el Mediterráneo Occidental durante el Cuaternario (Coppier *et al.*, 1989). Este sistema de carácter polifásico -coexisten campos de esfuerzos en un mismo período de tiempo (Rodríguez Estrella y Almoguera, 1986; Montenat *et al.*, 1988; Martínez Díaz y Hernández, 1991)- y de naturaleza segmentada -se manifiesta por la existencia de discontinuidades en la orientación de su trazado y en incrementos de la anchura y número de fallas (Silva *et al.*, 1992 a)-, tiene una dirección general SW-NE (N 35°-65° E), una extensión de más de 90 km -desde la localidad de Huércal-Overa (Almería) hasta la de Orihuela (Murcia) (Gauyau *et al.*, 1977)- y afecta a materiales del sustrato bético y del neógeno-cuaternario.

El sistema de fallas del Guadalentín, que pone en contacto dos bloques continentales

de diferente naturaleza y espesor (Banda y Ansorge, 1980), funciona actualmente como un sistema de salto en dirección con movimiento normal -corroborado por el estudio de los mecanismos focales de seísmos (Mezcua *et al.*, 1984)- de tipo sinistrorso en la actualidad y con desplazamientos de al menos 20 km (Boccaletti *et al.*, 1987; Ott d'Estevou *et al.*, 1988; Larouzière *et al.*, 1988; Martínez Díaz y Hernández, 1991 y 1992; Silva *et al.*, 1992 a; Sanz de Galdeano, 1983 y 1990 a).

En el corredor Lorca-Totana, y de acuerdo con Rodríguez Estrella y Almoguera (1986), Rodríguez Estrella (1993) y Rodríguez Estrella y Mancheno (1993), este sistema se materializa en tres fallas de desgarre denominadas "Falla Sur Sierra Tercia" -sinistrorsa e inversa con vergencia Sur-, "Falla Trasvase Tajo-Segura -dextrorsa e inversa con vergencia Norte- y "Falla Norte Fosa del Guadalentín" -sinistrorsa y normal con hundimiento del bloque sur que origina la fosa del Valle del Guadalentín (figura 5); el movimiento conjunto de todas ellas, debido a la acción de esfuerzos compresivos de dirección NNE-SSO, origina un desplazamiento sinistrorso de todo el corredor tectónico.

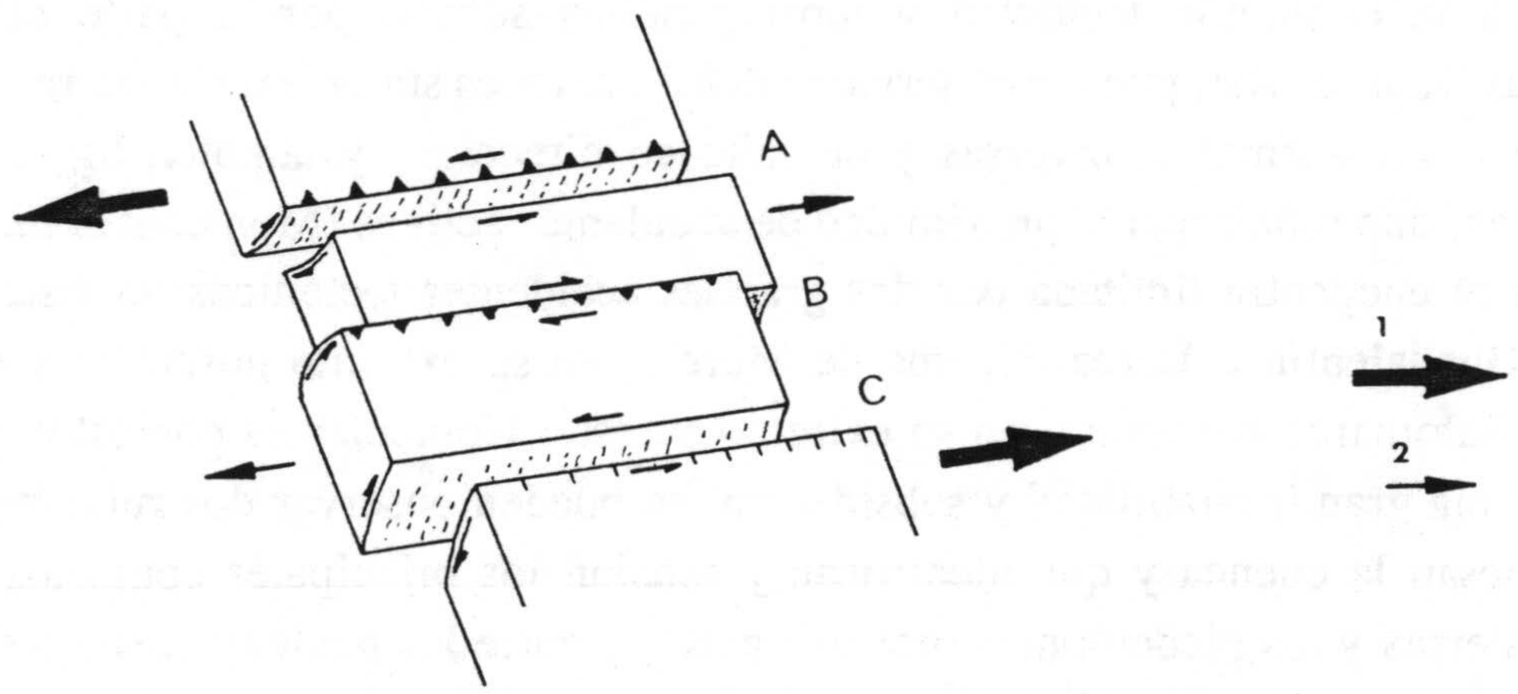


Figura 5.- Cinemática de bloques en el corredor tectónico de Lorca-Totana. A: Falla Sur Sierra Tercia; B: Falla Trasvase Tajo-Segura; C: Falla Norte Fosa del Guadalentín; 1: sentido resultante del desplazamiento conjunto; 2: sentido de desplazamiento de cada bloque. Modificado de Rodríguez Estrella (1993).

El sistema de fallas de Palomares tiene una dirección general SSW-NNE (N 10°-20° E) y, al igual que el sistema anterior, corresponde a un sistema de salto en dirección con movimiento inverso de tipo sinistrorso. Presenta importantes movimientos en la vertical, produce fuertes arrastres entre las sierras Cabrera y Almagrera y afecta a la terminación oriental de las fallas del Sur de Sierra Nevada (Sanz de Galdeano, 1983; Weijermars, 1987).

La continuación hacia el Norte de ambos sistemas de fallas no se observa con claridad, pero el fuerte flujo térmico que existe en la cuenca Norbalear, y que se prolonga hacia el SW por el mar, pasando por las proximidades de Alicante hacia Almería y la cuenca

de Alborán, parece indicar un adelgazamiento cortical. Aparentemente, este rasgo y otras fallas de menor importancia, pueden asegurar la unión de las fallas del NE peninsular con las del juego SSW-NNE de las Cordilleras Béticas (Sanz de Galdeano, 1990 a).

4. GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista morfológico, el área de estudio está situada dentro de una depresión de dirección suroeste-noreste, denominada por Montenant *et al.* (1987) "Corredor de cizalla de las Béticas orientales", y que se prolonga -limitada por importantes relieves- a lo largo de una superficie de más de 90 km, desde las ciudades de Huercal-Overa hasta Murcia. En el acuífero, esta depresión está comprendida aproximadamente entre las cotas 450 y 250 m s.n.m.

La configuración morfológica de la depresión, de topografía bastante accidentada, responde a la evolución tectónica y morfogenética sufrida por la parte oriental de las Cordilleras Béticas. Así, pueden observarse deformaciones sinsedimentarias relacionadas con juegos de fallas normales, inversas y de salto en dirección, y también ligadas a procesos magmáticos, que señalarían la proximidad de accidentes activos (Montenat *et al.*, 1988). Esta depresión se encuentra limitada por dos grandes accidentes tectónicos: el sistema de Fallas del Alto Guadalentín o Lorca-Alhama de Murcia, en su extremo noroeste; y el sistema de Fallas de Palomares-Almenara, en su extremo sureste. Coincidentes con estos sistemas, que producen una gran inestabilidad y subsidencia, se pueden observar dos rupturas importantes que atraviesan la cuenca y que identifican y señalan los principales contactos topográficos entre las sierras y los piedemontes, por una parte, y entre los piedemontes y las áreas llanas, por otra (figura 6). Los movimientos relativos de estos sistemas, entre los bloques de techo y muro, controlan el dispositivo geométrico de estas formaciones superficiales que se desarrollan al pie de los frentes montañosos.

La aplicación de índices geomorfológicos indicadores de actividad neotectónica (Silva *et al.*, 1992 d), muestran que los frentes Abejuela-Lorca y Lorca-Totana se encuadran dentro de la clase de tectónica activa, con una tasa de sedimentación igual o superior a 0,1 m/ka; por otro lado, los frentes sierra Almenara e Hinojar corresponden a la clase de tectónica activa-moderada, con una tasa de sedimentación comprendida entre 0,1 y 0,03 m/ka.

También se puede diferenciar una serie de conjuntos geomorfológicos con distinto grado de evolución y en los que predominan unas veces los procesos erosivos, y otras los de erosión y acumulación, favorecidos por la neotectónica activa que se desarrolla en el área. Esta atividad neotectónica ha causado sensibles cambios en los niveles de base local, lo que ha permitido una mayor capacidad de la erosión remontante de los ríos al tener que elaborar

nuevos perfiles de equilibrio, con los sucesivos encajamientos de la red de drenaje (Navarro, 1986 b).

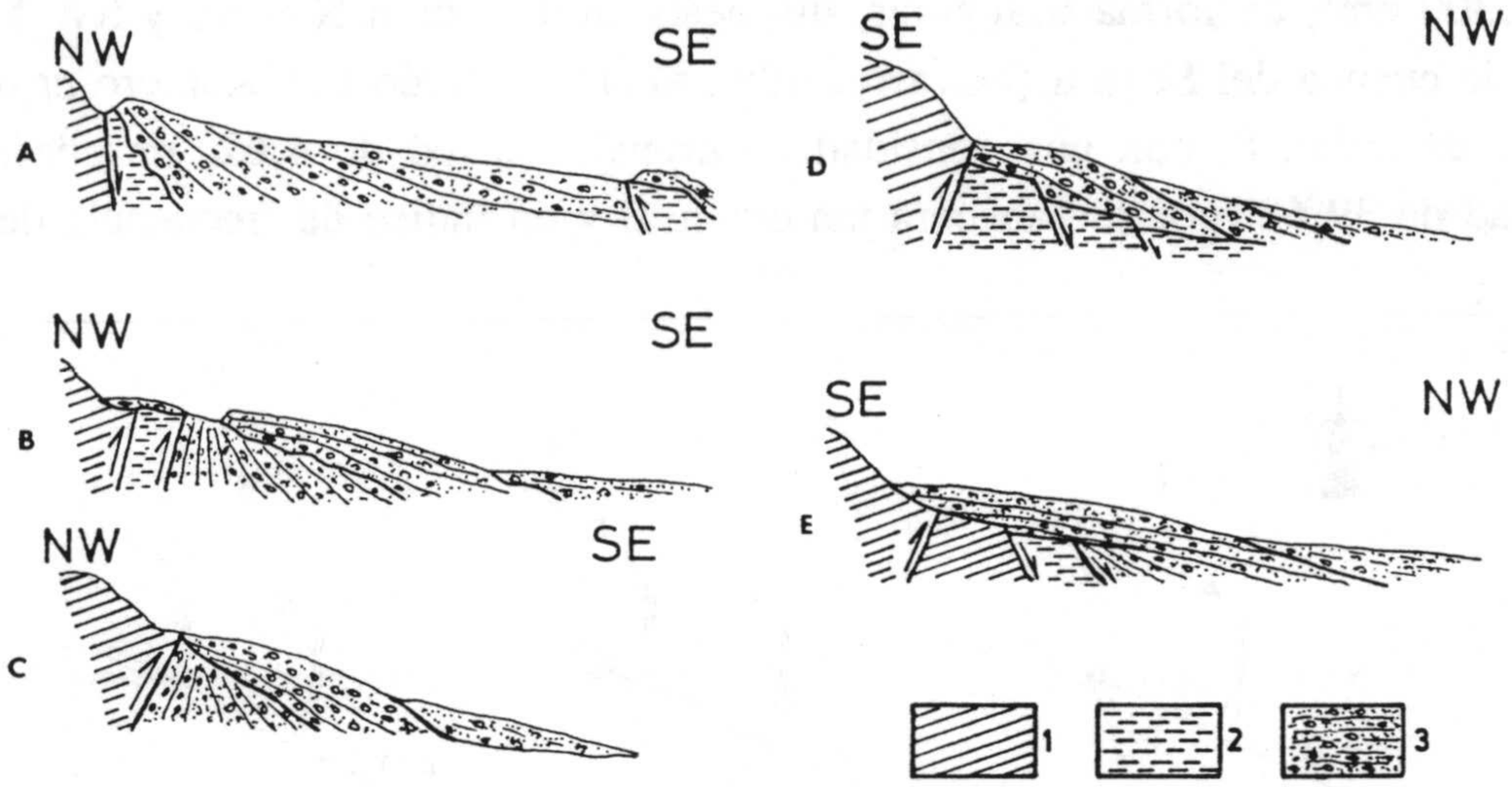


Figura 6.- Cortes geológicos esquemáticos que muestran el desarrollo geomorfológico de los abanicos aluviales en los márgenes de la depresión del Guadalentín. 1: sustrato permotriásico; 2: Mioceno; 3: Pliocuaternario. Modificado de Silva et al.(1992 b y c).

El sistema hidrográfico del Guadalentín responde a un control estructural que se manifiesta por la adaptación de los cauces a los principales sistemas de fracturas que afectan al área (Silva, 1994). Rodríguez Estrella y Almoguera (1986) señalan que la evolución geomorfológica de las ramblas Casa de la Quinta y de la Salud, situadas entre Lorca y Totana, continúa condicionada por la actividad del sistema de fallas del Guadalentín (figura 7).

La red hidrográfica es heredada y se manifiesta en el paisaje por un gran conjunto de formas y depósitos variados, ligados a procesos de evolución de vertientes (regatos, cárcavas, badland, barrancos, abanicos aluviales, conos de deyección superpuestos, glacis, terrazas fluviales, ramblizos y ramblas), y que se esculpieron bajo condiciones morfoclimáticas cuaternarias más húmedas que las actuales (Navarro, 1986 b; Harvey, 1986; Romero *et al.*, 1992; Silva *et al.*, 1992 b y c).

Esta red hidrográfica ha sido modificada por los procesos actuales de erosión lineal hídrica semiáridos, los cuales desarrollan su máxima energía en cortos períodos de precipitaciones torrenciales e irregulares; también tienen un importante papel en el desarrollo de estos procesos los fuertes contrastes térmicos, la ausencia de cobertera vegetal, la naturaleza del suelo y la acción antrópica negativa.

El río Guadalentín es el principal "curso de agua" -activo solamente en épocas de avenidas- que recorre gran parte de la depresión del mismo nombre y atraviesa el área estudiada. Corresponde a un excepcional sistema torrencial con una cuenca fluvial de tamaño medio de 3.300 km^2, de forma triangular, dispuesta en dirección NW-SE y SW-NE, y que pertenece a la cuenca del Segura (Navarro, 1986 a). De acuerdo con Romero *et al.* (1992) es un cauce de orden 8, con una densidad de drenaje de red de 4,62, un coeficiente de torrencialidad de 39,68 (por su cabecera tan extensa) y un índice de frecuencia de 10,59.

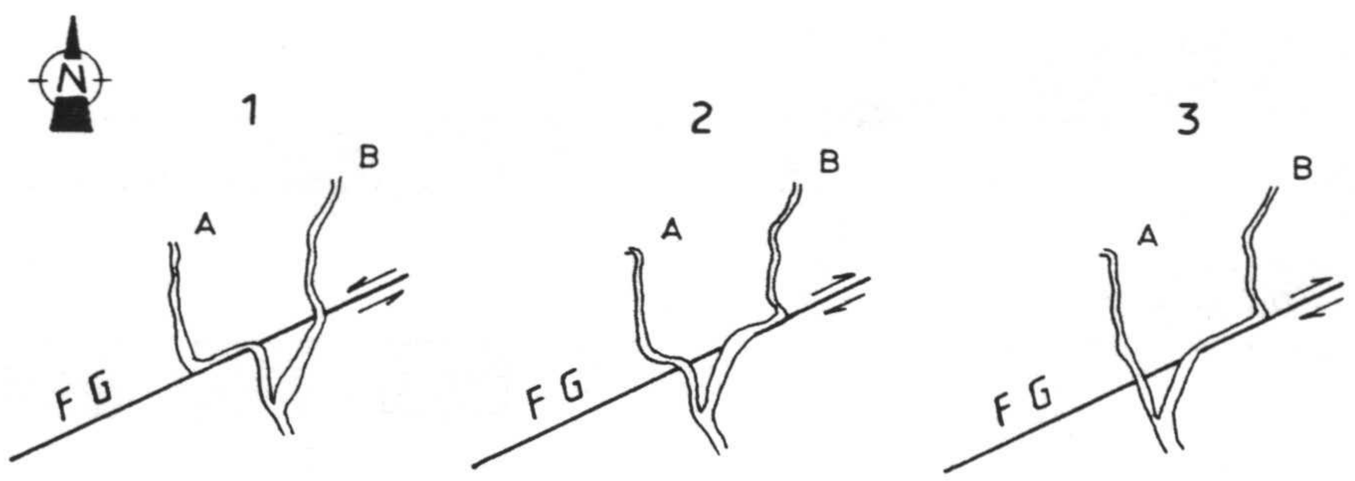


Figura 7.- Hipótesis de la evolución geomorfológica de las ramblas Casa de la Quinta (A) y de la Salud (B) en relación con los últimos movimientos del sistema de fallas del Guadalentín (FG) en el corredor Lorca-Totana. 1: estado anterior; 2: estado actual; 3: estado futuro. Modificado de Rodríguez Estrella y Almoguera (1986).

El río Guadalentín puede suministrar caudales, en régimen de avenida, de hasta 3.000 m^3/s y permanecer durante años casi completamente seco aguas abajo de la ciudad de Lorca, con aportaciones hídricas globales escasas. En relación con la erosión hídrica, en López Bermúdez y Gutiérrez (1982) y López Bermúdez (1986) se estiman unas pérdidas de suelo para la parte de la cuenca situada por encima del embalse de Puentes comprendida entre 18 y 30 Tn/ha/año, correspondiendo estos valores a un riesgo de erosión acusado-alto. Por otra parte, Ortíz *et al.* (1993 a) estiman unas pérdidas de suelo por erosión, en el área del acuífero, entre 0 y 3 Tn/ha/año, que indican un riesgo de erosión nulo-ligero.

Entre las numerosas ramblas de carácter torrencial, intermitente y variable, y cuyas aguas normalmente no llegan al cauce del río Guadalentín porque se infiltran en su camino en el acuífero o se estancan en zonas deprimidas de carácter semiendorreico, destacan por su importancia en su extremo Oeste, las ramblas de Nogalte, Béjar, Alta y Torrecilla; de igual modo, en su límite Este, se tienen las ramblas de Peladilla de la Alquería, Misillo, Garganta, Quinta del Valenciano, Félix, Molino, Purias, Galera y Aljibejo. La rambla de Viznaga, en época de avenidas importantes, constituye el único desagüe natural hacia el río Guadalentín de todas ellas.

Es necesario mencionar, por las posibles implicaciones hidroquímicas que pudiera tener, la existencia de un área deprimida dentro del acuífero denominada "El Saladar", y en la cual existió una pequeña laguna hace aproximadamente cuarenta y cinco años. Corresponde a un humedal salino (Ramírez *et al.*, 1992), muy similar en sus características a otros que existen en las márgenes del río Guadalentín, como por ejemplo: las Flotas, los Salares, la Calavera y el Salar.

El Saladar es una pequeña cuenca semiendorreica, desarrollada gracias a la topografía casi llana del relleno aluvial pliocuaternario. En ella predominan los materiales arcilloso-limosos y presentan suelos desarrollados de fase salina, debido a la desecación de las aguas de la laguna, ricas en cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio, que provienen del lavado de las rocas evaporíticas existentes en los materiales del Complejo Maláguide de la sierra de la Peña Rubia; el área de suelos con mayor salinidad ocupa una superficie aproximada de 15 km^2 (Comunidad Autónoma de Murcia, 1988). En épocas de avenidas importantes, las aguas son retenidas en este sector durante un cierto tiempo, permitiendo la concentración de las sales por evaporación. Estos suelos están muy afectados por arramblamientos e intensa erosión (Romero *et al.*, 1992). También se observa en ellos procesos de erosión tipo *piping* o sufosión, tal como sucede en otras áreas del sureste de España (Harvey, 1986; López Bermúdez y Torcal, 1986; López Bermúdez y Romero, 1989; Martín Penela y Jiménez, 1990; Martín Penela, 1994).

5. El MAGMATISMO EN LA REGIÓN

Dentro de este extenso área transcurrente se distingue una fuerte anomalía térmica que se manifiesta por una variada gama de procesos volcánicos, plutónicos, hidrotermales y metalogénicos (López Ruiz y Rodríguez, 1980; López Ruiz *et al.*, 1984; Ott d'Estevou *et al.*, 1988; Montenat *et al.*, 1988; Martín Escorza y López, 1988). El magmatismo en la región, desarrollado principalmente durante el Mioceno, y cuya máxima intensidad tuvo lugar durante el Mioceno superior y principios del Plioceno, no parece asociado a un proceso de subducción ya que sus características químicas lo relacionan con diferencias de espesor en la corteza. El vulcanismo refleja generalmente una dinámica estromboliana a vulcaniana; se caracteriza por originar rocas calcoalcalinas s.s., calcoalcalinas potásicas, shoshoníticas, ultrapotásicas (lamproitas) y basaltos alcalinos. Las manifestaciones plutónicas son de edad Tortoniense, están asociadas al vulcanismo y se encuentran en las proximidades del sistema de fallas de Carboneras.

En el área de estudio y sus zonas próximas se encuentran los tipos calcoalcalino potásico -riodacitas, dacitas y andesitas- y shoshonítico -banakitas y toscanitas- (López Ruiz y Rodríguez, 1980). Ambos episodios magmáticos se caracterizan por el desarrollo de domos

y diques, y por la escasez de manifestaciones lávicas y fragmentarias. Los domos aparecen formados por fragmentos de rocas volcánicas, englobados en una matriz de la misma composición y que localmente pueden tener un carácter brechoide o masivo, en cuyo último caso es frecuente la disyunción columnar (López Ruiz y Rodríguez, 1980; Montenat *et al.*, 1988).

Desde el punto de vista geológico, este vulcanismo -que se encuentra asociado espacial y temporalmente- resulta interesante porque corresponde a rocas típicas de bordes activos (calcoalcalinas s.s., calcoalcalinas potásicas y shoshoníticas) y rocas de difícil adscripción geotectónica (ultrapotásicas -lamproitas-), y además porque los tipos calcoalcalino potásico y shoshonítico -que están relativamente bien representados- contienen abundantes enclaves corticales (López Ruiz y Rodríguez, 1980). Este magmatismo calco-alcalino indicaría que no es exclusivo de contextos geodinámicos de áreas de subducción (Montenat *et al.*, 1987 y 1988; Larouzière *et al.*,1988; Puga *et al.*, 1989; Sanz de Galdeano, 1990 b).

El vulcanismo tiene un marcado carácter estructural al aprovechar para su ascenso, en gran parte de los casos, las zonas de debilidad originadas por los principales sistemas de fallas de salto en dirección (frecuentemente se observa una alineación de los centros volcánicos o de emisión de lava sobre éstos o paralelamente a ellos) o bien a causa de una distensión, casi E-W, ligada a una compresión submeridiana (Armijo *et al.*, 1977; Martín Escorza y López, 1988; Montenat *et al.*, 1987 y 1988; Larouzière *et al.*, 1988; Sanz de Galdeano, 1990 a y b).

Por lo tanto, la menor profundidad de la Moho en estas grandes áreas transcurrentes (Banda y Ansorge, 1980; Banda *et al.*, 1993) también se pone de manifiesto por la concentración de los correspondientes fenómenos magmáticos (vulcanismo y plutonismo), que espacialmente forman dos lineaciones que coexisten en el Tortoniense; una de ellas proviene del manto y la otra se caracteriza por una contaminación crustal producida por la anatexia, a relativa profundidad, de los materiales béticos. La importancia del magmatismo calcoalcalino no es suficiente para establecer una evolución del sistema en un contexto geodinámico de subducción.

6. CARACTERÍSTICAS METALOGENÉTICAS DEL ÁREA

Es conveniente también hacer alguna consideración sobre las características metalogenéticas del sector estudiado y las áreas próximas para poder establecer, posteriormente, las posibles relaciones entre los grados de enriquecimiento en determinados elementos minoritarios y trazas de algunas de las muestras de agua analizadas y posibles yacimientos próximos.

Se puede reconocer en el sureste de España la existencia de una fase metalogenética de edad Tortoniense superior, a continuación de la última etapa de actividad magmática calcoalcalina (Hernández *et al.*, 1987; Montenat *et al.*, 1987). Todos estos eventos magmáticos, ya comentados con más detalle en el apartado anterior, estuvieron acompañados de una fase metalogenética de carácter hidrotermal, con casi todas las variedades posibles (Sn, Sb, W, Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Ba, Hg, As, Ti, etc.), y que marca el paroxismo del magmatismo calcoalcalino del Tortoniense superior.

Los ambientes mineralizantes pertenecen a contextos relacionados con el vulcanismo neógeno, con la paleogeografía del sustrato bético o de las cuencas sedimentarias neógenas y con las aguas termales actuales (Arana *et al.*, 1993, Molina y Ruiz, 1993). Aparte de ciertas relaciones con el vulcanismo, el control del emplazamiento de las mineralizaciones es esencialmente estructural, ligado a los accidentes que estructuraron las cuencas, encontrándose los yacimientos más importantes en los bordes de las cuencas y en las intersecciones de las fracturas -fallas menores que cortan a los principales sistemas de fallas de salto en dirección- (Hernández *et al.*, 1987; Larouzière *et al.*, 1988; Montenat *et al.*, 1988).

Los yacimientos corresponden en general a sulfuros polimetálicos (de plomo, hierro, cinc, plata, cobre, níquel, antimonio y arsénico), sulfatos (de calcio, estroncio, plomo y cinc), carbonatos (de cobre, plomo, hierro, cinc, magnesio y calcio), óxidos (de plomo, hierro, estaño, aluminio y manganeso), silicatos (de hierro, aluminio, cinc, magnesio y calcio) y fosfatos (de calcio).

En la sierra de la Tercia se pueden encontrar yacimientos de hierro, cobre, plomo y bario. En la cuenca de Lorca, situada al Norte de esta ciudad, se encuentran mineralizaciones de azufre y de sulfatos. En las sierras de la Peña Rubia y de la Torrecilla existen yacimientos de plomo, cinc, estroncio y bario.

En la sierra de Enmedio se encuentran yacimientos de hierro, plomo, cinc, cobre y barita asociados a materiales calizos del Trías y a pizarras del Paleozoico de las Unidades Intermedias; también se encuentran yacimientos de yeso de relativa importancia. Mineralizaciones de hierro, manganeso, plomo, cobre, cinc, plata, bario y flúor se pueden encontrar en las sierras de la Carrasquilla y de la Almenara; están relacionados con esquistos y cuarcitas del Paleozoico del Complejo Alpujárride. En la sierra del Aguilón existen mineralizaciones de hierro, cinc, plomo, plata, mercurio, antimonio y bario; aparecen diseminadas en calizas y dolomías triásicas, y en esquistos y cuarcitas del Paleozoico del Complejo Alpujárride.

En las sierras de Mazarrón y Aguilas aparecen asociadas a rocas volcánicas ácidas e

intermedias, generalmente posteriores al Mioceno, mineralizaciones esencialmente de hierro, manganeso, plomo, cinc, plata, cobre, estaño, níquel y sulfuros polimetálicos. En la sierra de Almagro, y en relación con materiales calizo-dolomíticos del Trías pertenecientes al Complejo Alpujárride, se encuentran yacimientos de hierro, plomo, cinc, cobre, plata, flúor, estroncio y bario. Existen también, por su calidad y extensión, importantes yacimientos de yesos.

Por último, en la sierra Almagrera aparecen asociados a rocas del Complejo Alpujárride -calizas y dolomías del Trías y esquistos y cuarcitas del Paleozoico- yacimientos de hierro, manganeso, cinc, bario, plomo, cobre, plata, cobre, mercurio, estroncio, antimonio, níquel, titanio y bario.

7. RASGOS EDAFOLÓGICOS

La degradación del suelo es un problema que afecta a amplias áreas de la región mediterránea. España, donde más de la cuarta parte del territorio sufre procesos de graves pérdidas de suelos, es el país con más alto riesgo de erosión de toda Europa. Dentro de ella, y por comunidades autónomas, la Región de Murcia ocupa el primer puesto por el grado de erosión de sus suelos; la mitad de su territorio, unas 566.000 has, registra erosión grave y en casi un 25 % del resto los procesos de denudación son importantes (López Bermúdez, 1986).

Entre los procesos de degradación del suelo en ecosistemas agrícolas de la región de Murcia, los más importantes por su intensidad y superficie afectada son la erosión hídrica y la salinización que originan un aumento de los gastos de producción, con la consiguiente disminución de la rentabilidad de la agricultura. Una fracción importante de los sedimentos producidos en la cuenca del Guadalentín queda retenida en los embalses, y las otras fracciones del volumen de material erosionado se redistribuyen en las zonas de inundación y otras superficies.

Debido al régimen árido de humedad del área, los suelos que se desarrollan (de acuerdo con el sistema de clasificación FAO-UNESCO de 1974) corresponden a los tipos Xerosoles -cálcicos, petrocálcios y gípsicos-, Fluvisoles calcáricos, Regosoles -calcáricos, margálicos y litosólicos-, Litosoles y Rendsinas arídicas (Ortíz *et al.*, 1993 b). Aparte de éstos, en algunas zonas de la sierra de la Almenara se pueden encontrar Calcisoles háplicos y Leptosoles eútricos, con perfiles de tipo A-ACk-Ck-R y A-AR-R respectivamente y formados por la meteorización de anfibolitas triásicas del Complejo Nevado-Filábride (Ortíz *et al.*, 1988).

CAPÍTULO III: GEOFÍSICA ELÉCTRICA

1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Con objeto de complementar la información sobre la geometría de los materiales que forman el relleno y sustrato del acuífero del Alto Guadalentín, reinterpreté los datos de campo de ciento ochenta y un sondeos eléctricos verticales (SEV); su distribución espacial se puede ver en la figura 8. En la tabla 4 se muestra el número total de SEVs para los diferentes *AB/2*; de todos, el mayor número corresponde a los SEVs con AB/2 = 1000 m.

Los SEVs se obtuvieron de la siguiente forma: ciento veintitrés se tomaron de los informes del IGME nº 40.236 (IGME, 1984) -SEVs números 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, 142, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 156, 158, 160, 162, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180 y 181- y nº 40.264 (IGME, 1985 a) - SEVs números 12, 13, 14, 16, 22, 25, 26, 27, 28, 31, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76,

77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86 y 88-, correspondientes a los estudios geoeléctricos de apoyo a las investigaciones hidrogeológicas en la zona de Lorca, Puerto Lumbreras y Pulpí.



Figura 8.- Situación de los SEVs. 1: SEV y su número.

Los cincuenta y ocho restantes (SEVs números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 44, 48, 51, 54, 59, 78, 84, 87, 95, 99, 100, 110, 111, 123, 132, 134, 137, 140, 143, 145, 151, 152, 153, 155, 157, 159, 161, 163 y 164), realizados en el año 1988, fueron cedidos por la Comunidad de Usuarios del acuífero del Alto Guadalentín.

SEVs	AB/2
3	200
20	500
13	750
112	1.000
33	1.500

Tabla 4.- Número total de SEVs para los diferentes AB/2 (m).

2. INTERPRETACIÓN CUALITATIVA

2.1 PERFILES DE RESISTIVIDAD

Con los datos de resistividad de campo de los ciento ochenta y un SEVs elaboré treinta y cuatro perfiles de resistividad (figura 9); los primeros veintiún perfiles se realizaron ortogonales al eje mayor del acuífero, mientras que los trece restantes se obtuvieron paralelos a este mismo eje.

Dado el gran número de perfiles elaborados, y para no cargar excesivamente el texto, seleccioné los ocho más representativos para comentarlos: perfiles P-1, P-6, P-10 y P-13 (trazados transversales al eje mayor del acuífero), y perfiles P-22, P-26, P-29 y P-30 (trazados paralelamente al eje mayor del acuífero); el resto de los perfiles se puede consultar en el anexo 1. En ellos también señalo (a trazos) las posibles *"fallas geoeléctricas"* originadas por cambios bruscos en los valores de resistividad aparente, y que por lo tanto no tienen necesariamente que ser geológicas.

El perfil P-1 (figura 10), transversal al acuífero, es el más septentrional de todos y reúne a los SEVs 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En él se observa el predominio de valores bajos de resistividad aparente, en general inferiores a 20 Ωm; en la vertical del SEV 6 se observa un notable aumento de la resistividad aparente, que llega a superar los 90 Ωm.

Estos valores tan bajos de resistividad aparente se interpretan como debidos a la influencia del suelo con una mayor salinidad, a la existencia de materiales detríticos pliocuaternarios (con una contribución importante de la fracción arcilla-limo), y a la presencia en profundidad del sustrato margoso mioceno. El aumento observado en la vertical del SEV 6 correspondería a la presencia de formaciones superficiales detríticas más groseras.

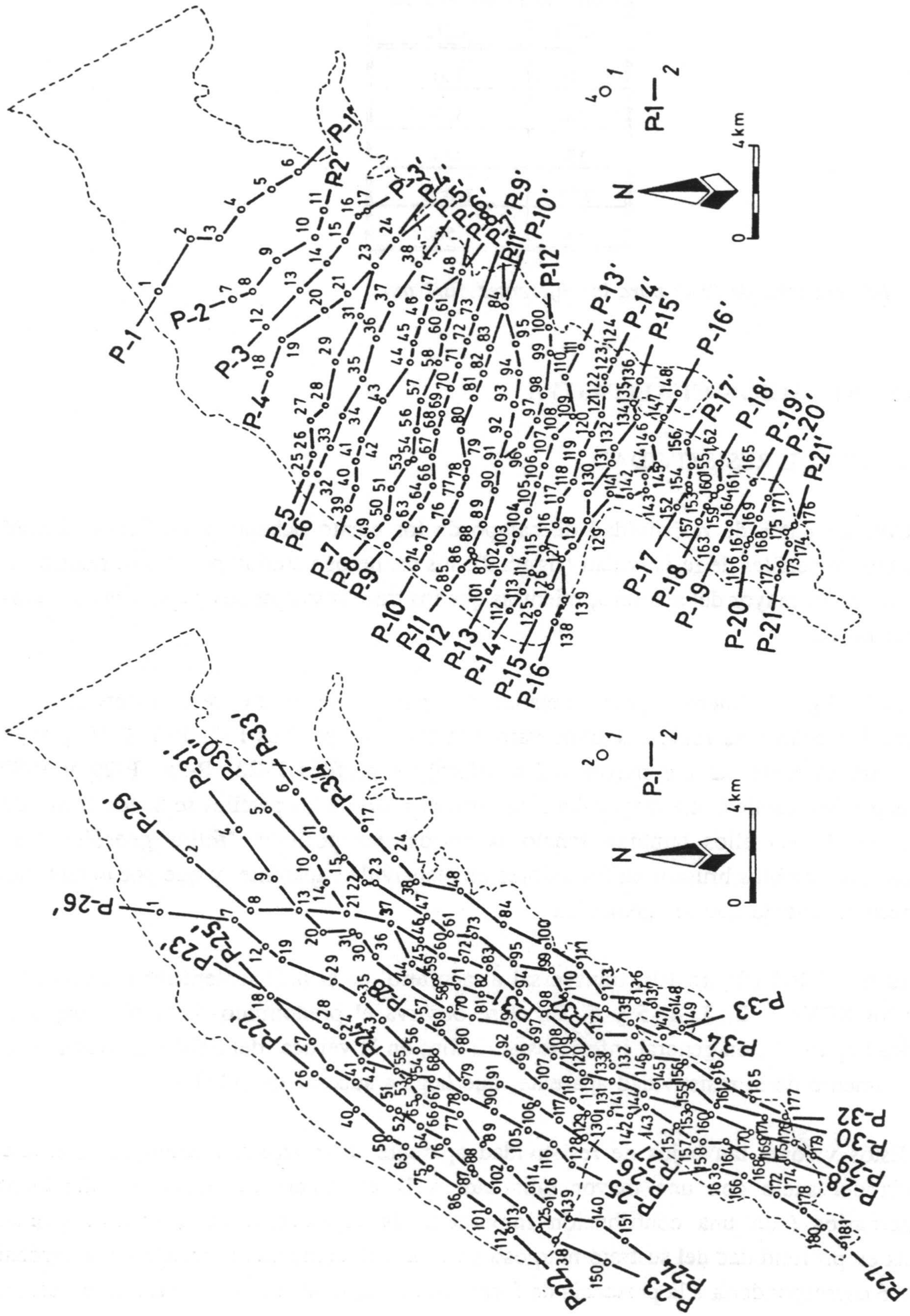


Figura 9.- Situación de los perfiles de resistividad. 1: SEV y su número; 2: perfil y su número.

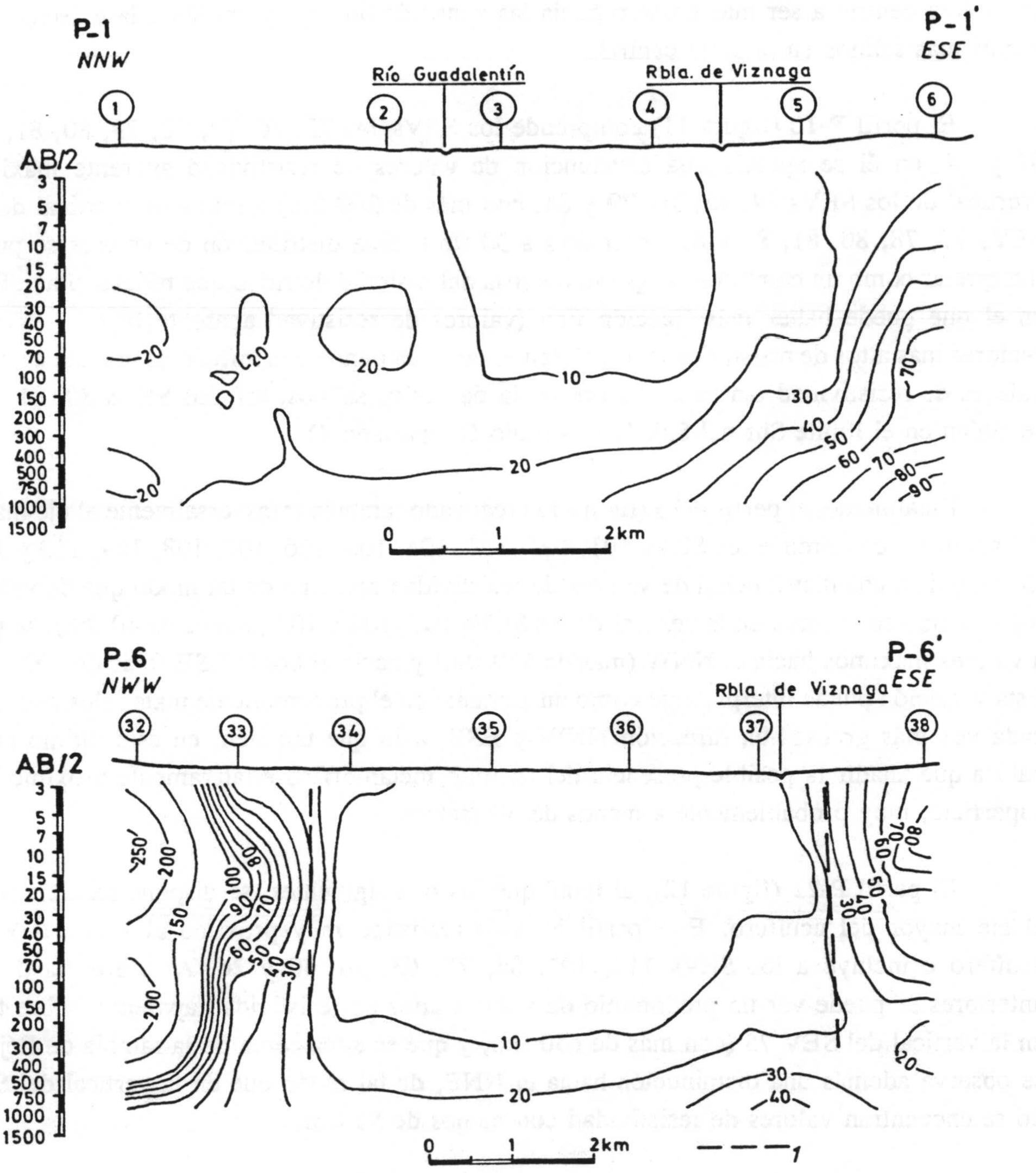


Figura 10.- Perfiles de resistividad P-1 y P-6. 1: falla geoeléctrica.

El perfil P-6 (figura 10) comprende los SEVs 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38; en este perfil se observan dos máximos, uno en la vertical del SEV 38 (más de 80 Ωm) y otro hacia el extremo NWW (superior a 250 Ωm), en la vertical de los SEVs 33 y 32, mientras que en la parte central los valores son bastante bajos (menos de 10 Ωm), similares a los del perfil anterior. Las diferencias de resistividad se interpretan como una variación en la granulometría del material detrítico del acuífero, que pasa de tener una mayor fracción fina

en el área central a ser más grosero hacia las zonas de borde, y también a la existencia de suelos más salinos en la parte central.

El perfil P-10 (figura 11) comprende los SEVs 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83 y 84; en él se aprecia una distribución de valores de resistividad aparente máximos (vertical de los SEVs 74, 75, 76, 79 y 84, con más de 200 Ωm) y mínimos (vertical de los SEVs 77, 78, 80, 81, 82 y 83, inferiores a 30 Ωm). Esta distribución de valores se puede interpretar como un cambio en la granulometría del material detrítico que rellena el acuífero, en el que puede haber más fracción fina (valores de resistivad aparente bajos) o gruesa (valores más altos de resistividad). Igualmente, también tienen una influencia notable en estos valores de resistividad tan bajos, la presencia de suelos salinos; así, los SEVs 80, 81 y 82 se sitúan en el límite Sur del Saladar (capítulo II, apartado 4).

Finalmente, el perfil P-13 (figura 11) realizado también transversalmente al eje mayor del acuífero, comprende los SEVs 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110 y 111. En él, existe una distribución de valores de resistividad aparente de tal modo que de valores bajos, como se observa en la vertical de los SEVs 107, 108 y 109 (menos de 40 Ωm), se pasa a valores máximos hacia el NNW (más de 550 Ωm) y hacia el borde ESE (más de 300 Ωm). Esta variación puede interpretarse como un aumento en el predominio de materiales detríticos cada vez más gruesos en dirección NNW y ESE, a lo que también, en este último caso, habría que añadir la posible presencia del sustrato metamórfico relativamente próximo a la superficie, muy probablemente a menos de 50 metros.

El perfil P-22 (figura 12), al igual que los tres siguientes, se dispone paralelamente al eje mayor del acuífero. Este perfil ha sido realizado muy próximo al borde NW del acuífero e incluye a los SEVs 112, 101, 86, 75, 63, 50, 40 y 26. A diferencia de los anteriores se puede ver un predominio de valores altos de resistividad aparente, sobre todo en la vertical del SEV 75 (con más de 650 Ωm, y que se sitúa cerca de la rambla de Béjar); se observa además una disminución hacia el NNE, de tal modo que en la vertical del SEV 26 se encuentran valores de resistividad con menos de 50 Ωm.

Esto se interpreta como debido a la existencia de materiales detríticos cada vez más gruesos hacia el borde NW del acuífero, pero que hacia el límite NNE contribuye de forma más importante la fracción fina. Los valores bajos de resistividad encontrados a mayor AB/2 indicarían la presencia del sustrato margoso Mioceno.

El perfil P-26 (figura 12) está definido por los SEVs 129, 117, 106, 91, 79, 68, 56, 43, 35, 29, 19, 12, 7 y 1. Se observa, en general, una tendencia a la disminución de la resistividad aparente en sentido ENE, en especial en la vertical de los SEVs 43, 35, 29, 19, 12, 7 y 1 (con menos de 10 Ωm), aunque también se tienen valores bajos en la vertical de

los SEVs 91 y 68; en relación con los valores máximos de resistividad aparente, destacan los del SEV 129 con más de 500 Ωm. Esta distribución se debería a la existencia de formaciones detríticas en las que dominan los materiales groseros o finos (con un predominio de los segundos en sentido ENE), y añadidos a estos últimos la presencia de suelos con una mayor salinidad. Hacia el borde SSW, los sedimentos groseros de la rambla de Nogalte y la posible presencia del sustrato metamórfico próximo a la superficie, dado que aflora muy próximo al SEV 129, explicarían los valores de resistividad más altos.

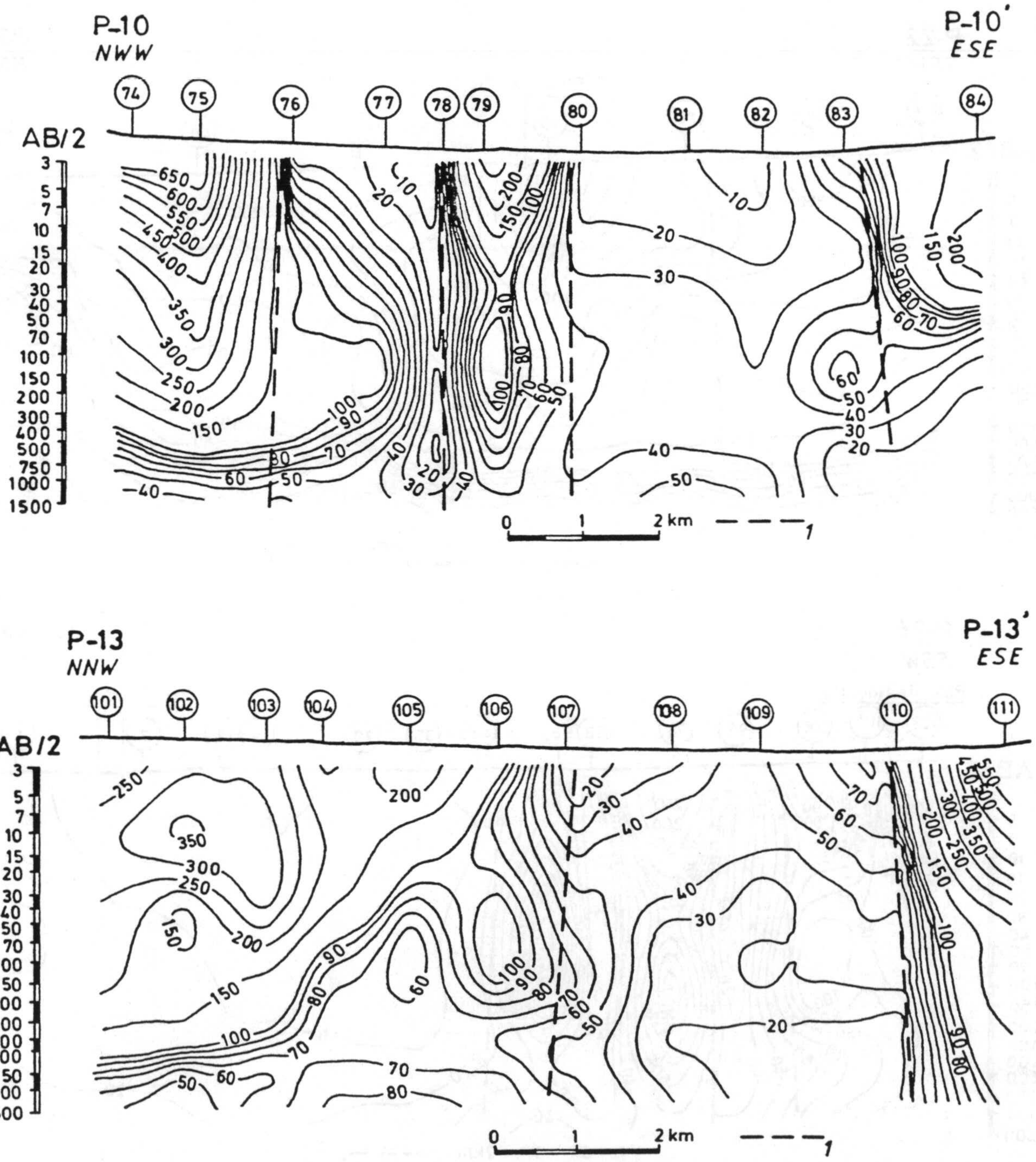


Figura 11.- Perfiles de resistividad P-10 y P-13. 1: falla geoeléctrica.

El perfil P-29 (figura 13) incluye los SEVs 179, 176, 169, 170, 160, 153, 144, 131, 119, 108, 87, 83, 81, 70, 44, 36, 30, 31, 20, 13, 6 y 2. En él, se puede ver que los valores de resistividad aparente bajos (en general, inferiores a 20 Ωm) se presentan a partir de la vertical del SEV 93 y continúan en sentido NNE, atravesando el área de suelos salinos del Saladar. Por el contrario, y en sentido opuesto (SSW), la resistividad aparente se alterna con máximos (superiores a 700 Ωm en la vertical de los SEVs 119, 131, 144, 160, 170 y 176) y mínimos (inferiores a 100 Ωm en la vertical de los SEVs 153, 169 y 179).

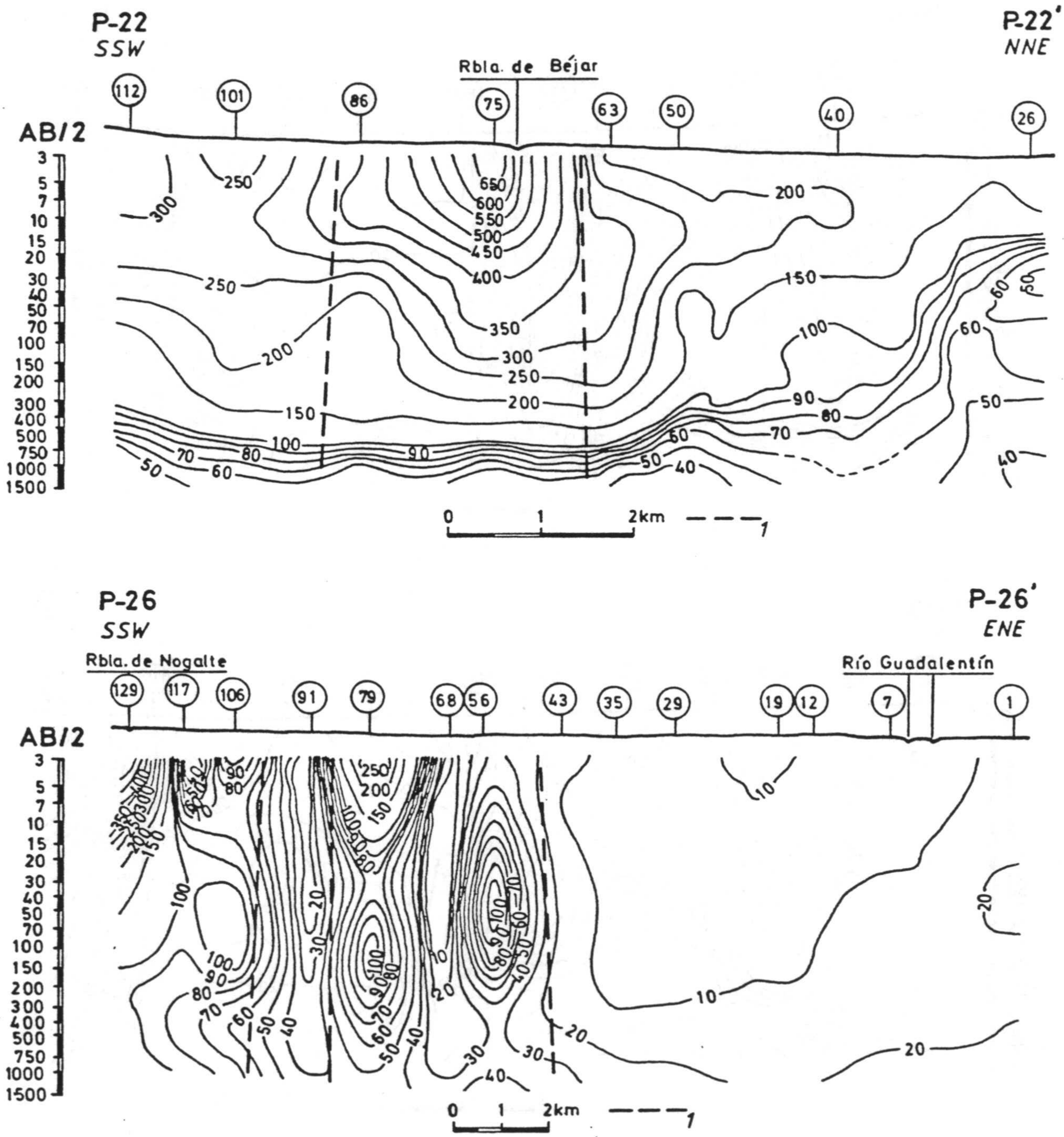


Figura 12.- Perfiles de resistividad P-22 y P-26. 1: falla geoeléctrica.

Su interpretación consistiría en la existencia de formaciones superficiales detríticas, con un mayor o menor predominio de la fracción fina o gruesa; y también en la posible presencia en profundidad del sustrato margoso mioceno o metamórfico en aquellos SEVs en los que a AB/2 mayores se encuentran valores bajos de resistividad aparente para el primero o altos para el segundo.

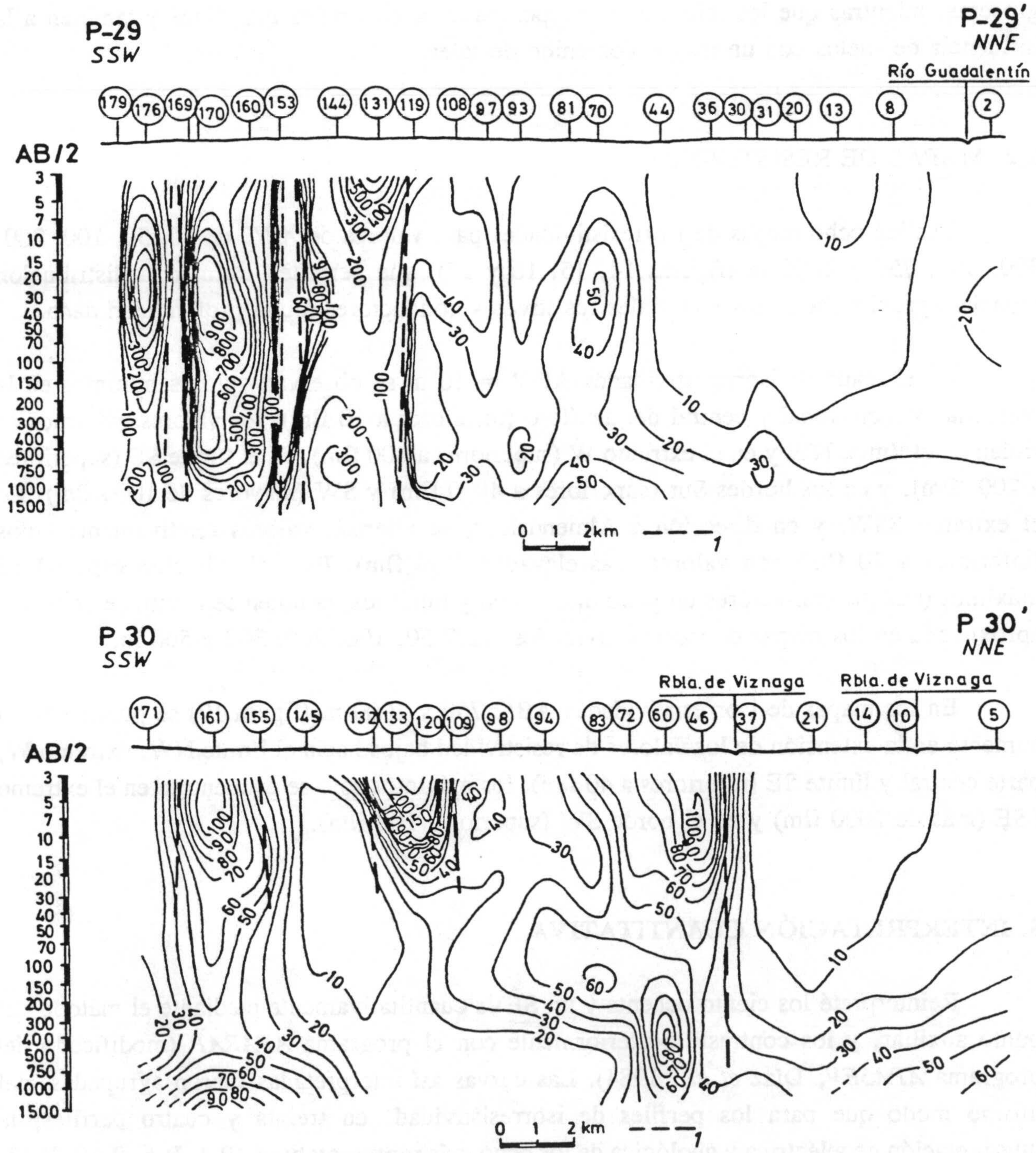


Figura 13.- Perfiles de resistividad P-29 y P-30. 1: falla geoeléctrica.

Por último, el P-30 (figura 13) comprende los SEVs 171, 161, 155, 145, 132, 133, 120, 109, 98, 94, 83, 72, 60, 46, 37, 21, 14, 10 y 5. En este perfil se observan tres máximos situados en la vertical de los SEVs 46, 60, 120, 133 y 161 (superiores a 100 Ωm); en los SEVs intermedios, los valores de resistividad aparente son bastante bajos (inferiores a 30 Ωm). Los máximos en la vertical de los SEVs 161, 133 y 120 se deberían a un efecto del recubrimiento resistivo producido por la existencia de formaciones superficiales más groseras, mientras que los mínimos corresponderían a materiales más finos y también a la influencia de suelos con un mayor contenido de sales.

2.2. MAPAS DE RESISTIVIDAD

Realicé ocho mapas de isorresistividades para valores de *AB/2* de 10, 50, 100, 200, 300, 500, 750 y 1000 m (figuras 14, 15, 16 y 17), que permiten estimar la distribución espacial aproximada de los materiales resistivos y conductores a una profundidad dada.

En el mapa de isorresistividades AB/2 = 10 m se observan valores mínimos en la zona más septentrional y central del acuífero (inferiores a 10 Ωm); los valores máximos se sitúan en el límite NW y en el extremo W (superiores a 400 Ωm), en el límite SE (superiores a 200 Ωm), y en los bordes Sur (superiores a 4000 Ωm) y SW (mayores de 1000 Ωm). En el extremo SSW, y en dirección a Almendricos, se alternan valores relativamente bajos (inferiores a 20 Ωm) con valores más elevados (100 Ωm). Esta distribución espacial de máximos (aunque con valores un poco más bajos) y mínimos, también se mantiene de forma aproximada en los mapas de isorresistividades AB/2 50, 100, 200, 300 y 500 m.

En los mapas de isorresistividades AB/2 750 y 1000 m (figura 17) se puede ver un aumento en la extensión de los valores de resistividad bajos hacia el límite NW, extremo W, parte central y límite SE (inferiores a 40 Ωm); los máximos sólo se encuentran en el extremo SSE (más de 2000 Ωm) y en el borde SW (superior a 100 Ωm).

3. INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA

Reinterpreté los ciento ochenta y un SEVs cuantitativamente mediante el método del punto auxiliar, y los contrasté posteriormente con el programa *APARAP* (modificado del programa *APASEV*; Díaz *et al.*, 1984). Las curvas así interpretadas fueron agrupadas, del mismo modo que para los perfiles de isorresistividad, en treinta y cuatro perfiles; la interpretación geoeléctrica y geológica de los ocho más representativos (P-1, P-6, P-10, P-13, P-22, P-26, P-29 y P-30) se muestra en las figuras 18, 19 y 20; los restantes perfiles geoeléctricos se pueden consultar en el anexo 1.

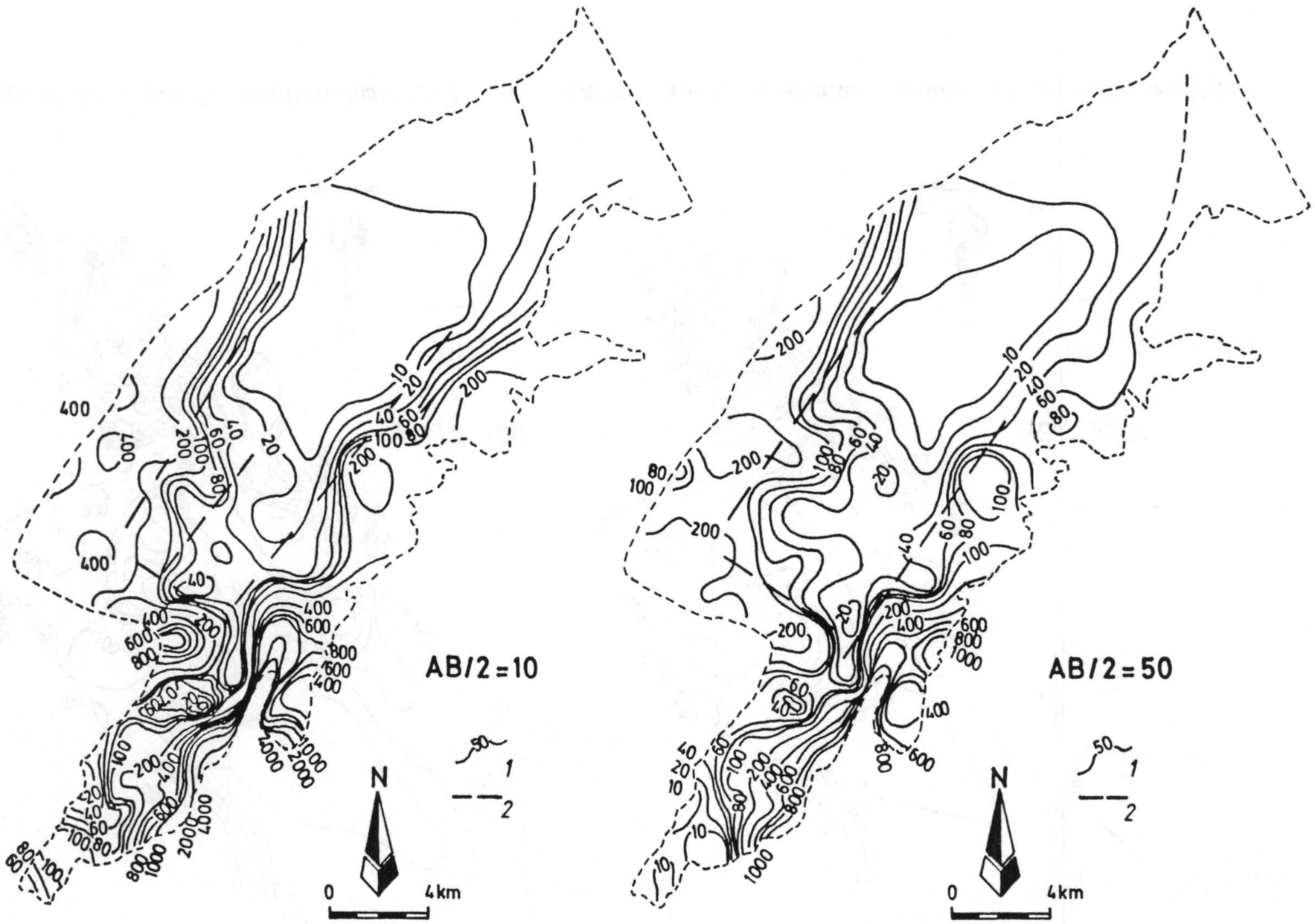


Figura 14.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 10 y 50 m. 1: curva isorresistiva y su valor en Ωm; 2: falla geoeléctrica.

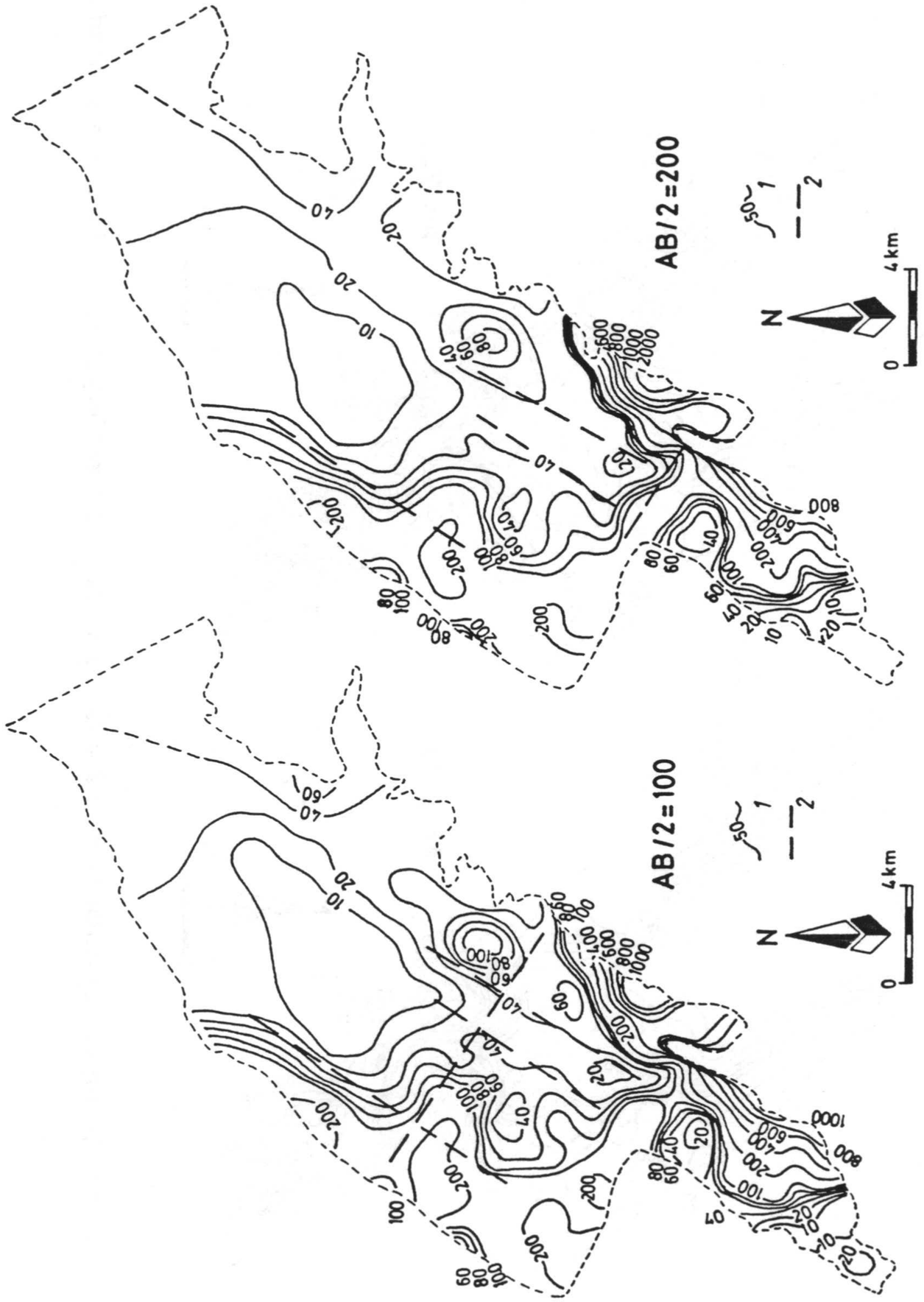


Figura 15.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 100 y 200 m. 1: curva isorresistiva y su valor en Ωm; 2: falla geoeléctrica.

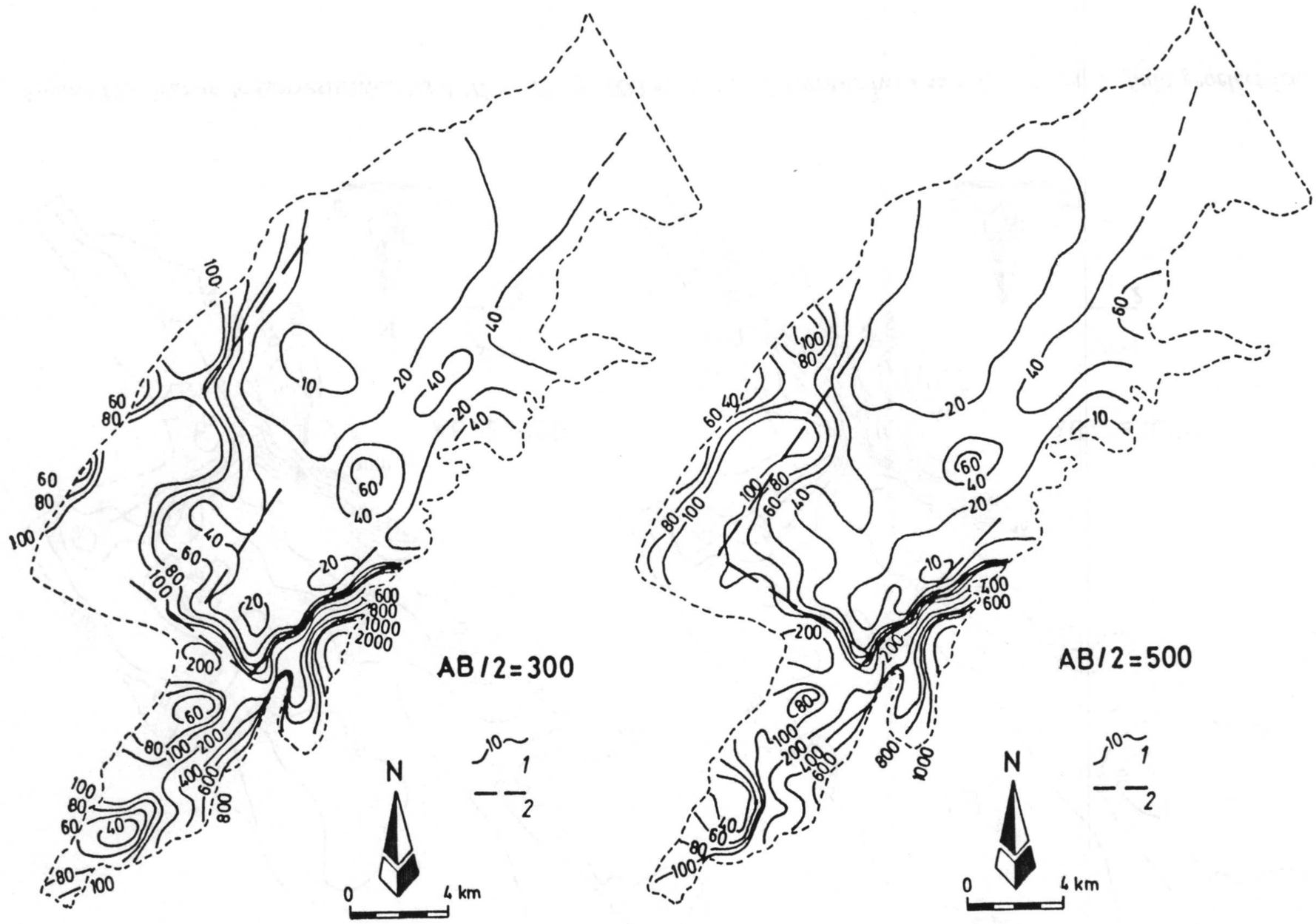


Figura 16.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 300 y 500 m. 1: curva isorresistiva y su valor en Ωm; 2: falla geoeléctrica.

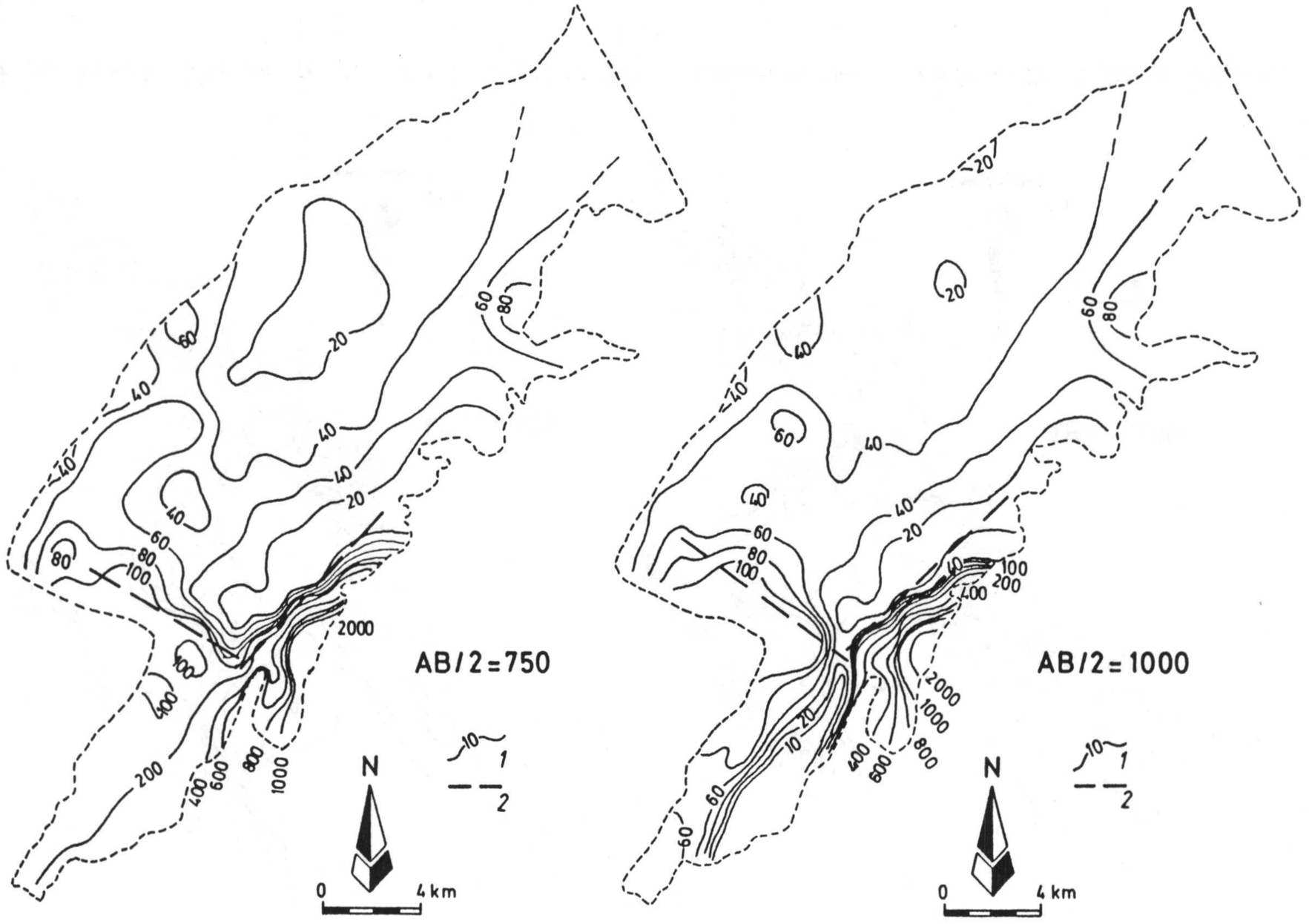


Figura 17.- Mapas de isorresistividades AB/2 = 750 y 1000 m. 1: curva isorresistiva y su valor en Ωm; 2: falla geoeléctrica.

Para esta interpretación tuve en cuenta, además, los datos obtenidos en los reconocimientos geológicos de campo y la información disponible de los sondeos mecánicos existentes (aunque ésta última se utilizó con ciertas reservas al no constar que los sondeos fueran realizados con el control geológico adecuado).

El perfil P-1 (figura 18), con sentido NNW-ESE y realizado en la parte más septentrional del acuífero, agrupa a los SEVs 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Creo conveniente señalar, que tanto en este perfil como en los demás, la gran separación que puede existir entre algunos SEVs y la heterogeneidad litológica del medio, hacen que la correlación entre algunos de ellos pueda no ser del todo correcta. En él, se puede ver que el relleno del acuífero correspondería fundamentalmente a materiales formados por arcillas, limos, arenas y gravas, y en algún caso podrían predominar arenas y gravas (vertical del SEV 6); el espesor del relleno pliocuaternario estaría comprendido entre 100 y 150 metros.

En relación con el sustrato, se interpreta formado por dos tipos principales de materiales: margas miocenas y rocas metamórficas paleozoico-triásicas. Parece clara la existencia de una compartimentación en bloques, de tal forma que en algunos casos sólo se detectarían las margas (vertical de los SEVs 1, 4 y 5) y en otros, ambos materiales.

En lo que respecta a las margas, he diferenciado dos tipos: margas con yeso, con valores de resistividad bajos, inferiores a 30 Ωm; y margas con arenas y gravas, con valores de resistividad mucho más elevados, entre 70 y 130 Ωm, y que se suponen similares a las que afloran en las proximidades del SEV 6. Estos materiales margosos se detectarían hasta profundidades superiores a los 450 m. Las rocas metamórficas se encontrarían en la vertical de los SEVs 2, 3, y 6, y a profundidades inferiores a los 450 m; se asignan a valores de resistividad comprendidos entre 100 y 160 Ωm.

El perfil P-6 (figura 18), también con sentido NWW-ESE, reúne a los SEVs 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38. El relleno del acuífero estaría constituido principalmente por arcillas, limos, arenas y conglomerados (resistividad inferior a 65 Ωm); hacia los bordes los materiales detríticos serían más groseros y estarían formados en su mayoría por arenas y gravas (resistividad superior a 90 Ωm); el espesor del relleno variaría entre 350 m (vertical de los SEVs 32 y 34) y 150 m.

En relación con los materiales del sustrato, destaca pricipalmente su compartimentación en bloques, de tal modo que en aquellas áreas donde se encuentre más próximo a la superficie el espesor del relleno del acuífero será menor. El sustrato margoso correspondería fundamentalmente a margas con yeso (resistividad inferior a 35 Ωm) y se detectaría hasta profundidades superiores a 450 m en la vertical de los SEVs 32, 33 y 38. En lo que respecta al sustrato metamórfico (resistividad superior a 85 Ωm), éste se

encontraría en la vertical de los SEVs 34, 35, 36 y 37 y a profundidades comprendidas entre 300 y 450 m.

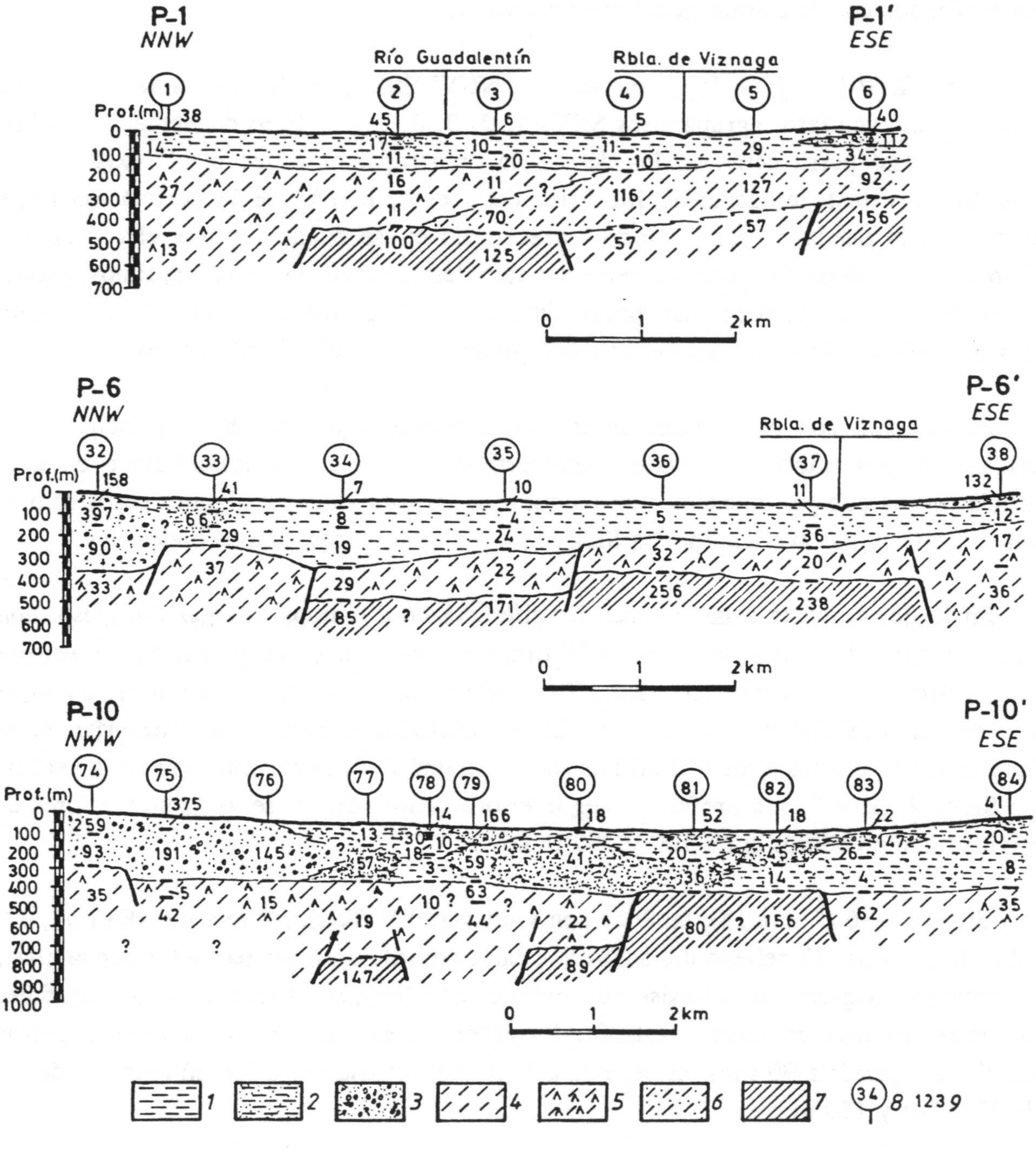


Figura 18.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs. 1, 2 y 3: relleno pliocuaternario (1: arcillas y limos esencialmente; 2: arcillas, limos, arenas y gravas; 3: arenas y gravas); 4, 5, 6, y 7: sustrato (4: margas; 5: margas con yeso; 6: margas con arenas y gravas; 7: rocas metamórficas); 8: SEV y su número; 9: resistividad en Ωm.

El perfil P-10 (figura 18) tiene sentido NWW-ESE y está formado por los SEVs 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83 y 84. En relación con el relleno del acuífero, predominarían arenas y gravas hacia el NWW (vertical de los SEVs 74, 75 y 76, y resistividades superiores a 90 Ωm); hacia el ESE dominarían, en general, arcillas, limos, arenas y gravas (con mayor o menor predominio de arcillas y limos, y resistividades inferiores a 60 Ωm). El espesor del relleno del acuífero estaría comprendido entre los 300 y 350 m.

El sustrato estaría formado por margas con yeso (resistividad menor de 60 Ωm y espesores superiores a 500 m) y rocas metamórficas (resistividad mayor de 80 Ωm y profundidades entre 300 y 650 m); al igual que en los perfiles anteriores, este sustrato se encuentra compartimentado en bloques, de tal modo que en la vertical de los SEVs 81 y 82 el material de relleno del acuífero reposaría directamente sobre el sustrato metamórfico, mientras que en la vertical de los SEVs 74, 75, 76, 78, 79, 83 y 84 solo se encontraría el sustrato margoso.

El último perfil transversal es el P-13 (figura 19); tiene también sentido NWW-ESE y está formado por los SEVs 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110 y 111. Al igual que el perfil anterior, se tendría un predominio de las arenas y gravas hacia el NNW (resistividad superior a 90 Ωm), mientras que en la dirección ESE pasarían a dominar arcillas, limos, arenas y gravas (resistividad inferior a 75 Ωm). El espesor del relleno varía entre los 50 m y 400 m; las áreas de menor potencia estarían en relación con bloques ascendidos (SEVs 103, 104, 106 y 107) o con la proximidad a afloramientos del sustrato (SEVs 101 y 111), y las de mayor potencia con bloques hundidos (SEVs 102, 105 y 110).

El sustrato continuaría presentando una compartimentación en bloques, de tal modo que se tendría una zona de horst central, con un espesor de los materiales margosos bastante pequeño (menor de 150 m) que permitiría que el sustrato metamórfico se encontrara más próximo a la superficie, con profundidades entre 350 y 500 m (vertical de los SEVs 103 a 109); en ambos extremos, se encontrarían dos fosas (en la vertical de los SEVs 101, 102 y 110) donde solo se detectaría el sustrato margoso (que superaría los 500 m de espesor).

El perfil P-22 (figura 19) es el más próximo al límite NW del acuífero; ha sido realizado paralelamente al eje mayor del acuífero -con sentido SSW-NNE- e incluye a los SEVs 112, 101, 85, 75, 63, 50, 40 y 26. En este perfil se puede observar cómo variaría la potencia del relleno del acuífero, en función de que se sitúe sobre un bloque del sustrato ascendido ó hundido; así, el espesor estaría comprendido entre 150 y 400 m. De acuerdo con los valores de resistividad (en general, superiores a 100 Ωm), predominarían las arenas y las gravas, que podrían alternar, en algunas ocasiones, con algunos niveles más limo-arcillosos (vertical de los SEVs 112, 63, 50 y 26, y con resistividades inferiores a los 70 Ωm). El

sustrato estaría compartimentado en bloques y, de acuerdo con los valores de resistividad (inferiores a 65 Ωm), estaría formado solamente por margas con yeso (resistividades inferiores a 50 Ωm); este sustrato margoso se detectaría, en general, a más de 450 m, pero en algún caso (como sucede en la vertical del SEV 26) podría superar los 600 m.

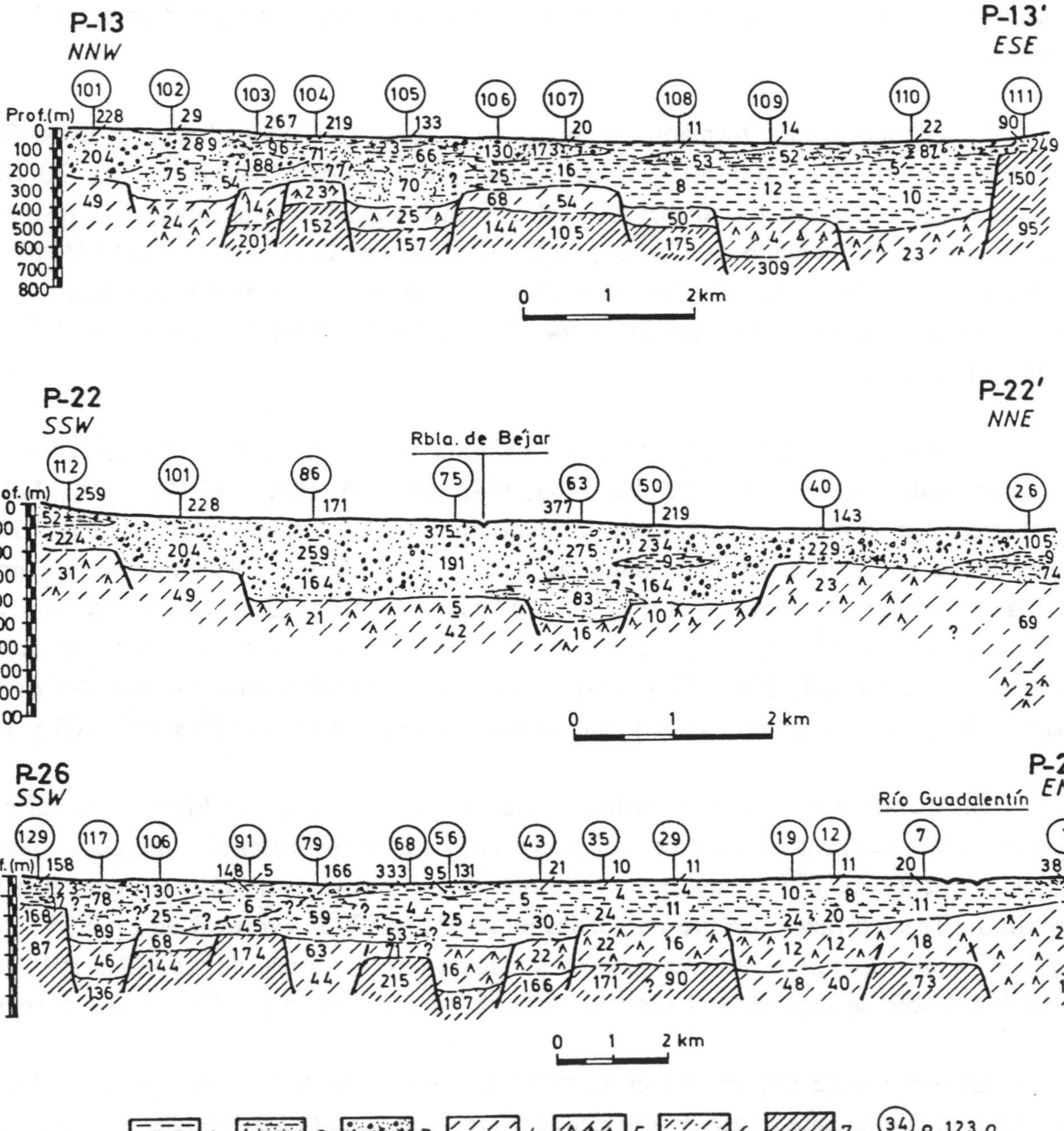


Figura 19.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs. 1, 2 y 3: relleno pliocuaternario (1: arcillas y limos esencialmente; 2: arcillas, limos, arenas y gravas; 3: arenas y gravas); 4, 5, 6, y 7: sustrato (4: margas; 5: margas con yeso; 6: margas con arenas y gravas; 7: rocas metamórficas); 8: SEV y su número; 9: resistividad en Ωm.

El perfil P-26 (figura 19), realizado en sentido SSW-ENE, reúne a los SEVs 129, 117, 106, 91, 79, 68, 56, 43, 35, 29, 19, 12, 7 y 1. El espesor del relleno del acuífero no es el mismo en todo el perfil y está condicionado por la compartimentación del sustrato; así, su potencia varía entre 150 y 300 m (en general, menor que en el perfil anterior), en función de que coincida o no con zonas de horst ó graben. De acuerdo con los valores de resistividad encontrados, predominarían las arcillas, limos, arenas y gravas (resistividad inferior a 85 Ωm); valores de resistividad más altos (mayores de 95 Ωm) corresponderían a formaciones superficiales en las que dominarían arenas y gravas.

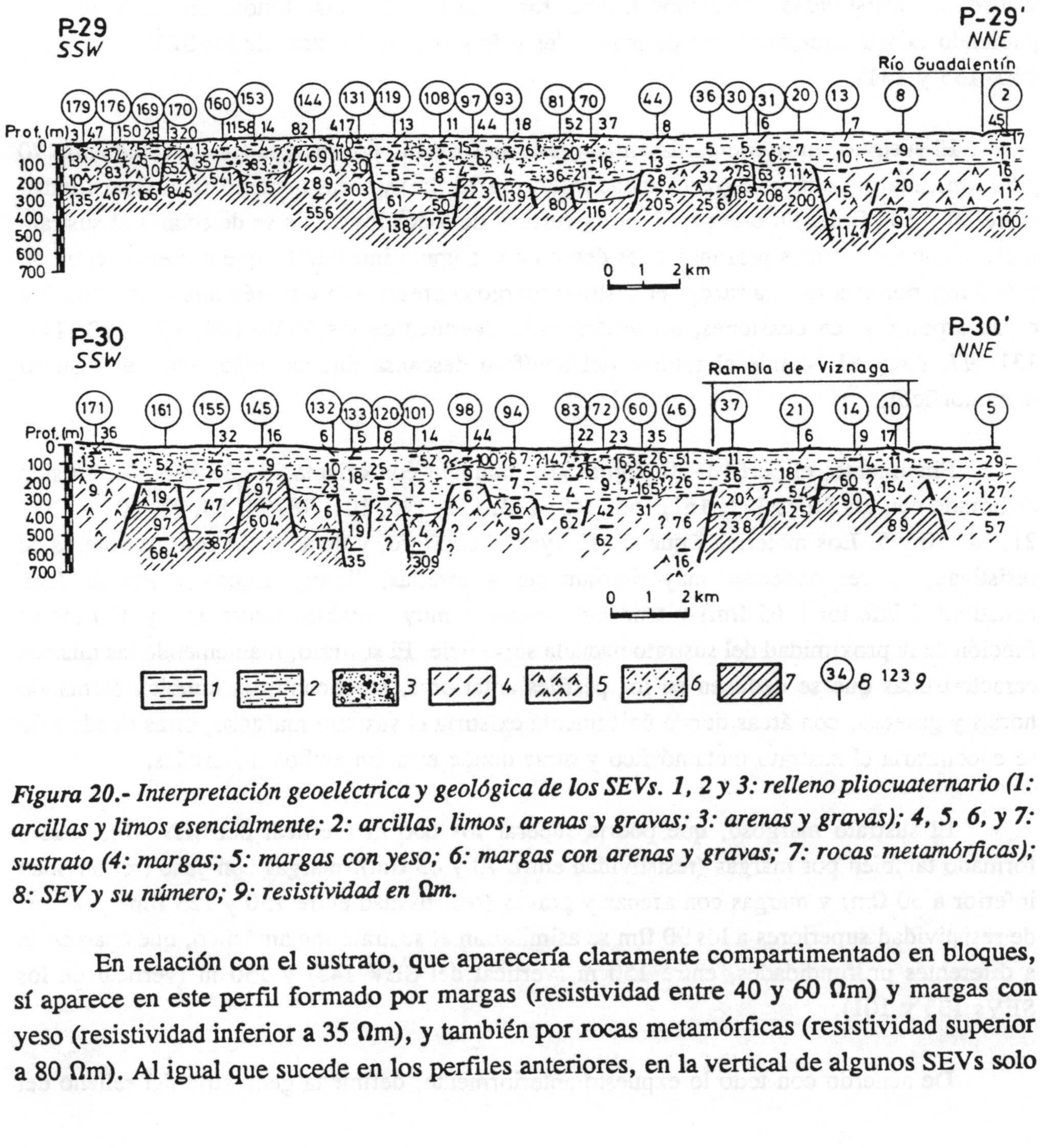


Figura 20.- Interpretación geoeléctrica y geológica de los SEVs. 1, 2 y 3: relleno pliocuaternario (1: arcillas y limos esencialmente; 2: arcillas, limos, arenas y gravas; 3: arenas y gravas); 4, 5, 6, y 7: sustrato (4: margas; 5: margas con yeso; 6: margas con arenas y gravas; 7: rocas metamórficas); 8: SEV y su número; 9: resistividad en Ωm.

En relación con el sustrato, que aparecería claramente compartimentado en bloques, sí aparece en este perfil formado por margas (resistividad entre 40 y 60 Ωm) y margas con yeso (resistividad inferior a 35 Ωm), y también por rocas metamórficas (resistividad superior a 80 Ωm). Al igual que sucede en los perfiles anteriores, en la vertical de algunos SEVs solo

se detecta el sustrato margoso, que puede superar los 450 m de profundidad (SEVs 79, 19, 12 y 1); en cambio, en la vertical de los SEVs 129 y 91, se encontraría que el material de relleno del acuífero reposaría directamente sobre el sustrato metamórfico (a menos de 250 m de profundidad).

El perfil P-29 (figura 20), tiene una orientación similar al anterior y agrupa a los SEVs 179, 176, 169, 170, 160, 153, 144, 131, 119, 108, 97, 93, 81, 70, 44, 36, 30, 31, 20, 13, 8 y 2. En él, se puede ver que la compartimentación del sustrato originaría una variación en la potencia del relleno del acuífero (entre 150 y 300 m); de acuerdo con los valores de resistividad detectados estaría formado por arcillas, limos, arenas y gravas, pudiendo existir intercalaciones de materiales más groseros (vertical de los SEVs 176, 170, 160, 153 y 131).

El sustrato, muy compartimentado, estaría formado por margas (resistividad entre 70 y 50 Ωm), margas con yeso (resistividad inferior a 30 Ωm) y rocas metamórficas (resistividad entre 80 y 850 Ωm). En este perfil, en la vertical de todos los SEVs se detectaría el sustrato metamórfico a distintas profundidades debido a la compartimentación que presenta (entre 50 y 400 m); por esta misma razón, el sustrato margoso presentaría también una gran variación en su espesor y, en ocasiones, no se detectaría (vertical de los SEVs 170, 160, 153, 144, 131, 97, 93 y 81, donde el relleno del acuífero descansa directamente sobre el sustrato metamórfico).

Finalmente, el perfil P-30 (figura 20), también con orientación SSW-NNE, ha sido elaborado con los SEVs 171, 161, 155, 145, 132, 133, 120, 101, 98, 94, 83, 72, 60, 46, 37, 21, 14, 10 y 5. Los materiales que constituyen el acuífero, y de acuerdo con los valores de resistivad, corresponderían mayoritariamente a arcillas, limos, arenas y gravas (con resistividad inferior a 65 Ωm) y tendrían espesores muy variables (entre 150 y 350 m) en función de la proximidad del sustrato hacia la superficie. El sustrato, manteniendo las mismas características que se deducen en los perfiles anteriores, se encontraría también formando horsts y grabens, con áreas donde únicamente existiría el sustrato margoso, otras donde solo se encontraría el sustrato metamórfico y otras donde estarían ambos materiales.

El sustrato margoso, que podría superar los 600 m (vertical del SEV 46), estaría formado también por margas (resistividad entre 70 y 45 Ωm), margas con yeso (resistividad inferior a 30 Ωm) y margas con arenas y gravas (resistividad entre 150 y 125 Ωm). Valores de resistividad superiores a los 90 Ωm se asimilarían al sustrato metamórfico, que aparecería a diferentes profundidades, entre 150 m (vertical del SEV 145) y 550 m (vertical de los SEVs 133 y 101).

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, definir la geometría del relleno del

acuífero del Alto Guadalentín resulta bastante complejo a causa, sobre todo, de la importante actividad tectónica del área, que produce la compartimentación del sustrato en horsts y grabens -y que permite, en ocasiones, que el relleno pliocuaternario repose directamente sobre el sustrato metamórfico- y origina cambios bruscos en la litología de los materiales a distancias muy cortas.

También contribuye a esta imprecisión, la dificultad que plantea distinguir formaciones con resistividades parecidas, tales como arcillas y limos, y arcillas, limos, arenas y gravas con un cierto contenido salino del sustrato margoso (margas, margas con yeso, y margas con arenas y gravas), e incluso las diferentes litologías del sustrato metamórfico. Finalmente, no se debe olvidar la influencia que ejerce en la resistividad aparente una mayor salinidad del suelo.

A pesar de estos problemas, realicé los mapas de isopacas del relleno pliocuaternario (figura 21) y del sustrato mioceno (figura 22), y el mapa de isohipsas del sustrato metamórfico (figura 23). En el mapa de isopacas del relleno pliocuaternario (figura 21), se puede ver que existirían dos áreas de mayor espesor de sedimentos; una se encontraría próxima al borde NW, paralela a éste límite y con más de 350 m; la otra, estaría cerca del borde SW y paralela a éste, también con más de 350 m. Por el contrario, hacia el centro del acuífero se tendrían espesores relativamente menores, entre 200 y 300 m. Hacia la parte septentrional y el extremo SSW del acuífero la potencia del relleno disminuiría de forma importante, estando comprendida entre 100 y 200 m en el primer caso, y entre 50 y 200 m para el segundo.

En relación con el mapa de isopacas del sustrato mioceno (figura 22), se observa que las áreas de mayor espesor se sitúan próximas a los límites NW y SE del acuífero. Respecto a la primera, se encuentran, como mínimo, potencias superiores a 600 m, pudiendo alcanzarse en ocasiones espesores mayores de 800 m (por ejemplo, como sucede al Sur de la rambla de Béjar) y sin que en ningún caso se detecte el sustrato metamórfico. En lo que respecta a la segunda, en general, se tienen potencias mayores de 600 m, e igualmente a lo que sucede en el borde NW, tampoco se detecta el sustrato metamórfico. Por el contrario, en la zona central del acuífero aparecen los menores espesores, en general inferiores a 300 m, pudiendo encontrarse algunos sectores donde éste no existe. En el extremo Sur del acuífero (área de Almendricos), la potencia del sustrato margoso suele ser inferior a 300 m, salvo un pequeño sector donde supera los 500 m, y al igual que en la parte central existen sectores donde éste no aparece.

También, he diferenciado en el mismo mapa, tres clases de materiales que constituirían el sustrato mioceno: margas, margas con arenas y gravas, y margas con yeso. Las margas con arenas y gravas solo se encontrarían en el extremo NE del acuífero, mientras

que los otros dos se distribuirían, en general, por el resto del acuífero, a excepción del extremo Sur (sector de Almendricos) donde únicamente aparecerían margas con yeso.

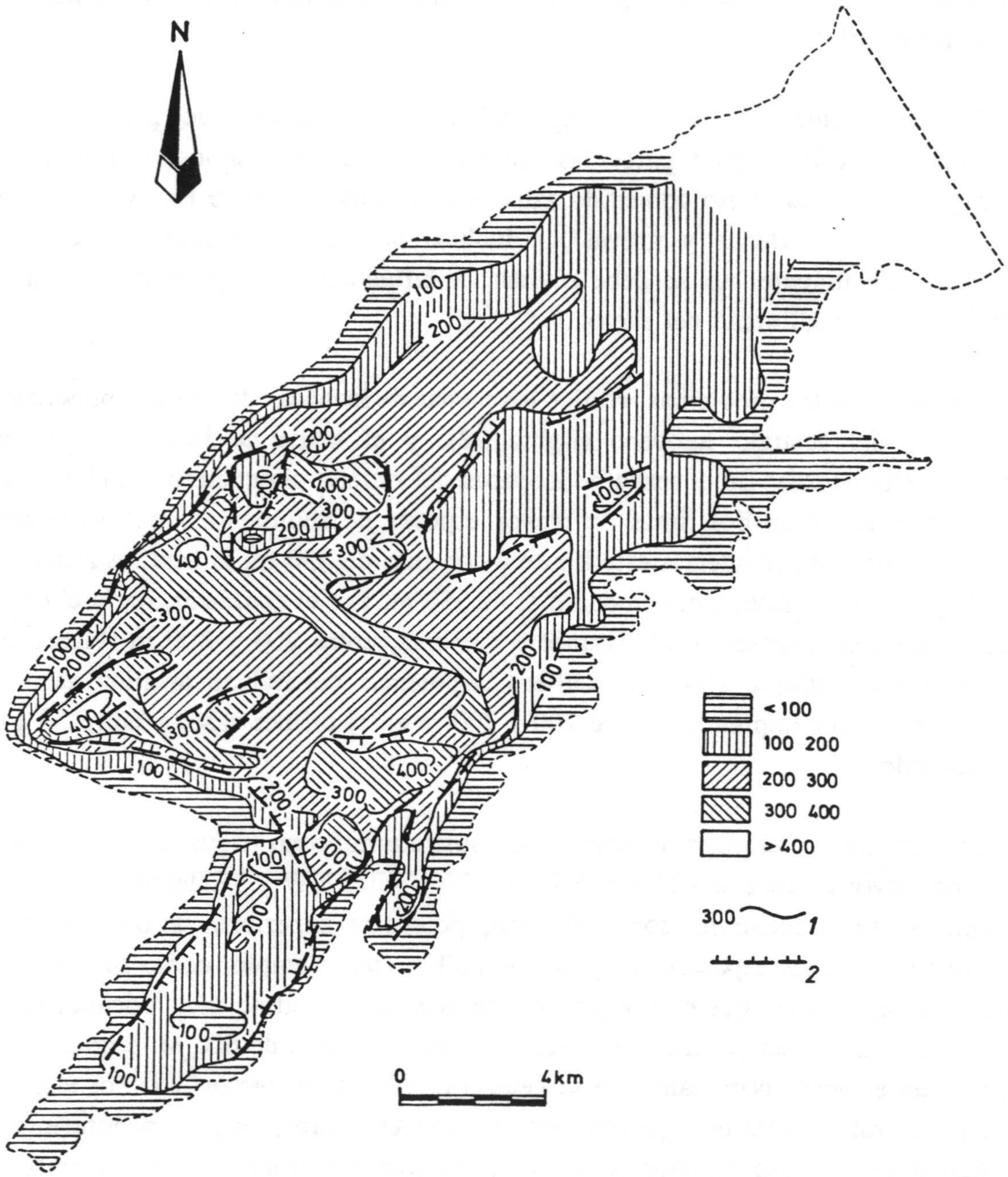


Figura 21.- Mapa de isopacas del relleno pliocuaternario. 1: curva de igual espesor (m); 2: falla deducida por geofísica eléctrica.

Por último, en lo que respecta al mapa de isohipsas del sustrato metamórfico (figura 23), se observa que existirían una zona de horst central y dos áreas de fosa, situadas a ambos lados y donde este sustrato no se llega a detectar, y que Rodríguez Estrella *et al.* (1989) han

denominanado *"Horst Bujércal-Los Chaparros"*, *"Fosa El Chaparral-Villaespesa"* (próxima al borde NW) y *"Fosa La Escucha-Feli"* (cerca del límite SE). En relación con el horst central, es conveniente destacar que hay sectores donde el sustrato metamórfico se encuentra a poca profundidad, inferior a 300 m, lo que conlleva importantes implicaciones hidrogeoquímicas.

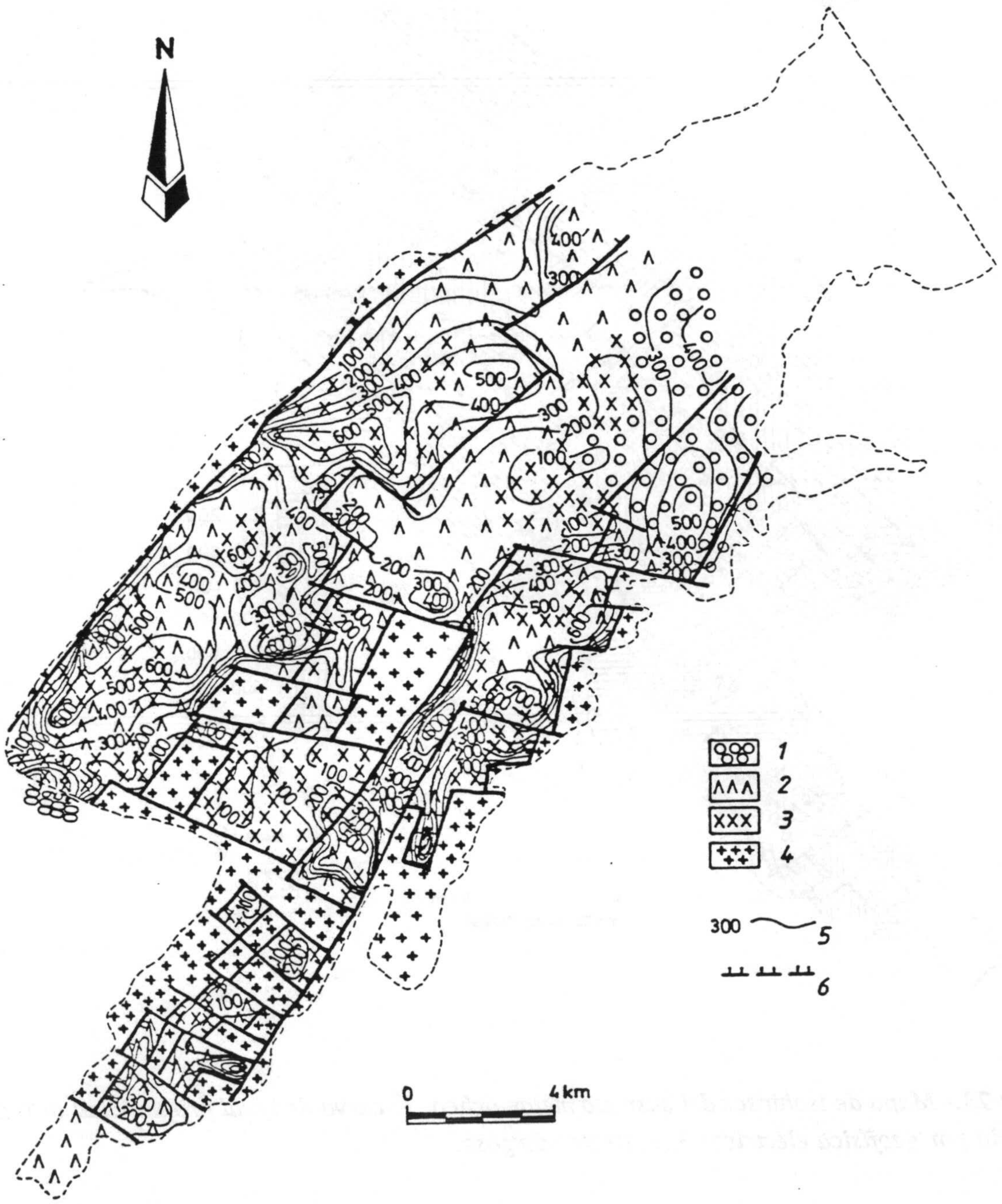


***Figura 22.-** Mapa de isopacas del sustrato mioceno. 1: margas con arenas y gravas; 2: margas con yeso; 3: margas; 4: sustrato metamórfico; 5: curva de igual espesor (m); 6: falla deducida por geofísica eléctrica.*

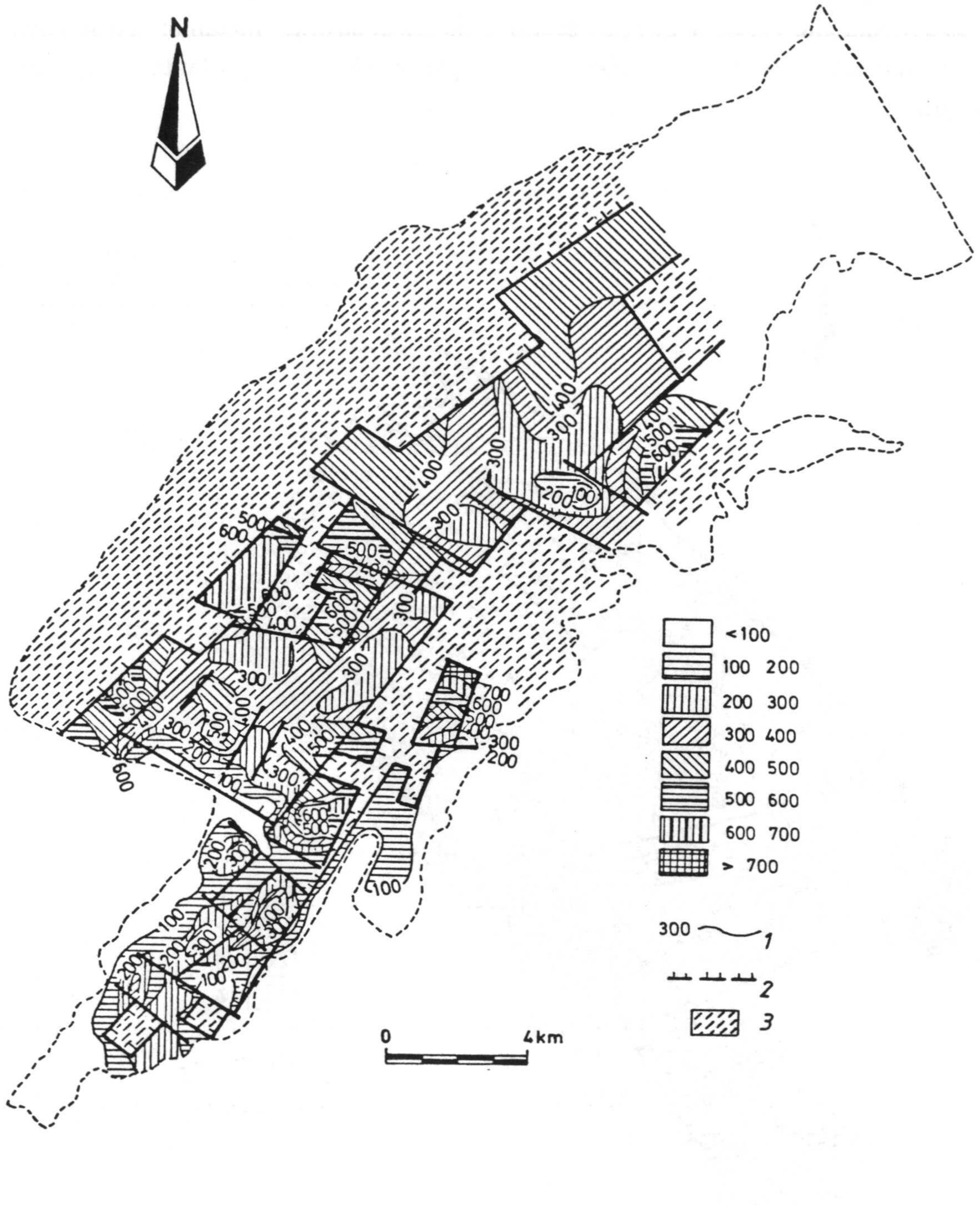


Figura 23.- Mapa de isohipsas del sustrato metamórfico. 1: curva de igual profundidad (m); 2: falla deducida por geofísica eléctrica; 3: sustrato margoso.

CAPÍTULO IV: HIDROGEOLOGÍA

1. INTRODUCCIÓN

Como ya mencioné en el capítulo primero, se tiene conocimiento de que en fechas anteriores al siglo XIX ya se utilizaban las aguas subterráneas del acuífero cuando éste tenía su nivel piezométrico próximo a la superficie e incluso existían algunas captaciones que eran surgentes. Sin embargo, el gran desarrollo de la agricultura de invierno extratemprana en estos últimos veinte años, originó un aumento incontrolado de la explotación de agua cuyas consecuencias han sido la sobreexplotación del acuífero.

En la redacción de este capítulo tuve en cuenta toda la información que pude obtener de las fuentes bibliográficas consultadas y de los reconocimientos de campo. Intentaré dar una visión resumida de la hidrogeología del acuífero, pero suficiente como para poder interpretar, de la mejor manera posible, los resultados analíticos de sus aguas, cuya hidrogeoquímica, en sentido amplio, es realmente el objetivo principal de esta Tesis Doctoral.

2. PRECIPITACIONES

Para el estudio de las precipitaciones en el área investigada utilicé los datos cedidos por el Instituto Nacional de Meteorología (Delegación de Murcia), de las estaciones meteorológicas (figura 24) de Lorca-San Julián, Lorca-Cerealicultura, Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas, con valores de precipitación a nivel diario para un intervalo de tiempo comprendido entre los años 1966 y 1990. En las tablas 5 y 7 se indican las características de las mismas.

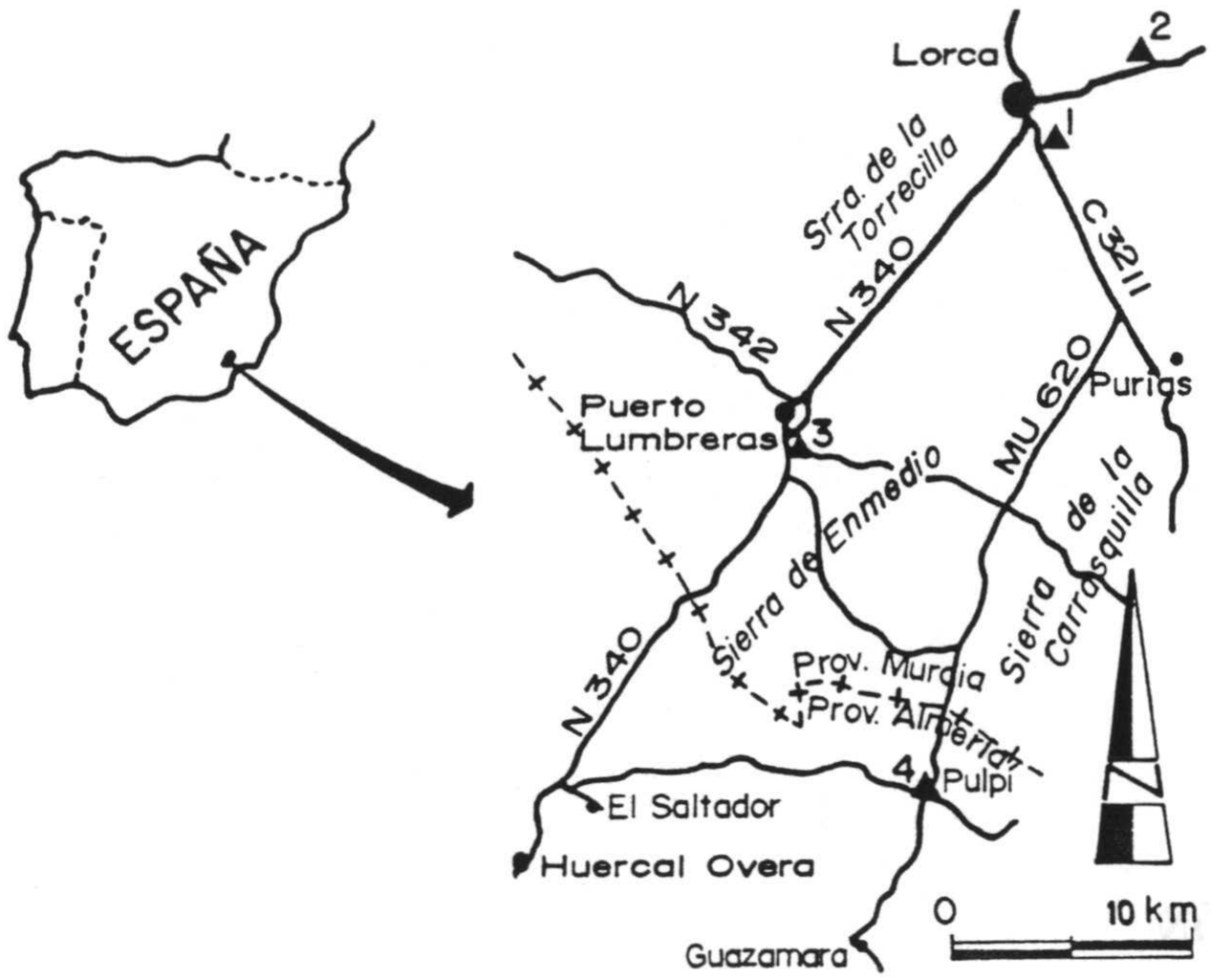


Figura 24.- Localización geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio climatológico. 1:Lorca-Cerealicultura; 2:Lorca-San Julián; 3:Puerto Lumbreras; 4:Pulpí-Canalejas.

El tratamiento de esta información consistió en completar las series de precipitación a nivel diario, utilizando las estaciones más próximas, mediante el método de la media aritmética, para luego trabajar de forma automatizada, empleando los programas descritos en Padilla (1984) y Padilla y Pulido-Bosch (1985). La figura 25 muestra la precipitación anual en las cuatro estaciones para los períodos de tiempo considerados. En el anexo 2 se pueden ver, a nivel mensual, las series finales completadas.

La tabla 6 muestra las precipitaciones medias anuales y anuales extremas en cada una de las estaciones mencionadas anteriormente. Los períodos más secos corresponden a 1978/79 (estaciones de Lorca-Cerealicultura y Puerto Lumbreras) y 1981/82 (estaciones de

Lorca-San Julián y Pulpí-Canalejas), mientras que los períodos más húmedos son 1988/89 (estaciones de Lorca-Cerealicultura y Pulpí-Canalejas) y 1989/90 (estaciones de Lorca-San Julián y Puerto Lumbreras).

Estación	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Período
	latitud	longitud		
Lorca-San Julián	37°45'08''	01°38'12''	310	1971/72-1989/90
Lorca-Cerealicultura	37°39'12''	01°41'55''	320	1966/67-1989/90
Puerto Lumbreras	37°33'42''	01°49'41''	465	1966/67-1989/90
Pulpí-Canalejas	37°24'00''	01°45'10''	180	1966/67-1989/90

Tabla 5.- Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio de la precipitación.

En la figura 26 se representa la precipitación media mensual en las cuatro estaciones utilizadas. Las precipitaciones medias máximas, a menudo concentradas en tormentas de unas pocas horas de duración, se registran durante los meses de Octubre-Noviembre, y Marzo-Abril-Mayo (distribución bimodal), mientras que las mínimas tienen lugar durante los meses de verano (Julio y Agosto).

Estación	Media	Año seco	Año húmedo
Lorca-San Julián	297	122	459
Lorca-Cerealicultura	287	132	453
Puerto Lumbreras	294	162	509
Pulpí-Canalejas	255	109	516

Tabla 6.- Precipitaciones medias anuales y anuales extremas (mm) en las estaciones meteorológicas consideradas.

3. TEMPERATURAS

Las estaciones meteorológicas empleadas en el estudio de la temperatura (tabla 7), todas ellas con datos mensuales, han sido Lorca-San Julián, Lorca-Cerealicultura y Puerto Lumbreras. Los datos de las series de temperatura fueron tratados con el programa *FICHEROS.1* (Padilla, 1984). En el anexo 2 se incluyen las series de temperatura de las tres estaciones utilizadas. En la figura 27 y en la tabla 8, en las que se muestran las temperaturas medias mensuales en las estaciones y períodos considerados, se puede ver que para las tres estaciones el mes más frío es el de Enero y el más caluroso el de Agosto.

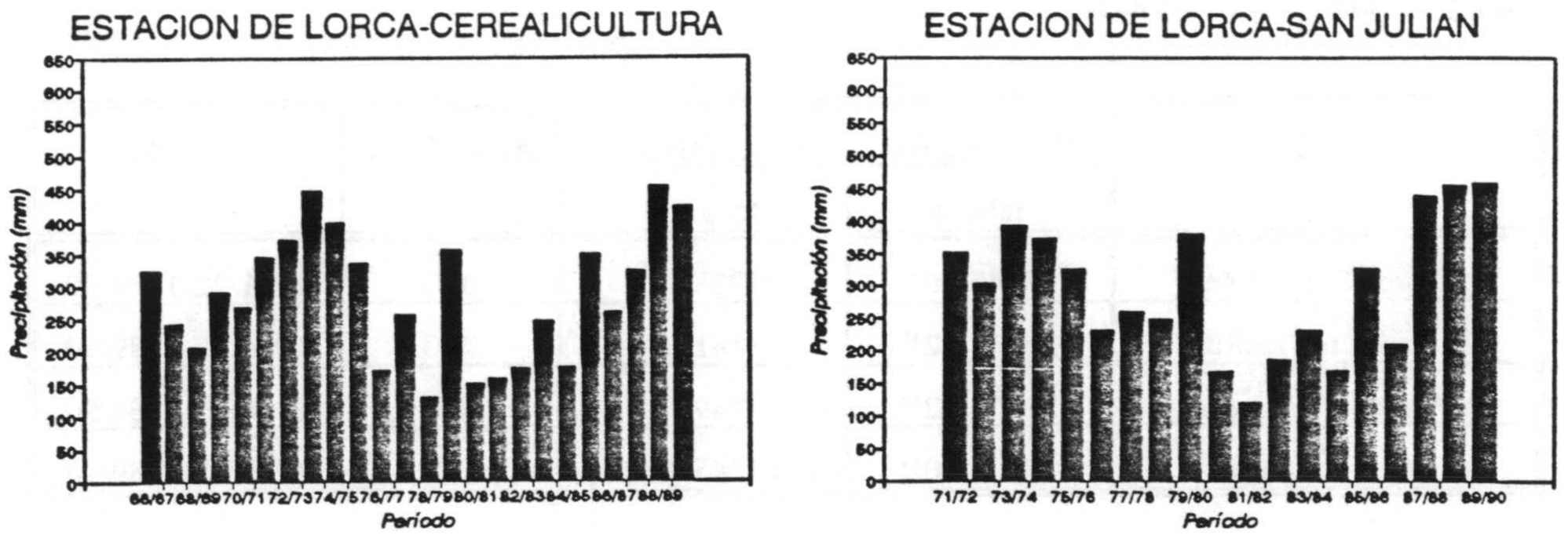


Figura 25.- Precipitaciones anuales en las estaciones meteorológicas estudiadas.

Estación	Coordenadas geográficas		Altitud (m)	Período
	Latitud	Longitud		
Lorca-San Julián	37°45'08''	01°38'12''	310	1971/72-1989/90
Lorca-Cerealicultura	37°39'12''	01°41'55''	320	1966/67-1989/90
Puerto Lumbreras	37°33'42''	01°49'41''	465	1966/67-1989/90

Tabla 7.- Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio de la temperatura.

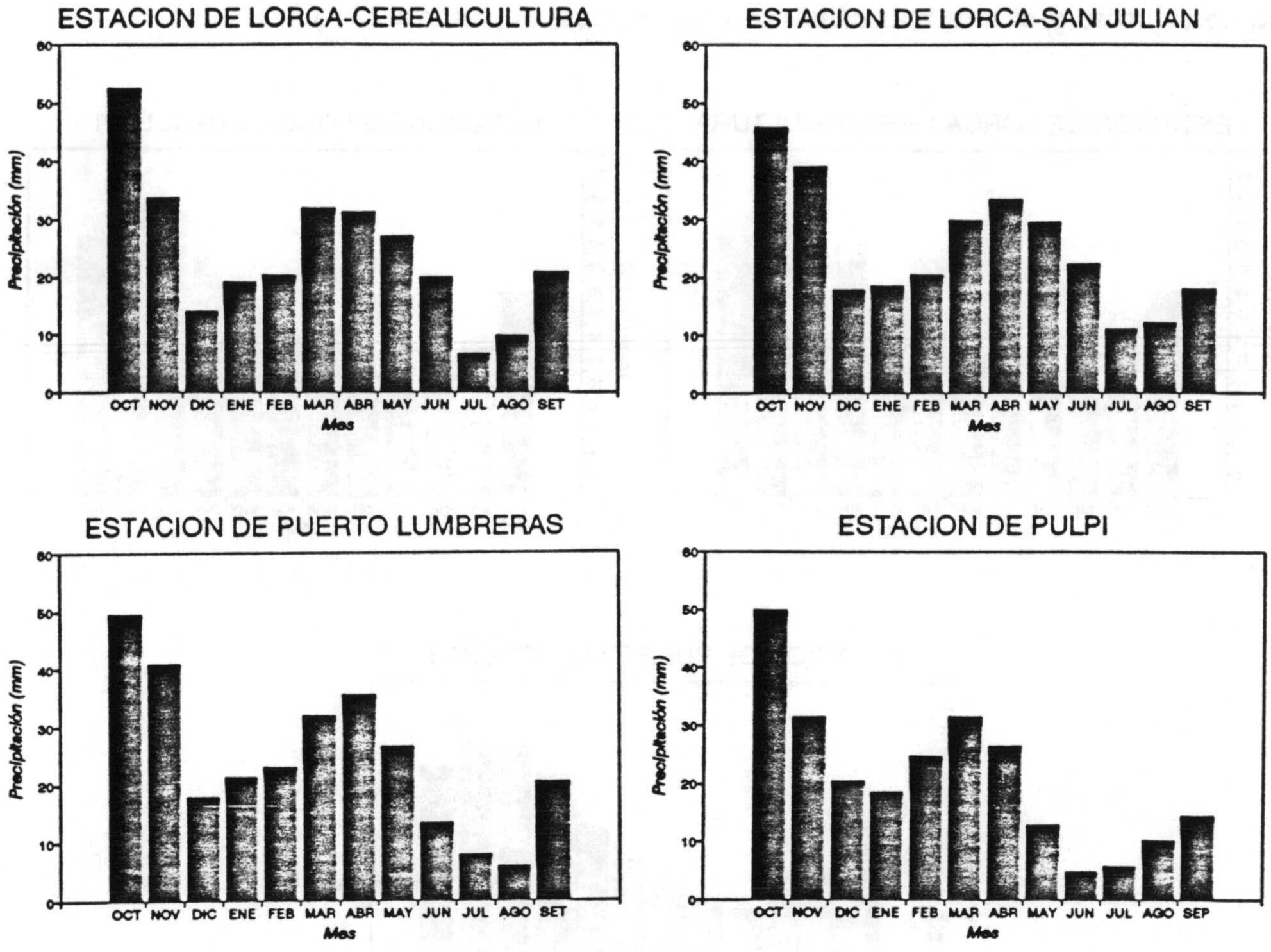


Figura 26.- Precipitaciones medias mensuales en las estaciones meteorológicas estudiadas.

4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

4.1. INTRODUCCIÓN

Por ser el clima un factor estratégico y de primer orden en la economía del área, el estudio de sus características merece una atención especial. Entre las más empleadas, se encuentra la clasificación climática de Köppen, adaptada por los hermanos López (1959) para estudiar el clima en España, y que caracteriza los diferentes climas mediante letras mayúsculas y/o minúsculas, correspondientes a datos meteorológicos concretos.

De acuerdo con esto, el área de estudio pertenece a los grupos **BSj** (B: clima seco, la evaporación excede a la precipitación media anual y no hay remanente de agua por lo que no existen las corrientes permanentes; S: clima de estepa semiárido; j: seco, con temperatura media anual menor de 18 °C) y **Csa** (C: clima templado cálido -mesotérmico- y el més más

frío tiene una temperatura media inferior a 18 °C, pero superior a -3 °C; s: verano seco; a: verano caluroso y el més más cálido con temperatura superior a 22 °C).

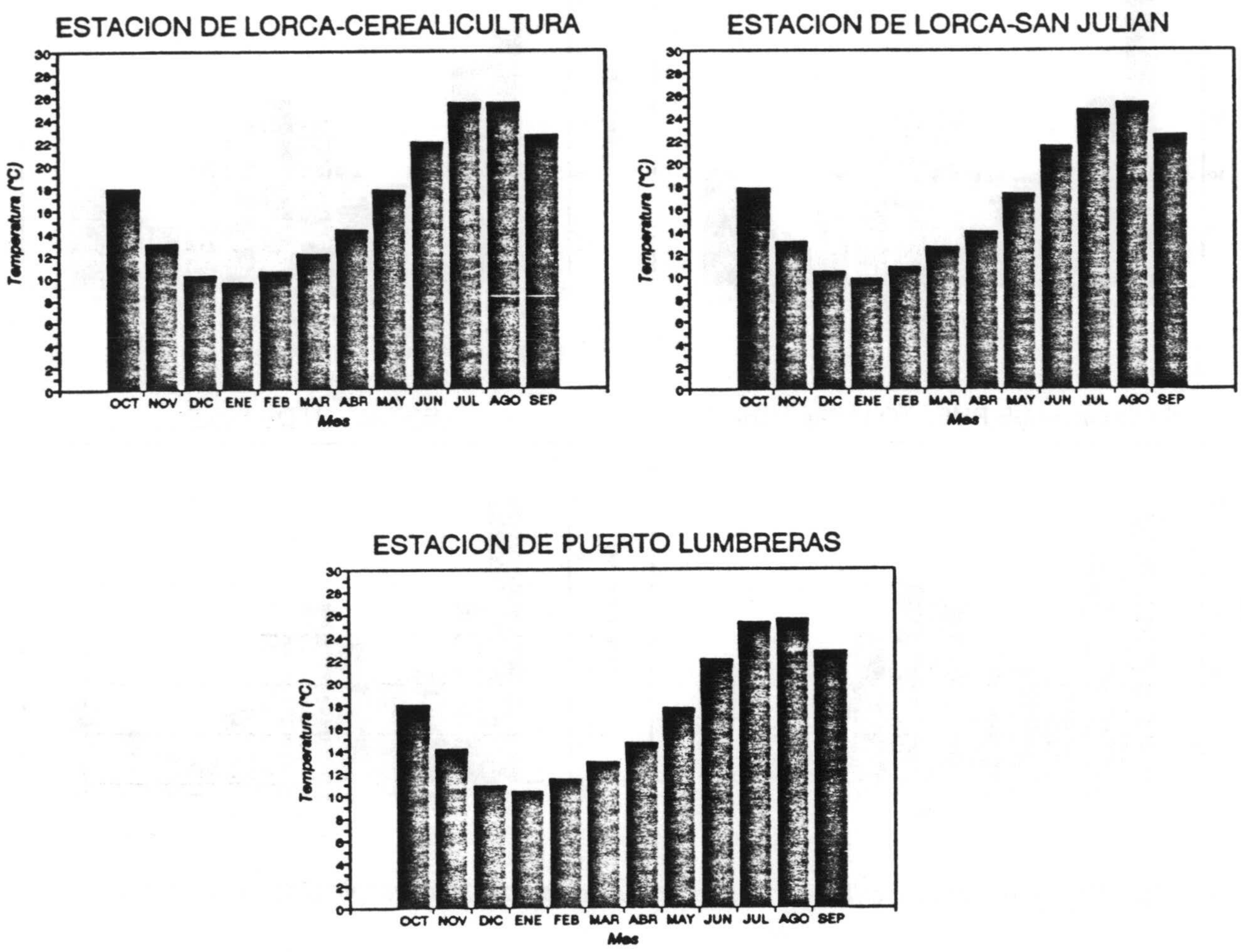


Figura 27.- Temperaturas medias mensuales en las estaciones meteorológicas consideradas.

Si se considera la clasificación de Capel Molina (in Atlas Geográfico de la Provincia de Almería, 1984), el área está dentro del dominio de clima mediterráneo subdesértico, con precipitaciones anuales escasas, generalmente inferiores a 300 mm/año, y normalmente de tipo torrencial (originadas frecuentemente por el fenómeno climático de la *"gota fría"*); las temperaturas medias anuales se encuentran comprendidas entre 16 y 19 °C y los inviernos son templados, con temperaturas casi nunca inferiores a los 7 °C.

4.2. ÍNDICES DE ARIDEZ

Para conocer el índice de aridez anual del área estudiada utilizé los propuestos por Martonnes (in Llamas, 1993) y Dantin Cereceda (in Heras, 1976); para ambos casos tuve en

cuenta los datos de precipitación y temperatura de la estación de Lorca-Cerealicultura. El primer índice permite definir el grado de humedad de una región y se expresa como:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

P: precipitación media anual en mm
T: temperatura media anual en °C
I: índice de aridez anual

Así, $I = 287 / (16,7 + 10) = 10,8$; este valor situaría al sector estudiado muy próximo al límite entre estepa desértica, con posibilidad de cultivos de regadío, y la zona de transición, con escorrentías temporales.

Mes	Estación		
	Lorca-San Julián	Lorca-Cerealicultura	Puerto Lumbreras
Octubre	17.6	17.7	18.0
Noviembre	13.1	12.8	14.1
Diciembre	10.4	9.9	10.9
Enero	9.7	9.6	10.4
Febrero	11.0	10.5	11.4
Marzo	12.7	11.9	12.9
Abril	14.0	14.1	14.6
Mayo	17.3	17.7	17.7
Junio	21.6	21.9	21.9
Julio	24.6	25.2	25.2
Agosto	25.4	25.3	25.5
Septiembre	22.7	22.4	22.7
Media	16.7	16.7	17.1

Tabla 8.- Temperaturas medias mensuales (°C) en las estaciones meteorológicas estudiadas.

El segundo índice se define por la expresión:

$$I = \frac{100\ T}{P}$$

T: temperatura media anual en °C
P: precipitación media anual en mm

Para la misma estación $I = 100 \times 16,7 / 287 = 5,8$; esta cifra está próxima al límite entre zona árida y desértica.

4.3. EVAPOTRANSPIRACIONES POTENCIAL Y REAL

La evaluación inicial de la evapotranspiración real y de la lluvia útil mediante el método de Thornthwaite a nivel mensual dió resultados muy por debajo de los reales. Este hecho, ya fue puesto de manifiesto por otros autores como Martín (1983), Padilla *et al.* (1986) y Gollonet y Castillo (1986) en otras zonas de España, con un clima similar (árido y semiárido) al del acuífero del Alto Guadalentín.

De acuerdo con esto, utilicé para el cálculo de ambos parámetros la precipitación a nivel diario medida en las estaciones de Lorca-San Julián, Lorca-Cerealicultura, Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas, situadas las tres primeras dentro del área de estudio y la última próxima al límite Sur del acuífero. Estimé la evapotranspiración potencial mediante el método de Thornthwaite, considerando la temperatura media mensual como representativa de cada día del mes en cuestión. Finalmente, he considerado para la capacidad de campo (cc) los valores de 50, 75 y 100 mm.

Los cálculos realizados para obtener los parámetros de evapotranspiración potencial (ETP), evapotranspiración real (ETR) y lluvia útil (LLU), se hicieron con un ordenador DATA GENERAL CORPORATION (DGC), modelo MPT/100 (Microproduits Operating System), utilizado como terminal del ECLIPSE/250 de DGC, y el programa *EVADIA* (Padilla y Pulido-Bosch, 1985 y 1986).

La tabla 9 resume los valores obtenidos para el período medio. Todos los resultados están incluidos en el anexo 2. Así, la evapotranspiración potencial está comprendida entre 851 y 873 mm, mientras que la evapotranspiración real está comprendida entre 208 y 280 mm, según se considere un valor de la capacidad de campo de 50, 75 o 100 mm respectivamente.

Estación	ETP (mm)	ETR (mm)		
		cc = 50	cc = 75	cc = 100
Lorca-San Julián	851	249	268	282
Lorca-Cerealicultura	863	248	260	280
Puerto Lumbreras	873	237	255	278
Pulpí-Canalejas	862	208	226	235

Tabla 9.- Valores medios de las evapotranspiraciones potencial y real medidos en las estaciones meteorológicas del área de estudio y su entorno.

En la figura 28 se muestra la precipitación y la ETP en las estaciones consideradas.

De igual modo, en las figuras 29 y 30 se puede ver la precipitación y la ETR, también para las estaciones anteriores.

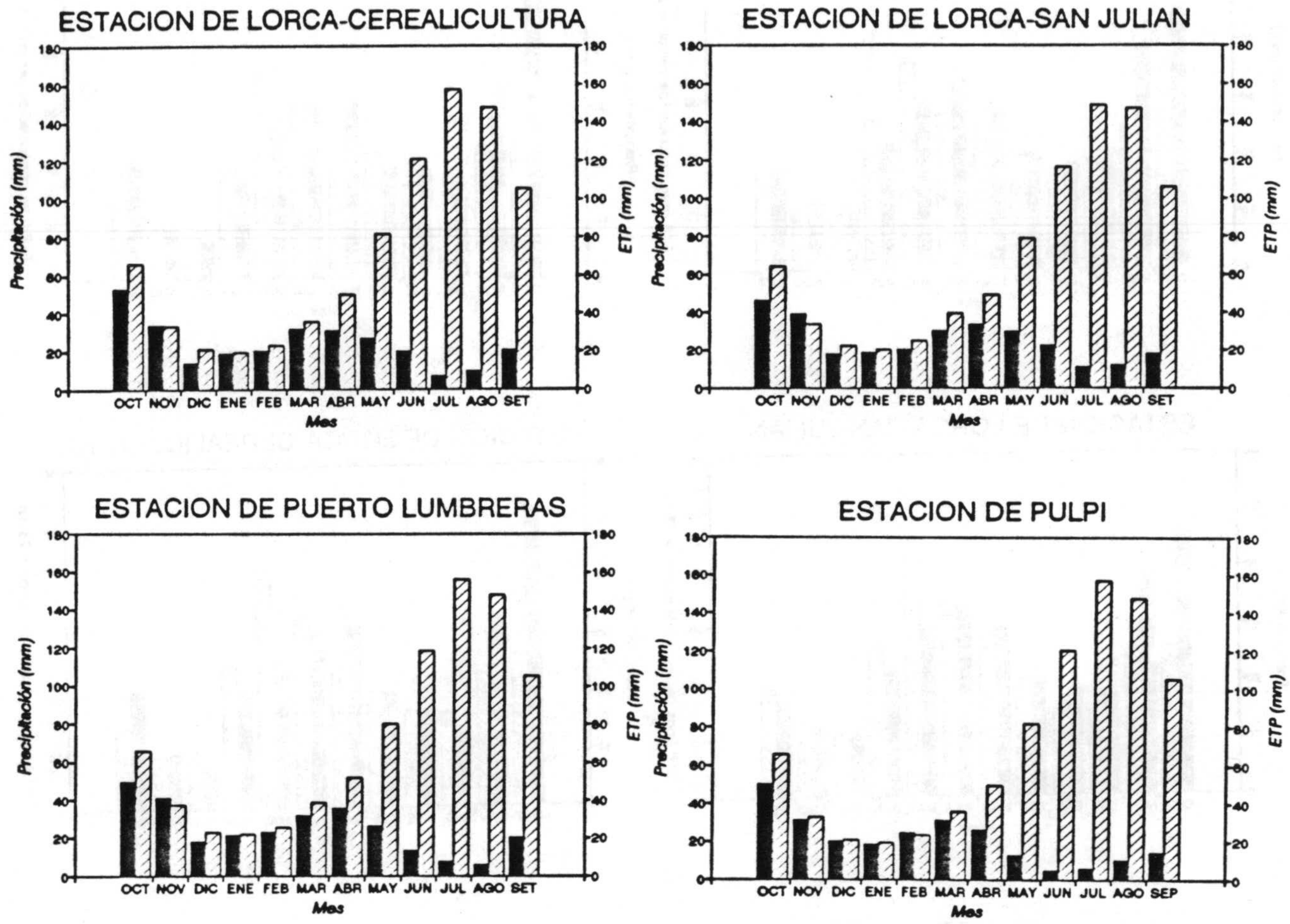
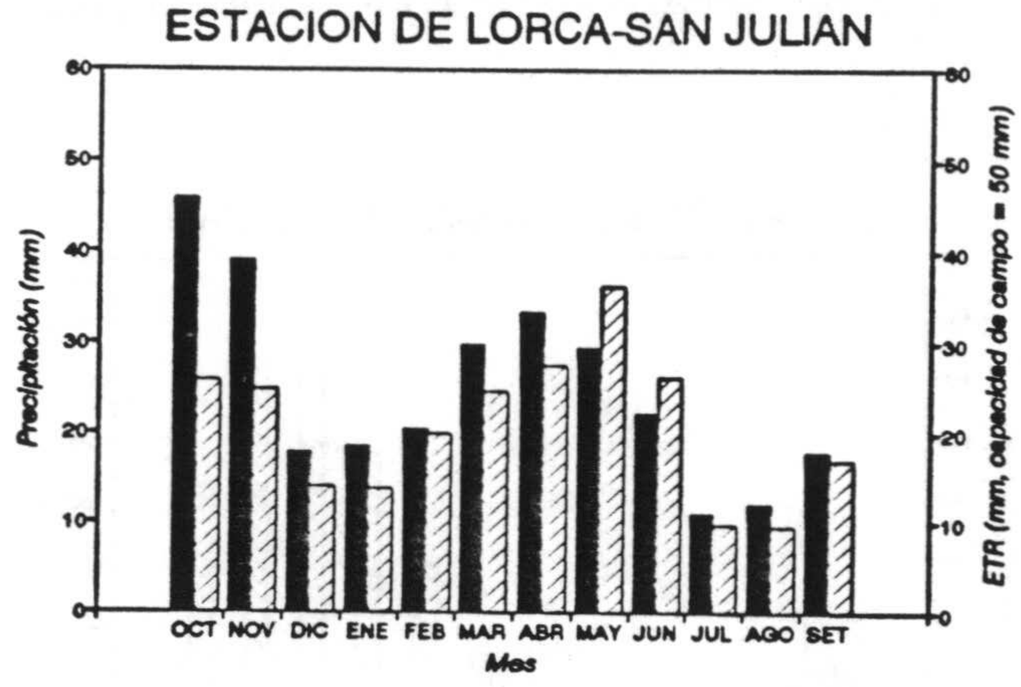


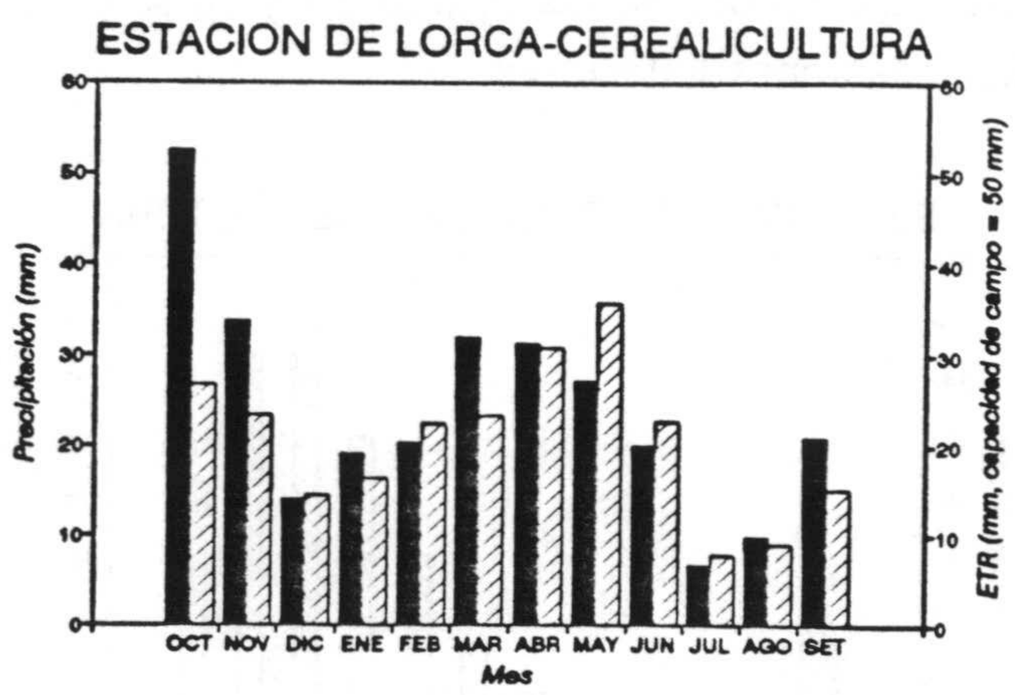
Figura 28.- Precipitación (negro) y ETP (trazos) para las estaciones meteorológicas consideradas.

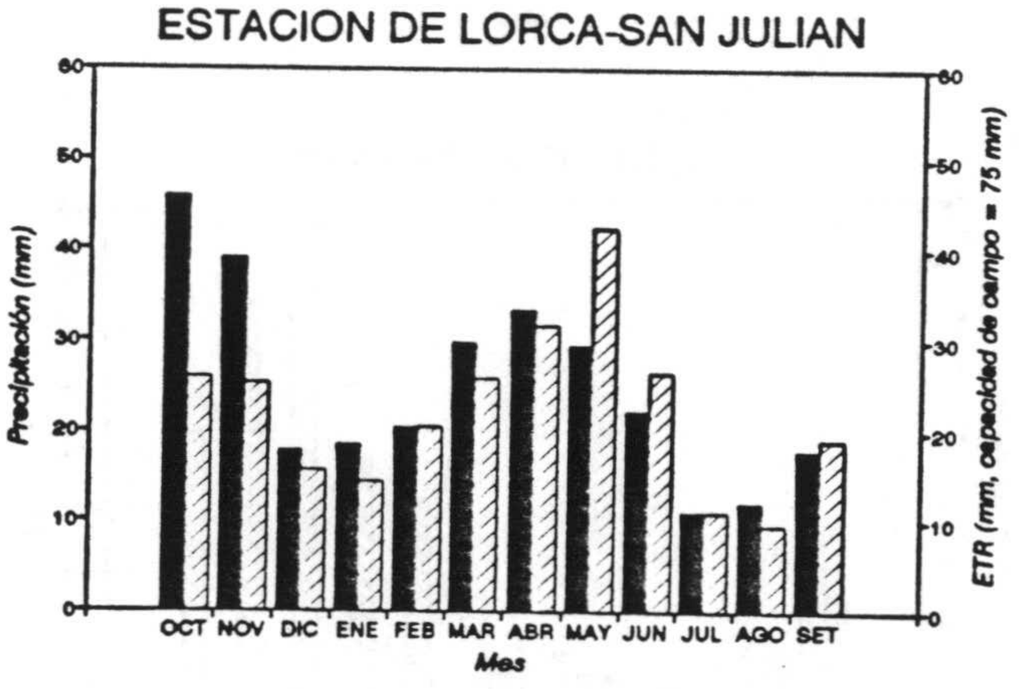
4.4. LLUVIA ÚTIL

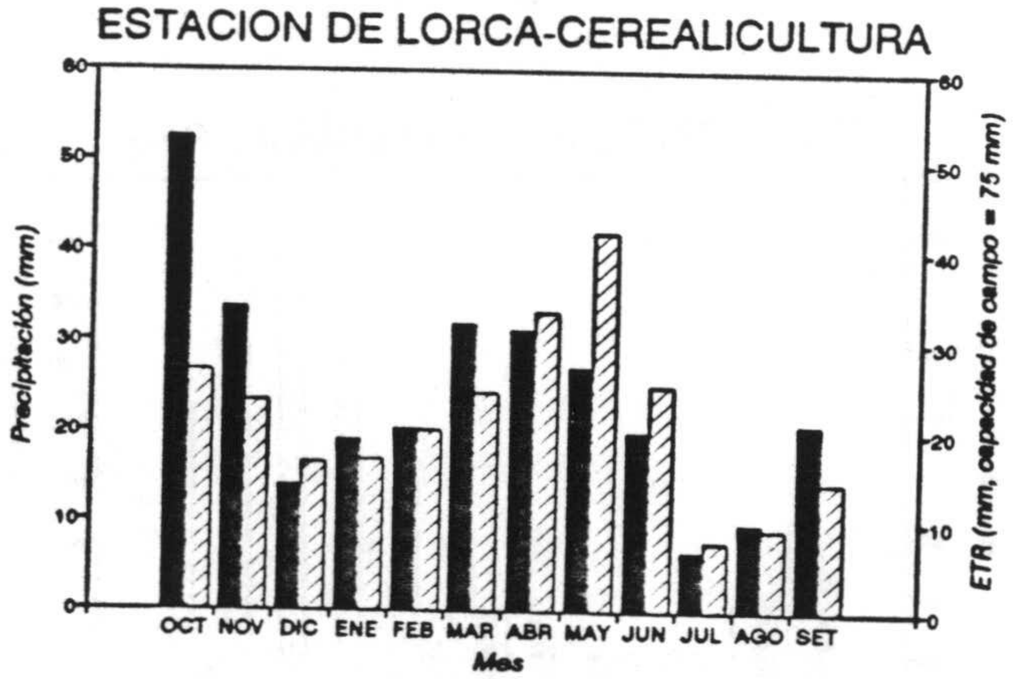
La lluvia útil, considerada como fracción de la precipitación que no se evapotranspira, puede ser obtenida por diferencia entre la precipitación medida y la evapotranspiración real calculada. Dado que se han obtenido distintos valores de evapotranspiración real, también se obtienen diferentes valores de lluvia útil. En la tabla 10 se indican las cifras medias obtenidas en las estaciones meteorológicas consideradas.

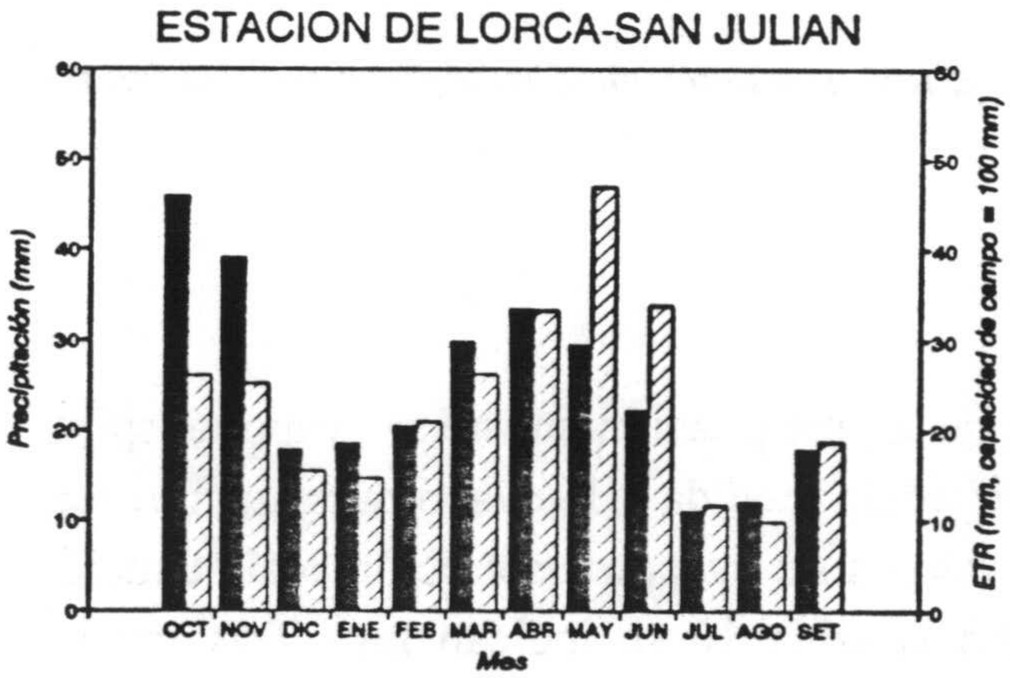
Como se puede ver, los valores medios de lluvia útil quedan comprendidos entre 11 y 54 mm/año. En el anexo 2 se incluyen los resultados obtenidos. En las figuras 31 y 32 se pueden observar la precipitación y la lluvia útil en las estaciones meteorológicas, de acuerdo con las capacidades de campo mencionadas anteriormente.











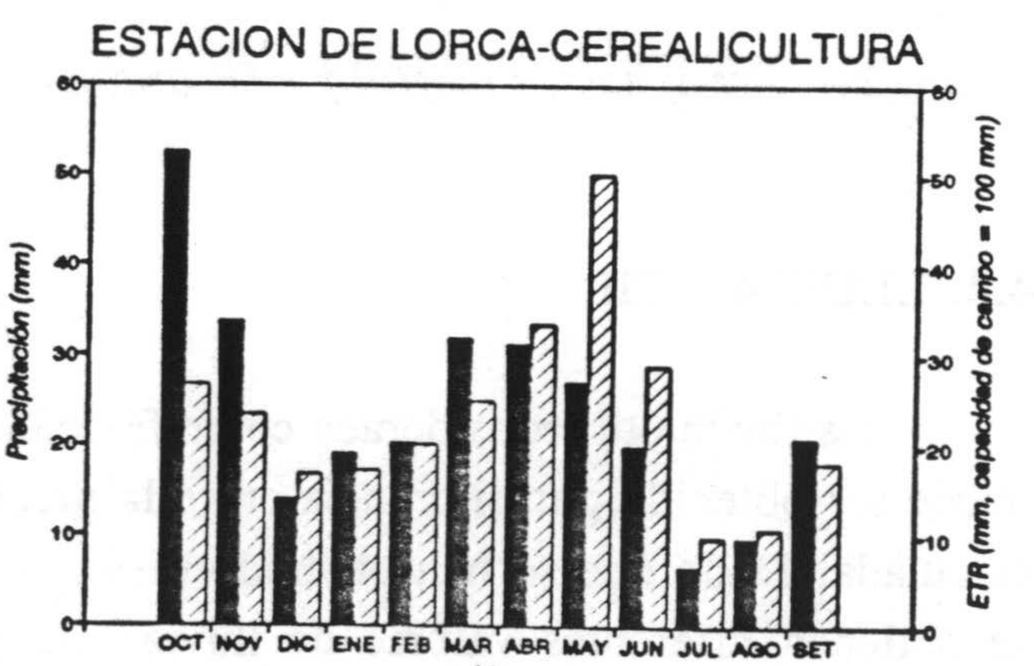


Figura 29.- *Precipitación (negro) y ETR (trazos) en las estaciones meteorológicas de Lorca-San Julián y Lorca-Cerealicultura.*

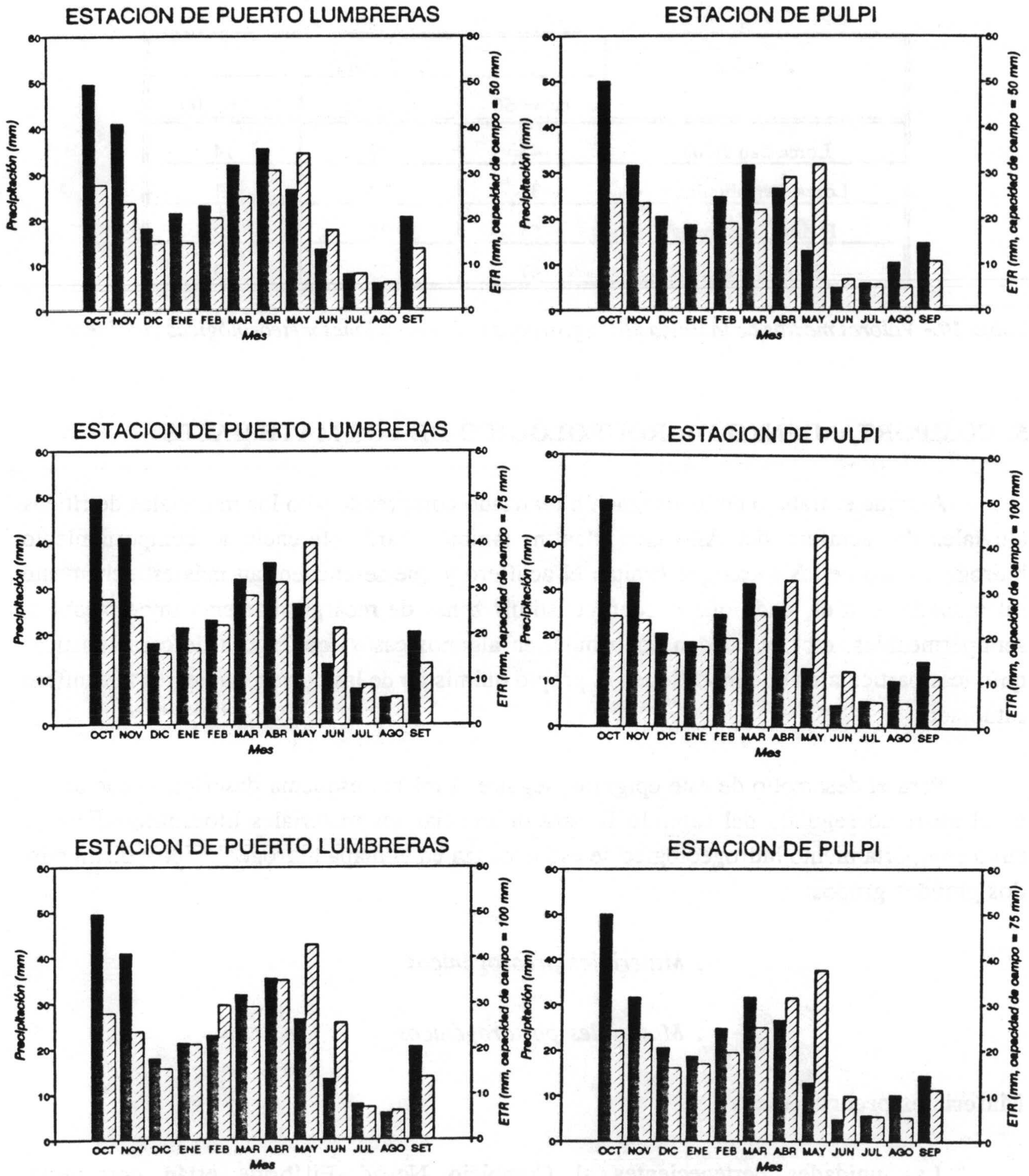


Figura 30.- Precipitación (negro) y ETR (trazos) en las estaciones meteorológicas de Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas.

Estación	LLU (mm)		
	cc = 50	cc = 75	cc = 100
Lorca-San Julián	48	27	14
Lorca-Cerealicultura	37	22	11
Puerto Lumbreras	54	35	22
Pulpí-Canalejas	47	29	19

Tabla 10.- Valores medios de la lluvia útil registrados en las estaciones meteorológicas consideradas.

5. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS MATERIALES

Aunque el trabajo de investigación realizado comprende sólo los materiales detríticos aluviales del acuífero del Alto Guadalentín, también haré referencia al comportamiento hidrogeológico de las rocas que limitan el acuífero y que se encuentran más estrechamente relacionadas con él, dado que pueden constituir zonas de recarga, barreras impermeables, semipermeables, etc., y pueden contribuir, en algunos casos, con aguas de características químicas particulares que modifiquen el propio quimismo de las correspondientes al acuífero estudiado.

Para el desarrollo de este epígrafe, seguiré el mismo esquema descriptivo que utilizé en el apartado segundo del capítulo II para diferenciar los materiales litoestratigráficos (y cuyo comportamiento hidrogeológico se esquematiza en el mapa hidrogeológico); distinguiré dos grandes grupos:

. *Materiales preorogénicos*

. *Materiales postorogénicos*

Materiales preorogénicos

Las unidades pertenecientes al Complejo Nevado-Filábride están compuestas fundamentalmente por cuarcitas, micasquistos y mármoles. Los dos primeros materiales se pueden incluir dentro de las denominadas "rocas cristalinas" caracterizadas, de una manera general, por un valor bajo de la permeabilidad global y por la discontinuidad del medio. La roca sana tiene escaso poder de almacenamiento y transmisión del agua, lo que la aproxima al comportamiento acuífugo. A efectos prácticos se la podría considerar "impermeable".

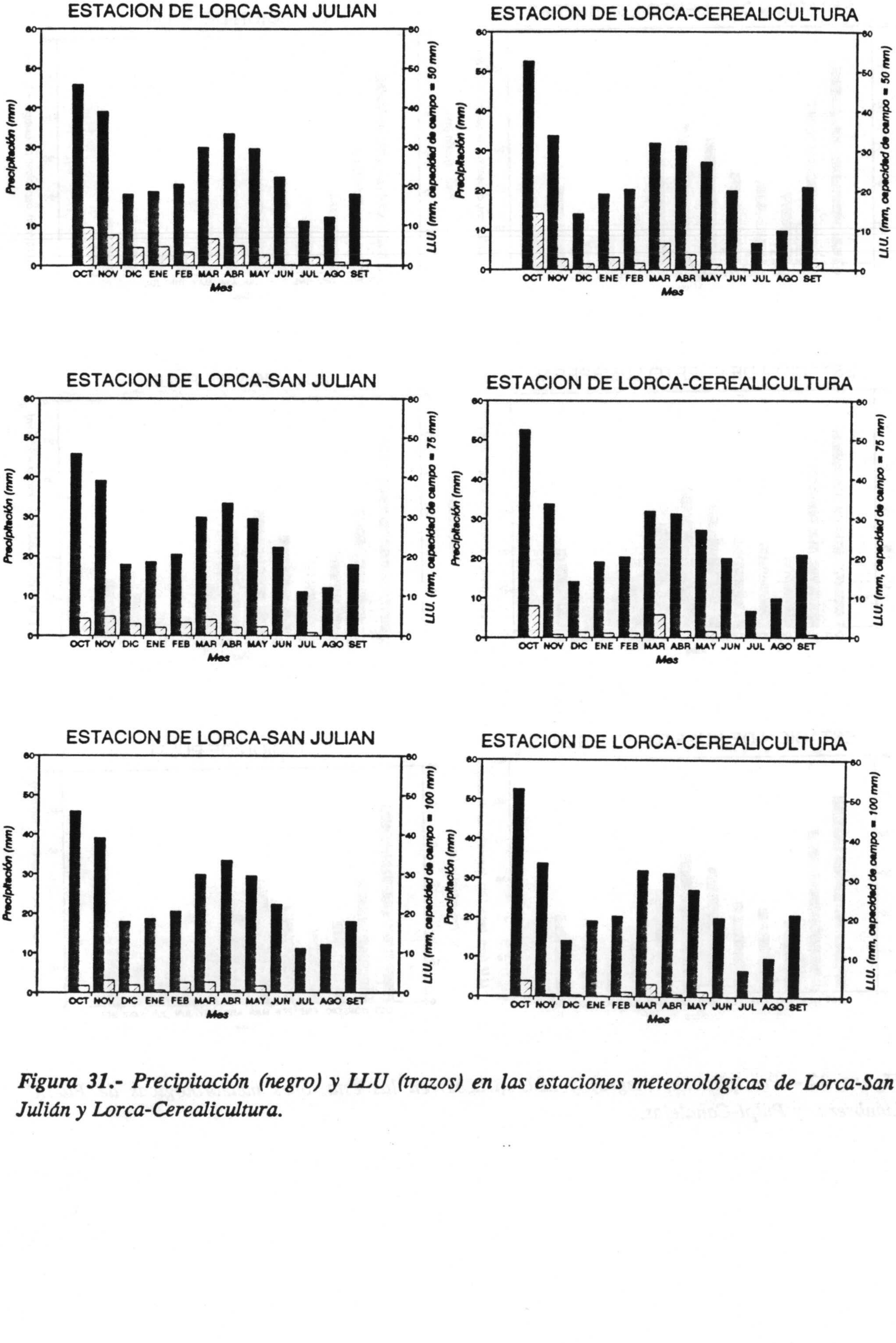
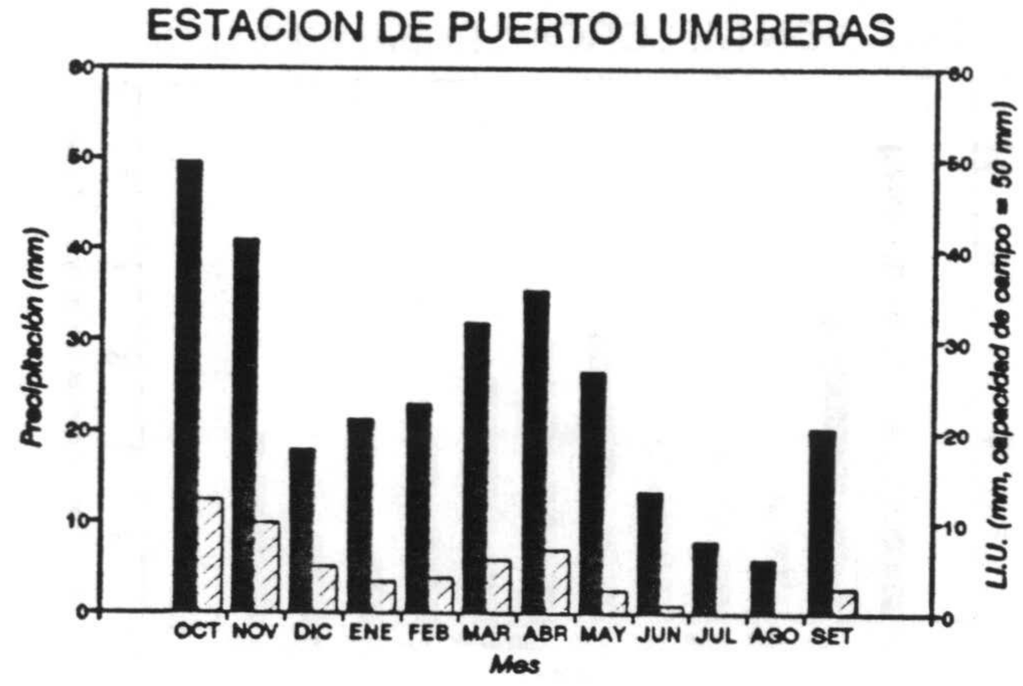
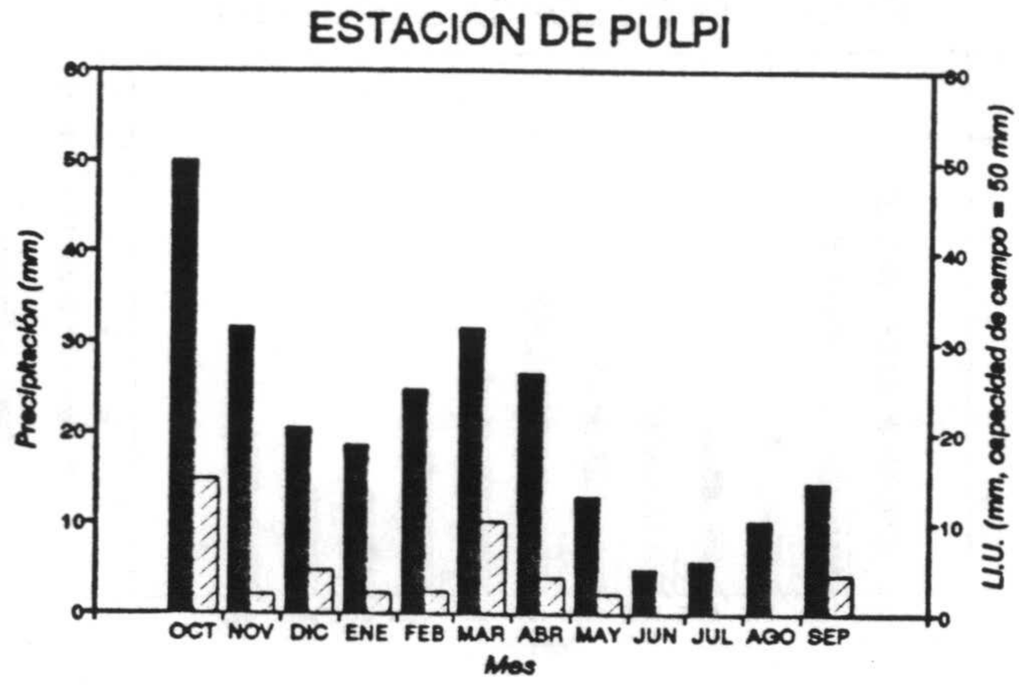
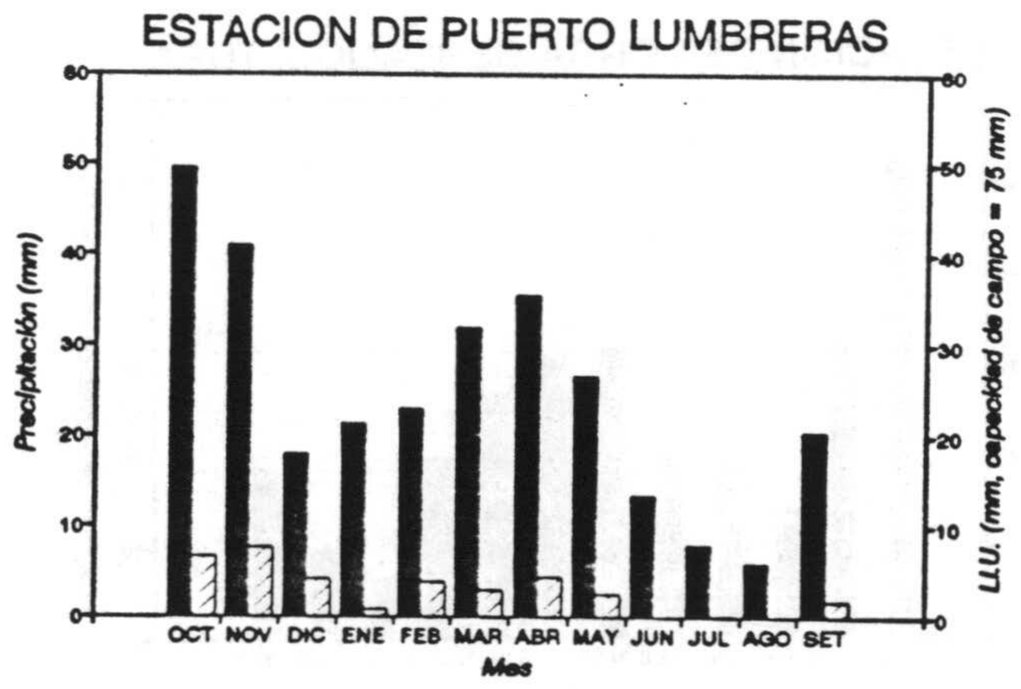
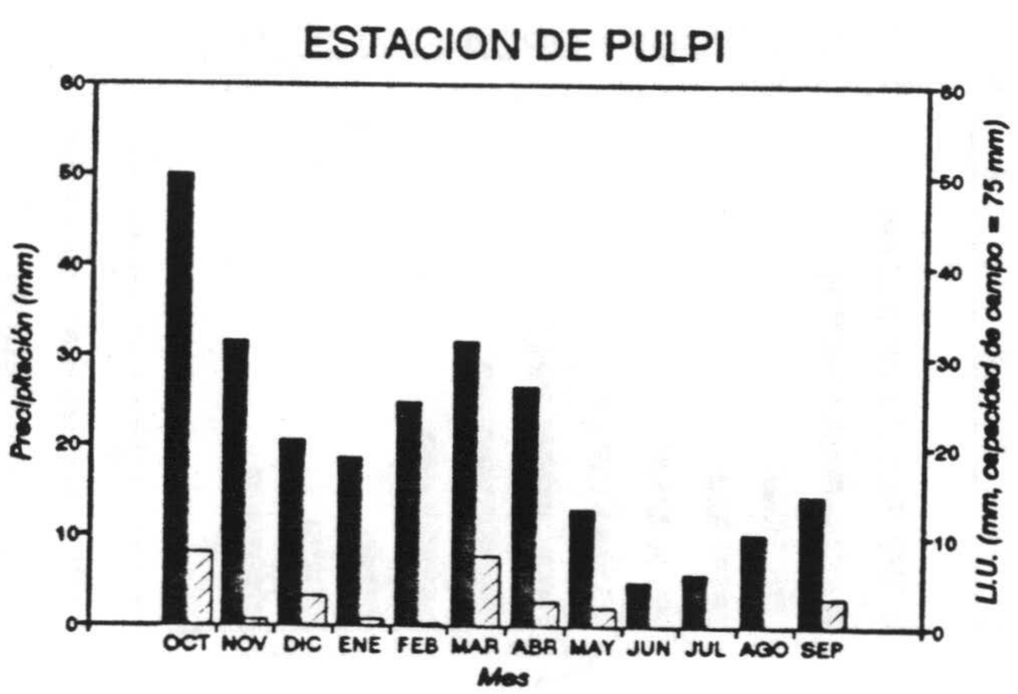


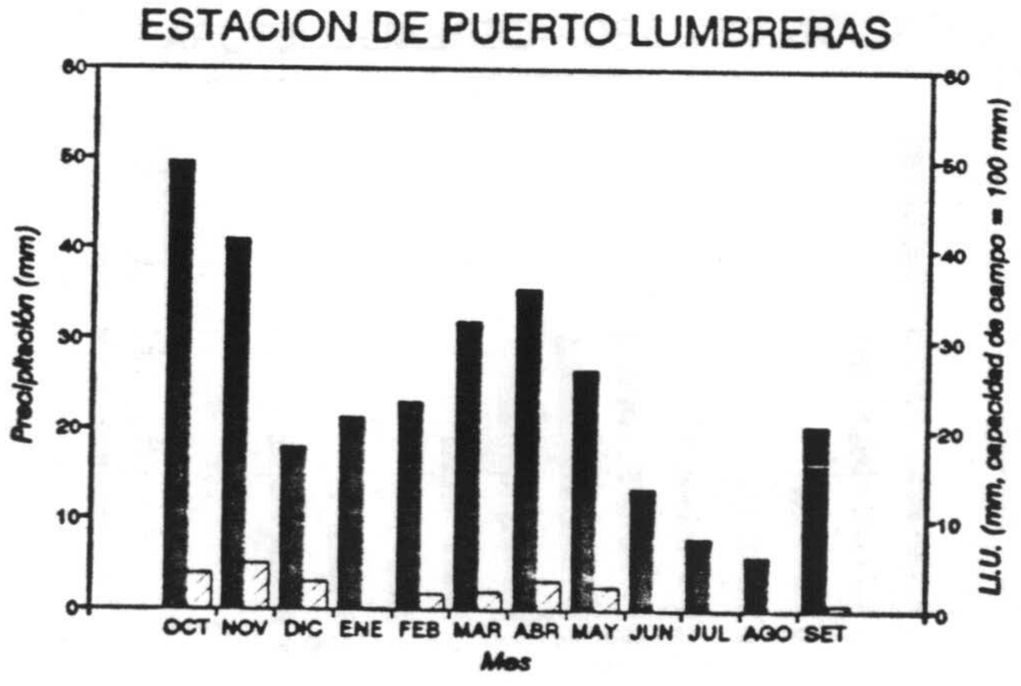
Figura 31.- Precipitación (negro) y LLU (trazos) en las estaciones meteorológicas de Lorca-San Julián y Lorca-Cerealicultura.











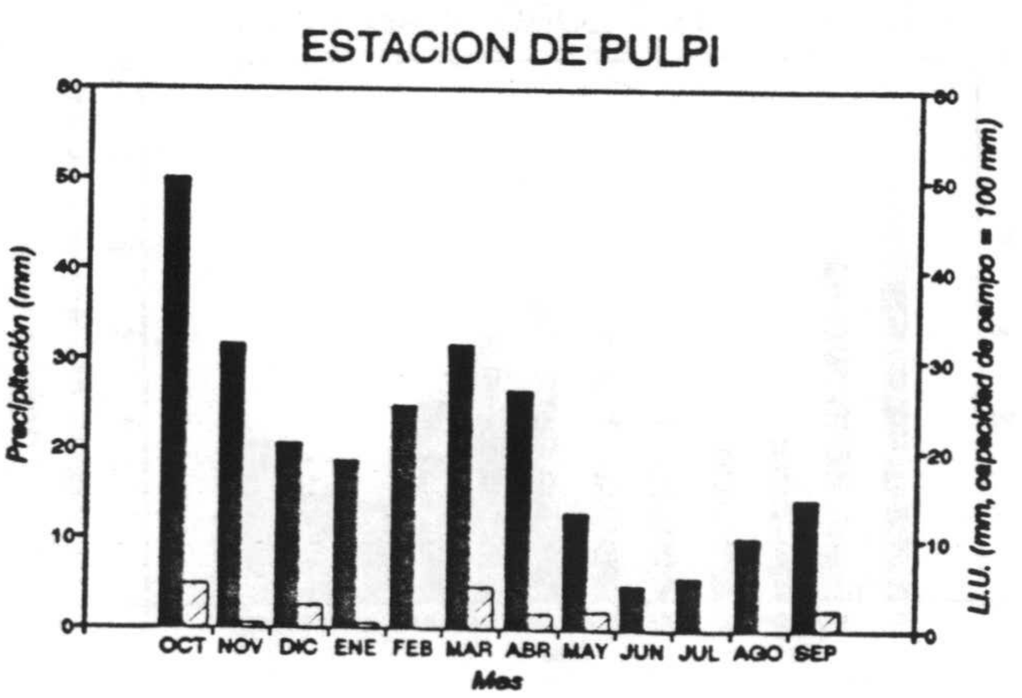


Figura 32.- Precipitación (negro) y LLU (trazos) en las estaciones meteorológicas de Puerto Lumbreras y Pulpí-Canalejas.

El Cuaternario se encuentra representado principalmente en el área por arenas, gravas y conglomerados con matriz de arena y/o limo, y que en algunos puntos pueden aparecer cementados y con caliches. Tienen un comportamiento hidrogeológico acuífero, con variaciones de permeabilidad según predomine un tipo u otro de matriz; localmente pueden encontrarse niveles limo-arcillosos con un comportamiento acuitardo-acuícludo. Todos estos materiales forman el relleno principal de la depresión y constituyen el acuífero propiamente dicho.

6. NATURALEZA DE LOS LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.

6.1. NATURALEZA DE LOS LÍMITES

El acuífero del Alto Guadalentín es un acuífero detrítico libre con una superficie aproximada de 236 km^2. De forma implícita, en el apartado anterior se ha descrito la naturaleza de las rocas que afloran en los bordes del acuífero.

Sintéticamente, se pueden considerar como límites de naturaleza impermeable (figura 33) los micasquistos y cuarcitas del Complejo Nevado-Filábride situados al Este y sureste; las pizarras, filitas, diabasas, metabasitas y cuarcitas de las Unidades Intermedias, que afloran al suroreste; las pizarras, cuarcitas, filitas y micasquistos del Complejo Alpujárride, ubicados al noroeste y Oeste; y por último, los materiales margosos que afloran en la parte noreste, Sur, suroeste y noroeste del acuífero.

El límite noreste es aproximado y separa los acuíferos del Alto Guadalentín y Bajo Guadalentín. Tiene mayor abundancia de niveles arcillosos que originan un funcionamiento muy semejante a un acuífero multicapa (IGME-YRIDA, 1978).

Por otra parte, puede existir alguna conexión hidrogeológica entre los materiales detríticos del acuífero y las rocas carbonatadas del Complejo Nevado-Filábride, del Complejo Alpujárride, de las Unidades Intermedias y del Bético Indiferenciado -aunque sin llegar a ser importante dada la escasa extensión de todos los afloramientos-, como así también en relación con los materiales de las terrazas y piédemonte de la sierra de la Tercia.

En cuanto a la naturaleza del fondo del acuífero o sustrato, y de acuerdo con criterios geológicos, las columnas de sondeos seleccionadas y los resultados de la interpretación de los datos de geofísica eléctrica (capítulo III), éste se supone impermeable y formado principalmente por rocas metamórficas, margas y margas con intercalaciones de arenas y conglomerados del Terciario.

Sin embargo, la existencia de discontinuidades, tales como fracturas, fisuras, esquistosidades, etc., y la acción sobre ellas de los procesos de alteración -ambas características constatables en campo- originan la aparición de huecos que confieren a estos materiales un cierto poder acuífero; es por eso que se les puede asignar un comportamiento hidrogeológico acuícludo-acuitardo.

Los mármoles, con un comportamiento acuífero, se pueden encontrar en la serie formando intercalaciones de escasa potencia y a techo, donde sí tienen un cierto desarrollo, pudiendo almacenar volúmenes importantes de agua. Es conveniente recordar la existencia de los niveles de yeso en la base de los mármoles que, si bien tienen un comportamiento acuífero, al no ocupar una extensión importante su capacidad de almacenamiento es reducida, pero lo suficiente como para afectar a las características fisicoquímicas de las aguas, como se verá en el capítulo siguiente.

De los principales materiales que forman el Complejo Alpujárride, las pizarras, cuarcitas, filitas y micasquistos poseen un comportamiento acuícludo-acuitardo, y las dolomías y calizas dolomíticas acuífero. En relación con los materiales que forman las Unidades Intermedias, las pizarras, filitas, diabasas, metabasitas y cuarcitas tienen un comportamiento acuícludo-acuitardo, y las areniscas, calcoesquistos, calizas y dolomías poseen un comportamiento acuífero.

El Complejo Maláguide, escasamente representado en el área de estudio, está formado principalmente por pizarras y cuarcitas con un comportamiento acuícludo-acuitardo, y por areniscas, conglomerados y calizas -que incluyen niveles de yeso- con un comportamiento acuífero. Finalmente, en relación con el Bético Indiferenciado, cuyos materiales también están poco representados, las filitas y cuarcitas poseen un comportamiento acuícludo-acuitardo y las calizas acuífero.

Materiales postorogénicos

Los materiales del Terciario están constituidos principalmente por margas con un comportamiento acuícludo; también se encuentran margas con intercalaciones de arenas, conglomerados, calizas, yeso, areniscas margosas y pudingas, que tienen, en general, un comportamiento acuícludo, pudiendo comportarse como acuitardo, con variaciones de permeabilidad en la vertical y en la horizontal, en aquellos tramos donde la fracción de arena, conglomerado, caliza o yeso sea mayor. Las rocas volcánicas, formadas por riodacitas, están relativamente fracturadas y por lo tanto pueden almacenar agua, aunque sin llegar a constituir un volúmen importante dado que afloran en una superficie pequeña; se les asigna un comportamiento hidrogeológico acuitardo.

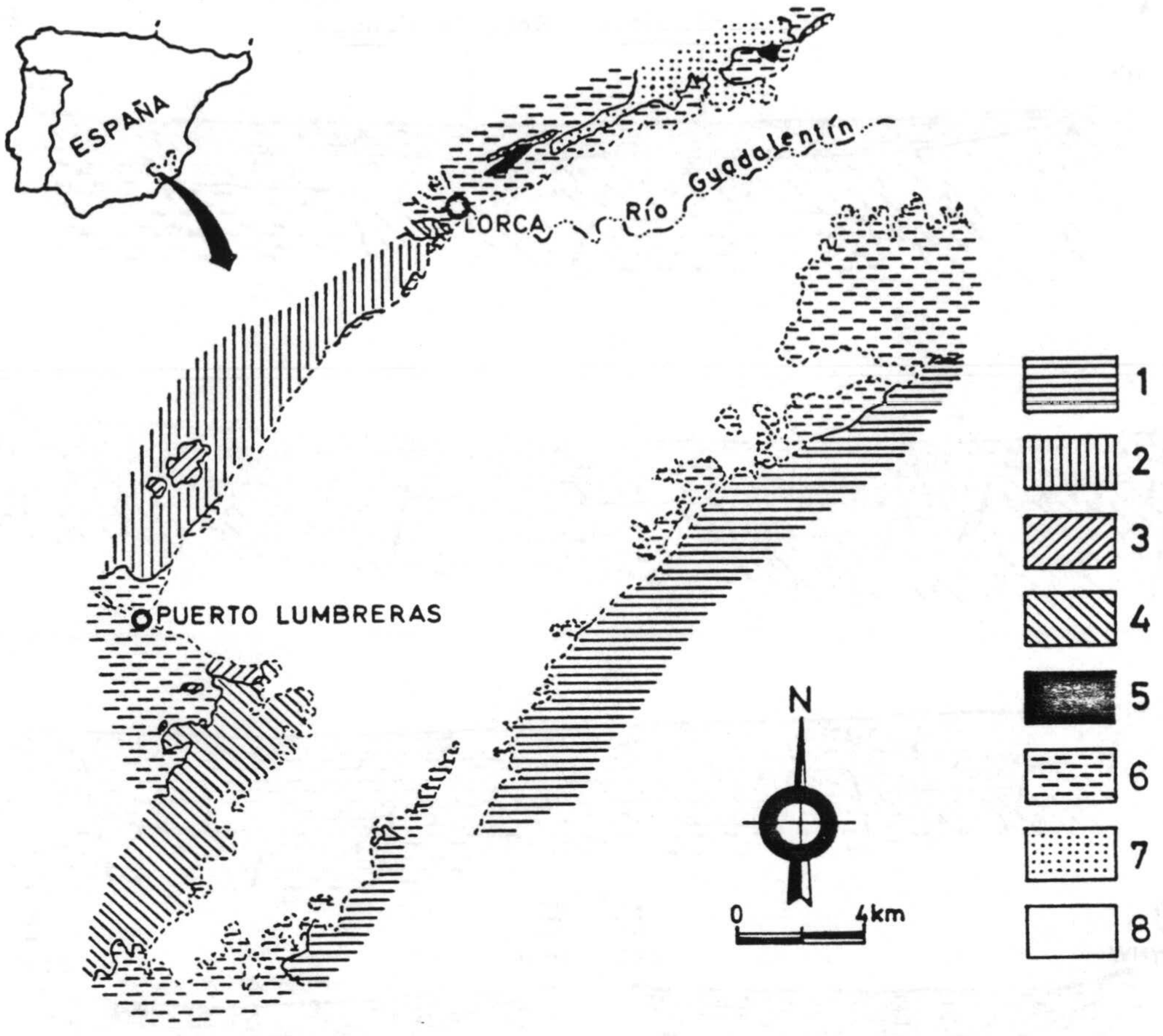


Figura 33.- Esquema hidrogeológico del área de estudio. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7: materiales de borde (1: Complejo Nevado-Filábride; 2: Complejo Alpujárride; 3: Complejo Maláguide; 4: Unidades Intermedias; 5: Bético Indiferenciado; 6: margas; 7: detrítico de piédemonte y terrazas); 8: relleno pliocuaternario.

6.2. GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

De acuerdo con los resultados obtenidos de la reinterpretación de los datos de geofísica eléctrica del acuífero (capítulo III), se puede ver que espacialmente, el sustrato metamórfico se dispone formando una estructura compleja de horsts y grabens (figuras 34 y 35). Así, se pueden encontrar áreas del acuífero donde el sustrato metamórfico está relativamente próximo a la superficie, como sucede en la parte central donde se detecta a menos de 300 m, y que da lugar a importantes implicaciones hidrogeoquímicas. Por otro lado, se observan zonas donde este sustrato se encuentra a profundidades relativamente importantes -pudiendo superar los 800 m-, como ocurre en las áreas próximas a los bordes Este y Oeste del acuífero.

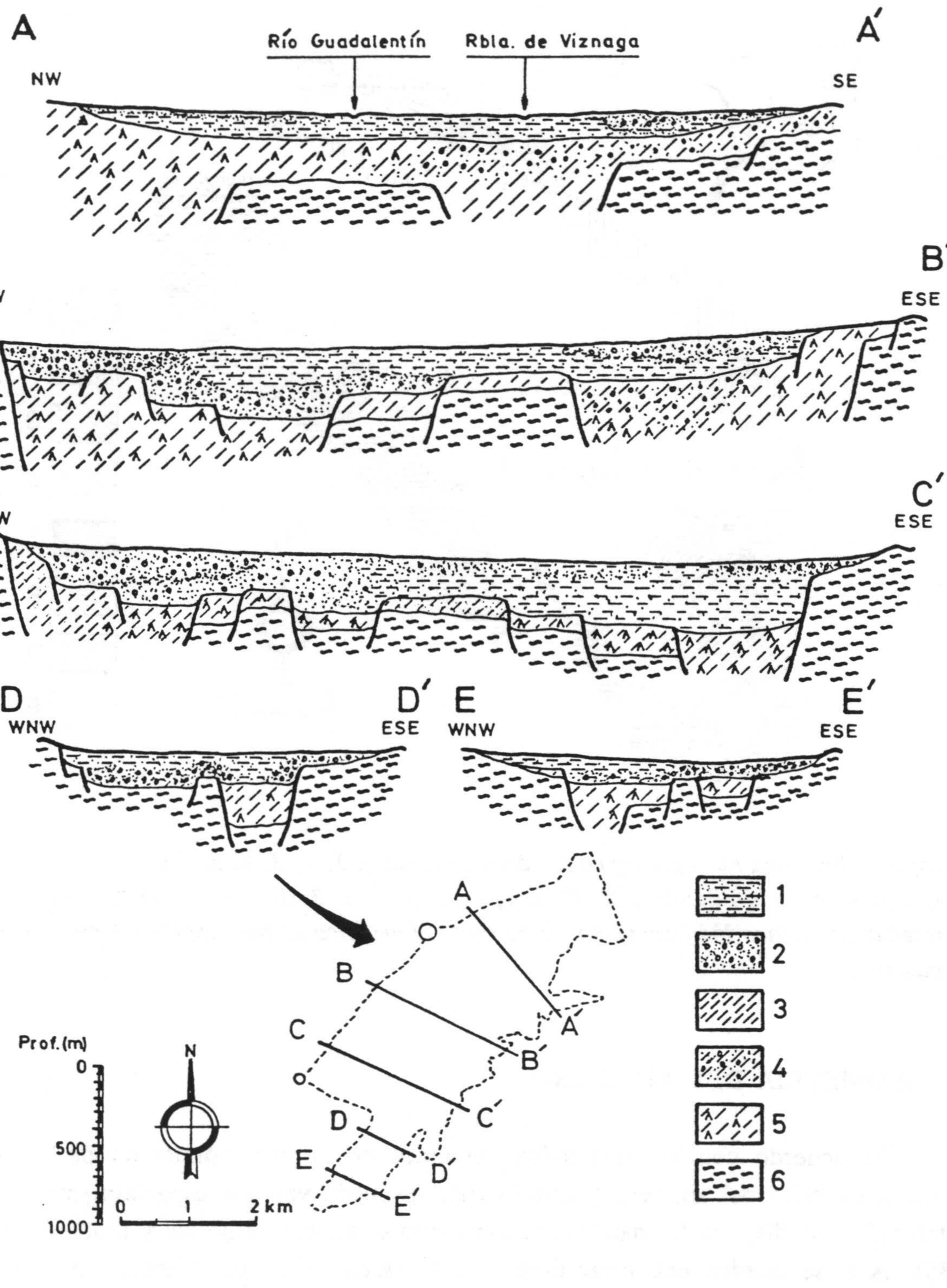


Figura 34.- Cortes geológicos transversales del área estudiada. 1: arcillas, limos, arenas y gravas; 2: arenas, gravas y conglomerados; 3: margas; 4: margas con arenas y conglomerados; 5: margas con yeso; 6: sustrato metamórfico.

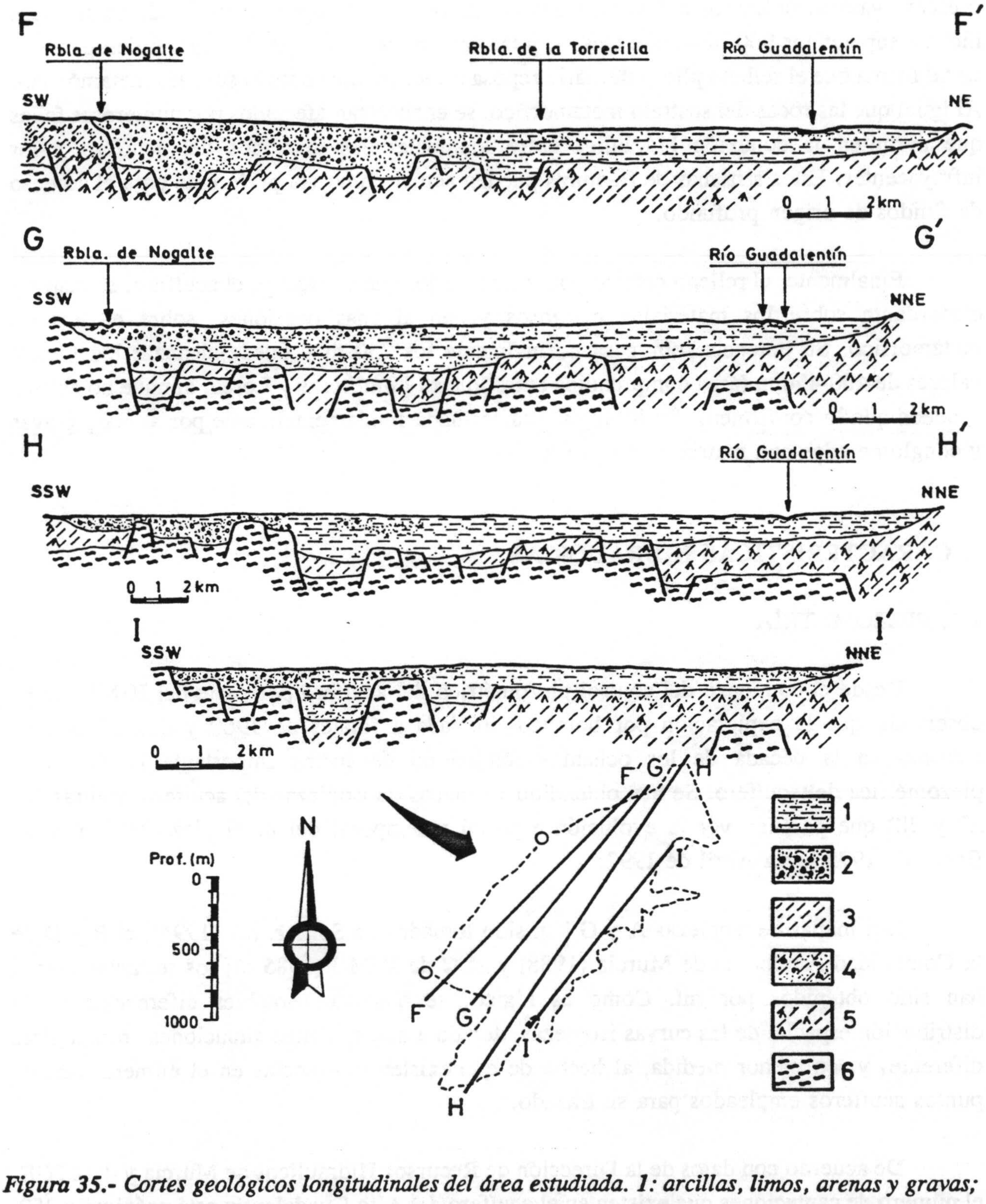


Figura 35.- Cortes geológicos longitudinales del área estudiada. 1: arcillas, limos, arenas y gravas; 2: arenas, gravas y conglomerados; 3: margas; 4: margas con arenas y conglomerados; 5: margas con yeso; 6: sustrato metamórfico.

Los materiales margosos se disponen de forma discordante sobre el sustrato

metamórfico. En relación con su potencia, se pone de manifiesto que existen áreas donde presenta valores próximos a 100 m, otras donde puede ser superior, pudiendo alcanzar, e incluso superar los 900 m -límite Oeste-, y también otras donde puede llegar a desaparecer, de tal forma que el relleno pliocuaternario reposa directamente sobre el sustrato metamórfico. Al igual que las rocas del sustrato metamórfico, se encuentran afectados por numerosas fallas que permiten la conexión hidráulica entre los materiales detríticos del acuífero y los infrayacentes. Estos sistemas de fracturas pueden actuar como vía preferente para el ascenso de fluidos de origen profundo.

Finalmente, el relleno detrítico pliocuaternario, que constituye el acuífero, se dispone discordante sobre los materiales margosos y, en algunas ocasiones, sobre el sustrato metamórfico. Su potencia sobrepasa normalmente los 250 m y puede alcanzar localmente valores de 400-450 m (área comprendida entre Puerto Lumbreras y Lorca, aunque no existen sondeos que lo confirmen). Su litología está formada fundamentalmente por arenas, gravas y conglomerados con matriz de arena y/o limo.

7. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

7.1. PIEZOMETRÍA

Desde el comienzo del control piezométrico del acuífero por parte del IGME, se ha observado que la explotación por bombeo -iniciada a finales de 1960 y que alcanza su máximo en la década de los ochenta- condicionó de forma importante la evolución piezométrica del acuífero. Se han obtendido 12 mapas de isopiezas del acuífero (figuras 36, 37 y 38) que pemiten ver la evolución espacial y temporal del nivel piezométrico desde Enero de 1975 hasta Abril de 1992.

Los mapas de isopiezas A y G han sido tomados de Solís *et al.* (1994), el B y D de la Comunidad Autónoma de Murcia (1988) y el C de IGME (1985 c); los restantes mapas han sido obtenidos por mí. Como es lógico, se observan notables diferencias en la distribución espacial de las curvas isopiezas, debido a que se tienen situaciones cronológicas diferentes y, en menor medida, al hecho de que existen diferencias en el número total de puntos acuíferos empleados para su trazado.

De acuerdo con datos de la Dirección de Recursos Hidráulicos de Murcia y del ITGE, el número de captaciones que existen en el acuífero del Alto Guadalentín está próximo a 350, e incluso puede ser superior debido a que algunas de ellas no han sido inventariadas por estar inutilizadas dede hace muchos años. Lamentablemente, gran parte de las captaciones fueron realizadas sin asesoramiento hidrogeológico, lo que ha hecho que éstas se encuentren

igualmente repartidas por toda la superficie del acuífero y además, que sean muy escasas las columnas estratigráficas fiables. Del número total de captaciones, existen en explotación alrededor de 100 (Comunidad Autónoma de Murcia, 1988), aunque es de esperar que actualmente su número sea inferior, puesto que a medida que transcurre el tiempo se van inutilizando o cerrando debido a los problemas que comentaré más adelante (durante el desarrollo de este trabajo fueron cerradas tres del total de captaciones utilizadas en la red de control hidroquímico).

En primer lugar, y de forma general, es evidente la existencia de una direccción de circulación preferente del flujo subterráneo desde la parte meridional del acuífero (SO) hacia la parte septentrional (NE), y que coincide con la alineación natural Rambla de Nogalte-Rambla de Viznaga; esto es claramente visible en el mapa de isopiezas de Enero de 1975 (A), debido a que todavía no existía una influencia importante de las explotaciones en la morfología de las curvas isopiezas. El funcionamiento de ambas ramblas habría permitido el depósito, en este eje de drenaje, de materiales con una permeabilidad elevada.

Un segundo aspecto, y como rasgo común a todos ellos, es que el flujo subterráneo en la parte Sur del acuífero es constante hacia el nor-noroeste. En el extremo suroeste del acuífero, y en las proximidades de Puerto Lumbreras, el sentido del flujo es inicialmente hacia el noreste, pero posteriormente se modifica en sentido nor-noreste debido a la importante explotación por bombeo, localizada en el borde occidental del acuífero, en el área comprendida entre Lorca y Puerto Lumbreras. El funcionamiento de las ramblas de Torrecilla, Alta y Béjar ha originado en este sector, el depósito de materiales con excelentes características hidrogeológicas. En el borde oriental del acuífero, la tendencia del flujo es predominantemente hacia el eje preferencial del flujo ramblas de Nogalte-Viznaga, comentado anteriormente.

En la parte central del acuífero, destaca el importante cono de depresión originado por el excesivo bombeo y que produce un gradiente inducido en esta dirección. Aunque la morfología de las isopiezas cambia de un año a otro, se puede ver que inicialmente este cono coincidía con la localización de las mayores extracciones (áreas próximas a la Estación de Lumbreras), pero luego tiene lugar su desplazamiento progresivo hacia el borde occidental (área próxima al Llano de Béjar), debido a que en los últimos años la explotación del acuífero se ha concentrado aquí por la mejor calidad del agua. En este área, la variación de la cota del nivel del agua ha estado comprendida entre 250 m s.n.m. (Enero de 1975) y 150 m s.n.m. (Abril de 1992). También, además del anterior, en los mapas de isopiezas de Enero de 1992 y Abril de 1992 (figura 38, K y L) se observa la aparición de un nuevo cono de depresión, situado al Este de la carretera Lorca-Aguilas y en las proximidades de la rambla de Viznaga, originado también por la explotación por bombeo localizada en este sector del acuífero y cuya estabilización en el tiempo dependerá del mantenimiento del actual ritmo de

las extracciones.

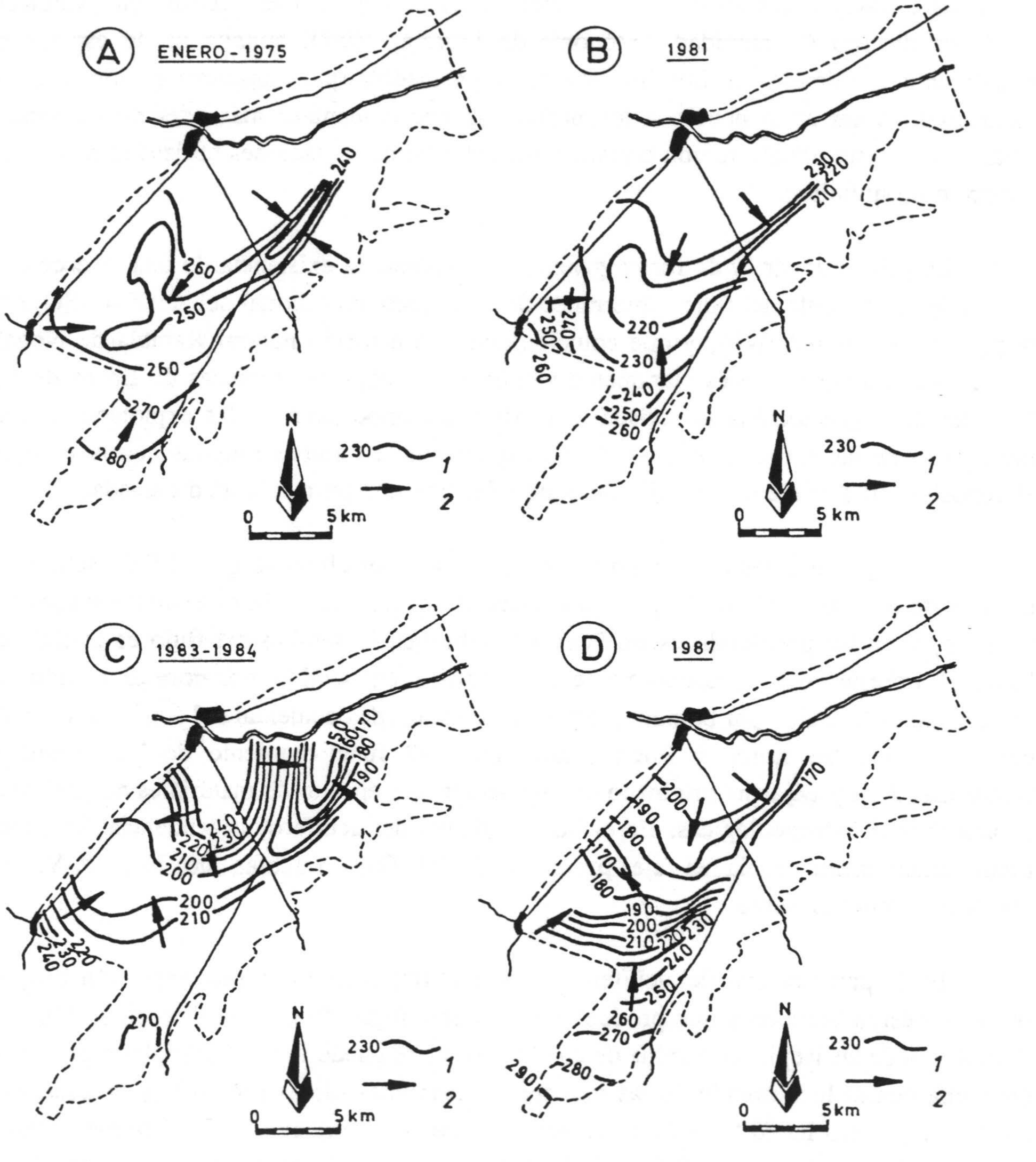


Figura 36.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. A:Enero, 1975; B:1981; C:1983; D:1987; 1:curva isopieza (m s.n.m.); 2:dirección del flujo (modificado de: A:Solís et al., 1994; B y D: Comunidad Autónoma de Murcia, 1988; C:IGME, 1985).

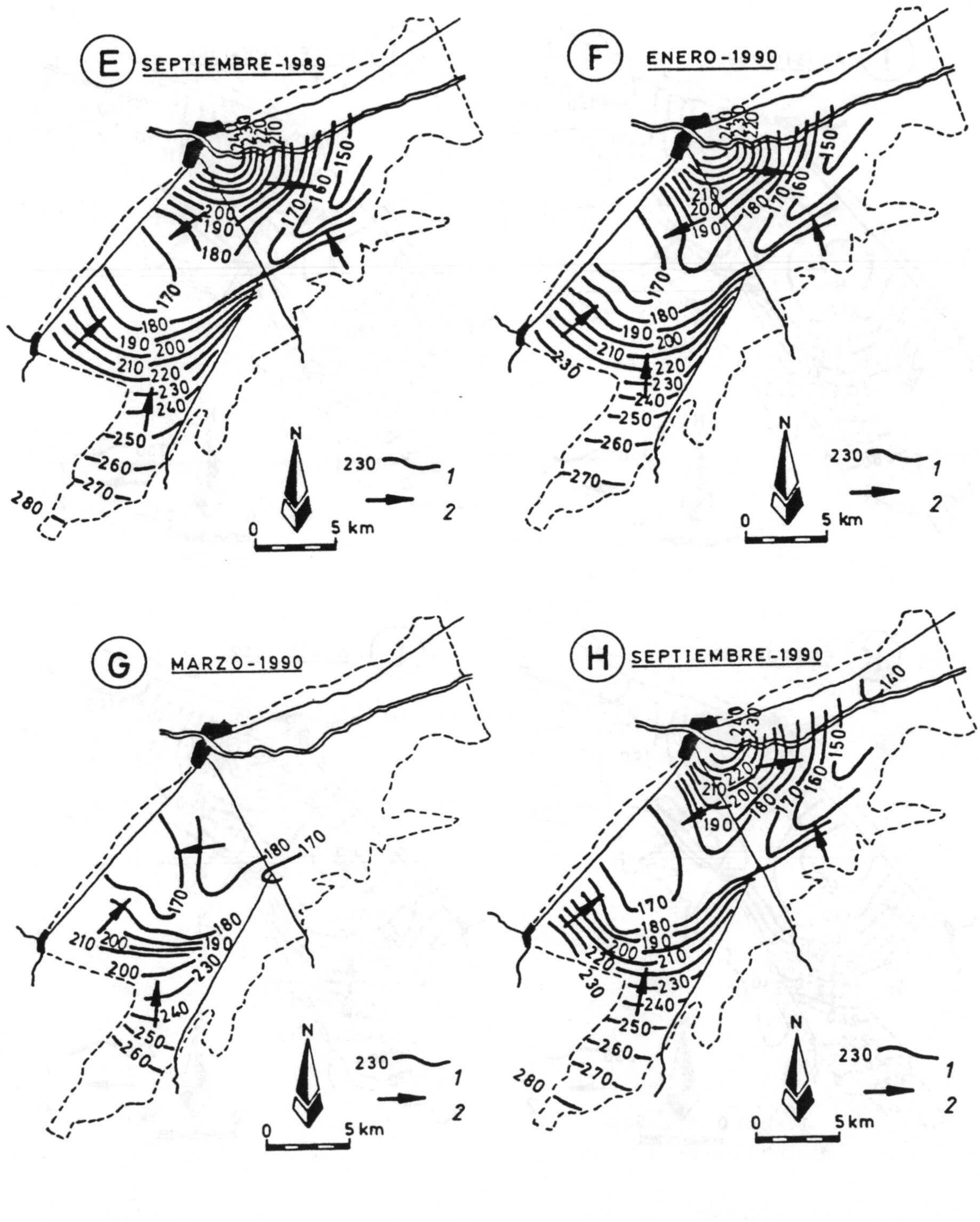


Figura 37.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. E:Septiembre, 1989; F:Enero, 1990; G:Marzo, 1990; H:Septiembre, 1990; 1:curva isopieza (m s.n.m.); 2:dirección del flujo (G: modificado de Solís et al., 1994).

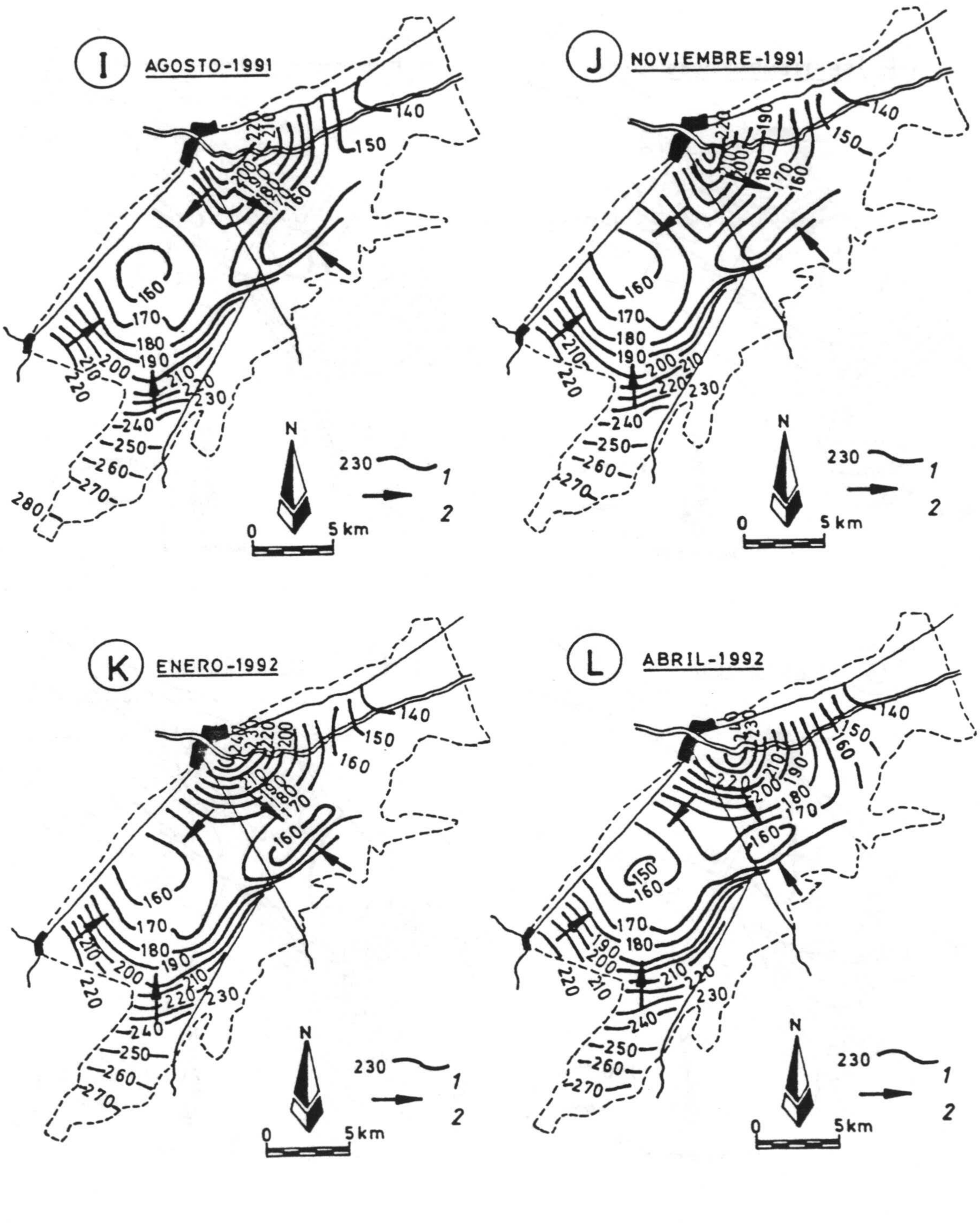


Figura 38.- Mapas de isopiezas del acuífero del Alto Guadalentín. I:Agosto, 1991; J:Noviembre, 1991; K:Enero, 1992; L:Abril, 1992; 1:curva isopieza (m s.n.m.); 2:dirección del flujo.

Asimismo, se puede ver que la morfología de las isopiezas al sureste de Lorca indica la existencia de un umbral piezométrico muy constante, y que coincide con la zona de regadío, llamado *Tradicional*, del término de Lorca. A partir de este umbral, el flujo se

dirige al noreste (coincidente con la dirección preferencial del flujo), y al sureste y suroeste (debido al gradiente inducido creado por el exceso de bombeo en ambas zonas).

En general, la evolución temporal del nivel piezométrico en el acuífero muestra un descenso continuado desde que el ITGE (anteriormente IGME) iniciara su control a finales de los años sesenta; y que fué aumentando progresivamente hasta la década de los ochenta, en la cual se registraron los valores máximos, para disminuir después de intensidad. También, y de forma paralela al ITGE, controlé esta evolución durante el período en que desarrollé este estudio (1989-1992), observando que en los últimos años el descenso no ha sido constante en todo el acuífero, estando condicionado por la cantidad bombeada en las distintas áreas de explotación.

En la figura 39 se muestra la evolución del nivel piezométrico en cuatro sectores diferentes del acuífero del Alto Guadalentín, y para un perídodo que abarca desde el año 1972 hasta el año 1992: suroccdiental (50004), central (60005-60084-60081 y 20051-20041-20048-20069) y nororiental (30036-30012-30059). En algunos casos, ha sido necesario reemplazar el sondeo de control debido a su inutilización por quedarse seco o haber sido desmontado porque su explotación no era rentable.

De forma esquemática, en la tabla 11 se pueden ver los descensos medios del nivel piezométrico en los sectores occidental, central y oriental del acuífero, para los distintos períodos de control y diferentes fuentes consultadas. El descenso del nivel piezométrico en el acuífero fue continuo durante el período 1973-1976 (2,5 m/año); a partir del año 1976 tuvo lugar un aumento importante de la explotación de las aguas del acuífero, que provocó un incremento del ritmo de los descensos (4,5 m/año).

La escasez de las precipitaciones a principios de los ochenta, que se prolonga hasta finales del año 1983, hizo que las extracciones por bombeo en el acuífero aumentaran todavía más, fundamentalmente en el sector central (con un descenso medio de 10 m/año para el período 1984-1985); por el contrario, en el sector oriental, los bombeos desparecen o disminuyen al perder rendimiento las captaciones, provocando un descenso medio poco importante (1 m/año para el período 1986-1987).

El encarecimiento del agua, debido al aumento de su profundidad y a la extensión de las manifestaciones de gas en los sondeos del sector central -gas carbónico principalmente-, con los problemas que origina en la captación (y cuyas primeras manifestaciones se detectaron en 1984, de acuerdo con Rodríguez Estrella *et al.*, 1987), provocó una disminución importante del volumen de explotación de este sector, de tal forma que el descenso medio del nivel piezométrico fué significativamente menor (4-7 m/año en el período 1986-1989). No sucedió lo mismo en el sector occidental, donde se incrementaron las

extracciones al no existir manifestaciones de gas y ser el agua de mejor calidad, originándose un aumento notable en el descenso medio (12 m/año para el período 1986-1989).

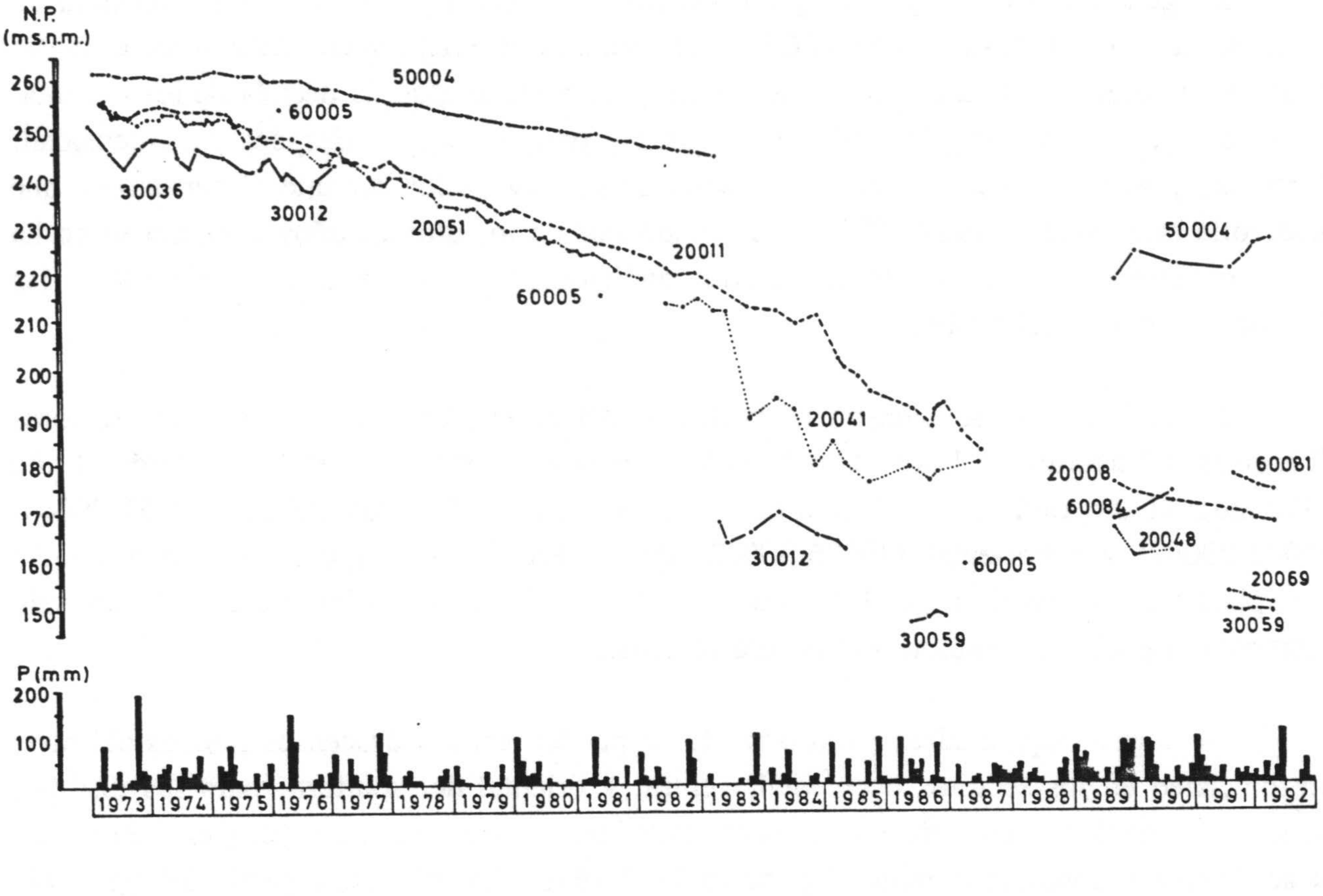


Figura 39.- Evolución del nivel piezométrico en cuatro sectores diferentes del acuífero del Alto Guadalentín. Extremo suroccdiental: 50004; sector central: 60005-60084-60081 y 20051-20041-20048-20069; borde nororiental: 30036-30012-30059 (los datos del período 1972-1987 han sido tomados de la Comunidad Autónoma de Murcia, 1988).

Durante el período de 1989-1992 se observa una reducción general en el ritmo de descensos del nivel piezométrico, de tal forma que en algunos sondeos el nivel piezométrico se ha llegado a estabilizar, e incluso invertir su tendencia, debido a la disminución y/o ausencia total del bombeo porque el deterioro de la calidad del agua ha alcanzado valores importantes -debido a su salinización y/o aumento notable del CO_2-, y también a que ha existido un aporte mayor de agua del Trasvase Tajo-Segura. Con notables diferencias, la explotación continúa siendo importante en el sector occidental del acuífero (4-6 m/año) respecto a los sectores central (2-3 m/año) y oriental (1,5-2,5 m/año). En este mismo sentido, en la figura 40 se muestran los descensos para los períodos 1975/1984, 1984/1989 y 1989/1992.

Sector	Descenso medio (m/año)	Período	Fuente
Central	2,5	1973/1976	IGME-IRYDA (1978)
	4,5	1976/1983	Com. Aut. Murcia (1988)
	10	1984/1985	Com. Aut. Murcia (1988)
	4-7	1986/1989	Rodríguez Estrella *et. al.* (1989)
	2-3	1989/1992	Autor
Occidental	1-1,5	1973/1976	IGME-IRYDA (1978)
	4-5	1976/1983	Com. Aut. Murcia (1988)
	12	1986-1989	Rodríguez Estrella *et. al.* (1989)
	4-6	1989/1992	Autor
Oriental	2,5	1973/1976	IGME-IRYDA (1978)
	4,5	1976/1983	Com. Aut. Murcia (1988)
	1	1986-1987	Rodríguez Estrella *et. al.* (1989)
	1,5-2,5	1989/1992	Autor

Tabla 11.- Valores medios del descenso del nivel piezométrico en el acuífero.

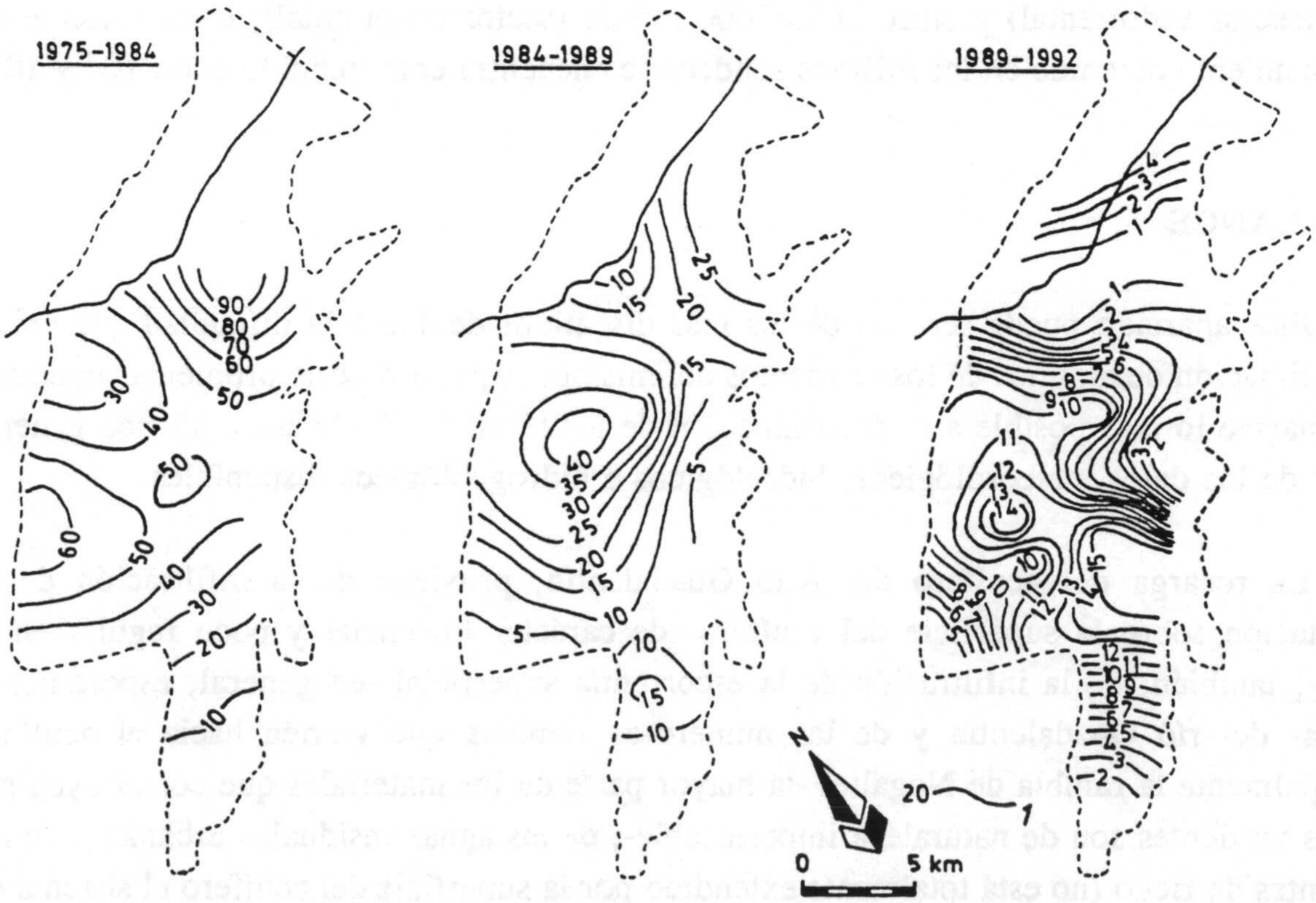


Figura 40.- Mapas de isodescensos del acuífero. 1:curva de igual descenso (m s.n.m.).

7.2. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

A partir de las mediciones del nivel piezométrico obtenidas en el acuífero puede deducirse que el gradiente hidráulico de la superficie piezométrica varía de unos sectores a otros del acuífero en el transcurso del tiempo, debido a que está condicionado fundamentalmente por la intensidad de la explotación por bombeo. Los mayores gradientes se encuentran en la parte septentrional y en el borde oriental, con valores medios de 1,6 % y 2 %; en las proximidades de Lorca, en la zona correspondiente al regadío llamado *tradicional*, el gradiente medio es de 1,6 %.

En el extremo suroccidental, que coincide con la continuación de la rambla de Nogalte en el acuífero, el gradiente medio tiene valores próximos a 1 %. En las proximidades de Almendricos el gradiente medio es de 0,4 %, y aumenta a 0,75 % a medida que nos desplazamos hacia el Norte, en dirección a Lorca. Finalmente, en la parte central del acuífero el gradiente medio tiene valores próximos a 0,5 %.

De acuerdo con los datos obtenidos en las campañas de bombeos de ensayo realizadas por el IGME en el acuífero del Alto Guadalentín (1974 y 1978), los valores de transmisividad obtenidos varían entre 3600-7200 m^2/d (sector occidental y central), 420 m^2/día (sector sudoriental) y entre 1600-3600 m^2/día (sector nororiental); el coeficiente de almacenamiento obtenido en los mismos sondeos se encuentra comprendido entre 10^{-1} y 10^{-2}.

7.3. BALANCE

Este apartado puede ser uno de los más discutidos debido a la dificultad que existe en la estimación de algunos de los elementos del mismo. A pesar de este problema, intentaré aproximarme lo más posible a la determinación de los términos del balance hídrico general a partir de los datos meteorológicos, hidrológicos e hidrogeológicos disponibles.

La recarga del acuífero del Alto Guadalentín, proviene de la infiltración de la precipitación sobre la superficie del acuífero -de carácter torrencial y poco regular en el tiempo-; también, de la infiltración de la escorrentía superficial -en general, esporádica y violenta- del río Guadalentín y de las numerosas ramblas que vierten hacia el acuífero (principalmente la rambla de Nogalte) -la mayor parte de los materiales que constituyen sus cuencas vertientes son de naturaleza impermeable-, de las aguas residuales urbanas y de los excedentes de riego (no está totalmente extendido por la superficie del acuífero el sistema de riego por goteo, de alta eficiencia). El agua que se emplea para regar proviene del Trasvase Tajo-Segura, de los embalses de Puentes y de Valdeinfierno, y del propio acuífero.

De acuerdo con Solís *et al.* (1994), antes de intensificarse las extracciones por bombeo, la descarga del acuífero se realizaba subterráneamente hacia el Bajo Guadalentín, y, en aquellas zonas donde el nivel piezométrico estaba próximo a la superficie, podrían haber existido descargas al río Guadalentín y pérdidas por evapotranspiración (cuenca semiendorreica del Saladar). Sin embargo, de acuerdo con el mapa de isopiezas de Abril de 1992 (figura 38), en la parte más septentrional del acuífero la disposición de las isopiezas indica que una parte del flujo subterráneo se dirige hacia el Bajo Guadalentín, por lo que debe existir un cierto volumen de agua que sale del acuífero.

Actualmente, las salidas se deben a la explotación por bombeo (a excepción de lo comentado anteriormente), con objeto de cubrir la demanda agrícola del lugar y de áreas externas al acuífero (regadíos de Pulpí y de Aguilas). Los bombeos se realizan de forma intermitente y de acuerdo con las necesidades agrícolas y "económicas" del momento; además, éstos no se realizan de forma homogénea en el espacio y en el tiempo. Así, se pueden encontrar áreas en donde la explotación es bastante intensa debido a la mejor calidad de las aguas -área comprendida entre Puerto Lumbreras y el Esparragal-, o aunque no sea tan buena como para permitir su uso directamente, sí mezclada con agua del Trasvase Tajo-Segura; y otras donde ésta es nula debido a que los sondeos han sido abandonados por tener caudales muy pobres o salinidad excesiva.

Infiltración de la escorrentía de superficie

Constituye la principal fuente de alimentación del acuífero del Alto Guadalentín y corresponde a la infiltración (directa o natural) de las aportaciones generadas en el río Guadalentín, rambla de Nogalte y demás ramblas que vierten hacia el acuífero.

De acuerdo con IGME (1978), el volumen medio anual suministrado por los embalses de Puentes y de Valdeinfierno (situados a 14 km de la ciudad de Lorca y que regulan la escorrentía que se genera en la parte de la cuenca del río Guadalentín por encima de esta ciudad) es aproximadamente de 11 hm^3/año, y que es medido en la estación de aforo de *La Casamata*. La Casamata, situada en la ciudad de Lorca, es el repartidor general del agua procedente de los dos embalses mencionados anteriormente, y de algunos sondeos que captan el propio acuífero. Constituye la única fuente permanente y oficial de riego para la zona de regadío *Tradicional* del término de Lorca.

La aportación lateral subterránea total de la rambla de Nogalte no se conoce; sólo se sabe que el caudal medio que descarga a través de la galería llamada *El Caño* está próximo a 2,5 hm^3/año (IGME 1978). Sin embargo, este valor es inferior al de la escorrentía superficial teórica, calculada de acuerdo con la superficie de su cuenca vertiente de 125 km^2.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
COMISION DE DOCTORADO

Su cálculo aproximado es relativamente simple, ya que se supone que toda la precipitación, y descontada la evapotranspiración real, se transforma en escorrentía dadas las características geológicas de la cuenca vertiente.

El método de Thornthwaite permitió obtener la evapotranspiración de acuerdo con los valores de precipitación diaria, temperatura media mensual y capacidad de campo de 75 mm (ya comentados en los apartados 2, 3 y 4.3 de este capítulo). La diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración permite obtener la lluvia útil, que en este caso corresponderá a la escorrentía superficial. De acuerdo con esto, los caudales extremos obtenidos para la rambla de Nogalte, considerando el año seco y húmedo, son de 0 y 19 hm^3/año respectivamente, mientras que para el año medio es de 4 hm^3/año.

En relación con la escorrentía superficial generada en el resto de las ramblas que vierten hacia el acuífero (teniendo en cuenta las mismas consideraciones realizadas para la rambla de Nogalte) y que drenan una cuenca vertiente total estimada en 1.023 km^2, se obtiene para el año seco y húmedo un caudal de 0 y 108 hm^3/año respectivamente; para el año medio el caudal encontrado es de 28 hm^3/año.

Por lo tanto, los volúmenes aportados por los tres grupos considerados anteriormente, correspondiente a las entradas en el acuífero del Alto Guadalentín por el concepto de escorrentías de superfice, son de 11 hm^3/año (año seco), 43 hm^3/año (año medio) y 138 hm^3/año (año húmedo). De forma orientativa, se puede calcular el procentaje global de estos volúmenes que se infiltra y que alimentaría al acuífero; considerando que los materiales que forman el acuífero tienen, en general, valores elevados de permeabilidad, y que el sistema habitual de riego es por inundación, se puede considerar una infiltración anual del 15 %, con lo que el volumen infiltrado por este concepto sería de 2 hm^3/año (año seco), 7 hm^3/año (año medio) y 21 hm^3/año (año húmedo).

Infiltración de la lluvia útil

Este concepto de las aportaciones, y que en este caso es secundario, corresponde a la parte de agua precipitada e infiltrada en el acuífero. Ante la imposibilidad de ser medida directamente, la calculé de forma aproximada, estimándola como un porcentaje de la lluvia útil de acuerdo con el siguiente criterio: si ésta se encontraba comprendida entre 0 y 30 mm, se consideró la escorrentía nula, el 10 % se asignó para un valor comprendido entre 30 y 50 mm, el 20 % cuando estaba entre 50 y 100 mm, el 30 % para valores entre 100 y 150 mm, y finalmente, el 40 % cuando era superior a 150 mm.

De acuerdo con esto, y teniendo en cuenta una lluvia útil de 28 mm -para una

capacidad de campo de 75 mm- y una superficie del acuífero de 236 km^2, se obtiene una aportación para el año seco y húmedo de 0 y 21 hm^3/año respectivamente, y para el año medio un caudal de 6 hm^3/año. Estas cifras deben ser consideradas como orientativas, ya que pueden contener errores debido a que las condiciones teóricas empleadas en su cálculo son ideales, y por lo tanto podrían influir positiva o negativamente la intensidad de las precipitaciones, el grado de humedad del suelo y las pérdidas por evapotranspiración según los diferentes cultivos existentes en el área.

Frances *et al.* (1992) han elaborado un modelo de flujo, adecuado al período 1972-1989, que estima las entradas del acuífero en 11 hm^3/año. Por otra parte, Solís *et al.* (1994) consideran que este valor es muy superior a su recarga natural, debido a que existen importantes volúmenes de retorno de riego relacionados con la evolución reciente de la distribución espacial de los regadíos en el acuífero, fundamentalmente a partir de 1984.

Infiltración del retorno de riego

En este apartado consideraré las aportaciones proporcionadas por el Trasvase Tajo-Segura, las aguas residuales de las ciudades de Lorca y Puerto Lumbreras, y el retorno de riego correspondiente a los bombeos netos (diferencia entre el volumen de bombeo y de retorno). En lo que se refiere a la aportación del Trasvase Tajo-Segura, aunque por ley (BOE, Octubre de 1980) está prevista una aportación de 65 hm^3/año, este valor nunca se ha llegado a alcanzar, estando próximo a los 29 hm^3/año (Comunidad Autónoma de Murcia, 1988). En cuanto al volumen anual medio de aguas residuales suministrado por las poblaciones de Lorca y Puerto Lumbreras, se estima que es de 1,3 hm^3 (Comunidad Autónoma de Murcia, 1988).

Así, el volumen total aportado por estos tres conceptos es de 30,3 hm^3/año. Para calcular el volumen que se infiltra tuve en cuenta una infiltración anual del 15 % (de acuerdo con el criterio comentado para la infiltración de las escorrentías de superficie), obteniendo un volumen de 5 hm^3/año.

Alimentación profunda inducida del sustrato del acuífero

El importante descenso del nivel piezométrico que ha tenido lugar en el acuífero, origina un brusco aumento de la diferencia de potencial que permite un aporte de agua desde el sustrato hacia el acuífero. El volumen aportado por este concepto es muy difícil de evaluar, por lo que solamente me limitaré a citar su probable existencia.

Bombeos netos

En relación con los bombeos, mis datos no abarcan todas las captaciones existentes en el acuífero, por lo que he tenido que recurrir a los valores obtenidos para los mismos por el IGME y la Comunidad Autónoma de Murcia. Además, se debe recordar la enorme dificultad que hay para estimar los volúmenes de las extraciones y consumos por bombeo, si se tiene en cuenta el gran número de captaciones que explotan el acuífero (alrededor de 100) con caudales variables en el espacio y en el tiempo, muchas de las cuales son imposibles de controlar.

De acuerdo con estos dos organismos mencionados anteriormente, desde que en el año 1987 se produjo el máximo de la explotación -con 82 hm^3/año- ha tenido lugar un progresivo descenso, siendo actualmente próxima a 40 hm^3/año. También, es conveniente señalar que una parte de este volumen extraido (aproximadamente 11,5 hm^3/año) se emplea para regar áreas externas al acuífero del Alto Guadalentín, tales como Pulpí y Aguilas; por lo tanto, el volumen estrictamente bombeado hacia el acuífero es de 28,5 hm^3/año. Por otra parte, si se considera un retorno de riego medio del 15 % para el volumen anterior, se puede obtener por diferencia el volumen correspondiente a los bombeos netos. Así, se estiman unos bombeos netos para el acuífero del aproximadamente 25 hm^3/año.

Salidas laterales ocultas

Como ya comenté al inicio de este apartado, en la parte más septentrional del acuífero la disposición de las isopiezas indicaban que una parte del flujo subterráneo se dirigía hacia el Bajo Guadalentín, por lo que era muy posible que cierto volumen de agua saliera fuera del acuífero.

Para calcular de forma estimativa este volumen, consideré una permeabilidad de aproximadamente 17 m/d (IGME, 1978) y una sección media del acuífero entre 500 y 1000 m de ancho (debido a que en la parte septentrional del acuífero la litologia es predominantemente más limo-arcillosa, presentando mejores características hidráulicas en las áreas próximas al cauce del río Guadalentín), un gradiente hidráulico medio de 1,6 % y un espesor saturado medio de 50 m. De acuerdo con estas consideraciones, el volumen que se obtiene por este concepto está comprendiddo entre 3 y 5 hm^3/año.

Finalmente, en la figura 41 se representa un esquema del balance hídrico que permite ver con más claridad la posible variación de la reserva del acuífero.

BALANCE HÍDRICO				
		AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO HÚMEDO
ENTRADAS hm^3/a	I_{ES}	2	7	21
	I_D	0	6	21
	R_R	5	5	5
	A_P	?	?	?
	TOTAL	7	18	47
SALIDAS hm^3/a	S_{BN}	25	25	25
	S_L	3 5	3 5	3 5
	TOTAL	28 30	28 30	28 30
	VR	-21 -23	-10 -12	19 17

Figura 41.- Esquema de la variación de la reserva del acuífero del Alto Guadalentín. I_{ES}:infiltración de la escorrentría superficial; I_D:infiltración directa; R_R:retorno de riego; A_P:aporte de origen profundo (sustrato); S_{BN}:salida por bombeos netos; S_L:salida lateral oculta; VR:variación de la reserva (diferencia entre entradas y salidas).

CAPÍTULO V: FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS

1. MÉTODOS ANALÍTICOS

1.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la variación espacial y temporal de las características fisicoquímicas de las aguas subterráneas constituye una metodología ampliamente utilizada en los estudios hidrogeológicos, dado que permite obtener información sobre aspectos litológicos, geométricos, funcionales y de contaminación que intervienen en el acuífero. La variación de las propiedades fisicoquímicas de las aguas, en el espacio y en el tiempo, obliga a que la caracterización fisicoquímica de las aguas subterráneas necesite de la realización de campañas de obtención de muestras, que tendrán en cuenta estas dos variables y permitirán poner de manifiesto esta evolución.

En este apartado indicaré los métodos analíticos que utilicé para el análisis de los distintos iones, y que elegí de entre los propuestos en la bibliografía para análisis de aguas

(Hem, 1970; Rodier, 1978; ASTM, 1980); también empleé para el análisis de nitratos y fluoruros, los métodos puestos a punto por el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de Granada. No describiré las operaciones precisas para el análisis en relación con la preparación, contraste y conservación de las disoluciones, por considerar que no es el objetivo principal de este trabajo; no obstante, en todo momento se han seguido las especificaciones señaladas en la bibliografía anterior para cada método analítico. Finalmente, éstos fueron usados de acuerdo con la especificidad de la determinación y el intervalo de concentración esperado para los constituyentes analizados.

Dentro de las determinaciones realizadas se pueden distinguir tres grupos:

1) Parámetros no específicos: conductividad, pH, Eh y temperatura.

2) Constituyentes químicos mayoritarios: carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, sodio, potasio y nitratos.

3) Constituyentes químicos minoritarios y trazas: nitritos, amonio, fluoruros, sílice, litio, estroncio, boro, hierro, manganeso, aluminio, níquel, cobre, cromo, plomo, cinc, bario y cadmio.

1.2. PARÁMETROS NO ESPECÍFICOS

Conductividad, pH, Eh y temperatura.- La conductividad se determinó por conductimetría directa, con un conductímetro modelo *HI-8733*, de marca *Hanna Instruments*. El pH y Eh se determinaron por potenciometría directa, empleando un pHmetro de membrana modelo *HI-8314*, también de marca *Hanna Instruments*. La temperatura se determinó por termometría directa mediante un termómetro de mercurio, con rango de medida comprendido entre 0 °C y 60 °C y una sensibilidad de 0,1 °C.

1.3. CONSTITUYENTES QUÍMICOS MAYORITARIOS

Carbonatos y bicarbonatos.- La determinación de ambos iones se basa en la neutralización de un volumen conocido de muestra con ácido mineral diluido en presencia de indicadores. A partir de los volúmenes consumidos de ácido clorhídrico se estimaron las concentraciones de los iones carbonato y bicarbonato.

Sulfatos.- Se analizaron mediante turbidimetría, previa precipitación total de los sulfatos frente a una cantidad suficiente de iones bario. Se efectuó la medida de la turbidez, para una

longitud de onda de 420 *nm*, en un espectrofotómetro de doble haz "Perkin Elmer, mod. 124". Por último, se construyó la curva de calibrado y se obtuvo, a partir de ella, la concentración de este ion.

Cloruros.- Se determinaron en medio neutro con solución de nitrato de plata en presencia de cromato potásico. El final de la reacción se detecta por la formación del color rojo, característico del cromato de plata. Se calculó la concentración de cloruros a partir del volumen consumido de solución de nitrato de plata.

Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio.- Se analizaron con espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP), en un espectrómetro marca *Leeman Labs-PS*.

Nitratos.- Fueron determinados mediante el método Polarográfico, basado en que el catión UO_2^{2+} emite dos ondas de reducción bien diferenciadas durante los procesos $UO_2^{2+} \Leftrightarrow U^{5+}$ y $U^{5+} \Leftrightarrow U^{3+}$; la existencia de nitratos en el medio produce un incremento en la intensidad límite de una de ellas, la cual es proporcional a la concentración del ion nitrato en disolución.

1.4. CONSTITUYENTES QUÍMICOS MINORITARIOS Y TRAZAS

Nitritos.- El ácido sulfanílico, en medio clorhídrico y en presencia de ion amonio y fenol, forma con el ion nitrito un complejo coloreado. La intensidad de la coloración desarrollada es proporcional a la concentración de iones nitrito. Se midió, frente a un blanco y en un espectrofotómetro de doble haz *Perkin Elmer*, modelo *124*, la intensidad del color a una longitud de onda de 435 *nm*. Finalmente, se dibujó la curva de calibrado y se dedujo, a partir de la misma, el contenido en nitritos de la muestra analizada.

Amonio.- El reactivo de Nessler ($I_2Hg.2IK$) reacciona con el amonio originando un compuesto de color pardo rojizo o amarillo, dependiendo de la concentración de amonio, que permite la determinación colorimétrica del ion NH_4^+. Se midió, frente a un blanco y en un espectrofotómetro de doble haz *Perkin Elmer*, modelo *124*, la intensidad del color desarrollado para una longitud de onda de 425 *nm*. Luego se construyó la curva de calibrado y se calculó, a partir de ella, el contenido en amonio de la muestra analizada.

Fluoruros.- Para su determinación se utilizó el método de Adición de Patrón. Consiste esencialmente en la utilización de un electrodo selectivo de monocristal de LaF_3 convenientemente dosificado con Eu^{3+} que responde a la actividad del ion flúor. Su conexión al circuito electroquímico se consigue a través de un electrodo de referencia interna de Ag/AgCl. Se empleó un potenciómetro *CRISON 501*, un electrodo selectivo para ion F^- *ORION* y un electrodo de referencia de *calomelanos* (preferiblemente de doble unión líquida,

cuyo compartimiento interno contiene solución de KCl saturada y el externo NaCl 1M y KNO_3 1M). Se realizó la medida de potencial de cada disolución y se calculó la concentración de flúor.

Silicio, litio, estroncio, boro, fósforo, hierro, manganeso, aluminio, níquel, cobre, cromo, plomo, cinc, bario y cadmio.- Fueron analizados mediante espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP), en un espectrómetro marca *Leeman Labs-PS*.

2. SISTEMÁTICA DEL MUESTREO

Entre los objetivos de este trabajo de investigación, se planteó la caracterización hidroquímica del acuífero del Alto Guadalentín, la evolución temporal y espacial de las principales variables fisicoquímicas, la identificación de los focos y procesos de contaminación y la clasificación del agua para los diferentes usos de acuerdo con su calidad; para ello, se utilizaron los datos analíticos obtenidos en siete campañas de recogida de muestras realizadas entre Septiembre de 1989 y Abril de 1992.

Se tomaron muestras de sesenta y dos puntos acuíferos -seleccionados de forma que estuvieran repartidos lo más homogéneamente posible por toda la superficie del acuífero- y se obtuvieron un total de 335 muestras, que fueron analizadas en el laboratorio de Análisis de Aguas del Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (Granada) y en el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de Granada. El inventario de puntos acuíferos utilizados se puede consultar en el anexo 3. Los resultados analíticos obtenidos permitieron la elaboración de mapas de contenidos del conjunto de variables determinadas.

La adquisición del dato en campo.- Todas las muestras fueron tomadas directamente de la captación en funcionamiento, después de 15 minutos de bombeo como mínimo y después de lavar el recipiente con agua de la propia captación. Las variables medidas *in situ* fueron la conductividad, pH, Eh y temperatura. Las muestras recogidas se almacenaron en frascos de polietileno de doble tapón (con capacidades de 500 y 250 ml, y tratados previamente con permanganato potásico y ácido sulfúrico, y posteriormente con agua bidestilada hasta eliminar totalmente su acidez), sin burbuja de aire y a resguardo de la luz hasta su llegada al laboratorio en donde fueron conservadas en frigorífico a 4 °C y analizadas lo más rápidamente posible.

La preservación de las muestras, realizada con el fin de evitar la modificación de las características químicas de las aguas muestreadas, se hizo añadiendo 4 ml/l de una solución de 40 mg/l de $HgCl_2$ en aquellas a las que se le determinaron los iones amonio, nitrito y nitrato por una parte, y 0,25 ml/l de ácido nítrico concentrado en aquellas en las que se

analizaron los iones calcio, magnesio, sodio, potasio, sílice, litio, estroncio, boro, hierro, manganeso, aluminio, níquel, cobre, cromo, plomo, cinc, bario y cadmio. La elección de la temperatura de conservación y del aditivo de preservación añadido se hizo de acuerdo con las indicaciones de Rodier (1978), Catalán (1981) y Castillo (1986).

Detección de errores.- Para determinar la bondad de los análisis de las muestras, calculé el error porcentual del balance iónico mediante la ecuación de Schoeller (in Schoeller, 1962), y después de haber obtenido previamente las concentraciones en meq/l mediante la aplicación del programa *SOLMINEQ.88* (Kharaka *et al.*, 1988 c) a las concentraciones iónicas de cada análisis expresadas en mg/l):

$$Error\ (\%) = \frac{\Sigma cat - \Sigma an}{\Sigma cat + \Sigma an} \times 100$$

En ella, Σcat y Σan indican respectivamente la suma de cationes y de aniones expresados en meq/l (r); si se obtenía, de acuerdo con esta fórmula, un error igual o superior al 8 % se repetía el análisis.

3. ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

En esta fase del estudio se empleó el conjunto de programas *QUIMIC*, *DPIPER* (ambos para el cálculo de parámetros y clasificación de aguas), *QESTAD* y *CLUSTER* (ambos para el tratamiento estadístico de los datos), y cuyas características se detallan en Padilla (1984) y Padilla *et al.* (1986), así como los programas *SOLMINEQ.88* (Kharaka *et al.*, 1988 c), *STAT-ITCF* (Service des Estudes Statistiques et Méthodologiques de l'ITCF, 1991) y *SOLUTEQ*, elaborado por Bakalowicz y D'Hults (CNRS, Moulis).

Se efectuaron varios tipos de salidas: listados analíticos, cálculo de proporciones iónicas, dibujo por impresora de diagramas triangulares, establecimiento de relaciones entre variables (análisis de regresión), cálculo de parámetros estadísticos básicos (media y varianza), distribuciones de frecuencias, análisis multivariante y análisis de los estados de equilibrio. Igualmente, fueron utilizados una serie de parámetros auxiliares de interés hidroquímico, tales como ciertos índices y relaciones iónicas. Los índices determinados son los siguientes:

Índice de Cambio de bases (ICB), también llamado de desequilibrio entre cloruros y alcalinos, calculado mediante las siguientes expresiones (in Custodio, 1983 a):

$$ICB = \frac{rCl^- - r(Na^+ + K^+)}{rCl^-} \qquad si\ rCl^- - r(Na^+ + K^+) > 0$$

$$IDD = \frac{rCl^- - r(Na^+ + K^+)}{r(SO_4^{2-} + HCO_3^- + NO_3^-)} \qquad si\ rCl^- - r(Na^+ + K^+) < 0$$

(este último índice es utilizado cuando los iones Cl^- y Na^+ son dominantes, pudiendo existir un notable ablandamiento, sin que el valor *ICB* se vea apenas afectado por estar el Ca^{2+} y Mg^{2+} en cantidad muy inferior al Na^+)

Índice Kr, proporcional a la presión parcial de CO_2 del agua, obtenido mediante la expresión:

$$Kr = [rCa^{2+} + (rHCO_3^-)^2]^{1/3}$$

Índice SAR, de utilidad para clasificar las aguas con vistas a su aptitud para regadío, y que se expresa como:

$$SAR = \frac{rNa^+}{[(rCa^{2+} + rMg^{2+})/2]^{1/2}}$$

El listado analítico se completa con un conjunto de relaciones iónicas que se consideran de interés para este estudio, y que son las siguientes: Cl^-/SO_4^{2-}, Cl^-/HCO_3^-, SO_4^{2-}/HCO_3^-, $Cl^- + SO_4^{2-}/HCO_3^-$, $Na^+ + K^+/Cl^-$, Cl^-/Na^+, Mg^{2+}/Ca^{2+} y Cl^-/Sr^{2+}; todas ellas se obtuvieron a partir de los correspondientes valores iónicos cuya concentración está expresada en meq/l (*r*).

El estudio de las relaciones entre variables fisicoquímicas se ha basado, sobre todo, en procedimientos multivariantes de análisis Cluster y de Componentes Principales (ACP). Para el primero de ellos se empleó como parámetro de distancia el coeficiente de correlación; el punto de partida es una matriz simétrica ***n x n***, siendo ***n*** el número de variables consideradas en el análisis (Moral *et al.*, 1984; Padilla, 1984; Padilla *et al.*,1986).

El algoritmo de *"clustering"* utilizado es el descrito en Davis (1984). Resumidamente, consiste en seleccionar las mayores similitudes mutuas (correlaciones, en este caso) entre parejas de variables. Se forman entonces las primeras parejas, que denotan una mayor similitud entre variables, quedando otras sin agrupar. Luego se genera una nueva matriz de similitud, la cual ya incluye a los conjuntos anteriores como si fueran una sola variable; se

obtienen así otras nuevas correlaciones, sin significado real. Realizada la agrupación de las variables y representadas gráficamente (dendrograma) se pueden ver cuales están más relacionadas entre sí y cuales tienen muy poca o ninguna relación con las restantes.

El ACP es un método estadístico esencialmente descriptivo que permite transformar las relaciones complejas existentes entre un conjunto de variables inicial -registradas en un número de puntos u observaciones y más o menos correlacionadas entre sí- en otras variables cuantitativas más simples y no correlacionadas, llamadas Componentes o Ejes Principales, de tal modo que unas pocas de estas últimas explican la mayor parte de la varianza contenida en los datos originales (Davis, 1984), y sin que esto implique una disminución significativa de la información. Estos componentes, resultado de agrupar las variables en ellos, tendrán un significado que llevará a proponer las hipótesis sobre las causas de la evolución de dichas variables.

Esta metodología es bastante utilizada para interpretar datos hidroquímicos (Domenico y Schwartz, 1990) y permite estudiar la distribución espacial del quimismo y la evolución en el tiempo de las aguas subterráneas, así como el establecimiento de relaciones genéticas entre variables hidroquímicas. Por último, el método resulta más útil si se complementa con procedimientos gráficos usuales (como señalan algunos autores: Razak y Dazy, 1990; Melloul y Collin, 1992) o con otros procedimientos multivariantes como es el análisis Cluster.

4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS

4.1 RASGOS GENERALES

Los parámetros fisicoquímicos fueron determinados a partir del total de las muestras obtenidas en las siete campañas analíticas planteadas (tabla 12). En la selección de los puntos de recogida de muestras de la red de control hidroquímica se tuvo en cuenta el funcionamiento regular del sondeo, que muchas veces dependió de la buena disposición del encargado o propietario del mismo -y por lo cual me siento muy agradecido-, dado que el elevado coste de su explotación o la mala calidad de algunas aguas supone un coste económico alto que hace poco utilizable la captación.

A pesar de éstos inconvenientes, se intentó que la toma de muestras se realizara de tal forma que tuvieran una densidad de una muestra cada 2-3,5 km^2 (figura 42), y que consideré suficiente como para poder representar las características fisicoquímicas del acuífero estudiado. En la misma figura, se pueden observar algunas áreas donde esta densidad disminuye debido a que muchas de las explotaciones han sido abandonadas por haberse quedado secas, tener el agua una salinidad excesiva y, en algunos casos, por un

aumento notable en el contenido de CO_2. Estos hechos, obligaron también a reemplazar durante los años de toma de muestras, algunos de los puntos utilizados en la red de control hidroquímica. En el anexo 4 se pueden consultar los valores obtenidos para todas las variables analizadas en los distintos puntos acuíferos y para las siete campañas de muestreo.

Fecha	nº muestras
Septiembre, 1989	34
Enero, 1990	36
Septiembre, 1990	37
Agosto, 1991	57
Noviembre, 1991	57
Enero, 1992	57
Abril, 1992	57

Tabla 12.- Número de muestras tomadas en cada una de las campañas realizadas.

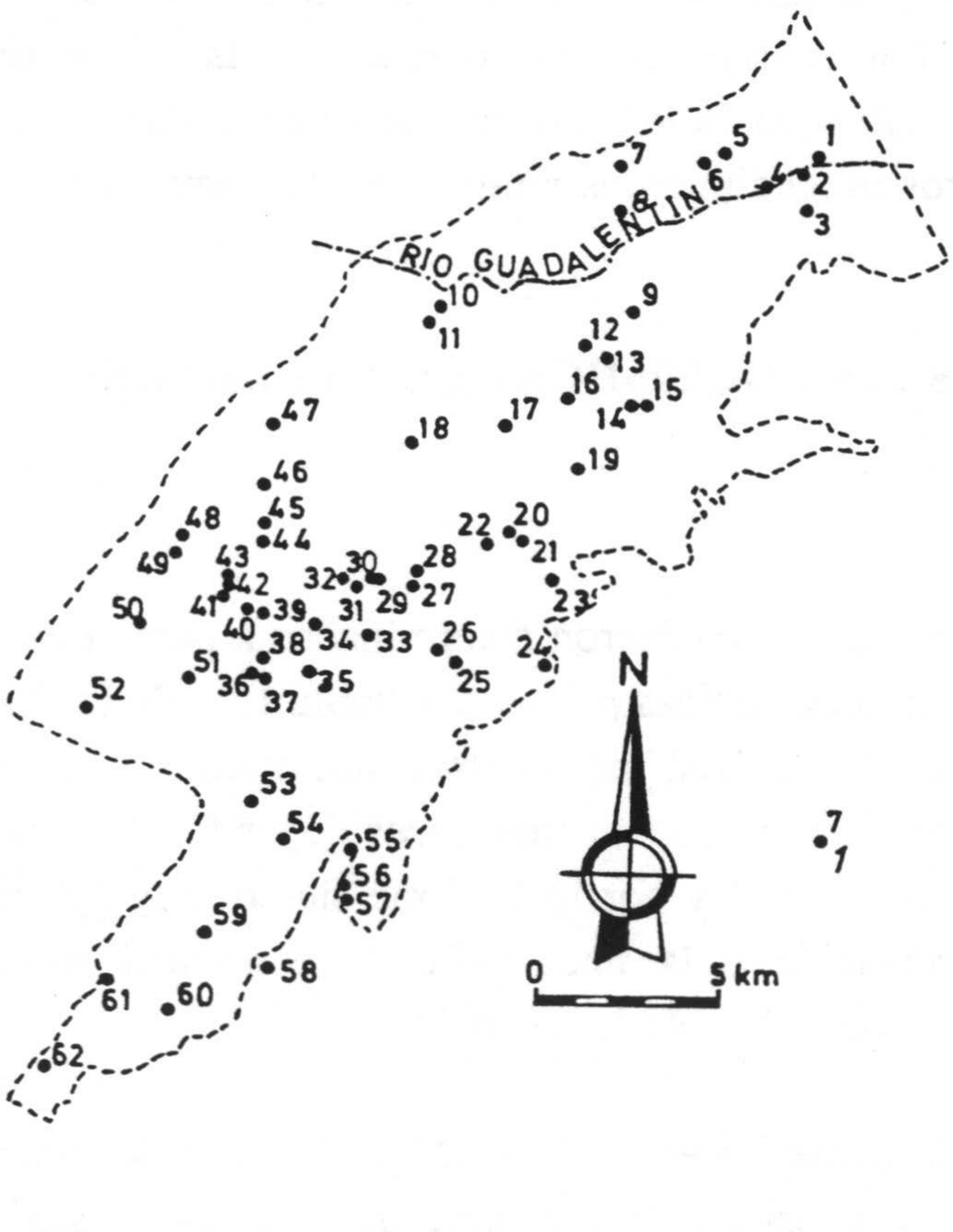


Figura 42.- Situación de los puntos acuíferos utilizados en la red de control hidroquímico; 1: punto acuífero y su número.

En el anexo 4 se muestran los parámetros estadísticos (media aritmética, máximo, mínimo y desviación típica) de algunas de las variables estudiadas en los distintos puntos acuíferos de la red hidroquímica.

4.2. FACIES HIDROQUÍMICAS

Para poder apreciar los principales rasgos hidroquímicos de las muestras analizadas y sus variaciones espaciales, se han representado los resultados de los análisis de los muestreos de Septiembre (1989) y Abril (1992) en diagramas triangular, tipo Piper (figura 43), y de Stiff (modificado, figuras 44 y 45).

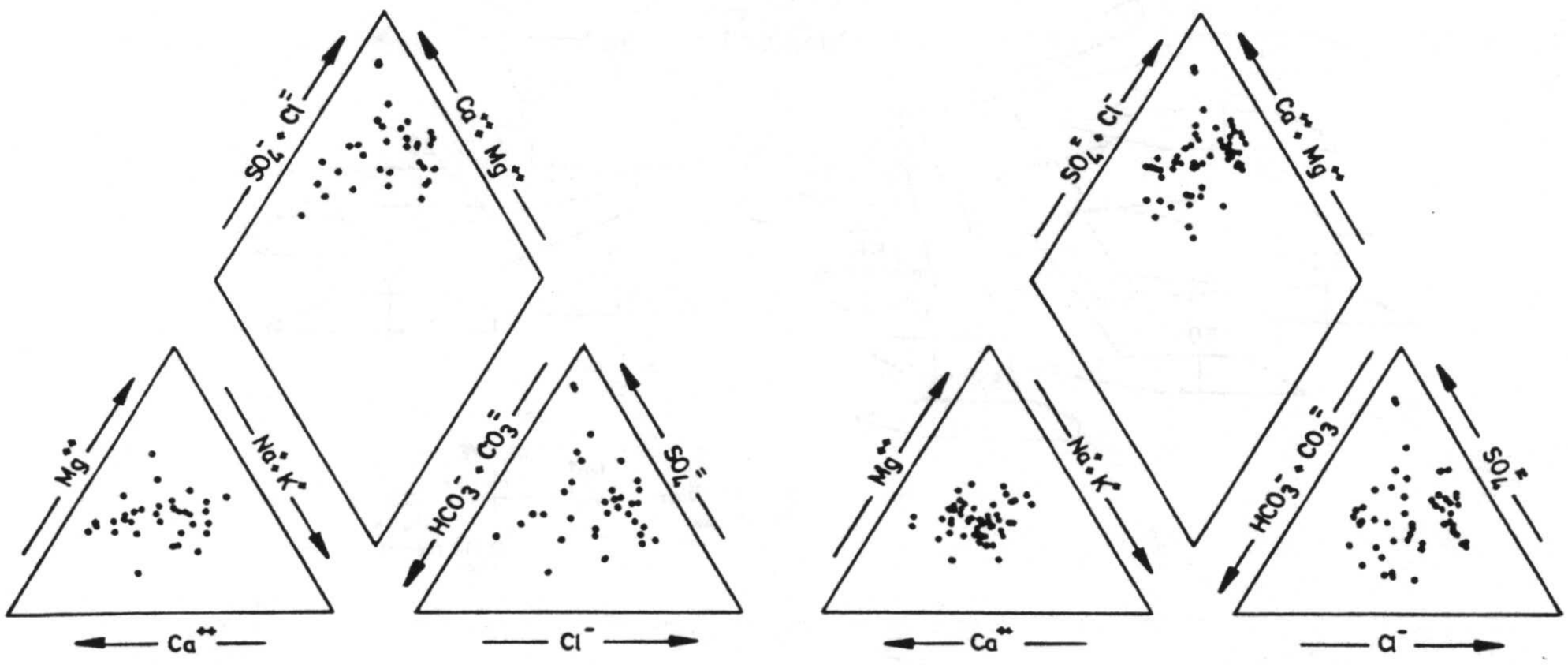


Figura 43.- Diagrama de Piper con las proporciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992).

En la figura 46 se muestran los mapas de las facies hidroquímicas obtenidas para los dos muestreos analíticos anteriores. Ambos pueden aportar una visión más química de la distribución espacial de los iones mayoritarios, de acuerdo con su concentración en meq/l. En la tabla 13 se pueden ver los porcentajes de representatividad obtenidos para cada una de las facies establecidas en ambas campañas de recogida de muestras.

En el muestreo de Septiembre de 1989, los porcentajes de representatividad por tipos de facies, expresados en la tabla 20, indican un dominio de las mixtas, tanto en aniones como en cationes (56 % y 76 % respectivamente); le siguen en importancia, aunque en un porcentaje sensiblemente menor, las facies sulfatadas (23 %), cloruradas (12 %) y

magnésicas (21 %). Consecuencia de esto, es el predominio de la facies mixtas dobles de tipo sulfatado-clorurado (56 %).

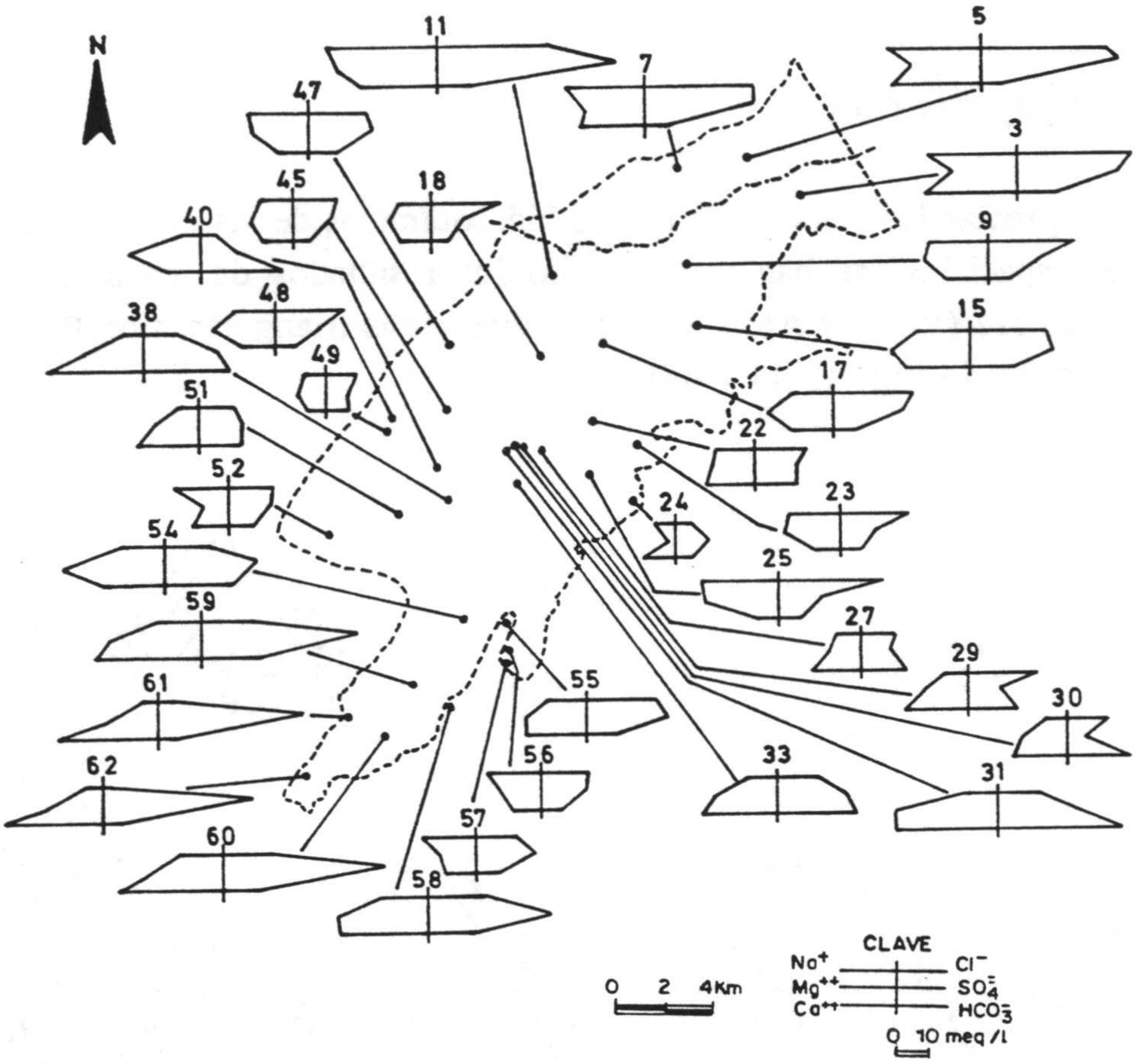


Figura 44.- Diagrama de Stiff (modificado) con las concentraciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (Septiembre, 1989).

En relación con el muestreo de Abril de 1992, sucede algo similar, ya que también dominan las facies mixtas en aniones y cationes (70 % y 89 % respectivamente), seguidas con porcentajes muy inferiores de las cloruradas (14 %), sulfatadas (12%) y cálcicas (11%). El resultado es, al igual que en el muestreo comentado anteriormente, un dominio de las facies mixtas dobles -sulfatadas y cloruradas- (63 %).

En los mapas de facies de la figura 46, para los dos muestreos considerados y para los distintos tipos establecidos, se puede ver que las facies mixtas dobles -sulfatadas y cloruradas (con porcentajes de una campaña a otra de 56 % y 70 %) dominan en gran parte del acuífero, con excepción de las áreas de Almendricos, Purias, Lorca, Hinojar y La Hoya, y que corresponden a las otras dos facies mayoritarias siguientes. Estas son, las estrictamente sulfatadas (con porcentajes de 23 % y 12 % para ambas campañas) y cloruradas (con

porcentajes de 12 % y 14 %), y que ocupan una superficie y una distribución espacial similar en ambos muestreos; las primeras se encuentran fundamentalmente en los sectores de Almendricos y Lorca, y las segundas se localizan al Sur de Lorca, en el borde sureste y en los alrededores de Hinojar.

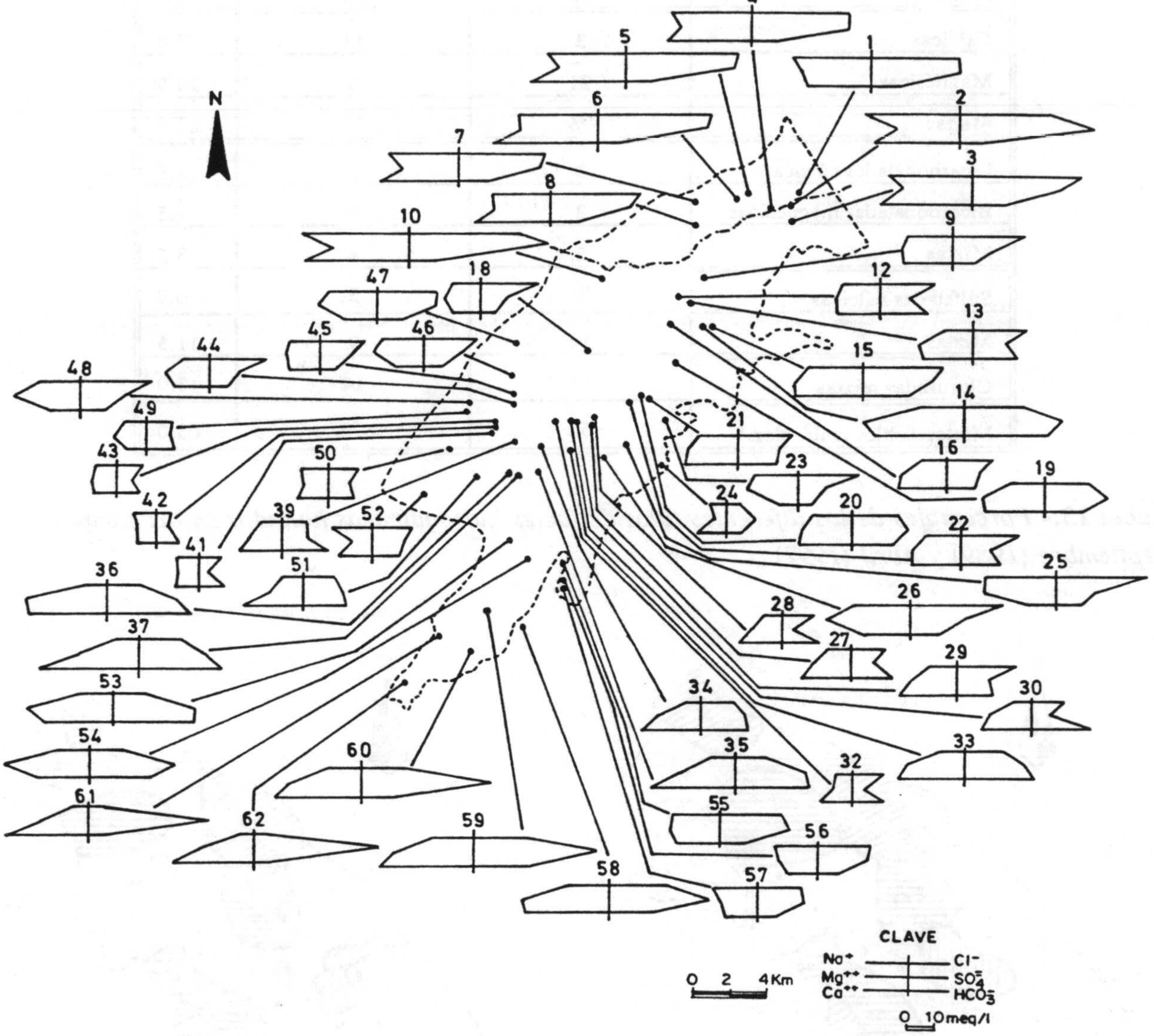


Figura 45.- Diagrama de Stiff (modificado) con las concentraciones iónicas registradas en el acuífero del Alto Guadalentín (Abril, 1992).

Finalmente, a pesar de la escasa representatividad global de la facies estrictamente bicarbonatada (con porcentajes de 9 % y 4 % para ambos muestreos), éstas se muestran moderadamente dominantes en el sector central del acuífero (área del Esparragal-Estación de Lumbreras-El Saladar).

Tipos de Facies (%)	Septiembre (1989)	Abril (1992)	Media
Sulfatadas	23	12	17.5
Cloruradas	12	14	13.0
Bicarbonatadas	9	4	6.5
Mixtas	56	70	63.0
Cálcicas	3	11	7.0
Magnésicas	21	0	10.5
Mixtas	76	89	82.5
Bicarbonatadas cálcicas	3	0	1.5
Bicarbonatadas magnésicas	3	0	1.5
Mixtas	3	4	3.5
Sulfatadas cálcicas	9	3	6.0
Mixtas	14	9	11.5
Cloruradas mixtas	12	14	13.0
Mixtas dobles (sulf.-clor.)	56	70	63.0

Tabla 13.- Porcentajes de los diferentes tipos de facies hidroquímicas hallados en las campañas de Septiembre (1989) y Abril (1992).

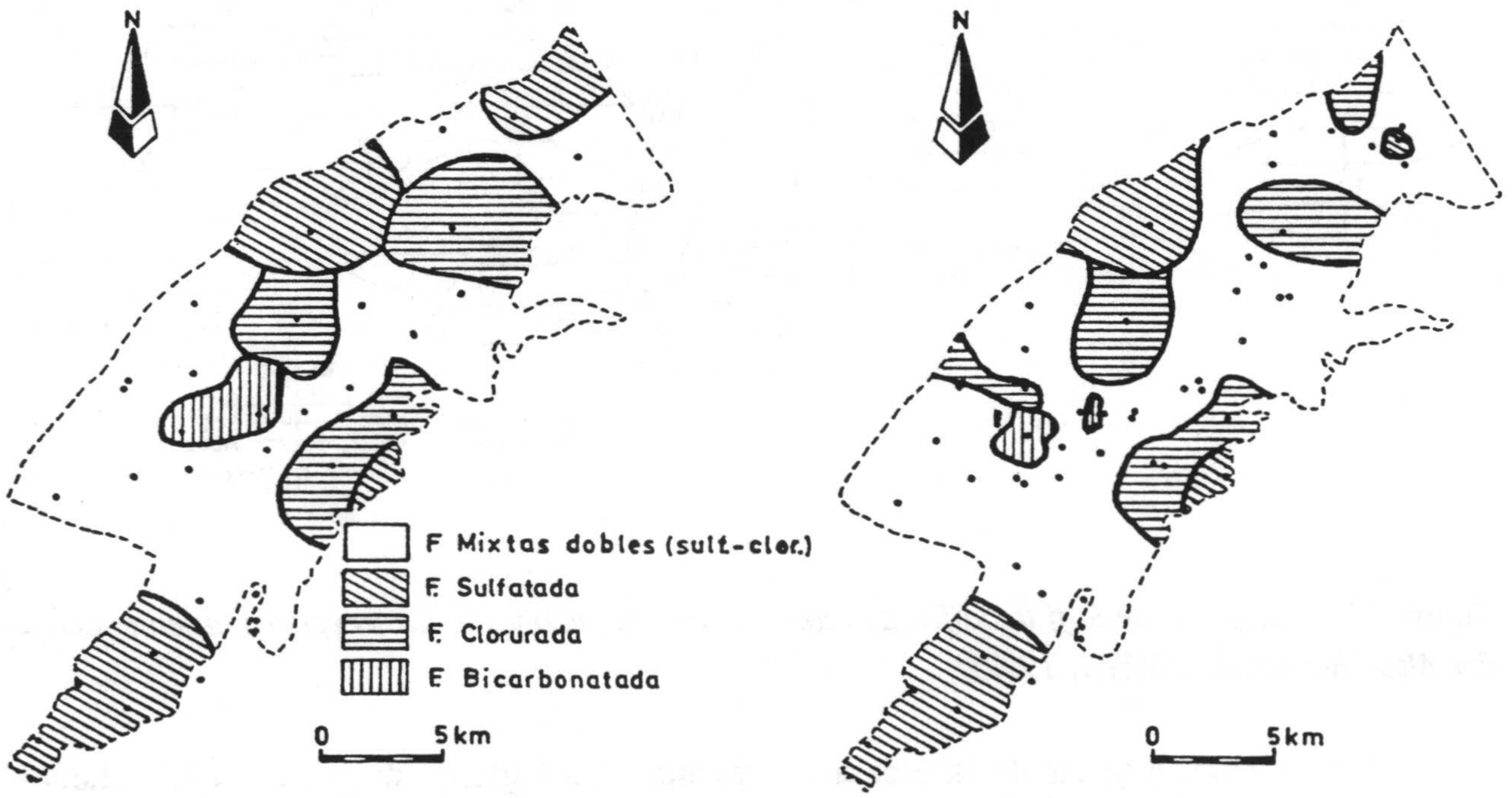


Figura 46.- Mapas de distribución de facies hidroquímicas en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992).

4.3. VARIACIONES ESPACIALES

En este epígrafe comentaré las variaciones espaciales y temporales de los parámetros fisicoquímicos que analicé en las muestras tomadas en las siete campañas realizadas. También comentaré, en algunos casos concretos, la variación temporal y espacial de algún parámetro de interés en relación con datos previos, obtenidos de las distintas fuentes bibliográficas consultadas. Creo conveniente advertir que en esta información no se indica la metodología de análisis empleada, y que el tiempo transcurrido desde que se recoge y analiza la muestra puede estar comprendido entre uno y dos meses como mínimo, aunque son escasos los casos en donde se dá esta información.

4.3.1. Parámetros no específicos

Temperatura

Para ver la distribución temporal de la temperatura de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histrogramas de temperatura correpondientes al número de muestras (figura 47); en ellos se puede ver que la temperatura de las muestras está comprendida entre 19 y 33 °C, y que el mayor número de muestras, para las diferentes campañas, presenta una temperatura comprendida entre 27 y 30 °C. En el anexo 4 se pueden observar los porcentajes obtenidos, de acuerdo con los intervalos de temperatura establecidos, para las muestras recogidas en las diferentes campañas; finalmente, en la tabla 14 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada muestreo.

De acuerdo con la clasificación de Schoeller (1962), y considerando una temperatura media anual para el área estudiada de 16,8 °C (capítulo IV), las aguas del acuífero se agrupan en dos clases principales (tabla 15): las Hipertermales o Termales (temp. del agua > temp. ambiente + 4 °C), y a la que pertenecen la mayoría de las muestras, y las Ortotermales (temp. ambiente ≤ temp. del agua ≤ temp. ambiente + 4 °C), cláramente minoritarias. Este predominio mayoritario de las aguas hipertermales refleja la existencia de una anomalía hidrotermal en el área del acuífero, la cual también ha sido detectada por estudios ralizados en zonas próximas (Cerón-García, 1992; Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 a y b; Cerón-García *et al.*, 1993 a y b), y que estaría en relación con la anomalía térmica que genera el adelgazamiento de la corteza en este sector (Banda y Ansorge, 1980; Díaz *et al.*, 1993; Banda *et al.*, 1993) y la actividad tectónica del área (Rodríguez Estrella y Almoguera, 1986; Rodríguez Estrella, 1993; Rodríguez Estrella y Mancheño, 1993).

La distribución espacial de valores de temperatura se puede ver en la figura 48. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, se identifican tres áreas con temperaturas

superiores a 28 °C, situadas, en general, próximas a sectores donde el sustrato metamórfico se encuentra más cerca de la superficie (capítulo III), y que son: el área de El Esparragal-Estación de Lumbreras-El Saladar, la zona situada al Este de Casa Palacio, el sector La Higuera-Los Gaspares y, finalmente, el extremo suroeste de Almendricos.

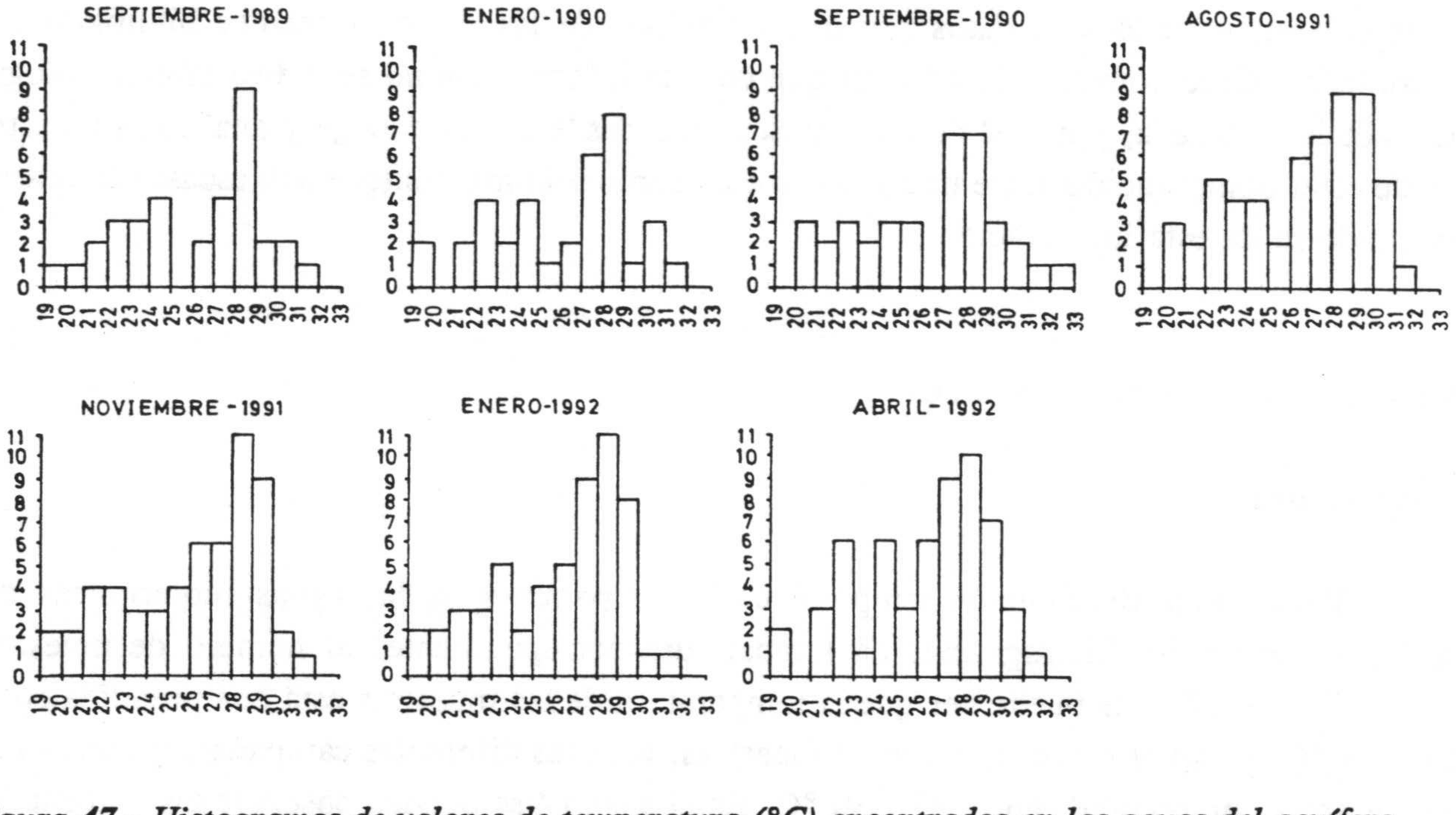


Figura 47.- Histogramas de valores de temperatura (°C) encontrados en las aguas del acuífero.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	26.3	31.8	19.7	3.1
Enero (1990)	26.1	31.9	19.4	3.2
Septiembre (1990)	26.4	32.1	20.2	3.2
Agosto (1991)	26.7	31.8	20.1	3.1
Noviembre (1991)	26.3	31.5	19.3	3.1
Enero (1992)	26.2	31.3	19.0	3.0
Abril (1992)	26.5	31.9	19.3	3.0

Tabla 14.- Parámetros estadísticos de interés de la variable temperatura (°C).

Tipos de aguas (%)	Ortotermales	Hipertermales
Septiembre (1989)	6	94
Enero (1990)	6	94
Septiembre (1990)	5	95
Agosto (1991)	5	95
Noviembre (1991)	7	93
Enero (1992)	5	95
Abril (1992)	4	96

Tabla 15.- Porcentajes de tipos de agua encontrados en el acuífero, según la clasificación de Schoeller (1962).

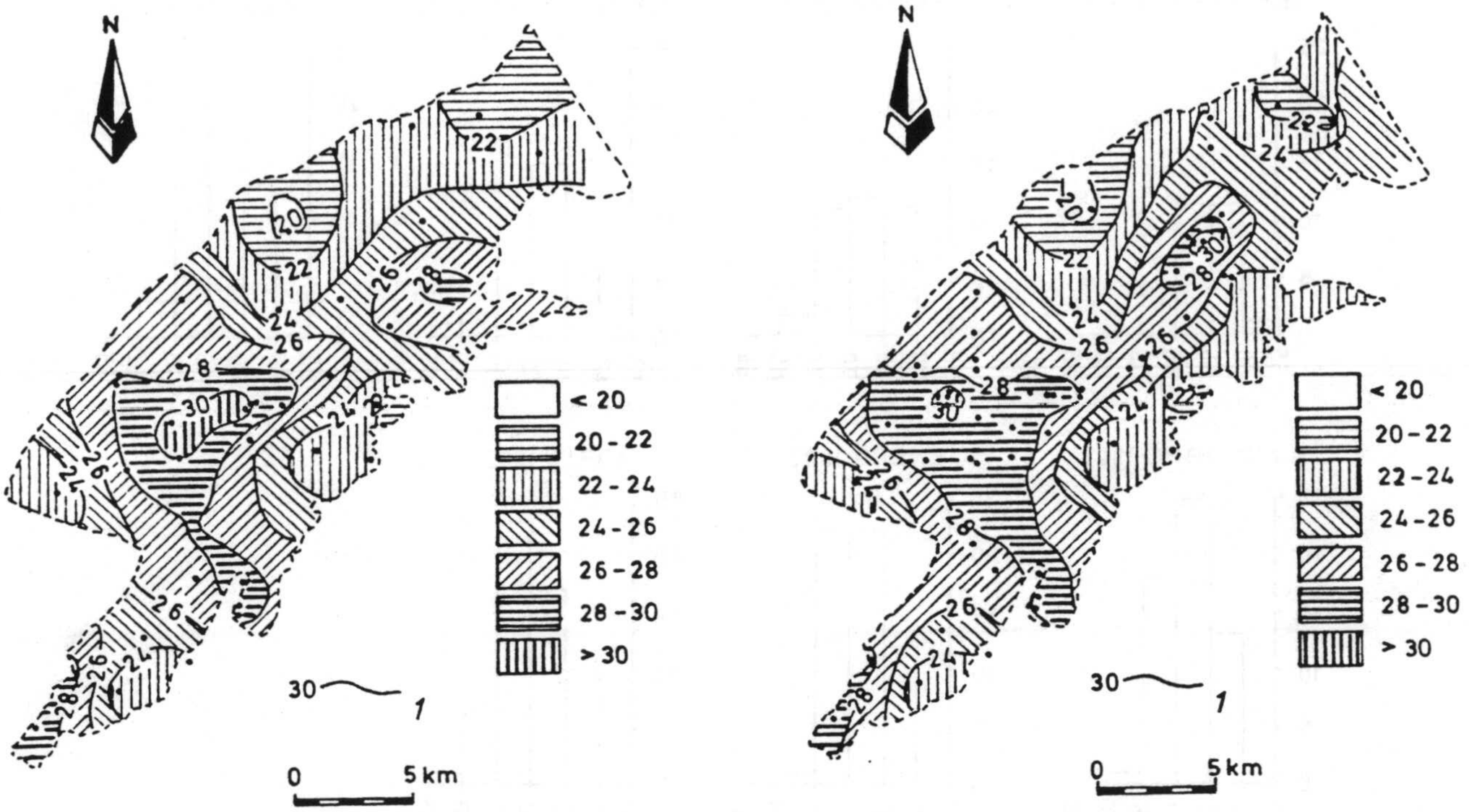


Figura 48.- Temperatura (°C) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1: isoterma.

Las zonas con valores mínimos de temperatura se encuentran fundamentalmente en el Sur de Lorca (que coincide con la zona del regadío Tradicional de Lorca), en el sector de La Hoya, en la zona de Purias, en el área próxima al sureste de Puerto Lumbreras (lugar donde la rambla de Nogalte toma contacto con el acuífero), y por último, en el sector situado al Este de Almendricos. Para la campaña de Abril de 1992, y también en relación con los valores máximos y mínimos de temperatura, se tiene una distribución similar a la del muestreo comentado anteriormente.

pH

En relación con esta variable, la figura 49 muestra los histrogramas de valores de pH en función del número de muestras; se aprecia que el pH de las muestras está comprendido entre 5,5 y 8,5, encontrándose la mayoría entre 6,0 y 7,5. En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de pH establecidos, encontrados en las muestras tomadas; por último, en la tabla 16 se pueden ver los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada una de las campañas de recogida de muestras.

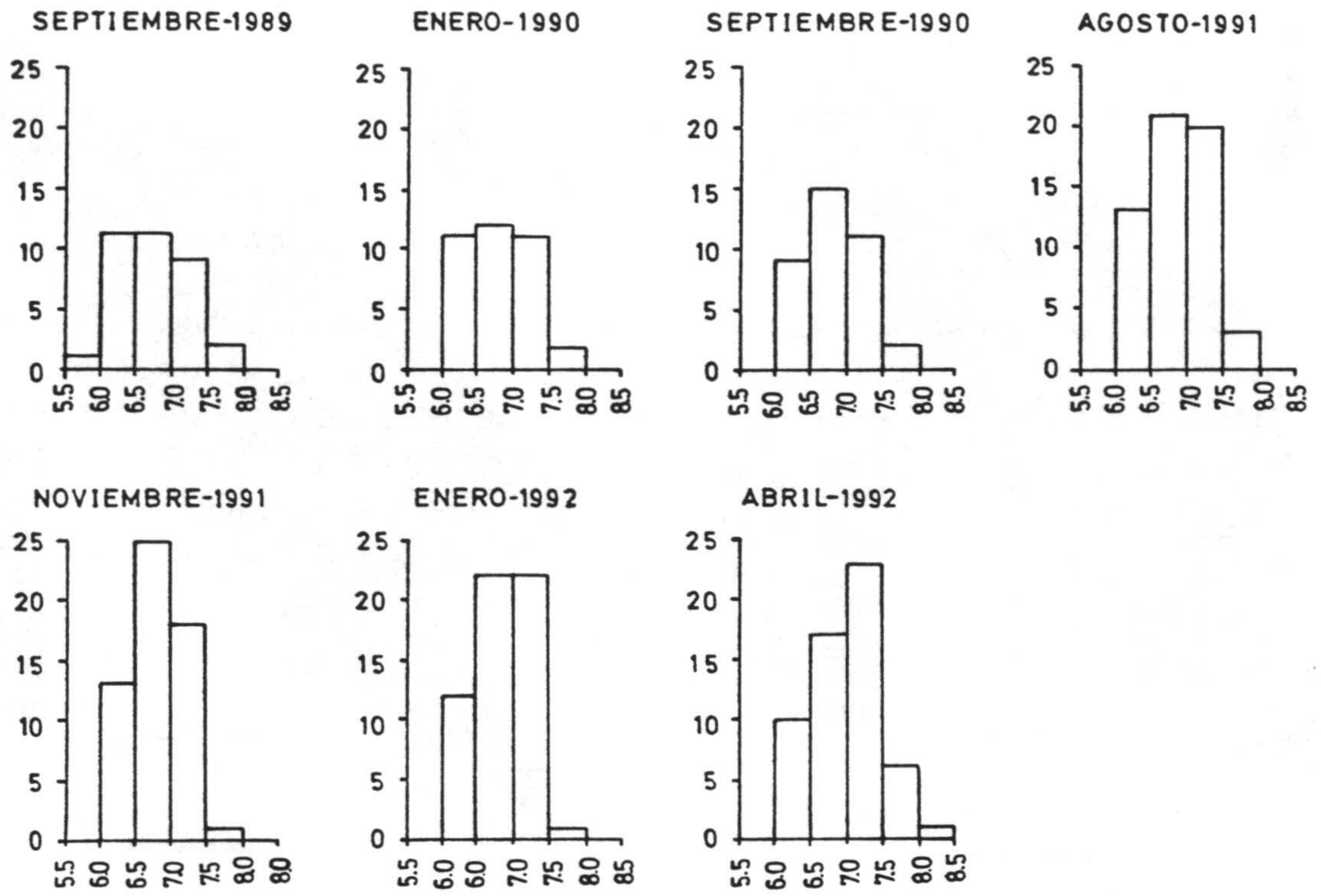


Figura 49.- Histogramas de valores de pH encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín.

Para la campaña de Septiembre de 1989, los valores más bajos de pH se encuentran fundamentalmente en relación con las muestras recogidas en sondeos con altos contenidos en CO_2 -cosa por otro lado normal, ya que la concentración de este gas influye de forma importante en el pH-; así, destacan los puntos 40 (5,99) y 38 (6,01), situados en la zona de la Estación de Lumbreras y Bujercal respectivamente. Los valores de pH más altos se encuentran en los puntos 56 (7,98) y 18 (7,82). En relación con el muestreo de Abril de 1992, también los puntos con elevados contenidos en CO_2 son los que presentan los valores más bajos, sobresaliendo los puntos 53 (6,09) y 35 (6,12), y que se encuentran situados en La Higuera y Bujércar respectivamente; en los puntos 38 y 40 no se pudo medir porque los sondeos fueron clausurados el año anterior. Los valores máximos se encuentran en los puntos 18 (8,06) y 49 (7,65).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	6.77	7.98	5.99	0.49
Enero (1990)	6.79	7.98	6.01	0.46
Septiembre (1990)	6.80	7.98	6.01	0.45
Agosto (1991)	6.83	7.91	6.08	0.42
Noviembre (1991)	6.79	7.89	6.01	0.41
Enero (1992)	6.85	7.91	6.08	0.39
Abril (1992)	6.99	8.06	6.09	0.43

Tabla 16.- Parámetros estadísticos de interés de la variable pH para los distintos muestreos.

Eh

En la figura 50 se pueden ver los histrogramas de valores de Eh para los diferentes números de muestras; el Eh de las muestras varía entre -75 y 75 mV, estando mayoritariamente comprendido entre 0 y 25 mV. Estos valores de Eh indican un dominio de las condiciones reductoras en las aguas del acuífero, que mostrarían un consumo importante de oxígeno debido a un tiempo de residencia de las aguas bastante prolongado.

En el anexo 4 se muestran los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de Eh establecidos. En la tabla 17 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados (y que solamente corresponden a las cuatro últimas campañas, ya que por problemas técnicos no se puedo medir). En el muestreo de Abril de 1992, los valores mínimos de Eh, inferiores a 0 mV, se hallan en los puntos 18 (-72 mV), 32 (-17 mV) y 58 (-14 mV), e indican condiones reductoras en estas aguas; los valores más elevados se localizan en los puntos 44 (51 mV), 25 (47 mV) y 13 (46 mV).

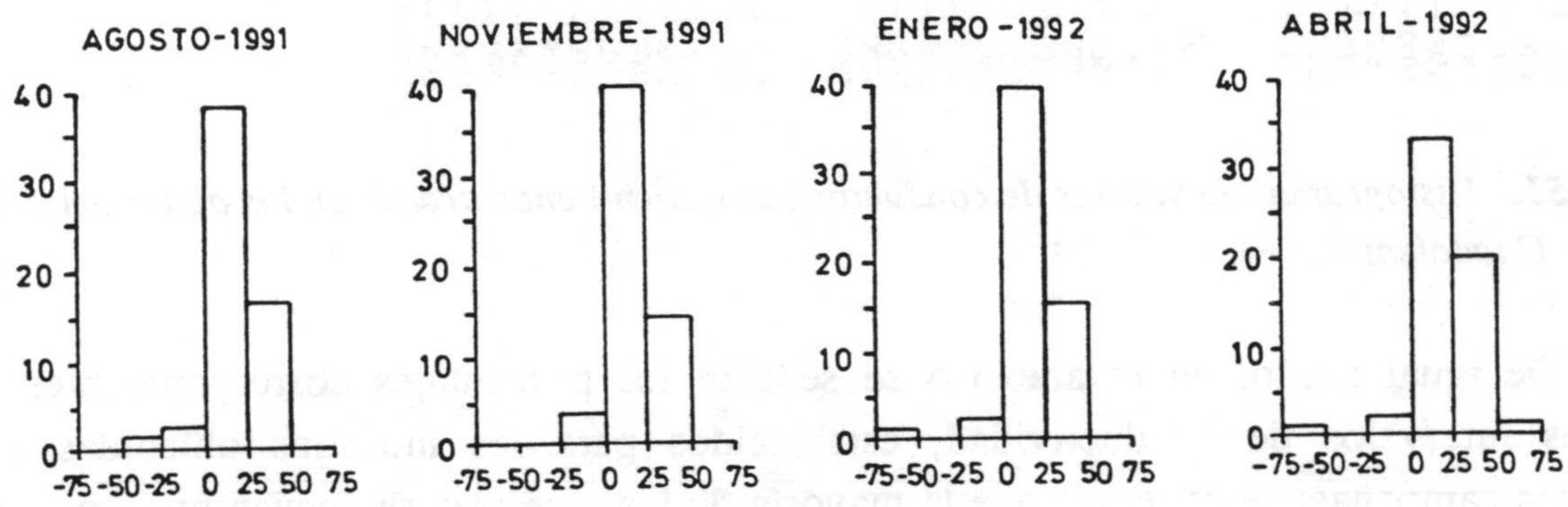


Figura 50.- Histogramas de valores de Eh (mV) encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	17	44	-44	14
Noviembre (1991)	16	42	-21	13
Enero (1992)	17	42	-51	15
Abril (1992)	19	51	-72	19

Tabla 17.- Parámetros estadísticos de interés de la variable Eh (mV) encontrados en las diferentes campañas de muestreo.

Conductividad

Para estudiar la distribución temporal de la conductividad de las aguas subterráneas del acuífero, he realizado los histrogramas de valores de conductividad correpondientes al

número de muestras tomadas en las distintas campañas realizadas (figura 51); se puede ver que la conductividad está comprendida entre 1000 y 7000 μS/cm.

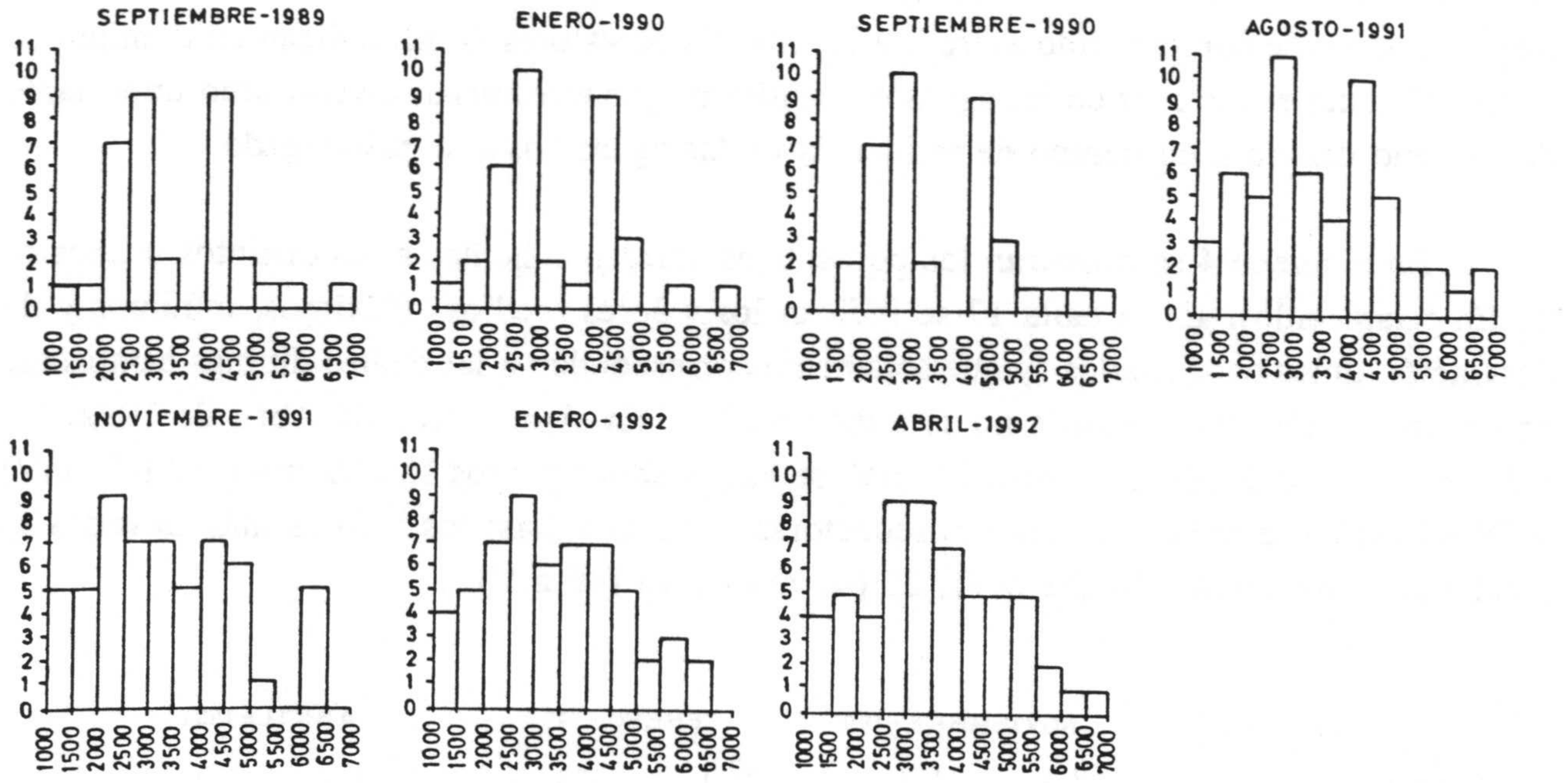


Figura 51.- Histogramas de valores de conductividad (µS/cm) encontrados en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín.

De igual modo, en el anexo 4 se señalan los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de conductividad, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas; se observa, que la mayoría de las muestras se encuentran, en general, comprendidas entre 2000 y 4500 μS/cm. En la tabla 18 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos. La tabla 19 muestra la evolución de la conductividad en relación con datos recogidos en fechas anteriores (existen más datos, pero no los he utilizado porque no han sido tomados en campo); en ella, se puede ver un aumento generalizado de los valores de condutividad, y que también se observa en los demás puntos de la red de control (anexo 4).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	3379	6540	1290	1205
Enero (1990)	3324	6511	1087	1193
Septiembre (1990)	3508	6600	1620	1247
Agosto (1991)	3432	6520	1200	1362
Noviembre (1991)	3379	6470	1120	1381
Enero (1992)	3429	6420	1136	1375
Abril (1992)	3488	6810	1182	1332

Tabla 18.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable conductividad (µS/cm).

Este aumento de la conductividad ha sido más importante en aquellos puntos donde la explotación es más intensa, debido a que se produce un mayor descenso del nivel piezométrico, de tal modo que el sondeo capta agua de zonas más profundas, con mayor salinidad; por el contrario, en los casos en que la explotación se ha visto reducida -por un aumento de la salinidad y/o del CO_2 del agua- la conductividad aumentó sensiblemente. En los puntos 31 y 40 sólo se pudieron tomar datos hasta la campaña de Septiembre de 1990, ya que después fueron desmontados por tener sus aguas un alto contenido en CO_2 que hacía costosa su explotación.

Fecha	21	31	34	40	53
Abril (1986) *	2640	4080	2270	1960	3290
Septiembre (1989)	——	4320	——	2690	——
Enero (1990)	——	4360	——	2690	——
Septiembre (1990)	——	4408	——	2790	——
Agosto (1991)	3100	——	2577	——	4255
Noviembre (1991)	3120	——	2498	——	4260
Enero (1992)	3272	——	2515	——	4255
Abril (1992)	3340	——	2600	——	4289

***Tabla 19.-** Variación de la conductividad (µS/cm) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia, 1987 (datos de campo).*

La distribución espacial de valores se puede observar en la figura 52. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, las áreas con mayor conductividad se encuentran en el extremo NW del acuífero (más de 5000 µS/cm), la zona próxima a Lorca -y que conincide con el regadío Tradicional- (superior a 6000 µS/cm), y, finalmente, el área correspondiente al Norte y Sur de Almendricos (mayor de 4000 µS/cm). Los valores más bajos de conductividad se sitúan en el extremo SW, en el área comprendida entre Puerto Lumbreras y el Llano de Béjar (inferior a 2000 µS/cm).

Total de Sólidos Disueltos (TSD)

Este parámetro lo obtuve utilizando el programa *SOLMINEQ.88* (Kharaka *et al.*, 1988 c). Para ver la distribución temporal del TSD de las aguas subterráneas del acuífero, hice los histrogramas de valores de TSD para el número de muestras tomadas en las distintas campañas realizadas (figura 53); en ellos se puede ver que las muestras se hallan comprendidas entre 1000 y 7000 mg/l. En el anexo 4 se pueden consultar los porcentajes, correspondientes a los distintos intervalos de TSD establecidos; la mayoría de las muestras están comprendidas entre 2000 y 4000 mg/l. En la tabla 20 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada una de las campañas de recogida de muestras realizadas.

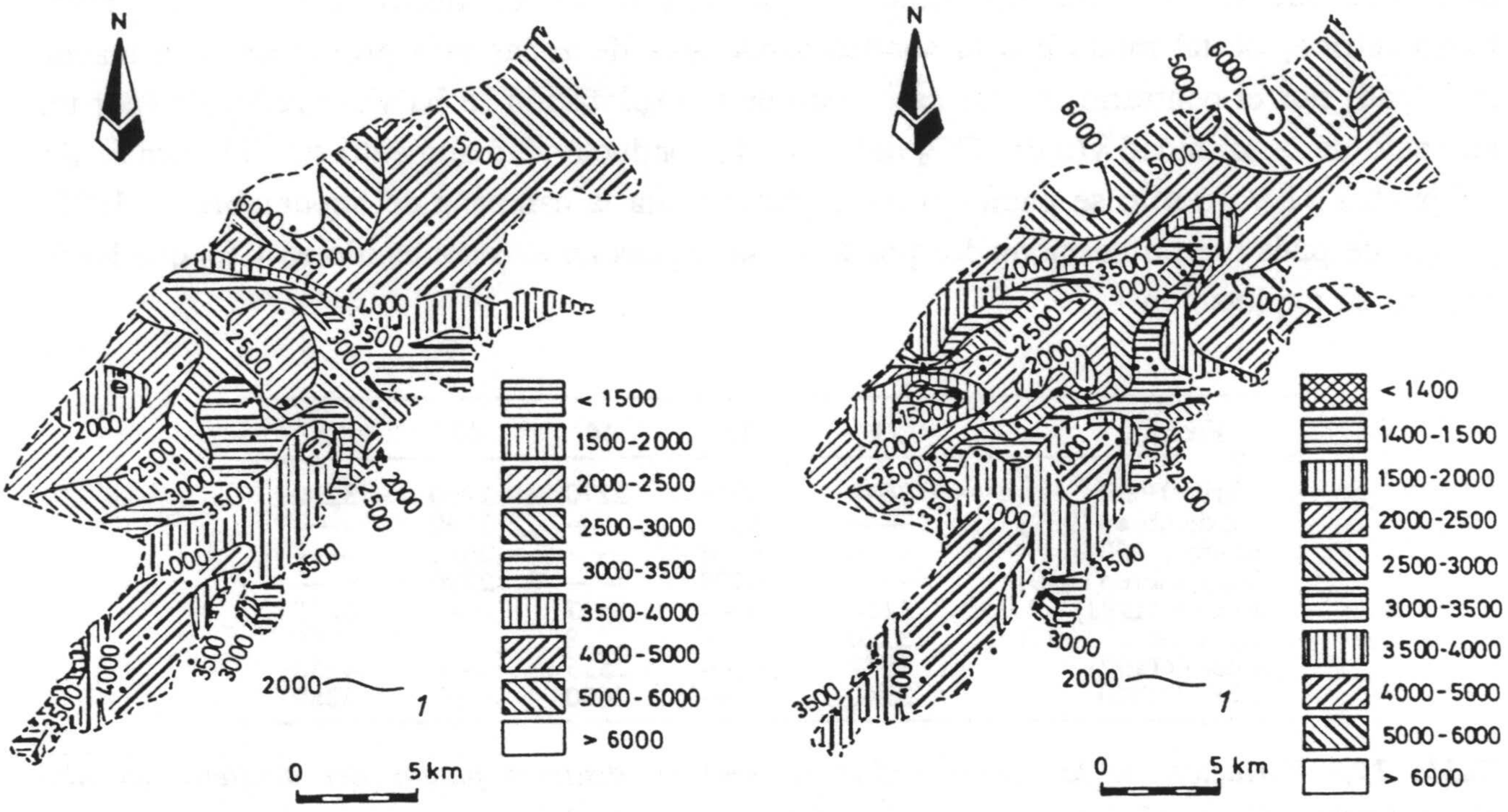


Figura 52.- Conductividad (µS/cm) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1: curva de igual conductividad.

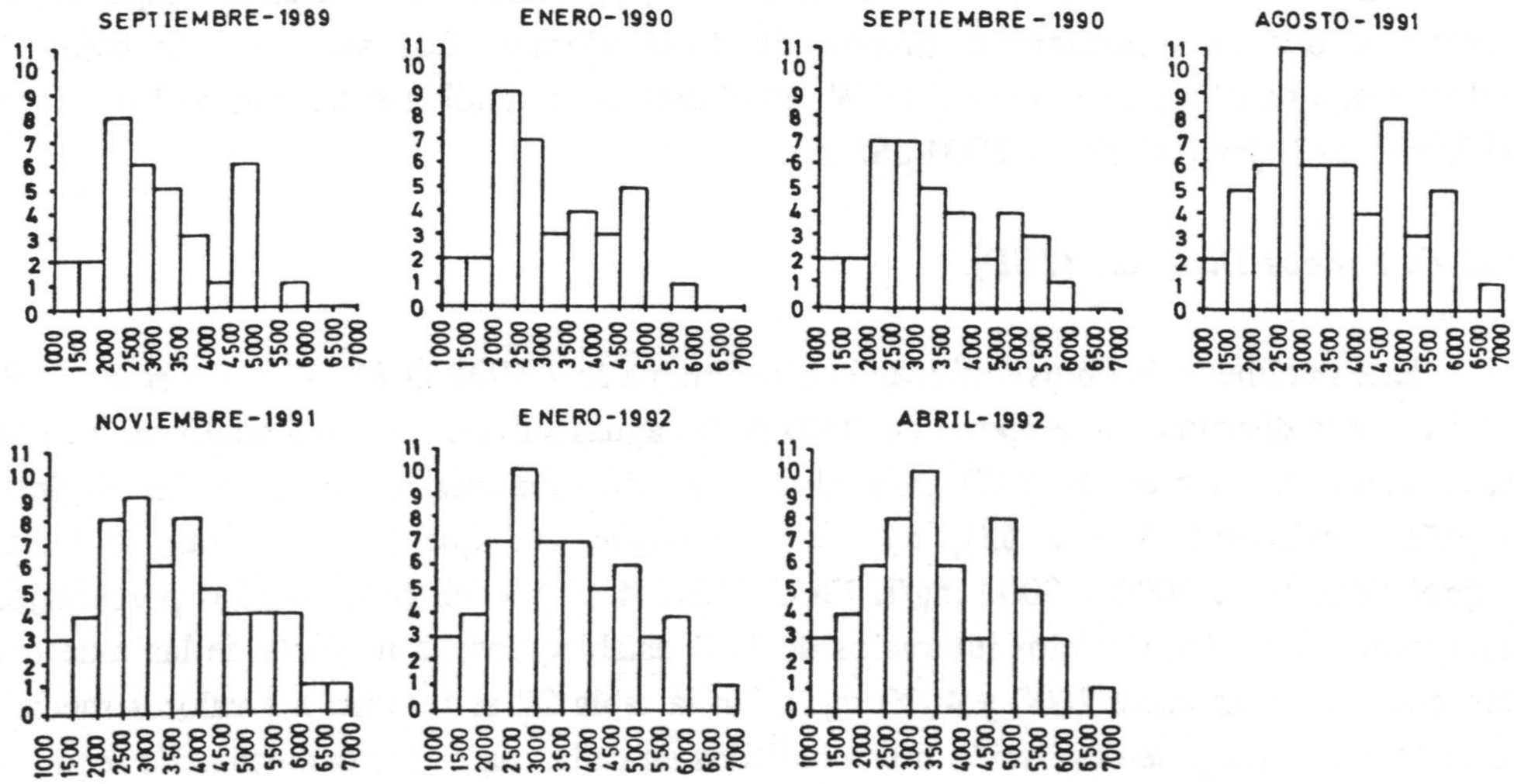


Figura 53.- Histogramas de valores de TSD (mg/l) calculados para las aguas del acuífero.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	3111	5795	1204	1115
Enero (1990)	3086	5758	1194	1104
Septiembre (1990)	3305	5895	1236	1156
Agosto (1991)	3522	6575	1395	1313
Noviembre (1991)	3481	6572	1305	1360
Enero (1992)	3469	6606	1341	1303
Abril (1992)	3576	6824	1415	1291

Tabla 20.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable TSD (mg/l).

4.3.2. Constituyentes mayoritarios

Cloruro

Para ver la distribución temporal del ion cloruro de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las distintas campañas realizadas (figura 54); en ellos se puede ver que la concentración de cloruros está comprendida entre 0 y 1500 mg/l. Los porcentajes de muestras, correspondientes a los distintos intervalos de concentración establecidos, se indican en el anexo 4; se observa que la mayoría de las muestras se encuentran entre 250 y 750 mg/l. En la tabla 21 se señalan los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos.

La distribución espacial de valores puede observarse en la figura 55. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, los valores máximos se encuentran en la parte septentrional del acuífero, en el eje Lorca-La Hoya-Hinojar, y donde se superan los 1000 mg/l; valores altos también, aunque menos elevados que los anteriores, se observan en Altobordo, con más de 750 mg/l. Los valores más bajos se encuentran en la parte central, en el área del Esparragal-Estación de Lumbreras-Llano de Béjar.

En la tabla 22 se aprecia la evolución de la concentración de cloruros en algunos puntos del acuífero, de acuerdo con datos obtenidos en fechas anteriores. Se puede ver que existe un aumento en los contenidos de casi todos los puntos, aunque no con el mismo orden de magnitud, lo que puede estar relacionado con la variación del nivel piezométrico del acuífero, que tiene lugar tanto en el espacio como en el tiempo (tal como comenté en el capítulo IV), y que origina la captación de aguas más profundas, con una concentración superior de cloruros.

En relación con la campaña de Abril de 1992, se observa una distribución de la

concentración similar a la comentada anteriormente, aunque con un aumento de los contenidos de cloruros en aquellas áreas que tenían valores altos. Esta distribución de valores estaría relacionada con la existencia de sales cloruradas sódicas, posiblemente halita, incluidas en el sustrato margoso; en la cuenca neógena de Lorca (adyacente a la del Alto Guadalentín y situada al noroeste de Lorca) se ha detectado en varios sondeos una importante formación de halita, de edad Messiniense y con una potencia comprendida entre 45 y 235 m (García Veigas *et al.*, 1991; Ortí *et al.*, 1993; García Veigas *et al.*, 1994; Ayora *et al.*, 1994).

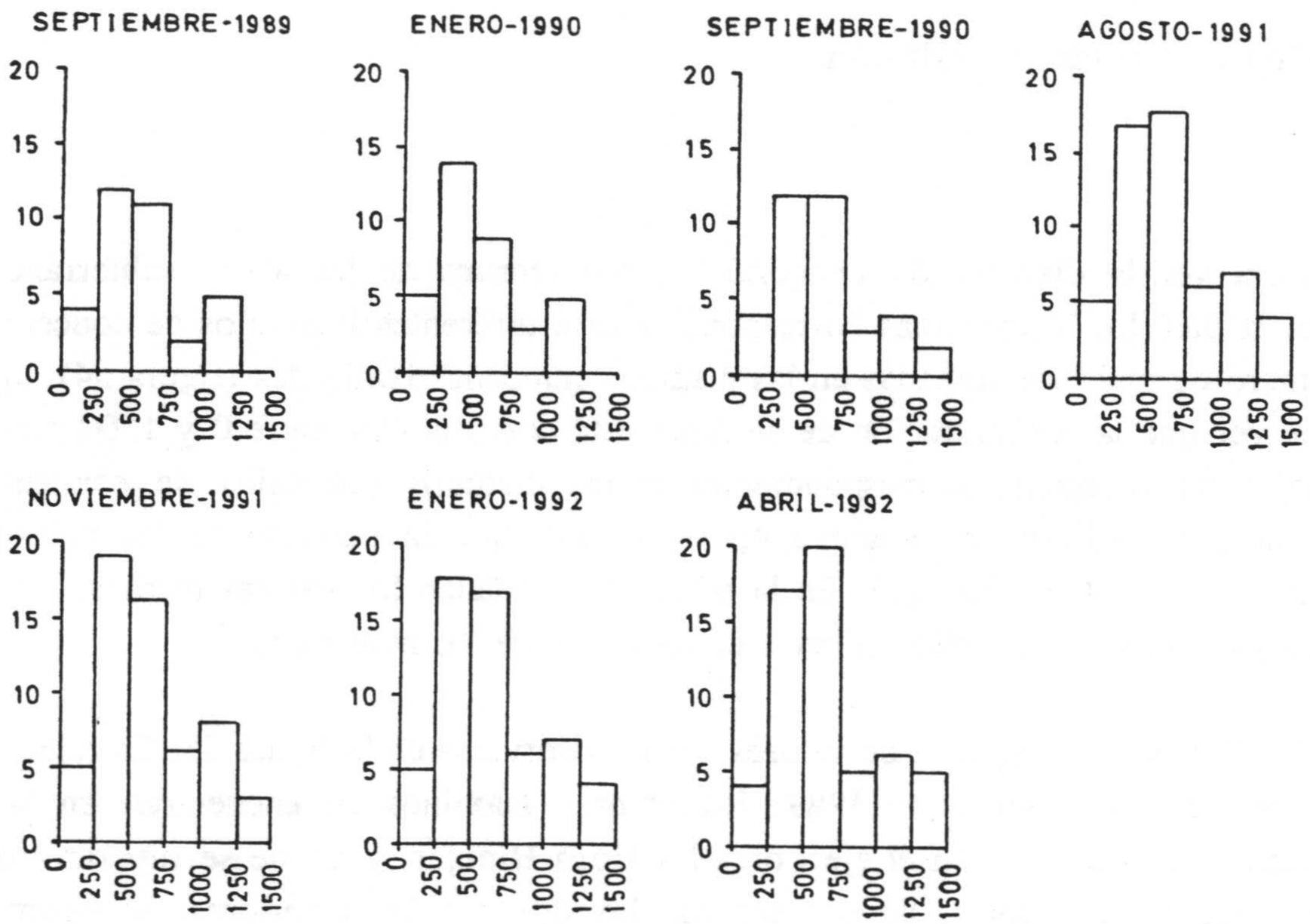


Figura 54.- Histogramas de valores de concentración de ion cloruro (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	567	1198	109	290
Enero (1990)	561	1210	99	293
Septiembre (1990)	612	1387	129	321
Agosto (1991)	657	1460	170	330
Noviembre (1991)	648	1430	152	328
Enero (1992)	656	1435	156	331
Abril (1992)	683	1456	176	338

Tabla 21.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable cloruro (mg/l).

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	225	140	—	158	—	140	286
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	160	—
Noviembre (1987) **	—	—	270	—	230	129	—
Marzo (1988) **	—	—	190	—	250	114	—
Septiembre (1989)	—	387	382	—	—	135	—
Enero (1990)	—	380	372	—	—	120	—
Septiembre (1990)	—	336	397	—	—	140	—
Agosto (1991)	615	—	442	390	370	—	475
Noviembre (1991)	639	—	426	381	355	—	483
Enero (1992)	648	—	430	383	369	—	470
Abril (1992)	675	—	450	396	402	—	466

*Tabla 22.- Variación de la concentración en cloruros (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

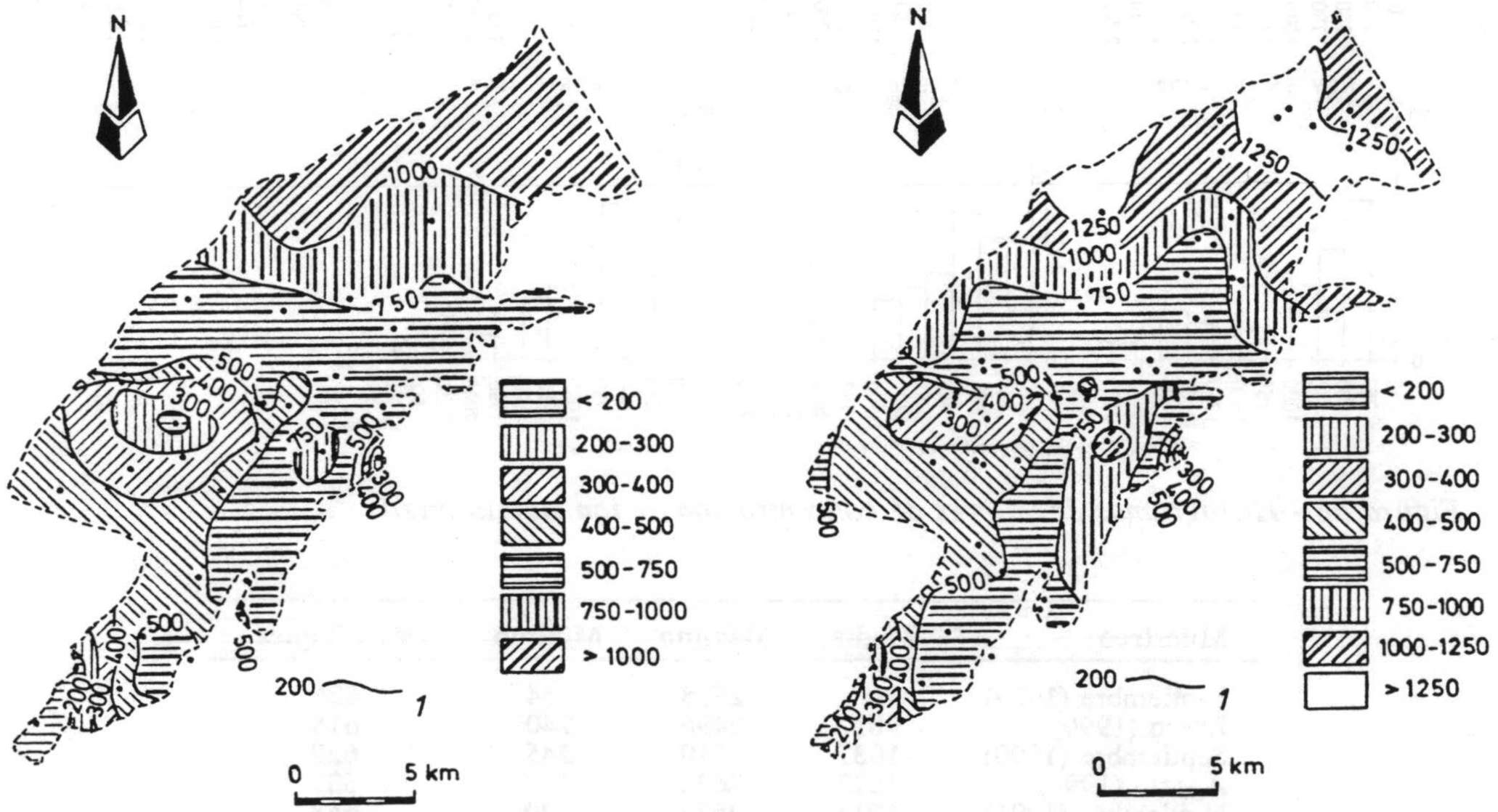


Figura 55.- Concentración de ion Cloruro (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de cloruros.

Sulfato

Para observar la distribución temporal del ion sulfato en las aguas del acuífero, he realizado los histogramas para diferentes intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las distintas campañas de muestreo (figura 56); en ellos se puede ver que la concentración de sulfato está comprendida en un intervalo de 0 y 2750 mg/l, y que la distribución de valores es sensiblemente lognormal. Igualmente, en el anexo 4 se pueden consultar los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración

establecidos, de las muestras obtenidas en las diferentes campañas; se observa que el mayor porcentaje de muestras corresponde a las concentraciones comprendidas entre 250 y 1000 mg/l. En la tabla 23 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los muestreos.

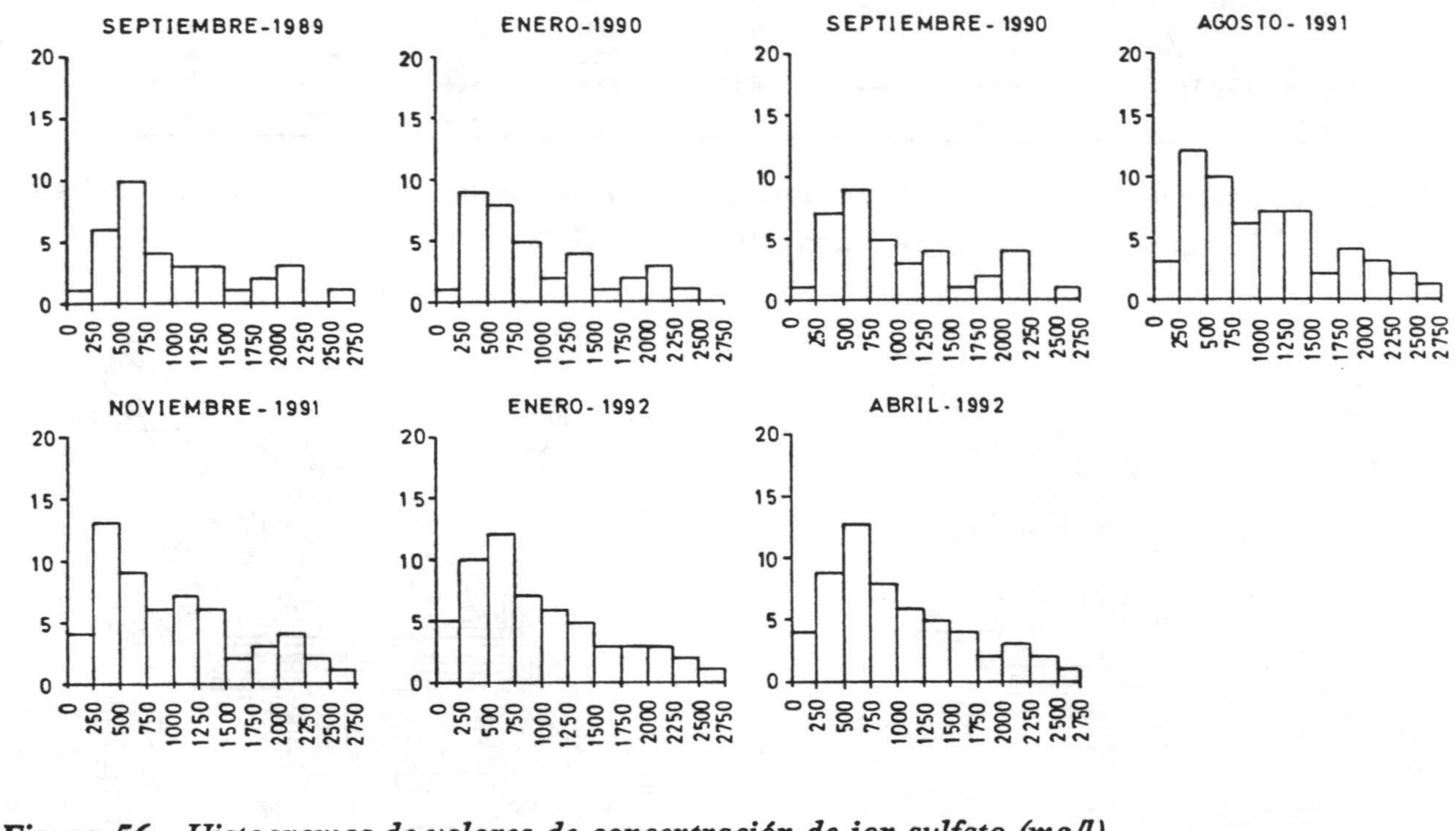


Figura 56.- Histogramas de valores de concentración de ion sulfato (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	996	2518	234	626
Enero (1990)	981	2496	240	616
Septiembre (1990)	1037	2510	245	629
Agosto (1991)	1023	2635	149	637
Noviembre (1991)	1011	2672	120	648
Enero (1992)	995	2621	138	631
Abril (1992)	998	2569	151	619

Tabla 23.- Parámetros estadísticos encontrados para la variable sulfato (mg/l).

En la tabla 24 se muestra la variación de la concentración de sulfatos en algunos puntos del acuífero, y de los cuales se disponen de datos anteriores a los obtenidos por mí. La evolución de los contenidos, permiten ver un aumento en la mayoría de los puntos acuíferos, y que es más importante en los años de mayor explotación, y también en aquellas zonas del acuífero donde el descenso es mayor, con la consiguiente captación de aguas de niveles más profundos y con mayor salinidad.

La figura 57 muestra la distribución espacial de valores en las aguas del acuífero. En

relación con la campaña de Septiembre de 1989, las concentraciones más altas se encuentran en las proximidades de Lorca (superior a 2250 mg/l) y en el extremo Sur del acuífero (con más de 2000 mg/l); los contenidos más bajos se dan en el centro del acuífero, en el área de el Saladar y en el Llano de Béjar (inferior a 400 mg/l en ambos sectores). Para el muestreo de Abril de 1992 existe, en general, una distribución bastante similar a la del muestreo comentado anteriormente, aunque la inclusión de nuevos puntos acuíferos permite definir mejor las áreas con valores mínimos y máximos; así, en las zonas con valores mínimos, se puede tener una concentración inferior a 250 mg/l en la parte central del acuífero, o inferior a 350 mg/l en el Llano de Béjar.

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	925	525	—	475	—	200	900
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	664	—
Noviembre (1987) **	—	—	518	—	776	220	—
Marzo (1988) **	—	—	670	—	1216	272	—
Septiembre (1989)	—	1017	892	—	—	502	—
Enero (1990)	—	995	882	—	—	498	—
Septiembre (1990)	—	1021	904	—	—	535	—
Agosto (1991)	875	—	1053	758	1310	—	1326
Noviembre (1991)	703	—	1024	762	1198	—	1310
Enero (1992)	718	—	980	750	1180	—	1315
Abril (1992)	735	—	947	947	1160	—	1334

*Tabla 24.- Variación de la concentración en sulfatos (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

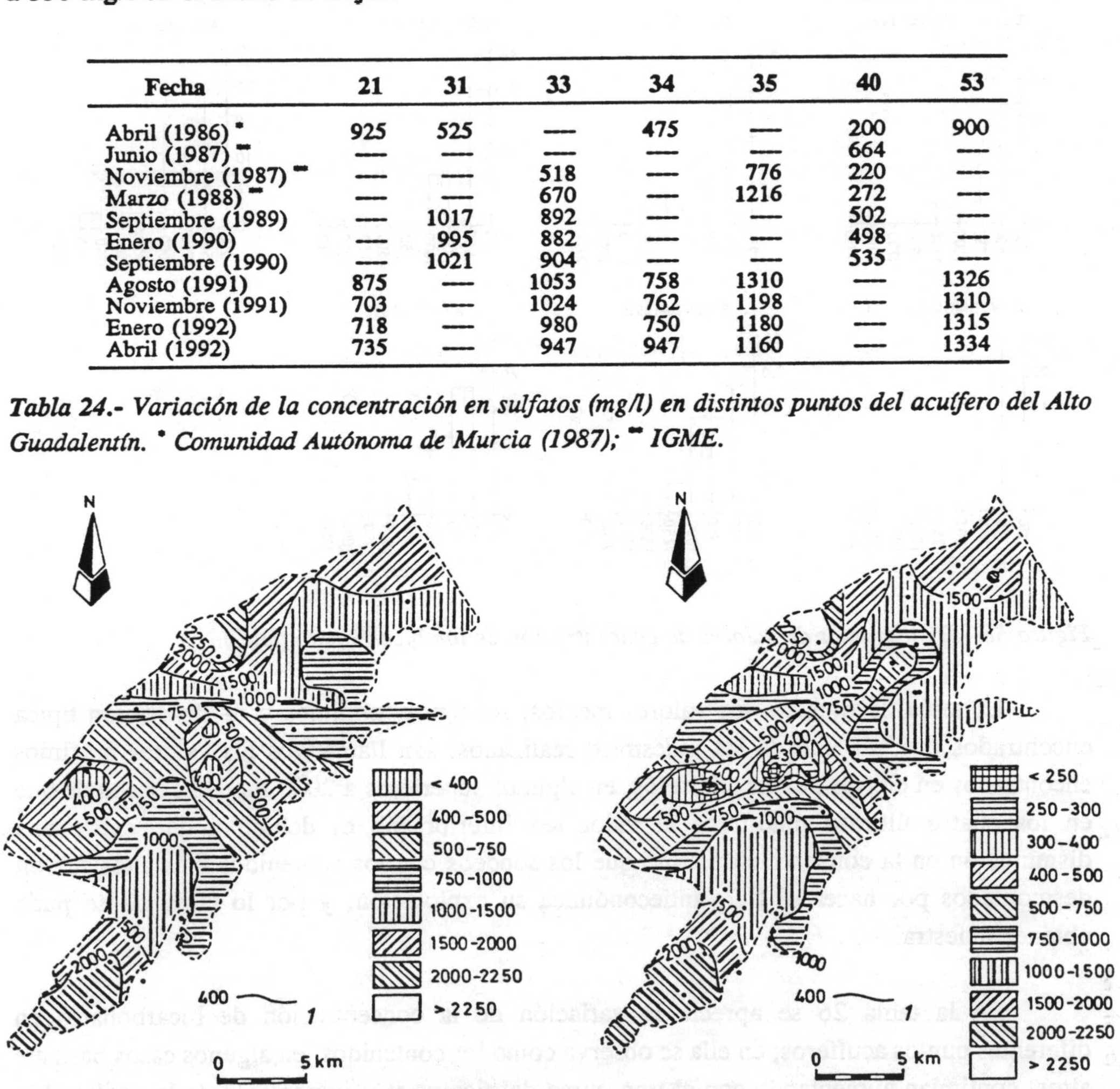


Figura 57.- Concentración de ion sulfato (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de sulfatos.

Bicarbonato

En la figura 58 se muestran los histogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las siete campañas realizadas, y que permite ver la distribución temporal del ion bicarbonato de las aguas subterráneas del acuífero; así, se puede observar que el contenido en ion bicarbonato varía entre 250 y 2250 mg/l. En el anexo 4 se indican los porcentajes de muestras para los intervalos de concentración establecidos; así, la mayoría de ellas está comprendida entre 250 y 750 mg/l.

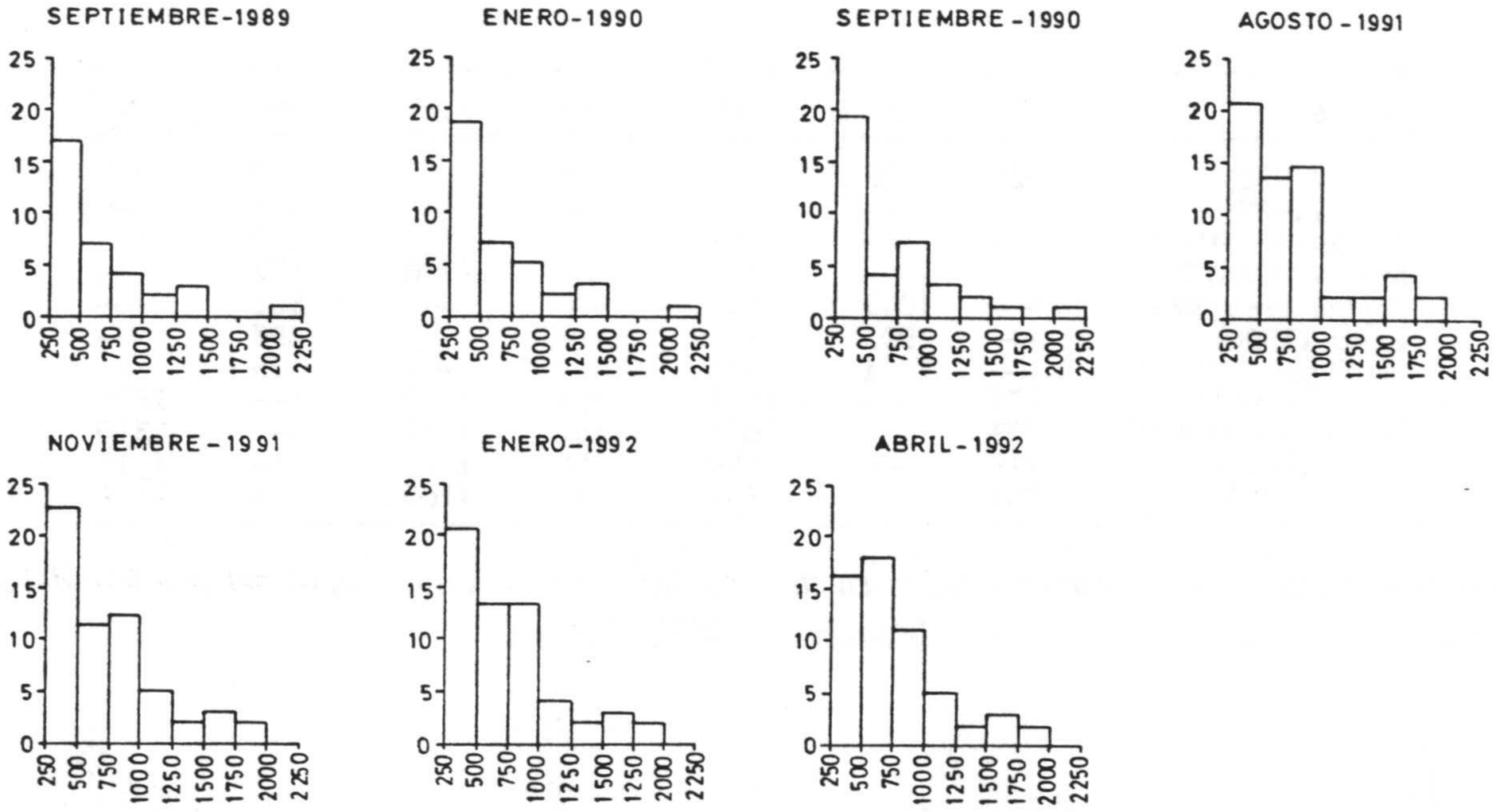


Figura 58.- Histogramas de valores de concentración de ion bicarbonato (mg/l).

La tabla 25 muestra los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los muestreos realizados; son llamativos los valores máximos encontrados en ciertos puntos acuíferos, en algunos superiores a 2000 mg/l. El hecho de que en los cuatro últimos muestreos el valor sea inferior, no es debido a que existe una disminución en la concentración, sino que los sondeos con los contenidos más altos fueron desmontados por hacer el CO_2 antieconómica su explotación, y por lo tanto no se pudo obtener muestra.

En la tabla 26 se aprecia la variación de la concentración de bicarbonatos en diferentes puntos acuíferos; en ella se observa como los contenidos, en algunos casos bastante altos, continúan aumentando con el transcurso del tiempo y el incremento de la explotación del acuífero.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	656	2043	285	414
Enero (1990)	663	2054	290	405
Septiembre (1990)	683	2124	295	410
Agosto (1991)	766	1795	317	408
Noviembre (1991)	750	1790	311	391
Enero (1992)	757	1792	319	394
Abril (1992)	774	1824	326	397

Tabla 25.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable bicarbonato (mg/l).

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	844	2734	—	1235	—	1292	2016
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	1098	—
Noviembre (1987) **	—	—	278	—	701	756	—
Marzo (1988) **	—	—	1017	—	1415	842	—
Septiembre (1989)	—	2043	1352	—	—	1389	—
Enero (1990)	—	2054	1350	—	—	1405	—
Septiembre (1990)	—	2124	1368	—	—	1438	—
Agosto (1991)	885	—	1550	1012	1700	—	1704
Noviembre (1991)	800	—	1305	991	1604	—	1693
Enero (1992)	841	—	1366	1010	1611	—	1701
Abril (1992)	875	—	1442	1048	1610	—	1712

*Tabla 26.- Variación de la concentración en bicarbonatos (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

La distribución espacial de valores puede observarse en la figura 59. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, las concentraciones más elevadas -superiores a 1500 mg/l- se encuentran en la parte septentrional del acuífero (áreas de Venta Ceferino-Higuera-Esparragal-Bujércal-Estación de Lumbreras-Saladar); las concentraciones mínimas, que se registran por el resto del acuífero, son inferiores a 400 mg/l.

En el muestreo de Abril de 1992, las diferencias que se observan se deben tanto al hecho de que las concentraciones de ion bicarbonato han aumentado, como a la eliminación de algunos puntos de muestreo con concentraciones muy altas, y cuyas causas ya comenté anteriormente. En el mapa correspondiente, se distinguen dos áreas con los contenidos más altos de bicarbonatos; la primera coincide con la comentada en el muestreo de Septiembre de 1989 y presenta valores superiores a los 1500 mg/l; y la segunda, se encuentra hacia el extremo NE del acuífero y tiene concentraciones por encima de 1000 mg/l; finalmente, la distribución de valores mínimos, aunque más altos, es similar al muestreo comentado anteriormente.

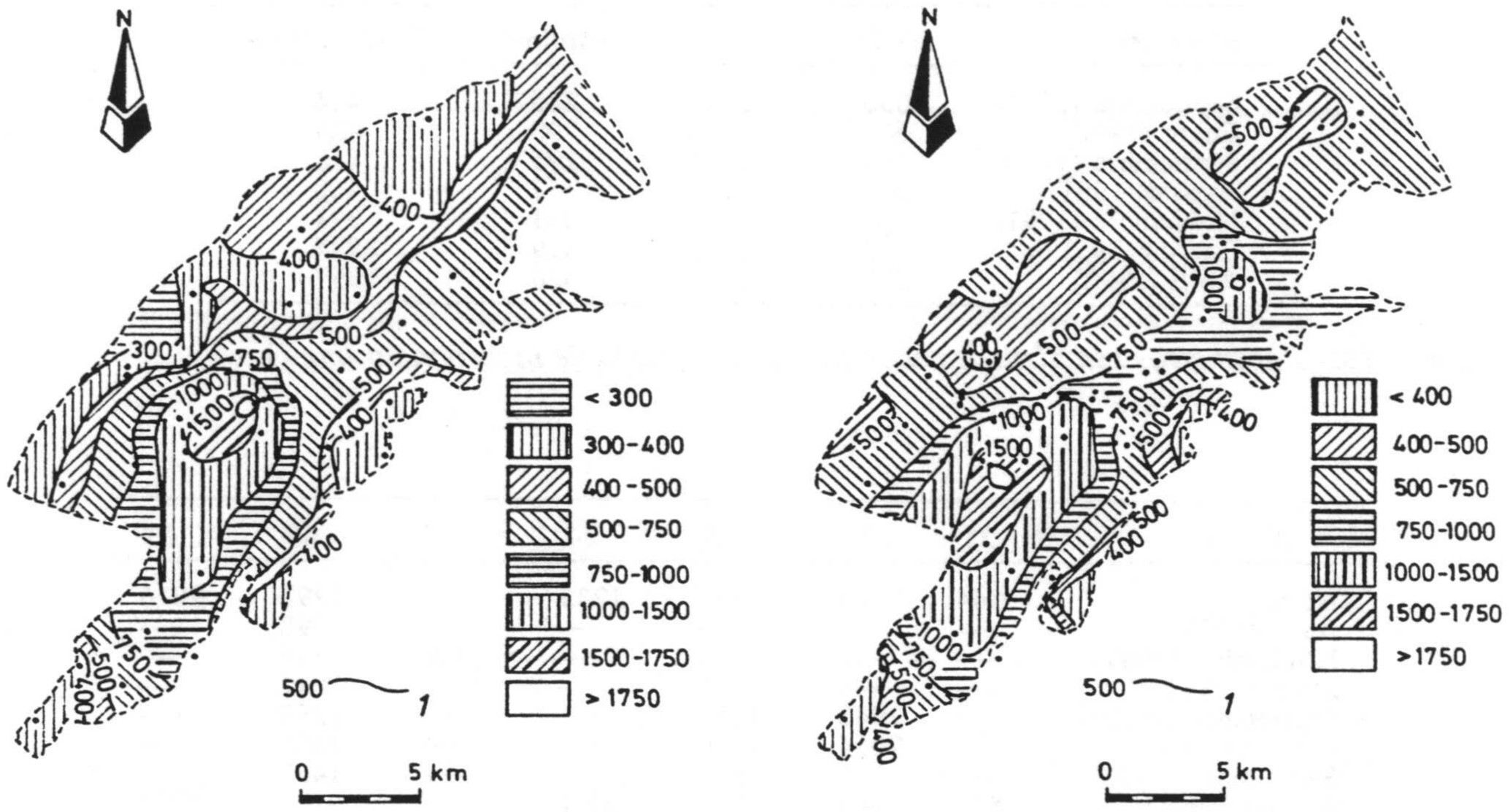


Figura 59.- Concentración de ion bicarbonato (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de bicarbonatos.

Nitrato

Para ver la variación temporal de ion nitrato de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas para distintos intervalos de concentración y el número de muestras recogidas (figura 60); en ellos se puede ver que todas las muestras están comprendidas entre 0 y 175 mg/l. Del mismo modo, en el anexo 4 se muestran los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las campañas de recogida de muestras; así, se observa que la mayoría de ellas se encuentran comprendidas entre 0 y 25 mg/l. En la tabla 27 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica, hallados en cada uno de los muestreos.

La distribución espacial de valores puede observarse en la figura 61. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, las concentraciones más altas se alcanzan en la parte septentrional del acuífero, sobre todo, en el área del regadío Tradicional de Lorca, donde se superan los 50 mg/l; otros sectores con contenidos altos, aunque más bajos (más de 25 mg/l), se encuentran al Este de Puerto Lumbreras y al Sur de Almendricos. En el resto del acuífero las concentraciones se mantienen por debajo de los 25 mg/l.

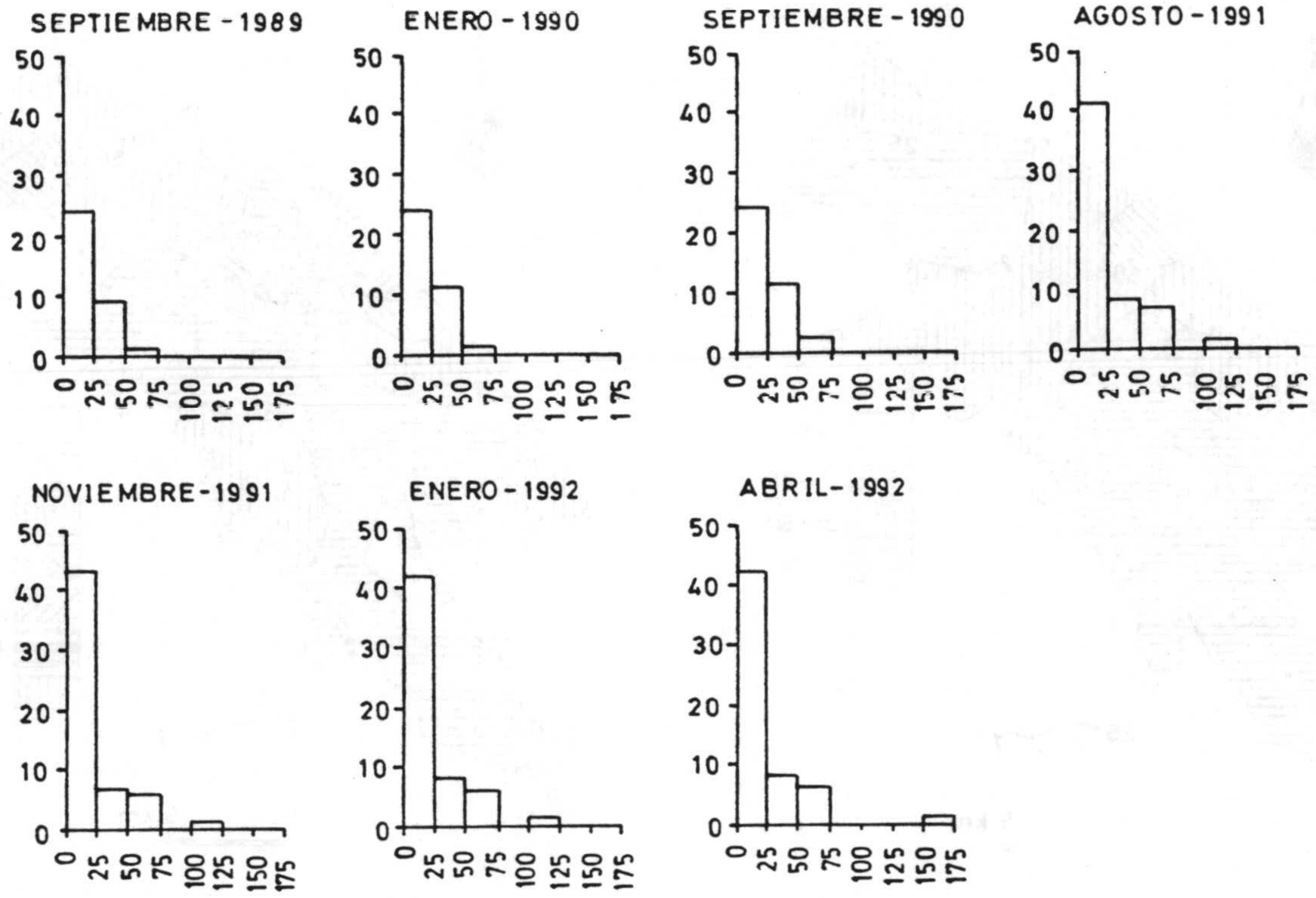


Figura 60.- Histogramas de valores de concentración de ion nitrato (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	18	60	1	15
Enero (1990)	20	61	2	15
Septiembre (1990)	23	65	2	17
Agosto (1991)	24	125	1	22
Noviembre (1991)	21	118	1	22
Enero (1992)	23	124	3	22
Abril (1992)	25	171	2	26

Tabla 27.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable nitrato (mg/l).

Para el muestreo de Abril de 1992, se observa un aumento en la concentración de nitratos en el área de regadío Tradicional de Lorca, donde se superan los 150 mg/l; también se observa un aumento en el sector de Altobordo (superior a 50 mg/l) y en el extremo Norte del acuífero (con concentraciones próximas o superiores a 50 mg/l). En relación con los contenidos mínimos, no se aprecian variaciones importantes respecto del muestreo comentado anteriormente, a excepción de una disminución, por debajo de 25 mg/l, en los sondeos próximos a la rambla de Viznaga, por encima de la carretera C-3211.

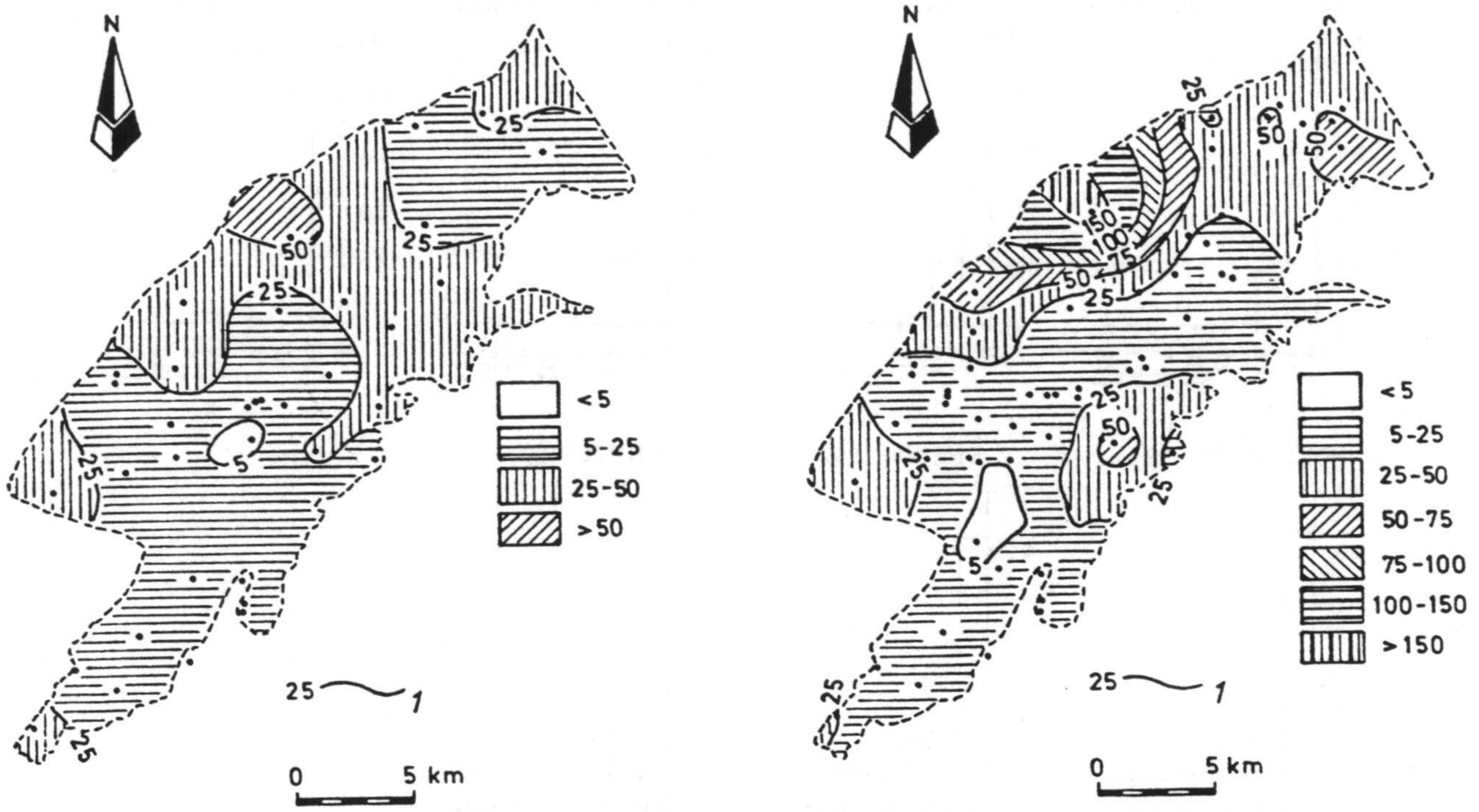


Figura 61.- Concentración de ion nitrato (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de nitratos.

Calcio

La distribución temporal del ion calcio de las aguas subterráneas del acuífero se puede ver en la figura 62; en ella se muestran los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración de ion calcio para el número de muestras tomadas en las campañas realizadas. Así, se aprecia que las muestras de las tres primeras campañas se encuentran comprendidas entre 0 y 700 mg/l, mientras que para el resto de los muestreos existe un aumento, encontrándose su concentración entre 100 y 800 mg/l.

En el anexo 4 se señalan los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración de ion calcio, establecidos para las muestras obtenidas en las siete campañas; la gran mayoría de ellas se encuentran comprendidas entre las concentraciones de 100 y 400 mg/l. La tabla 28 permite ver los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los diferentes muestreos realizados. En la tabla 29 se puede ver la variación de la concentración de ion calcio en algunos puntos del acuífero. Se observa, que en algunos los contenidos no se modifican, mientras que en otros existe un incremento relativamente importante.

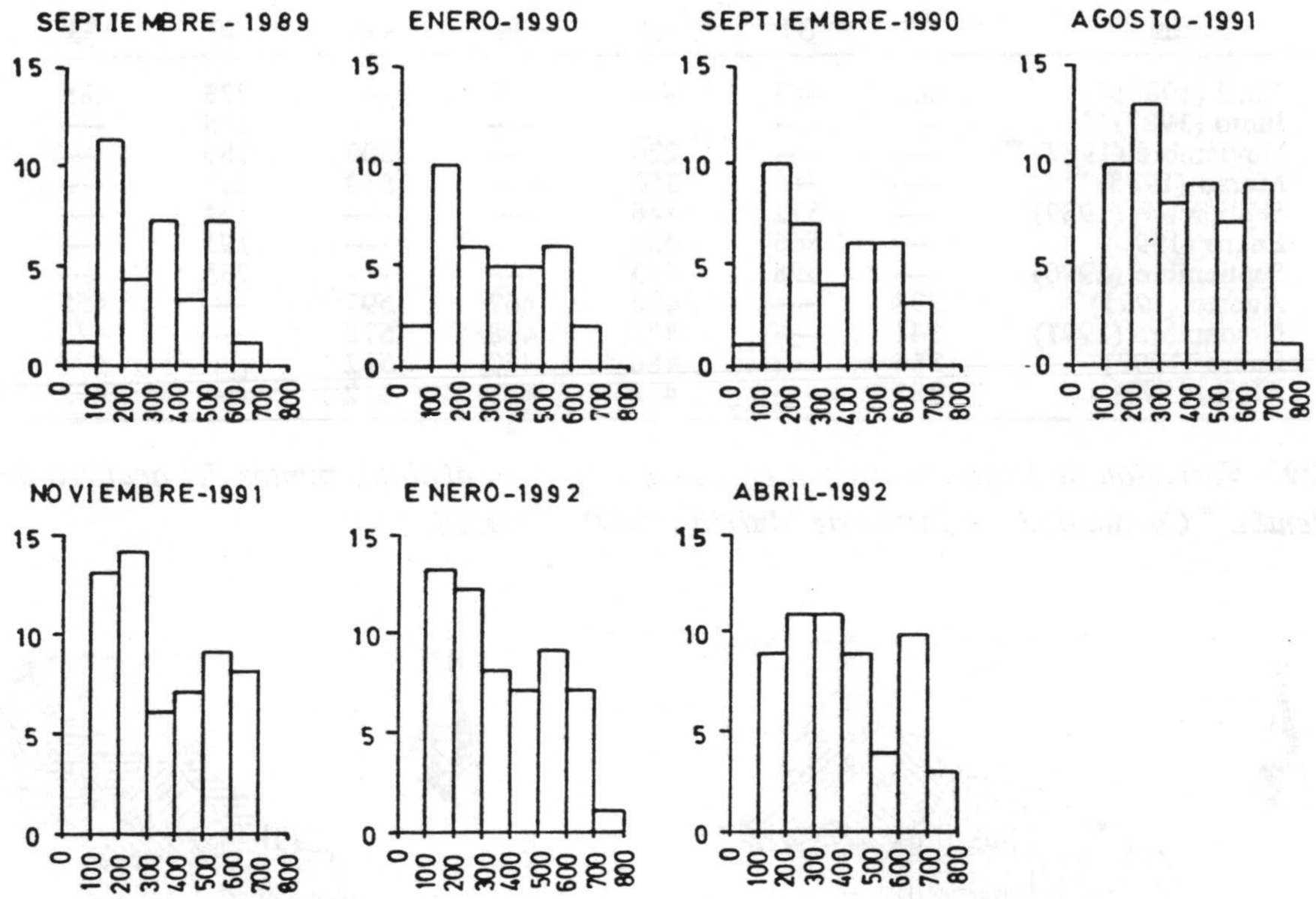


Figura 62.- Histogramas de valores de concentración de ion calcio (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	330	610	100	163
Enero (1990)	329	621	70	164
Septiembre (1990)	356	638	97	170
Agosto (1991)	383	715	131	177
Noviembre (1991)	367	686	113	173
Enero (1992)	378	710	114	178
Abril (1992)	401	761	123	182

Tabla 28.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable calcio (mg/l).

La distribución espacial de la concentración de ion calcio se muestra en la figura 63. Con respecto a la campaña de Septiembre de 1989, los contenidos más elevados se dan en el extremo NE (por encima de 500 mg/l), en el área del regadío Tradicional de Lorca (más de 400 mg/l), en el sector Bujércal-Estación de Lumbreras (superior a 500 mg/l) y al Norte de Almendricos (más de 600 mg/l); en el resto del acuífero las concentraciones son inferiores a 200 mg/l.

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	461	483	—	389	—	273	485
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	295	—
Noviembre (1987) **	—	—	220	—	300	186	—
Marzo (1988) **	—	—	350	—	510	213	—
Septiembre (1989)	—	572	446	—	—	184	—
Enero (1990)	—	566	453	—	—	195	—
Septiembre (1990)	—	598	463	—	—	235	—
Agosto (1991)	398	—	488	462	597	—	455
Noviembre (1991)	341	—	482	468	570	—	473
Enero (1992)	366	—	480	460	582	—	477
Abril (1992)	385	—	478	453	612	—	492

*Tabla 29.- Variación de la concentración en calcio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

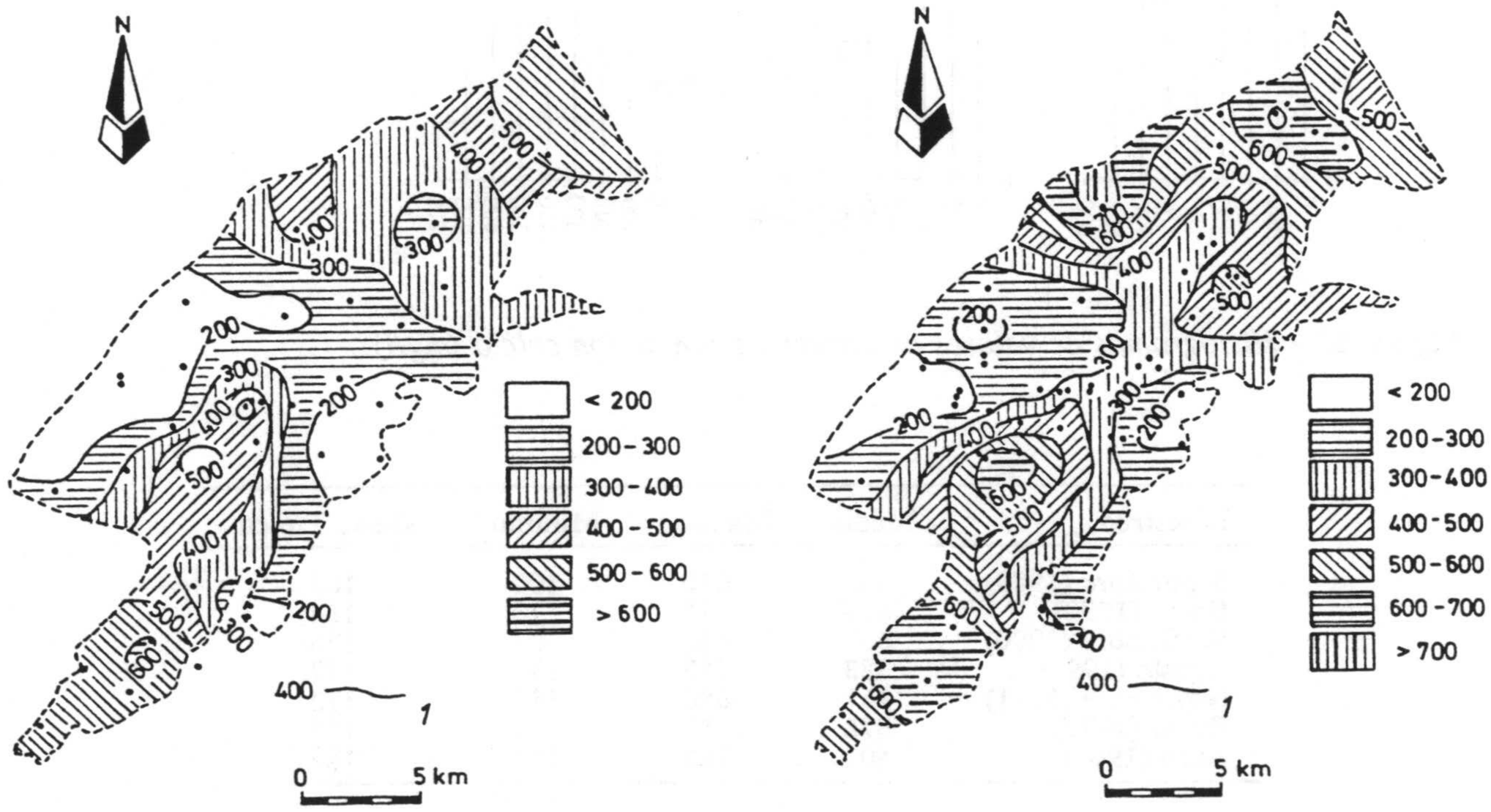


Figura 63.- Concentración de ion calcio (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de ion calcio.

En el muestreo de Abril de 1992, existe un aumento de la concentración de calcio en el área del regadío Tradicional de Lorca (con más de 700 mg/l) y en el sector de la Hoya (también superior a 700 mg/l); en el resto del acuífero, la distribución de valores máximos y mínimos es, en general, similar a la campaña mencionada anteriormente.

Magnesio

Para observar la distribución temporal del ion magnesio de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas de las diferentes campañas de recogida de muestras correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras tomadas (figura 64); se puede ver que las muestras se sitúan dentro de un rango de concentración comprendido entre 0 y 400 mg/l, aunque en las dos últimas campañas algunas muestras alcanzan los 500 mg/l.

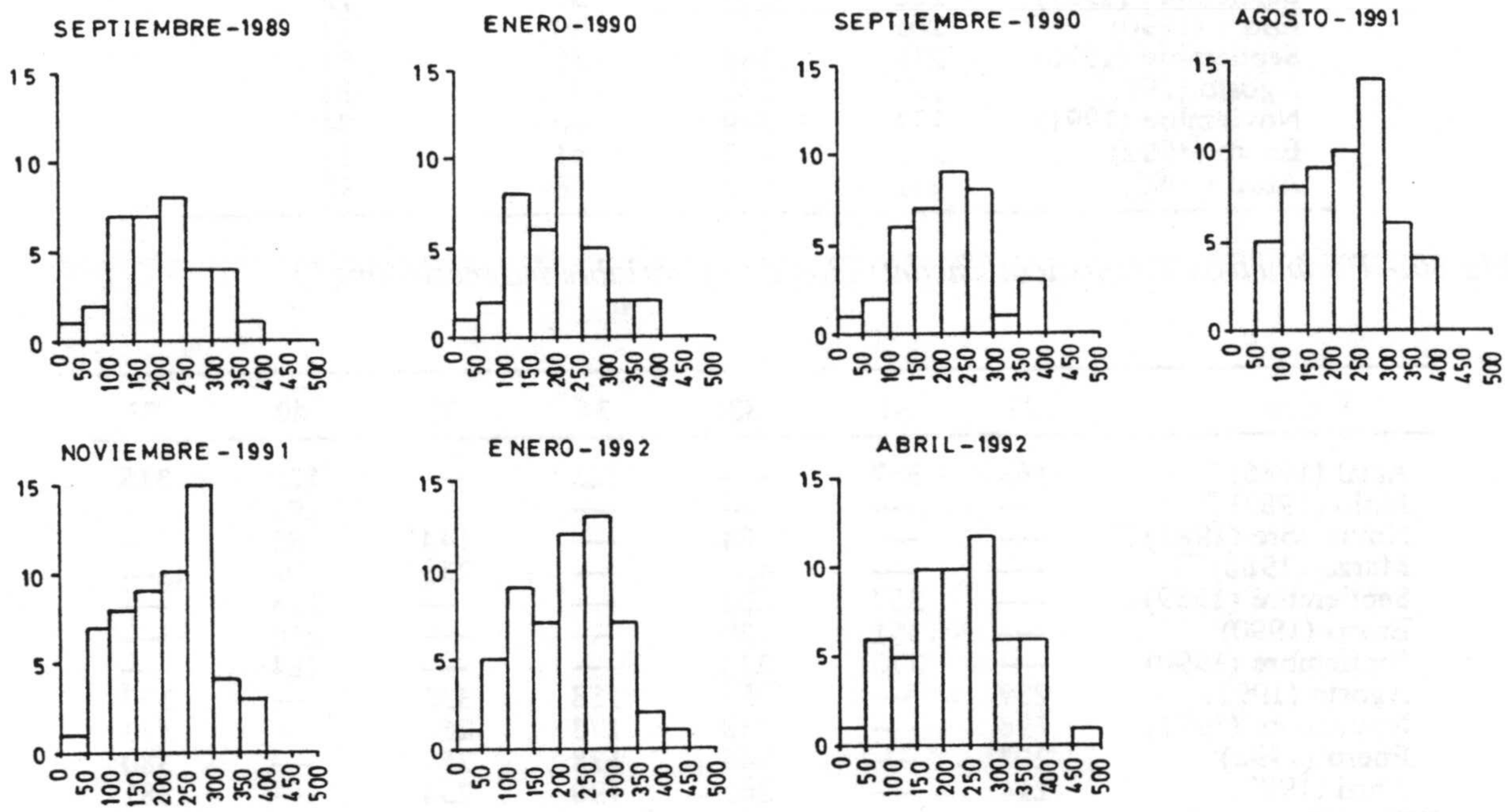


Figura 64.- Histogramas de valores de concentración de ion magnesio (mg/l).

Por otra parte, en el anexo 4 se pueden consultar los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas abordadas; así, las muestras se agrupan mayoritariamente dentro de un intervalo de concentración comprendido entre 100 y 300 mg/l. En la tabla 30 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos. La tabla 31 permite observar que en todos los puntos existe un aumento progresivo e importante de la concentración, pero que no es tan acentuado en el período de estudio.

La figura 65 muestra la distribución espacial de la concentración de magnesio en el acuífero. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, los contenidos máximos se encuentran en el sector correspondiente al regadío Tradicional de Lorca (más de 300 mg/l), la zona de la Estación de Lumbreras (superior a 250 mg/l) y el área de Los Olivos-Venta

Ceferino-Higuera (por encima de 300 mg/l); las concentraciones más bajas se encuentran al Este de Puerto Lumbreras (menos de 100 mg/l) y en el sector de Purias (por debajo de 50 mg/l). Con respecto al muestreo realizado en Abril de 1992, y también en relación con los valores de concentración máximos y mínimos de ion magnesio, se tiene una situación bastante similar a la del muestreo comentado anteriormente, si bien ambos experimentan un cierto aumento.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	202	357	30	79
Enero (1990)	205	356	30	77
Septiembre (1990)	216	388	35	81
Agosto (1991)	220	381	38	85
Noviembre (1991)	212	389	40	84
Enero (1992)	219	410	41	87
Abril (1992)	231	453	48	92

Tabla 30.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable magnesio (mg/l).

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	163	367	—	125	—	129	315
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	192	—
Noviembre (1987) **	—	—	84	—	144	81	—
Marzo (1988) **	—	—	156	—	235	102	—
Septiembre (1989)	—	357	203	—	—	258	—
Enero (1990)	—	351	220	—	—	260	—
Septiembre (1990)	—	370	228	—	—	284	—
Agosto (1991)	239	—	257	188	336	—	377
Noviembre (1991)	198	—	238	173	260	—	373
Enero (1992)	203	—	246	178	259	—	380
Abril (1992)	214	—	265	190	254	—	381

*Tabla 31.- Variación de la concentración en magnesio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

Sodio

Para estudiar la distribución temporal del ion sodio de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas correspondientes a las distintas concentraciones y al número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 66); en estos se puede ver que las muestras varían entre 0 y 900 mg/l. En el anexo 4 se indican los porcentajes de muestras correspondientes a los distintos intervalos de concentración establecidos; como se puede ver, la mayoría de ellas están comprendidas entre 100 y 400 mg/l. En la tabla 32 se señalan los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos. En la tabla 33 se muestra la evolución de la concentración de sodio en algunos puntos del acuífero; así, los contenidos aumentan de forma general en todos los puntos, aunque no con la misma intensidad.

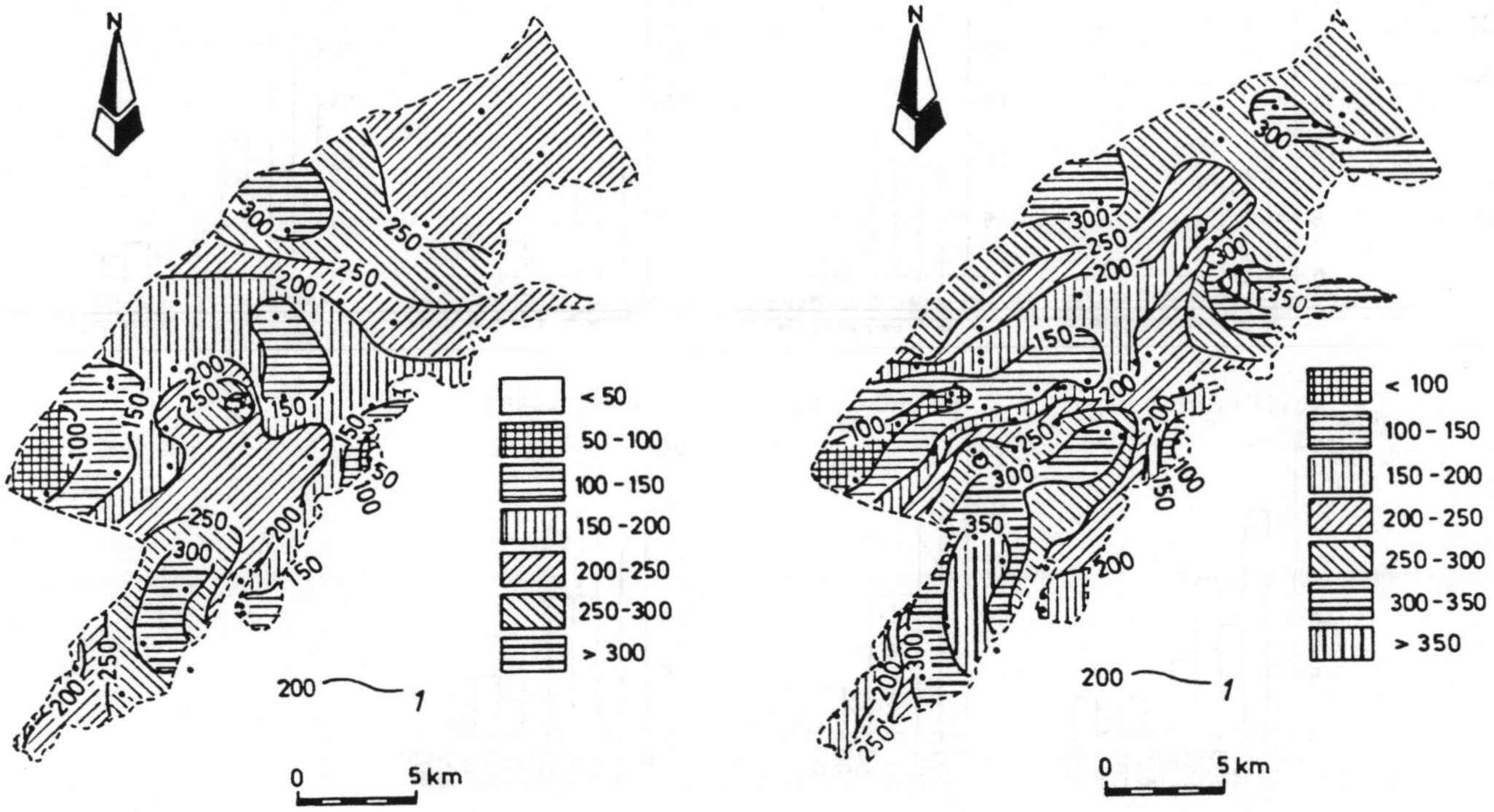


Figura 65.- Concentración de ion magnesio (mg/l) en las aguas del acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de ion magnesio.

La distribución espacial de valores puede observarse en la figura 67. En relación con la campaña de Septiembre de 1989, las concentraciones más altas se encuentran en la parte septentrional del acuífero (superior a 500 mg/l), en el área de regadío Tradicional de Lorca (con más de 700 mg/l) y la zona de Altobordo, aunque con valores inferiores (por encima de 400 mg/l); los contenidos más bajos se dan en el sector de El Esparragal-Bujércal-Estación de Lumbreras (con menos de 100 mg/l) y en al Oeste de Almendricos (inferior a 100 mg/l).

En el muestreo de Abril de 1992, se observa una distribución de concentraciones máximas y mínimas muy similar a la de la campaña comentada anteriormente, aunque con un incremento general de casi todas ellas; así, y en relación con los contenidos más elevados, en la zona de regadío Tradicional de Lorca se llegan a superar los 800 mg/l, en la parte septentrional se sobrepasan los 700 mg/l y en el sector de Altobordo se miden contenidos superiores a 500 mg/l; con respecto a los contenidos más bajos, solo se mantienen por debajo de 100 mg/l al Oeste de Almendricos, mientras que en el sector de El Esparragal-Bujércal-Estación de Lumbreras se incrementan por encima de 100 mg/l

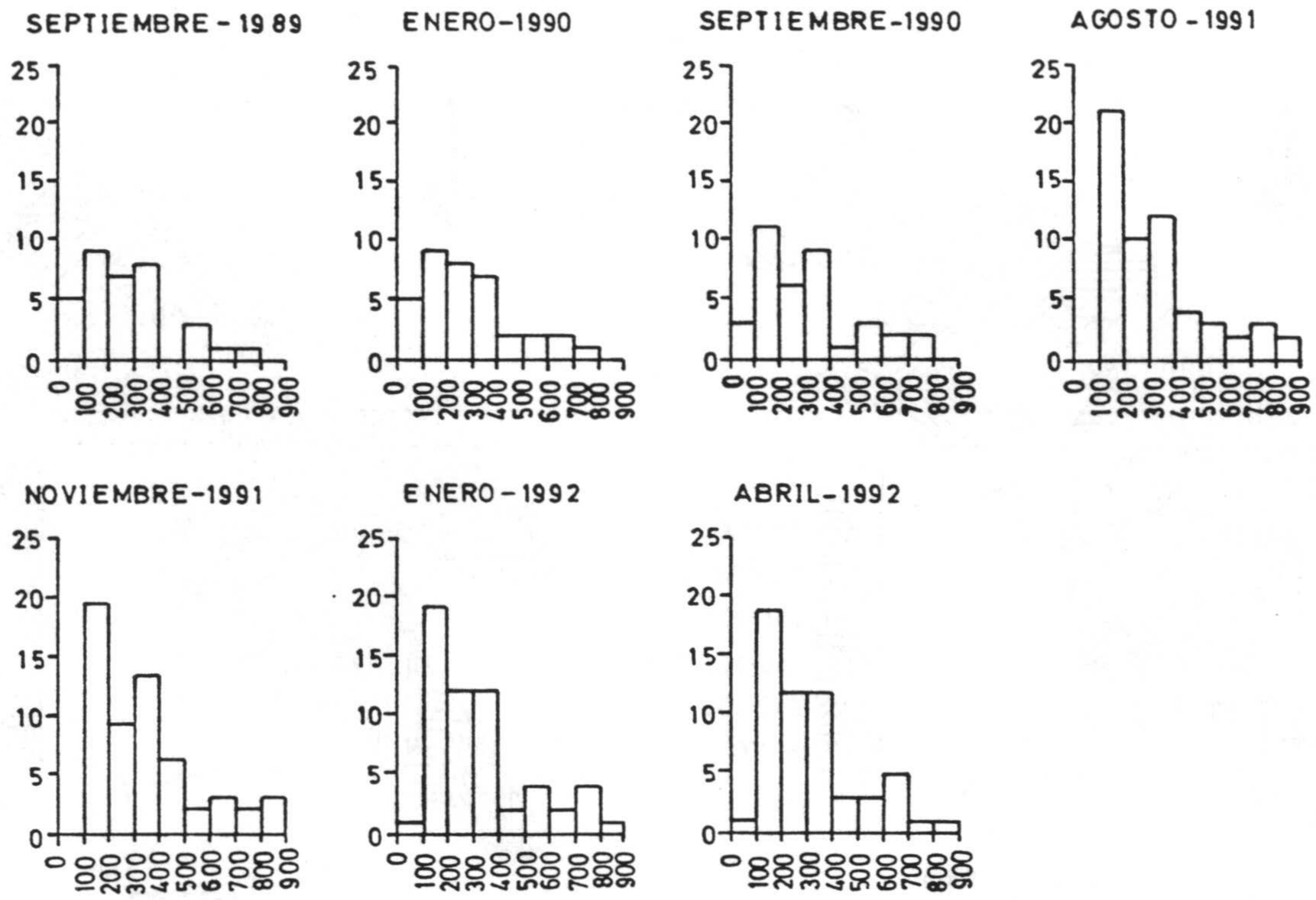


Figura 66.- Histogramas de valores de concentración de ion sodio (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	272	750	88	162
Enero (1990)	279	752	85	169
Septiembre (1990)	307	770	92	185
Agosto (1991)	328	886	105	202
Noviembre (1991)	334	876	106	205
Enero (1992)	323	880	95	198
Abril (1992)	317	872	99	183

Tabla 32.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable sodio (mg/l).

Potasio

En la figura 68 se muestran los histogramas elaborados para distintos intervalos de concentración de ion potasio y el número de muestras tomadas en las siete campañas llevadas a cabo. En ellos se observa que para los tres primeros muestreos, las muestras están comprendidas entre 20 y 100 mg/l, mientras que para los restantes se encuentran entre 20 y 120 mg/l.

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	154	180	—	122	—	122	225
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	165	—
Noviembre (1987) **	—	—	108	—	158	116	—
Marzo (1988) **	—	—	164	—	206	136	—
Septiembre (1989)	—	180	160	—	—	98	—
Enero (1990)	—	168	170	—	—	102	—
Septiembre (1990)	—	182	172	—	—	123	—
Agosto (1991)	255	—	193	105	187	—	278
Noviembre (1991)	318	—	204	106	191	—	291
Enero (1992)	300	—	197	101	188	—	270
Abril (1992)	288	—	204	108	177	—	265

Tabla 33.- Variación de la concentración en sodio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.

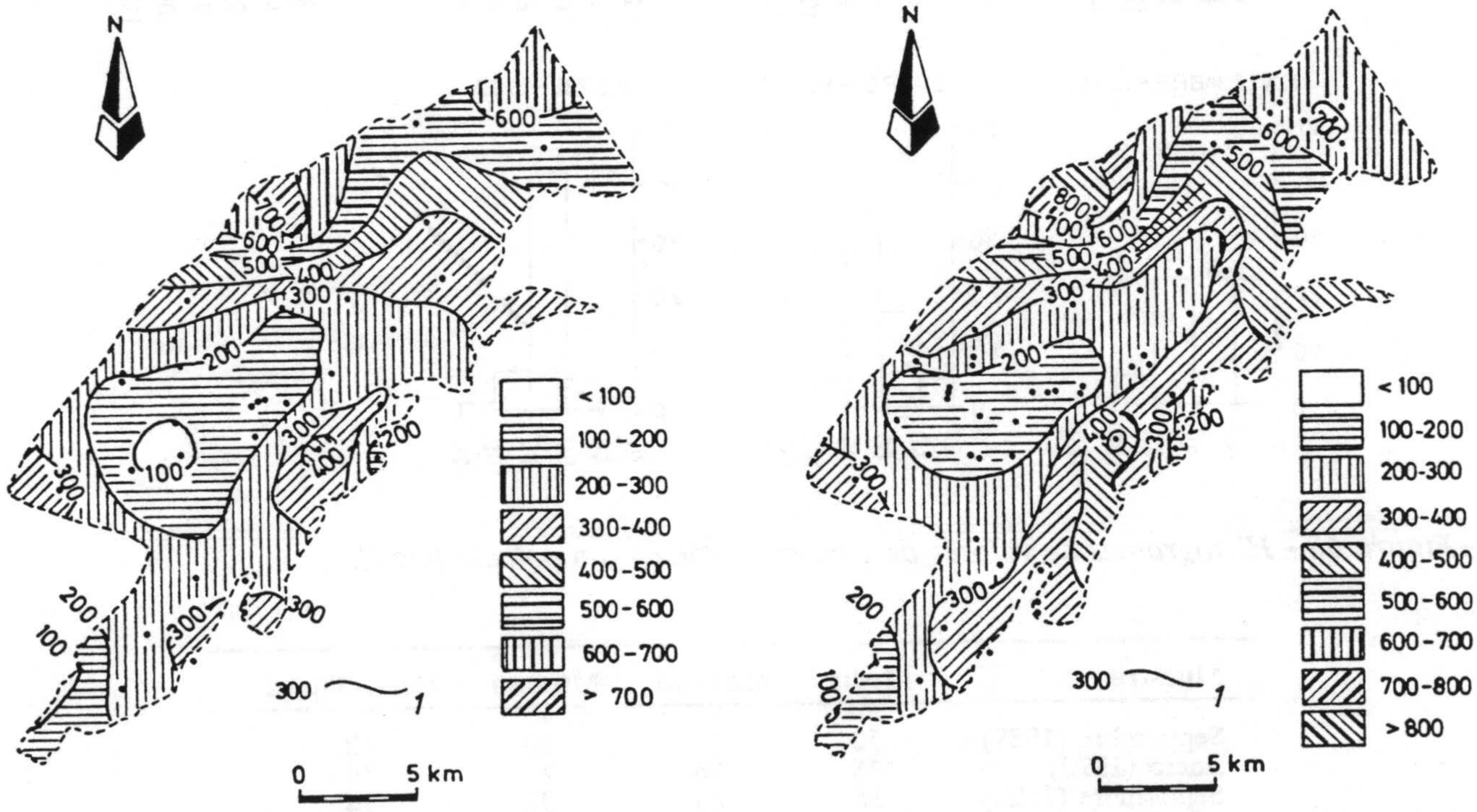


Figura 67.- Concentración de sodio (mg/l) en el acuífero del Alto Guadalentín (izquierda: Septiembre, 1989; derecha: Abril, 1992); 1:curva de igual concentración de sodio.

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas se pueden ver en el anexo 4; se observa que en las tres primeras, la mayoría de las muestras están comprendidas entre 20 y 60 mg/l; en las tres siguientes, la mayor parte de ellas se encuentran dentro del intervalo de 40 y 80 mg/l; y finalmente, en la última, el mayor número está entre 60 y 80

mg/l. En la tabla 34 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados. La variación de la concentración de algunos puntos acuíferos, respecto a datos anteriores, se puede observar en la tabla 35; en ésta, se aprecia un aumento del contenido en este ion, aunque de forma más lenta en los últimos muestreos.

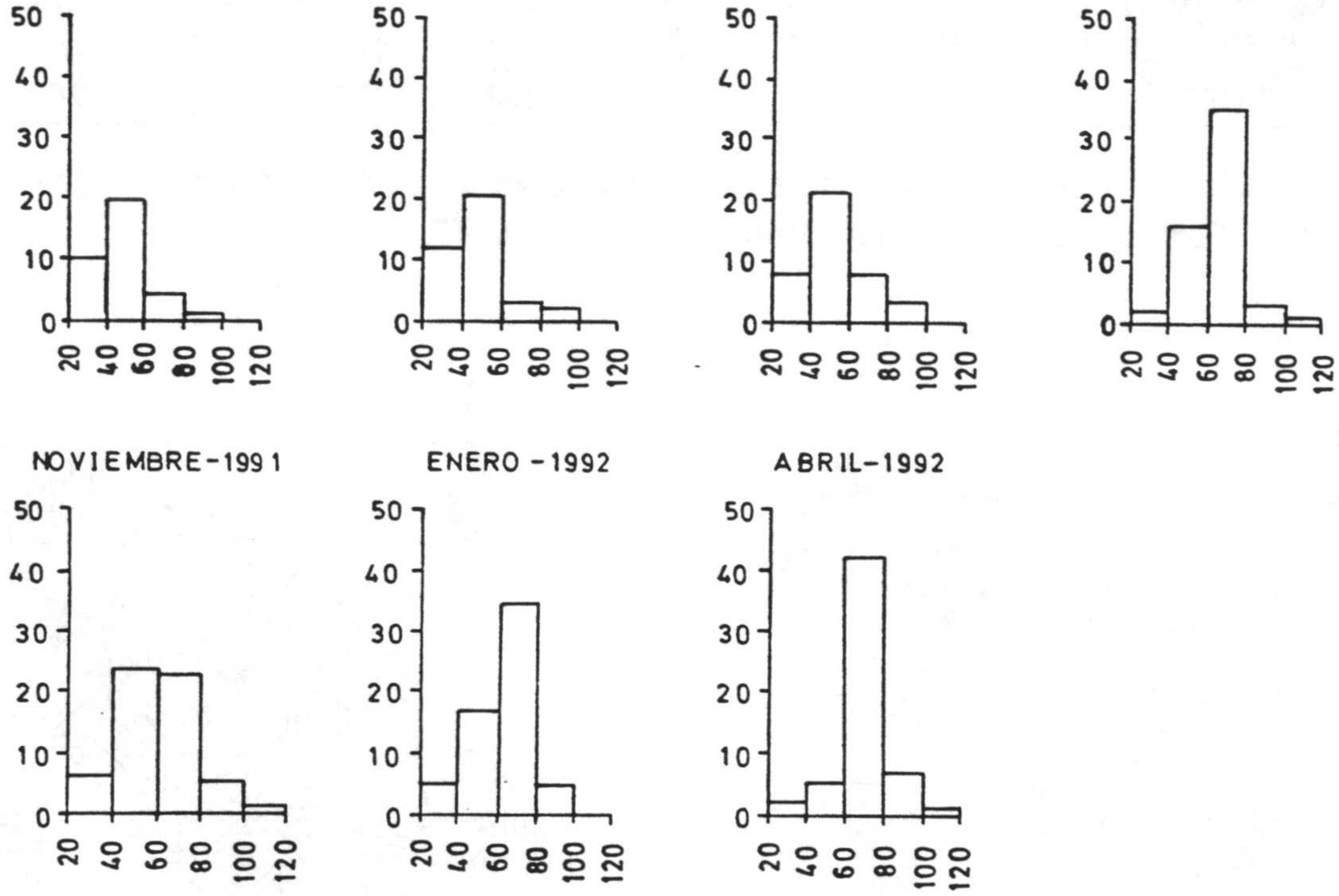


Figura 68.- Histogramas de valores de concentración de ion potasio (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	50	85	30	12
Enero (1990)	48	98	27	16
Septiembre (1990)	55	89	32	14
Agosto (1991)	64	106	35	13
Noviembre (1991)	61	105	31	15
Enero (1992)	64	100	32	13
Abril (1992)	70	101	36	12

Tabla 34.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable potasio (mg/l).

Estroncio

La distribución temporal del ion estroncio de las aguas subterráneas del acuífero se puede observar en los histogramas realizados, teniendo en cuenta diferentes intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las distintas campañas (figura 69); así,

se puede ver que las muestras están comprendidas entre 0 y 35 mg/l.

Fecha	21	31	33	34	35	40	53
Abril (1986) *	6	18	—	6	—	5	9
Junio (1987) **	—	—	—	—	—	5	—
Noviembre (1987) **	—	—	8	—	8	3	—
Marzo (1988) **	—	—	4	—	7	3	—
Septiembre (1989)	—	50	52	—	—	41	—
Enero (1990)	—	43	55	—	—	40	—
Septiembre (1990)	—	55	57	—	—	46	—
Agosto (1991)	62	—	64	70	66	—	50
Noviembre (1991)	66	—	70	68	67	—	40
Enero (1992)	69	—	71	70	69	—	42
Abril (1992)	71	—	77	74	72	—	57

*Tabla 35.- Variación de la concentración en potasio (mg/l) en distintos puntos del acuífero del Alto Guadalentín. * Comunidad Autónoma de Murcia (1987); ** IGME.*

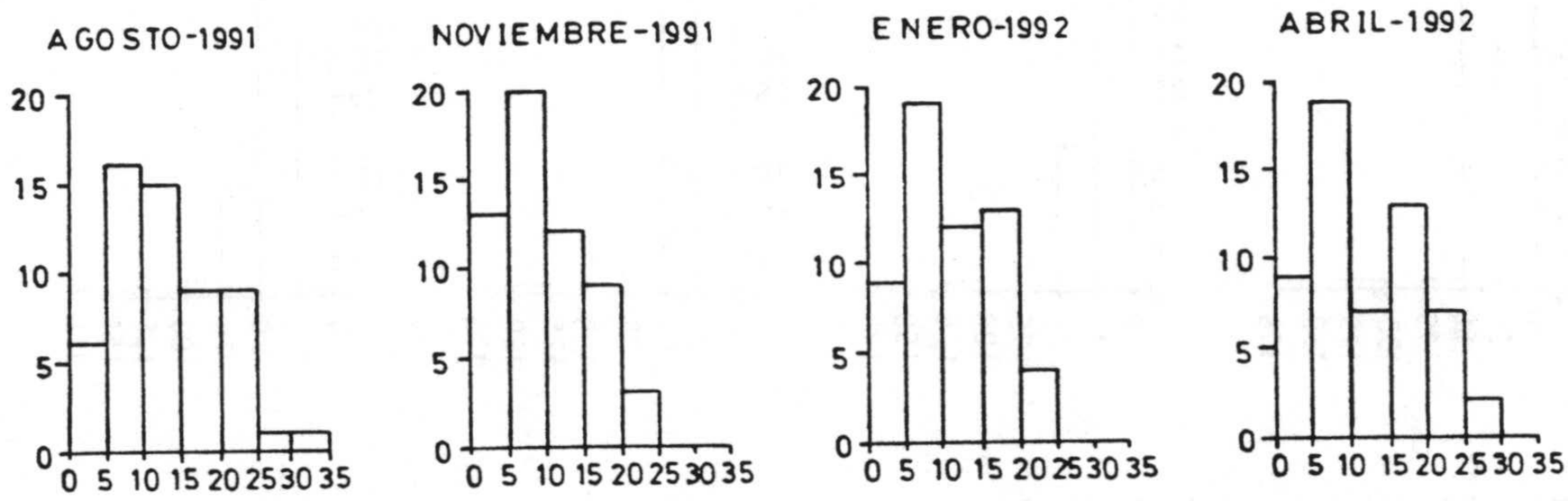


Figura 69.- Histogramas de valores de concentración de ion estroncio (mg/l).

En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas realizadas; así, se puede observar que, de forma mayoritaria, éstas se encuentran entre una concentración de 5 y 20 mg/l. En la tabla 36 se muestran los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica que se han encontrado en cada una de las campañas llevadas a cabo.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	14	32	3	7
Noviembre (1991)	10	23	1	6
Enero (1992)	12	24	2	6
Abril (1992)	12	27	2	7

Tabla 36.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable estroncio (mg/l).

Sílice

La distribución temporal de la sílice (obtenida a partir del valor de silicio encontrado en las aguas del acuífero), se indica en los histogramas para diferentes intervalos de concentración en relación con el número de muestras tomadas en las distintas campañas (figura 70); en ellos se observa que el contenido de las muestras varía entre 0 y 175 mg/l. Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas, se pueden ver en el anexo 4. En la tabla 37 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos. La tabla 38 muestra los contenidos en sílice en algunos puntos acuíferos que disponen de datos anteriores a los míos.

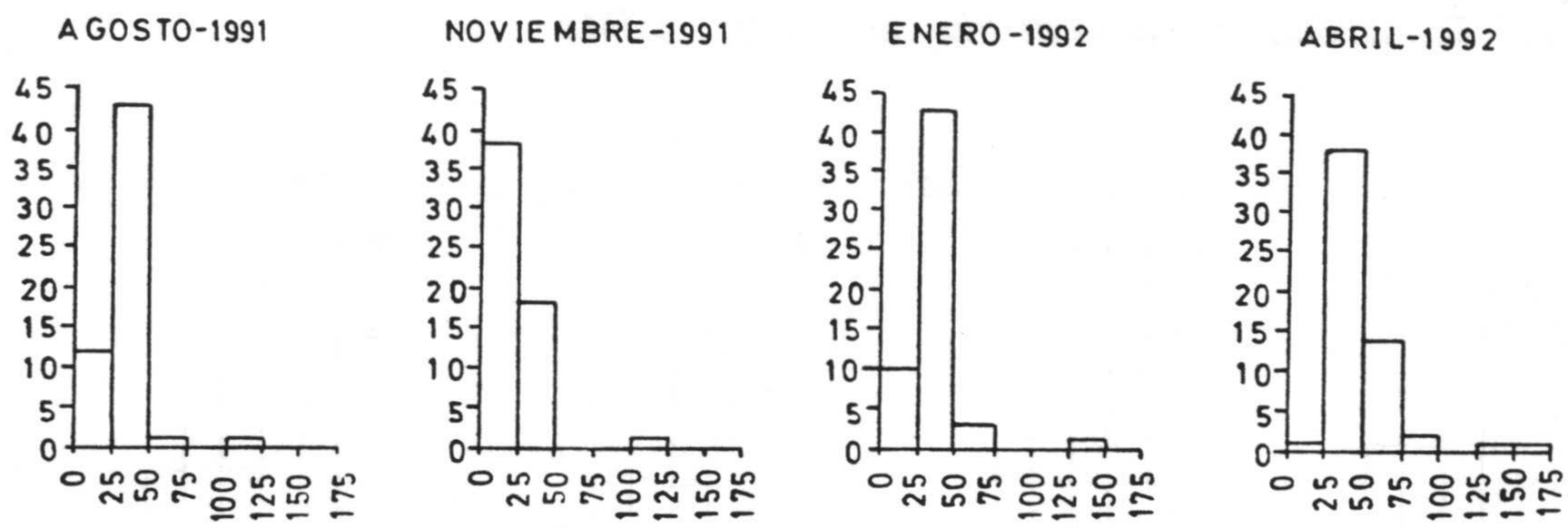


Figura 70.- Histogramas de valores de concentración de la variable sílice (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	34	110	17	13
Noviembre (1991)	27	105	14	12
Enero (1992)	34	126	19	15
Abril (1992)	48	153	25	22

Tabla 37.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable sílice (mg/l).

Fecha	33	35	40
Junio (1987) **	—	—	34
Noviembre (1987) **	—	—	30
Marzo (1988) **	34	30	33
Agosto (1991)	36	29	—
Noviembre (1991)	31	26	—
Enero (1992)	48	29	—
Abril (1992)	78	38	—

*Tabla 38.- Variación de la concentración de sílice (mg/l) en algunos puntos del acuífero. ** IGME.*

4.3.3. Constituyentes minoritarios y trazas

Nitrito

Para ver la distribución temporal de ion nitrito de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas para distintos intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 71); en ellos se puede ver que los contenidos de las muestras varía entre 0 y 0,2 mg/l.

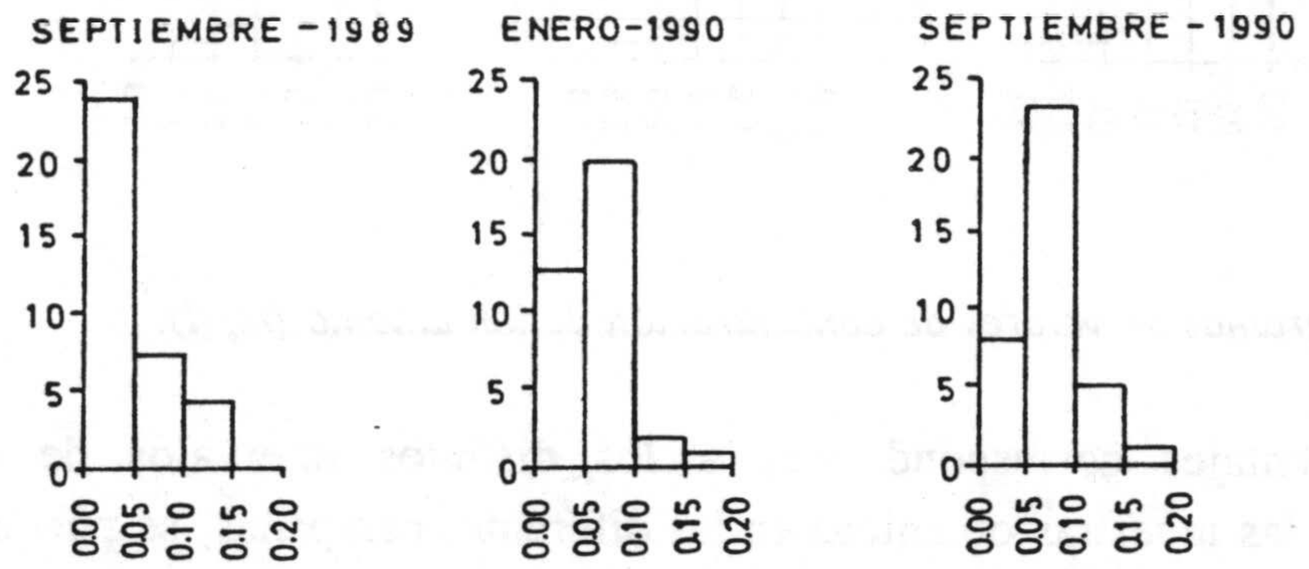


Figura 71.- Histogramas de valores de concentración de ion nitrito (mg/l).

En el anexo 4 se señalan los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en los diferentes muestreos; se puede observar que la mayoría de las muestras están comprendidas entre valores superiores a 0.0 y menores de 0,1 mg/l. La tabla 39 indica los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	0.06	0.15	0.04	0.03
Enero (1990)	0.07	0.18	0.02	0.03
Septiembre (1990)	0.08	0.20	0.04	0.03

Tabla 39.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable nitrito (mg/l).

Amonio

La distribución temporal de ion amonio de las aguas subterráneas del acuífero se puede ver en la figura 72, donde se muestran los histogramas de ion amonio correspondientes a los distintos intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas; en ella se observa que las muestras se agrupan dentro de un rango que varía entre

0 y 3 mg/l.

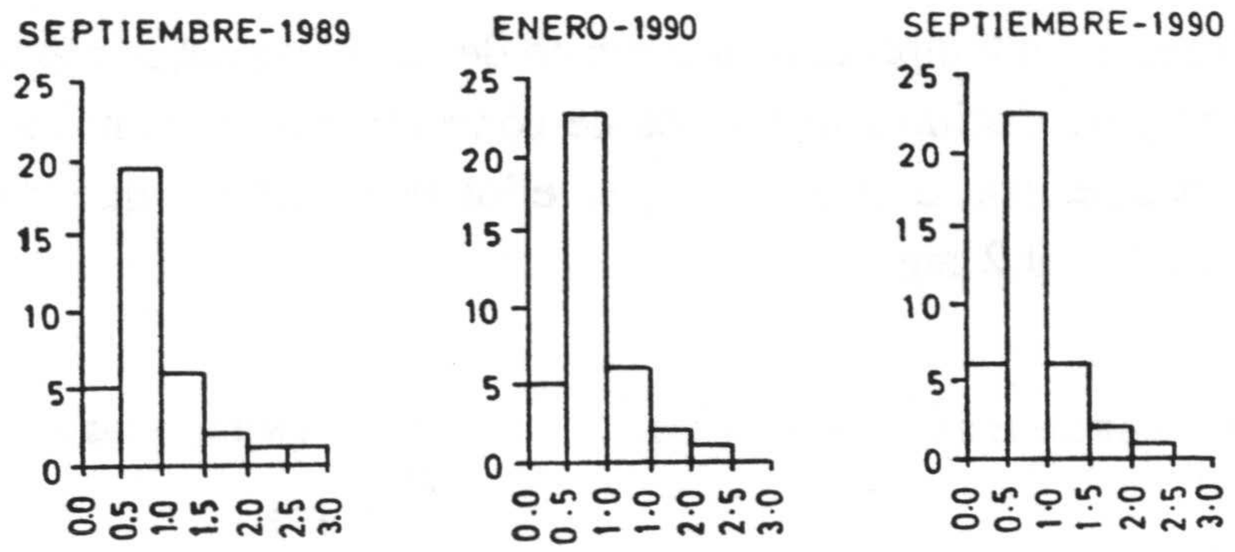


Figura 72.- Histogramas de valores de concentración de ion amonio (mg/l).

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas, se pueden consultar en el anexo 4; así, la mayoría de éstas se encuentran comprendidas entre 0 y 1,5 mg/l. En la tabla 40 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los muestreos.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Septiembre (1989)	0.93	2.76	0.41	0.54
Enero (1990)	0.88	2.41	0.30	0.46
Septiembre (1990)	0.85	2.46	0.30	0.43

Tabla 40.- Parámetros estadísticos de la variable amonio (mg/l).

Fosfatos

Para observar la distribución temporal de ion fosfato (calculado a partir de la concentración de fósforo en las aguas del acuífero), realicé los histogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 73); éstos permiten ver que el contenido de ion fosfato de las muestras está comprendido entre 0 y 8 mg/l.

En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas; se puede ver que la mayoría se encuentran dentro del rango comprendido entre 0 y 3 mg/l. La tabla 41 muestra los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada

uno de los muestreos realizados.

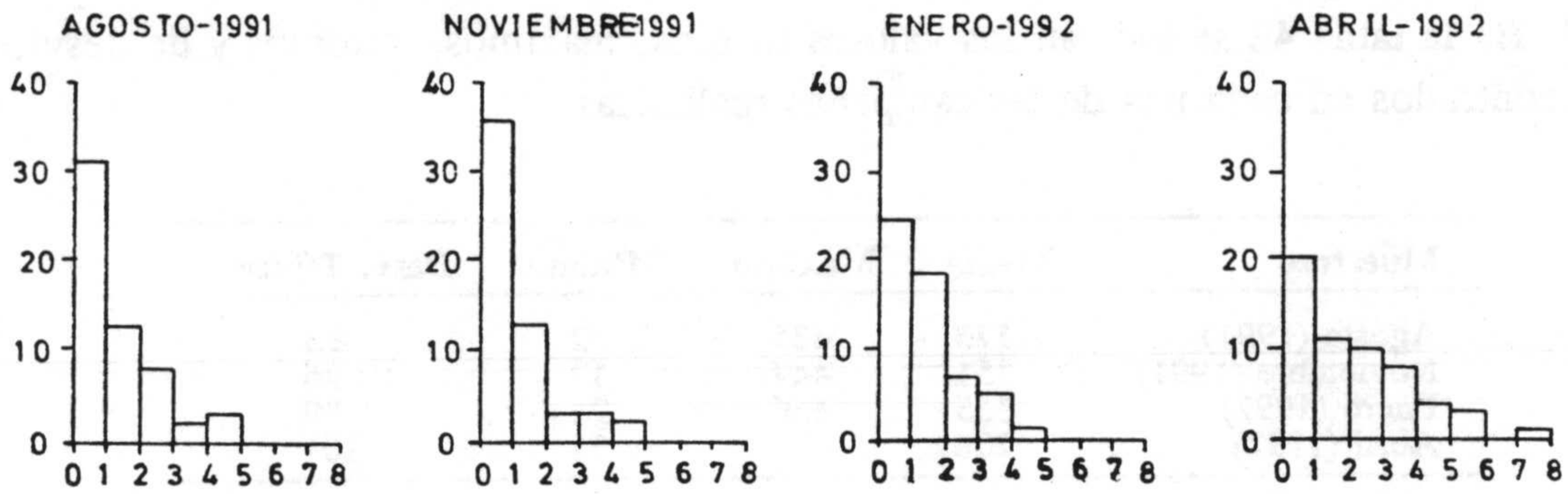


Figura 73.- Histograma de valores de concentración de ion fosfato (mg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	1.4	4.6	0.1	1.1
Noviembre (1991)	1.2	4.3	0.1	1.1
Enero (1992)	1.5	4.8	0.1	1.1
Abril (1992)	2.2	7.5	0.1	1.6

Tabla 41.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable fosfatos (mg/l).

Litio

En la figura 74 se puede observar la distribución temporal de ion litio en las aguas subterráneas del acuífero; en ella se muestran los histogramas realizados para diferentes intervalos de concentración y el número de muestras recogidas en los muestreos realizados; de acuerdo con éstos, las muestras están compredidas entre 0 y 500 μg/l.

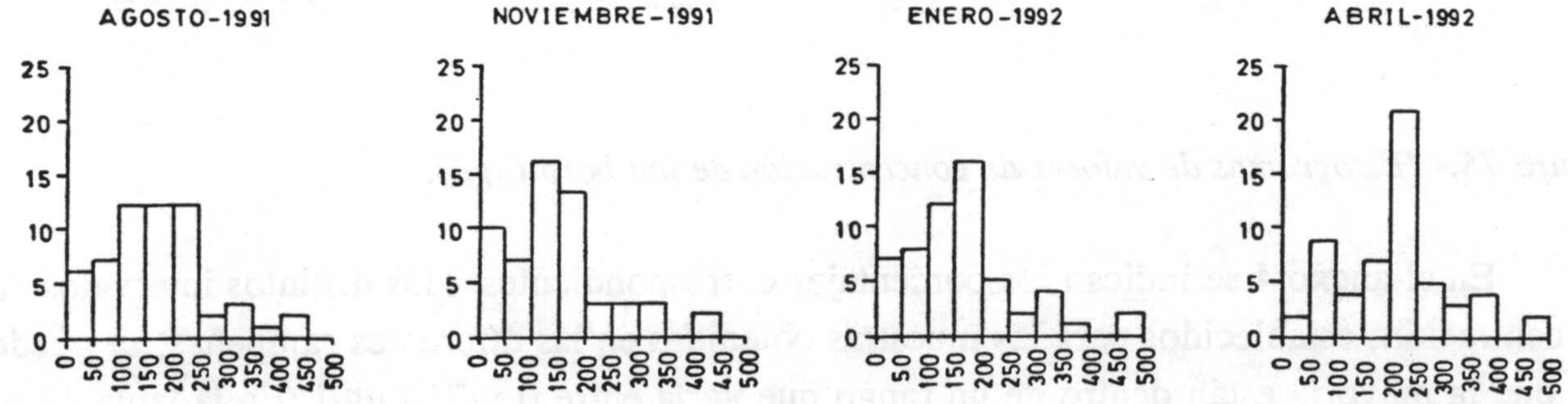


Figura 74.- Histogramas de valores de concentración de ion litio (µg/l).

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas, se pueden ver en el anexo 4; así, la mayoría de ellas se encuentran dentro de un rango comprendido entre 0 y 200 μg/l. En la tabla 42 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada una de las campañas realizadas.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	173	435	32	93
Noviembre (1991)	151	447	17	96
Enero (1992)	165	456	21	99
Abril (1992)	208	471	31	101

Tabla 42.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable litio (µg/l).

Boro

Para ver la distribución temporal de ion boro de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 75); en ellos se puede ver que las muestras se encuentran comprendidas entre 0 y 1500 μg/l.

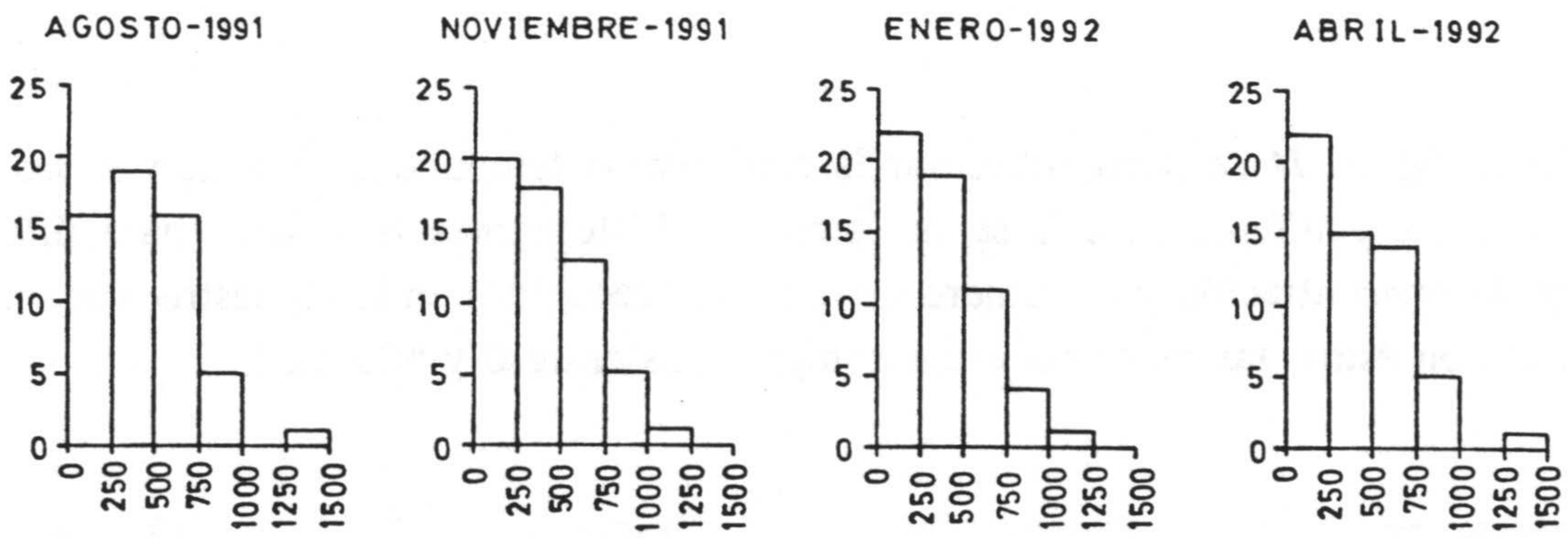


Figura 75.- Histogramas de valores de concentración de ion boro (µg/l).

En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas; se puede ver que la mayoría están dentro de un rango que varía entre 0 y 750 μg/l. En la tabla 43 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	470	1251	105	246
Noviembre (1991)	422	1210	112	242
Enero (1992)	412	1238	101	246
Abril (1992)	409	1290	98	258

Tabla 43.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable boro (µg/l).

Flúor

Para ver la distribución temporal de ion flúor de las aguas subterráneas del acuífero, he realizado los histogramas de concentración para distintos intervalos del número de muestras tomadas en las campañas realizados (figura 76); en ellos se observa que las muestras se hallan comprendidas dentro del intervalo de 0 a 900 µg/l.

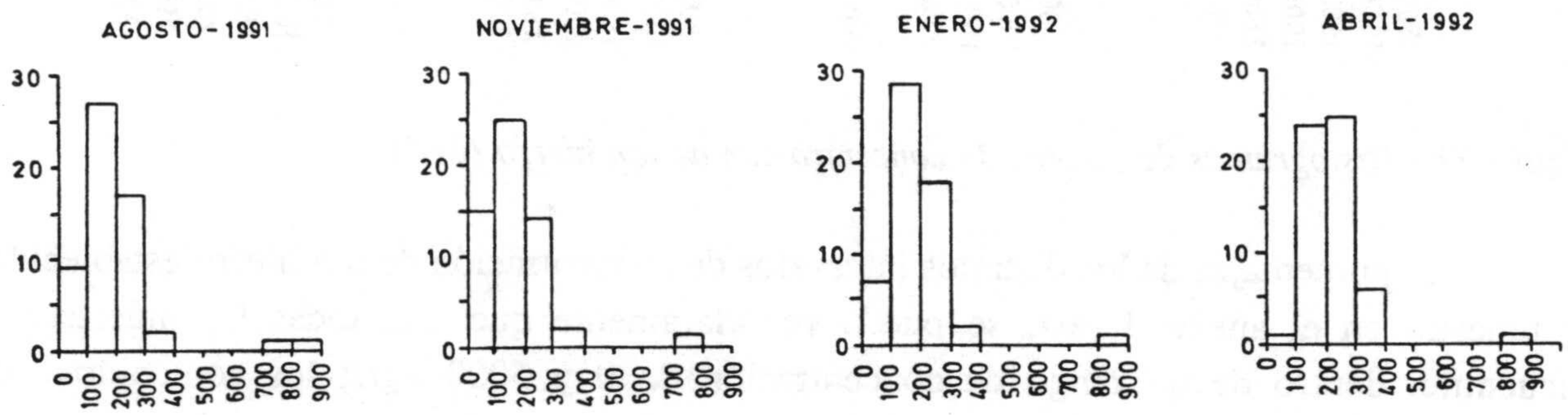


Figura 76.- Histogramas de valores de concentración de ion flúor (µg/l).

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas, se señalan en el anexo 4; la mayor parte de las muestras se encuentran dentro de un rango de concentración que varía entre 100 y 300 µg/l. Los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los muestreos se indican en la tabla 44.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	196	826	18	133
Noviembre (1991)	174	796	37	105
Enero (1992)	186	812	64	101
Abril (1992)	221	874	77	108

Tabla 44.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable flúor (µg/l).

Hierro

La distribución temporal de ion hierro de las aguas subterráneas del acuífero se muestra en los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 77); éstos permiten apreciar que la concentración de las muestras está comprendida entre 0 y 30000 μg/l.

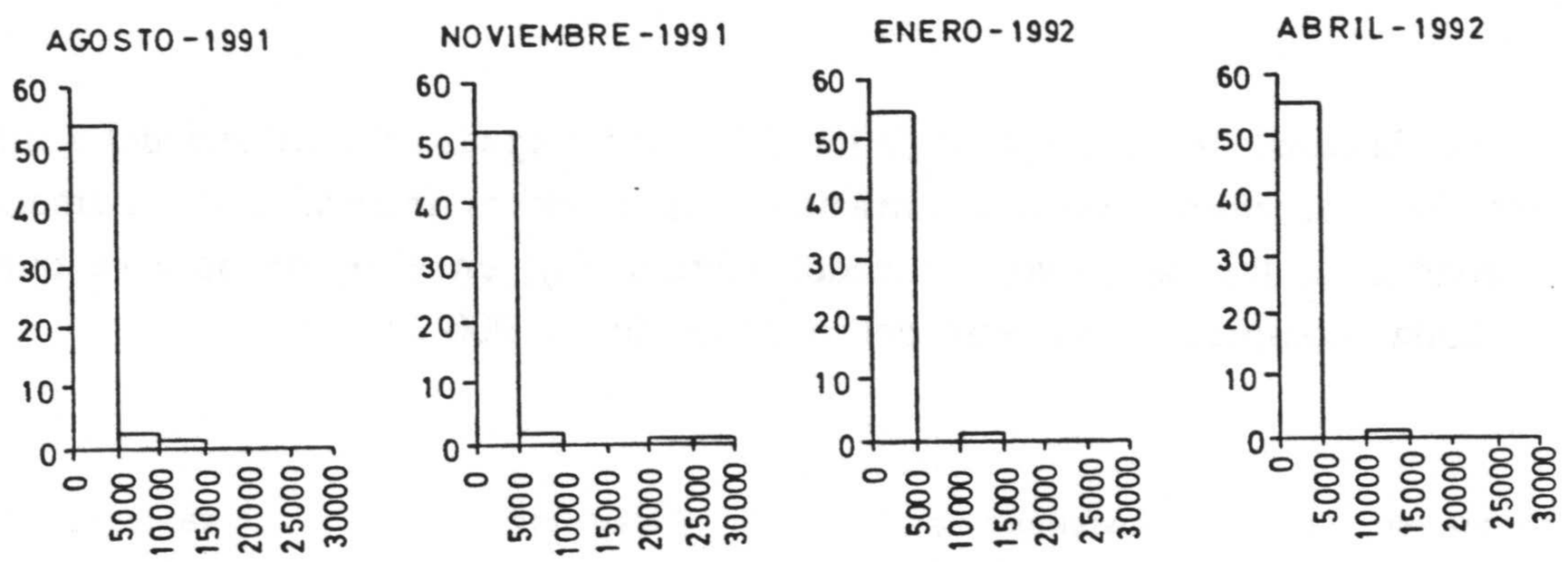


Figura 77.- Histogramas de valores de concentración de ion hierro (µg/l).

Los porcentajes de los distintos intervalos de concentración de ion hierro establecidos se muestra en el anexo 4; así, se puede ver claramente que casi todas las muestras se encuentran dentro de un rango de concentración de 0 y 5000 μg/l; los contenidos más elevados, que registran muy pocas muestras, podrían haber sido aportados, en gran parte, por los propios elementos metálicos del sondeo. En la tabla 45 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	942	10021	30	1995
Noviembre (1991)	1645	27470	19	4928
Enero (1992)	601	10101	27	1416
Abril (1992)	738	14400	6	1948

Tabla 45.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable hierro (µg/l).

Manganeso

Para ver la distribución temporal de ion manganeso de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 78); en ellos se puede ver que la concentración de las muestras está comprendida entre 0 y 3500 μg/l.

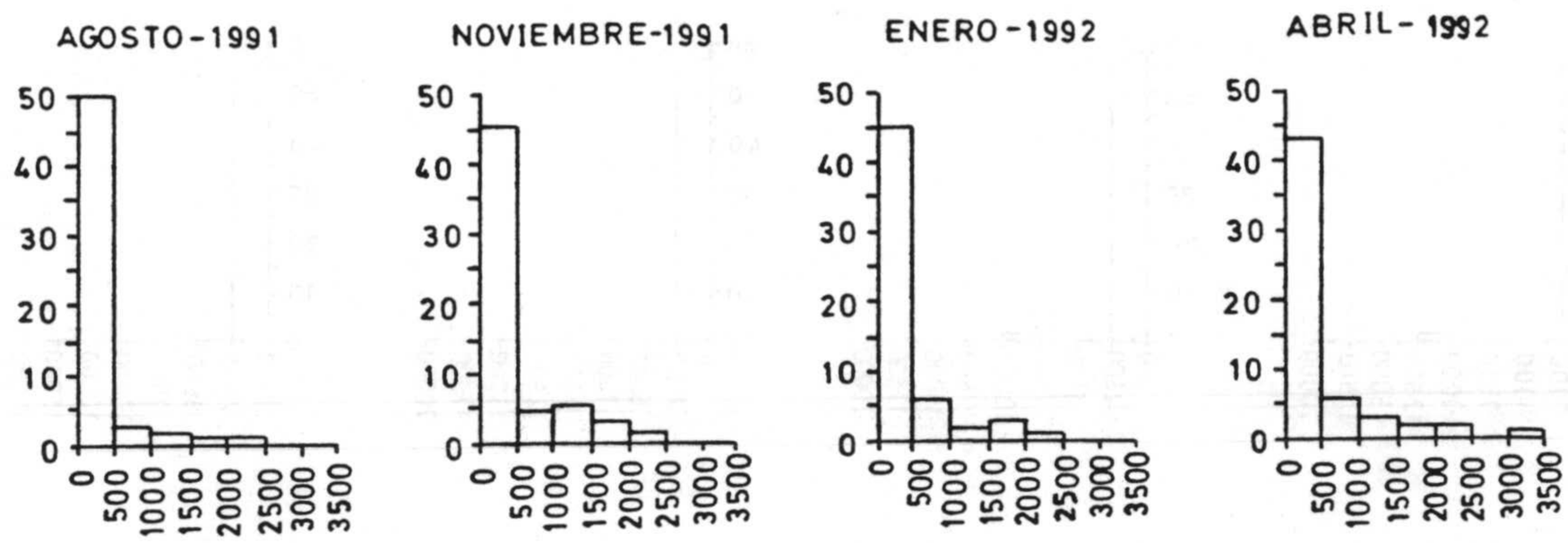


Figura 78.- Histograma de valores de concentración de ion manganeso (µg/l).

En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas; se puede ver que la inmensa mayoría de las muestras se hallan comprendidas entre 0 y 500 µg/l. En la tabla 46 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	200	2234	6	440
Noviembre (1991)	317	2015	4	539
Enero (1992)	311	2410	6	563
Abril (1992)	371	3365	1	691

Tabla 46.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable manganeso (µg/l).

Aluminio

En la figura 79 se puede ver la distribución temporal de ion aluminio de las aguas subterráneas del acuífero; en ésta se indican los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas; los contenidos de las muestras están comprendidos entre 0 y 20000 µg/l.

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas en los muestreos realizados, se pueden consultar en el anexo 4; así, la casi totalidad de las muestras está dentro de un rango de concentración que varía entre 0 y 2500 µ/l. En la tabla 47 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en las distintas campañas.

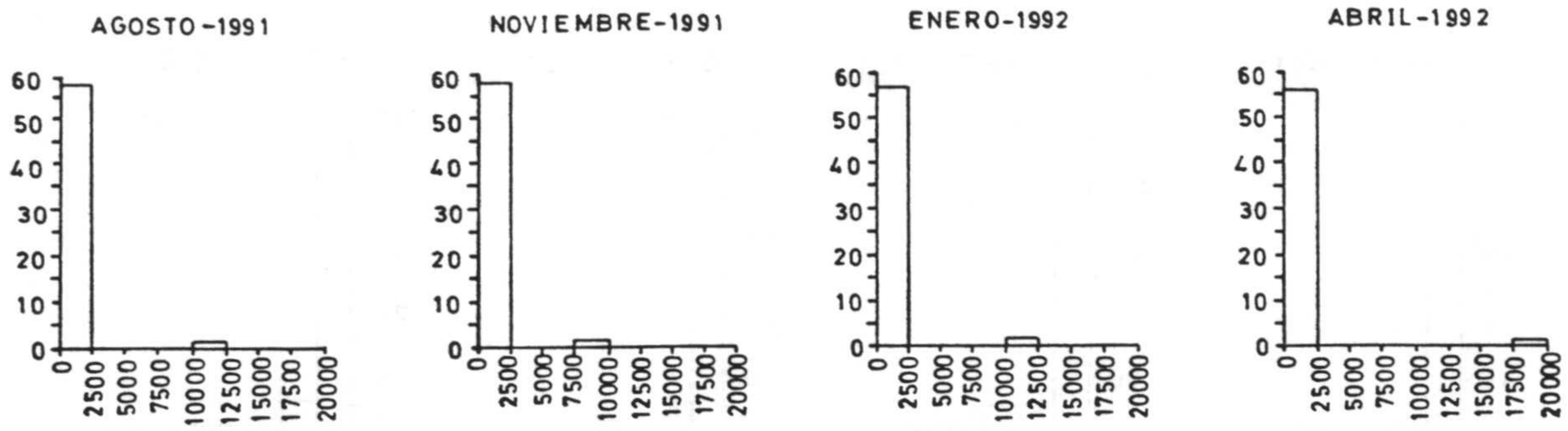


Figura 79.- Histogramas de valores de concentración de ion aluminio (µg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	470	11654	26	1509
Noviembre (1991)	401	8919	9	1152
Enero (1992)	406	12000	20	1554
Abril (1992)	479	17970	31	2340

Tabla 47.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable aluminio (µg/l).

Níquel

La distribución temporal de ion níquel de las aguas subterráneas del acuífero se puede observar en los histogramas realizados, correspondientes a diferentes intervalos de concentración y al número de muestras recogidas en los distintos muestreos (figura 80); en ellos se observa que la concentración de las muestras está comprendida entre 0 y 200 µg/l.

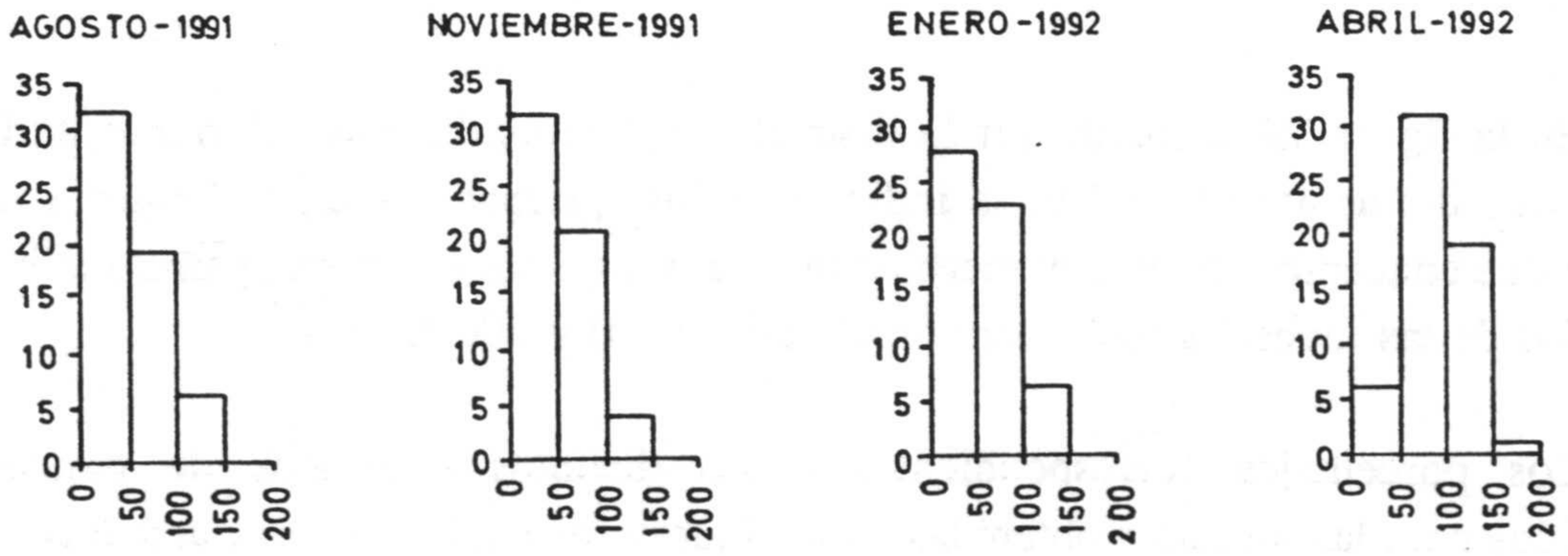


Figura 80.- Histogramas de valores de concentración del ion níquel (µg/l).

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración (anexo 4), establecidos para las muestras tomadas en las diferentes campañas, muestran que la mayoría de ellas están dentro de un rago que varía entre 0 y 100 μg/l. La tabla 48 permite ver los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en cada uno de los muestreos.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	55	142	7	33
Noviembre (1991)	50	140	3	31
Enero (1992)	60	144	8	31
Abril (1992)	83	151	16	34

Tabla 48.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable níquel (µg/l).

Cobre

Para analizar la distribución temporal de ion cobre de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histrogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y el número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 81); éstos permiten ver que la concentración de las muestras varía entre 0 y 300 μg/l.

En el anexo 4 se muestran los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas; así, se puede ver que la inmensa mayoría de ellas están comprendidas entre 0 y 100 μg/l. En la tabla 49 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los diferentes muestreos realizados.

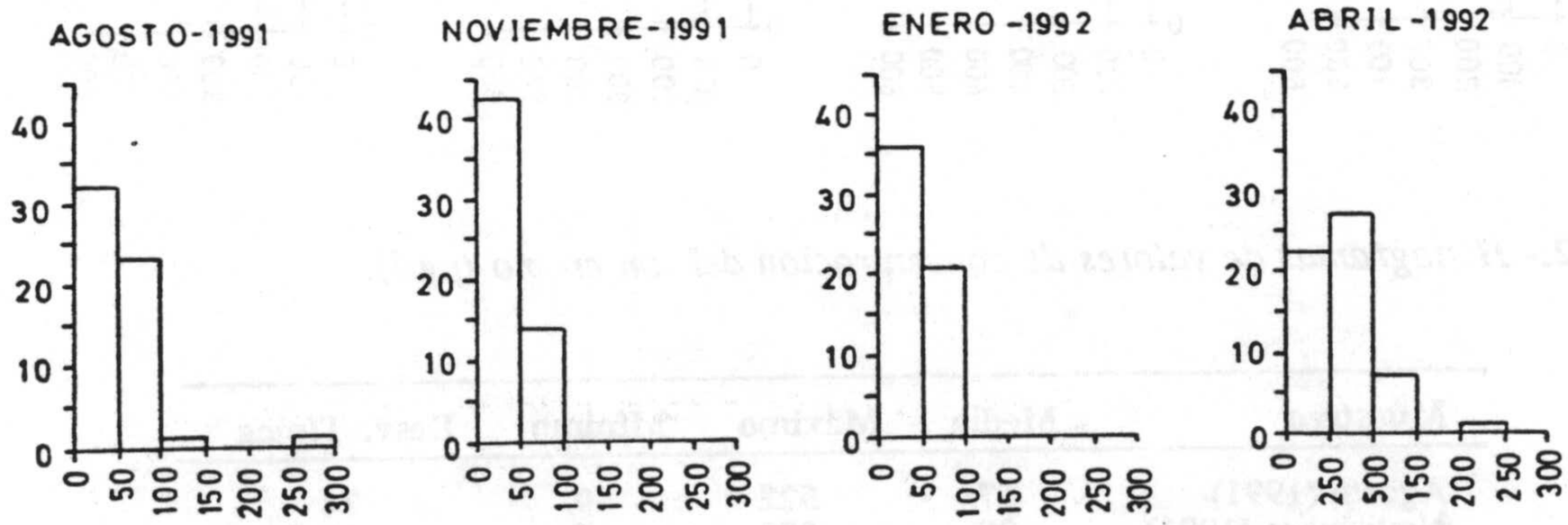


Figura 81.- Histogramas de valores de concentración del ion cobre (µg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	49	287	8	42
Noviembre (1991)	36	82	3	23
Enero (1992)	45	96	10	24
Abril (1992)	66	246	12	38

Tabla 49.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cobre (µg/l).

Cromo

La distribución temporal de ion cromo de las aguas subterráneas del acuífero se puede ver en los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en los distintos muestreos (figura 82); en ellos se observa que los contenidos de las muestras están comprendidos entre 0 y 600 µg/l.

Los porcentajes relacionados con los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras tomadas en las diferentes campañas, se indican en el anexo 4; así, se observa que, de forma mayoritaria, éstas se encuentran dentro de un rango que varía entre 0 y 100 µg/l. En la tabla 50 se muestran los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados.

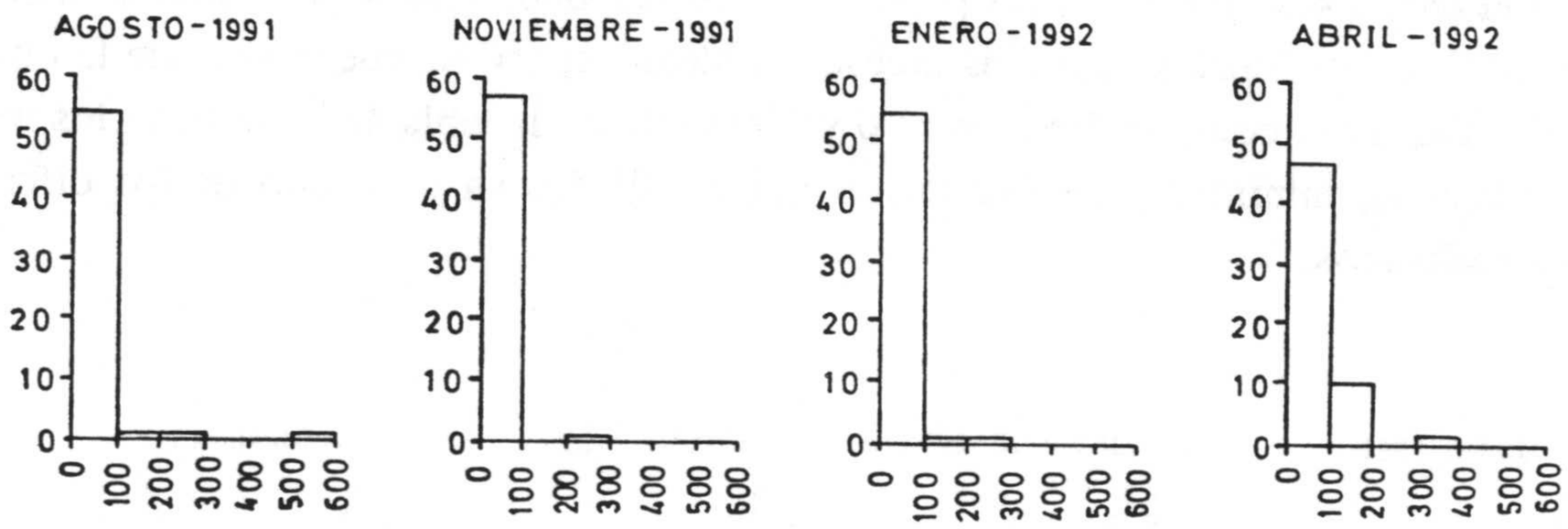


Figura 82.- Histogramas de valores de concentración del ion cromo (µg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	57	522	9	74
Noviembre (1991)	38	279	6	38
Enero (1992)	48	285	8	39
Abril (1992)	69	301	10	45

Tabla 50.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cromo (µg/l).

Plomo

La figura 83 permite ver distribución temporal de ion plomo de las aguas subterráneas del acuífero; en los histrogramas realizados, correspondientes a diferentes intervalos de concentración y al número de muestras recogidas, se puede ver que el contenido de este ion está comprendido entre 0 y 800 μg/l.

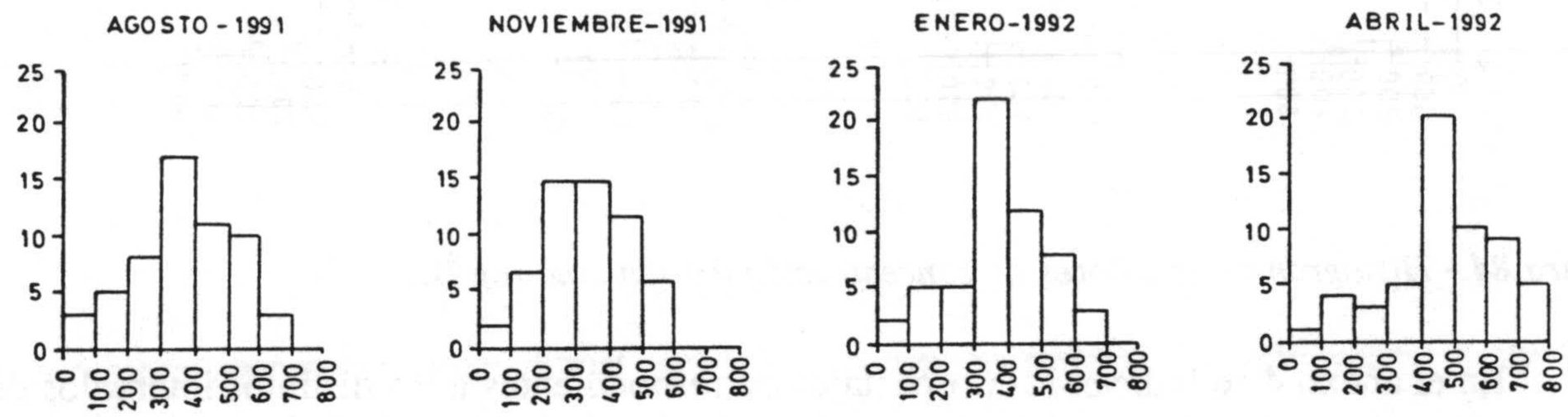


Figura 83.- Histograma de valores de concentración del ion plomo (µg/l).

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración (anexo 4), establecidos para las muestras obtenidas en las diferentes campañas realizadas, indica que la mayoría de ellas se hallan comprendidas entre 300 y 600 μg/l. En la tabla 51 se señalan los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	366	618	38	142
Noviembre (1991)	324	587	46	129
Enero (1992)	367	627	45	131
Abril (1992)	469	730	34	168

Tabla 51.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable plomo (µg/l).

Cinc

Para ver la distribución temporal de ion cinc de las aguas subterráneas del acuífero, realicé los histrogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las campañas realizadas (figura 84); éstos permiten ver que las muestras se encuentran comprendidas entre 0 y 500 μg/l.

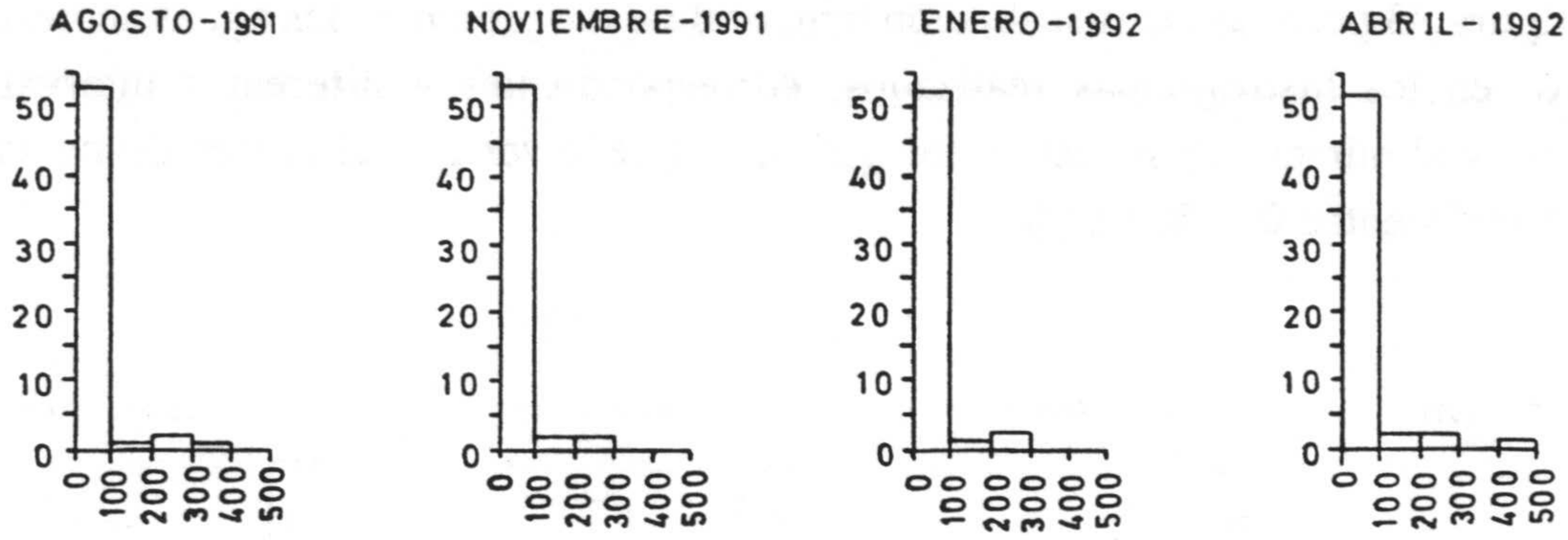


Figura 84.- Histogramas de valores de concentración del ion cinc (μg/l).

En el anexo 4 se indican los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras obtenidas; así, se tiene que la mayor parte de éstas se encuentran dentro de un rango de entre 0 y 100 μg/l. La tabla 52 permite ver los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos realizados.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	47	320	5	56
Noviembre (1991)	39	227	3	47
Enero (1992)	44	260	6	50
Abril (1992)	56	438	1	72

Tabla 52.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cinc (μg/l).

Bario

La distribución temporal de ion bario de las aguas subterráneas del acuífero, se muestra en los histrogramas correspondientes a distintos intervalos de concentración y al número de muestras recogidas (figura 85); en ellos se puede apreciar que el contenido de las muestras se halla comprendido entre 0 y 150 μg/l.

Los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muestras recogidas, se pueden consultar en el anexo 4; la gran mayoría de ellas se encuentran dentro de un intervalo de concentración de 0 a 25 mg/l. En la tabla 53 se indican los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica encontrados en las campañas realizadas.

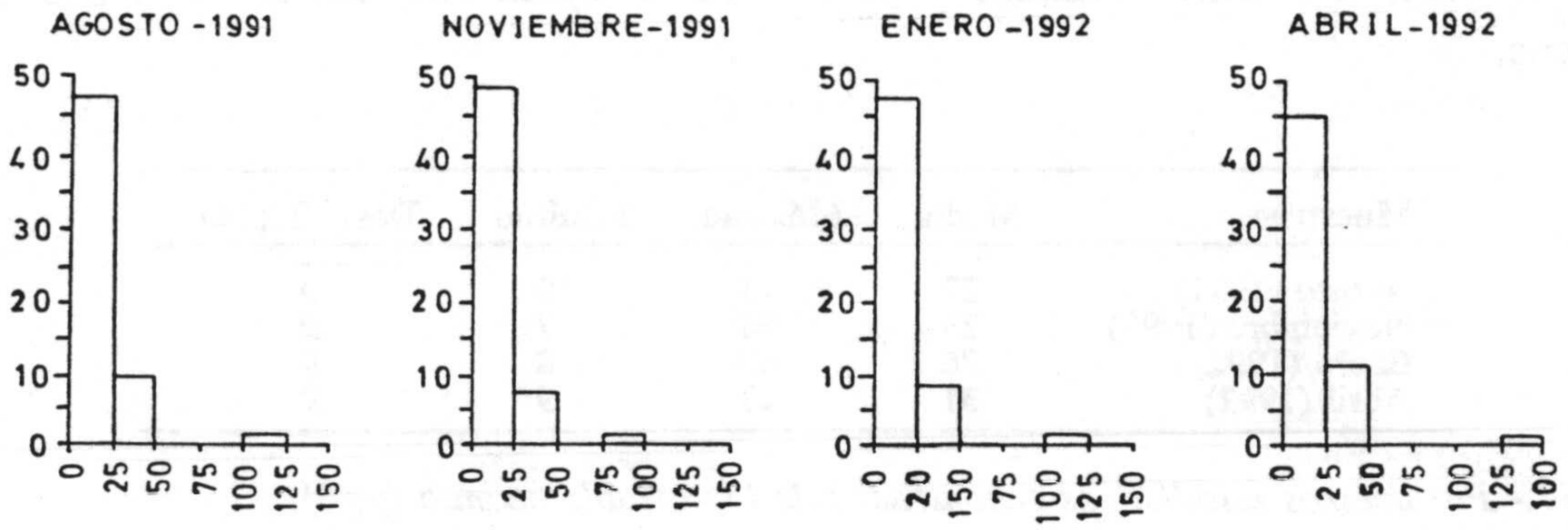


Figura 85.- Histogramas de valores de concentración del ion bario (µg/l).

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	19	102	6	13
Noviembre (1991)	16	93	4	13
Enero (1992)	17	111	6	14
Abril (1992)	18	132	1	18

Tabla 53.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable bario (µg/l).

Cadmio

En la figura 86 se muestra la distribución temporal de ion cadmio de las aguas subterráneas del acuífero; en ella, los histogramas correspondientes a diferentes intervalos de concentración y al número de muestras tomadas en las campañas realizadas permiten ver que las muestras tienen una concentración que varía entre 0 y 60 µg/l.

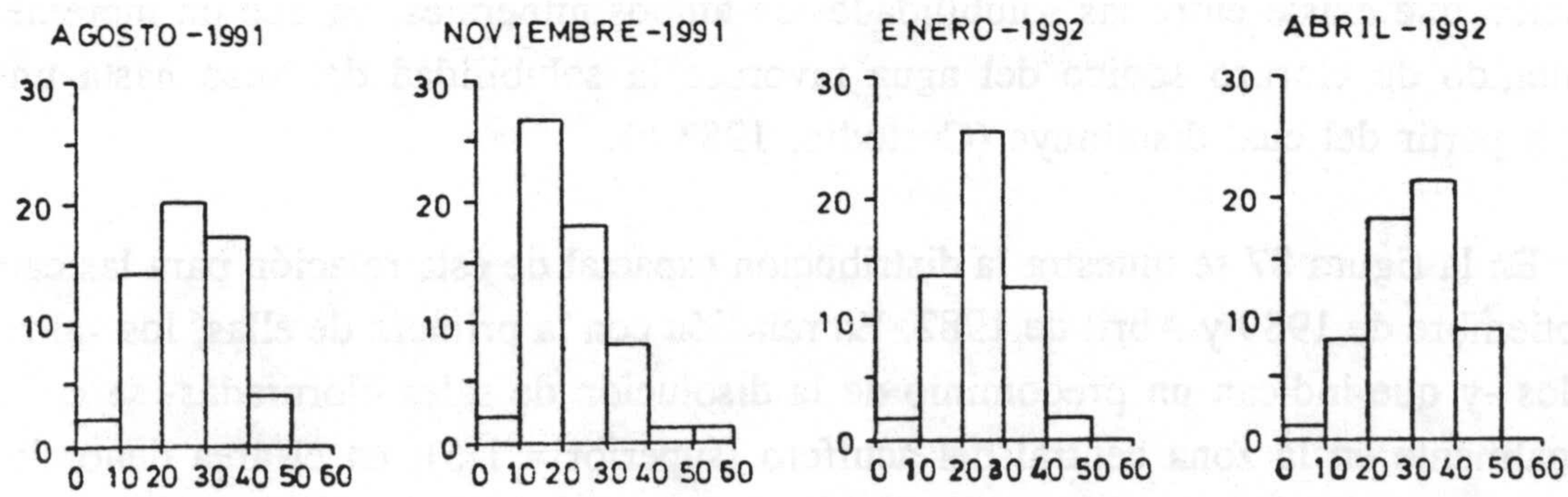


Figura 86.- Histograma de valores de concentración del ion cadmio (µg/l).

En el anexo 4 se pueden ver los porcentajes correspondientes a los distintos intervalos de concentración, establecidos para las muetras tomadas en las diferentes campañas; así, la

mayor parte de ellas presentan una concentración entre 10 y 40 μg/l. La tabla 54 indica los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica hallados en cada uno de los muestreos.

Muestreo	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
Agosto (1991)	27	45	10	9
Noviembre (1991)	23	56	7	9
Enero (1992)	26	49	8	9
Abril (1992)	31	47	9	9

Tabla 54.- Parámetros estadísticos encontrados de la variable cadmio (µg/l).

4.3.4. Relaciones iónicas de interés

En las tablas 55 y 56, correspondientes a las campañas de Septiembre (1989) y Abril (1992) respectivamente, se muestran algunas relaciones iónicas de interés que pueden aportar más información sobre las características fisicoquímicas de las aguas; también se indican, en las mismas tablas, los índices *ICB*, *IDD* y *Kr* -cuya definición ha sido expuesta en el apartado 3 de este capítulo-.

La relación Cl^-/SO_4^{2-}, que es una aproximación al conocimiento del mayor o menor contenido en cloruros del subsuelo, puede permitir distinguir las aguas que han circulado -ya sea antes de infiltrarse o durante su ascenso desde el sustrato- por rocas evaporíticas disolviendo sales sulfatadas principalmente -yeso-, por lo que los valores de la relación son inferiores a uno, de aquellas que han disuelto sales cloruradas fundamentalmente -halita-, con valores de la relación superiores a la unidad. Sin embargo, se debe señalar que si ambos minerales (yeso y halita) se encuentran por igual, el agua será siempre clorurada debido a la relación que existe entre las solubilidades de ambos minerales, ya que un incremento en el contenido de cloruro sódico del agua favorece la solubilidad del yeso hasta un cierto límite, a partir del cual disminuye (Custodio, 1983 b).

En la figura 87 se muestra la distribución espacial de esta relación para las campañas de Septiembre de 1989 y Abril de 1982. En relación con la primera de ellas, los valores más elevados -y que indican un predominio de la disolución de sales cloruradas- se encuentran principalmente en la zona central del acuífero (superior a 1,5), en el área denominada El Saladar -donde dominan suelos salinizados- y hacia el límite Este del acuífero; los valores más bajos (inferiores a 0,5) se encuentran en el borde noroeste -próximos a los afloramientos de importantes formaciones de yeso-, en el área de Bujércal-Esparragal-Estación de Lumbreras, y hacia el extremo Sur, en el área de Almendricos.

M	Cl^- / SO_4^{2-}	Cl^- / HCO_3^-	SO_4^{2-} / HCO_3^-	$Cl^- + SO_4^{2-}$ / HCO_3^-	$Na^+ + K^+$ / Cl^-	Cl^- / Na^+	Mg^{2+} / Ca^{2+}	ICB	IDD	Kr
3	1.13	3.22	2.86	6.07	0.79	1.31	0.72	0.21	0.17	13.86
5	0.87	5.63	6.48	12.10	0.81	1.27	0.79	0.19	0.14	9.64
7	0.99	5.41	5.45	10.86	0.78	1.35	0.90	0.22	0.18	8.38
9	1.68	3.73	2.21	5.94	0.73	1.45	1.49	0.27	0.31	7.91
11	0.60	3.79	6.35	10.14	1.09	0.96	1.26	-0.09	-0.05	11.53
15	0.91	1.69	1.86	3.55	0.74	1.47	1.21	0.26	0.15	14.14
17	1.21	3.93	3.25	7.18	0.57	1.92	1.50	0.43	0.38	7.34
18	2.25	3.34	1.49	4.83	0.54	2.17	1.37	0.46	0.62	6.07
22	1.29	1.33	1.04	2.37	0.70	1.57	0.96	0.30	0.19	11.95
23	1.89	3.16	1.67	4.83	0.80	1.35	2.34	0.20	0.23	6.10
24	0.47	0.81	1.73	2.54	1.33	0.87	0.29	-0.33	-0.10	5.95
25	2.22	4.58	2.06	6.64	0.77	1.36	4.04	0.23	0.34	6.08
27	1.19	0.75	0.63	1.38	0.78	1.59	0.64	0.22	0.10	12.97
29	2.44	1.47	0.60	2.07	0.37	3.34	0.60	0.63	0.58	14.81
30	2.26	0.63	0.28	0.91	0.54	2.41	0.81	0.46	0.22	16.74
31	0.52	0.33	0.63	0.96	0.83	1.39	1.03	0.17	0.03	31.76
33	0.58	0.49	0.84	1.32	0.77	1.55	0.75	0.23	0.06	22.20
38	0.47	0.38	0.80	1.18	0.56	2.42	0.59	0.44	0.09	25.32
40	0.36	0.17	0.46	0.63	1.40	0.89	2.31	-0.40	-0.05	16.83
45	1.24	2.81	2.26	5.07	0.71	1.64	1.34	0.29	0.24	5.70
47	0.99	2.57	2.60	5.17	1.01	1.08	1.85	-0.01	-0.01	7.21
48	1.52	3.13	2.06	5.20	0.65	1.74	2.15	0.35	0.35	6.63
49	1.39	1.36	0.98	2.34	0.82	1.44	1.40	0.18	0.12	5.61
51	0.85	0.86	1.01	1.87	0.51	2.56	0.67	0.49	0.21	13.40
52	1.08	1.77	1.64	3.41	1.26	0.86	0.75	-0.26	-0.17	7.94
54	0.51	0.72	1.42	2.14	0.95	1.20	1.68	0.05	0.01	18.05
55	0.83	2.24	2.69	4.92	0.70	1.67	1.03	0.30	0.18	10.58
56	1.06	2.34	2.19	4.53	1.08	1.03	1.52	-0.08	-0.06	6.39
57	0.85	2.17	2.56	4.73	1.26	0.88	1.20	-0.26	-0.16	6.78
58	0.40	1.08	2.68	3.76	1.04	1.08	0.98	-0.04	-0.01	16.39
59	0.34	0.92	2.72	3.64	0.99	1.16	0.86	0.01	0.00	19.94
60	0.30	1.38	4.52	5.90	0.98	1.21	0.77	0.02	0.01	14.54
61	0.10	0.82	8.46	9.28	1.20	1.00	0.51	-0.20	-0.02	8.75
62	0.07	0.57	7.94	8.51	1.70	0.72	0.60	-0.70	-0.04	9.29

** iones en meq/l; M:número de muestra; ICB:índice de desequilibrio entre cloruros y alcalinos; IDD:índice de desequilibrio; Kr:índice proporcional a PCO_2*

Tabla 55.- Algunas relaciones iónicas de interés (Septiembre, 1989).

Con respecto a la campaña de Abril de 1992, la distribución de valores máximos y mínimos de esta relación es aproximadamente la misma, aunque con ciertas variaciones, como es el aumento de los valores máximos de la relación en la parte central del acuífero (superior a 2,5).

Las relaciones Cl^-/HCO_3^- y SO_4^{2-}/HCO_3^- han servido para estudiar cómo evoluciona el contenido en bicarbonato de las aguas del acuífero, resultado de un mayor aporte de CO_2. Así, en las figuras 88 y 89 se puede ver cómo varían espacialmente ambas relaciones en los muestreos de Septiembre de 1989 y Abril de 1992.

En relación con la primera de ellas (figura 88), se observa claramente que en el muestreo de Septiembre de 1989 existe un área con valores de esta relación inferiores a la unidad (menor de 0,5), y que corresponde al sector de Bujércal-Esparragal-Estación de Lumbreras-El Saladar donde existen numerosos sondeos afectados por el gas; en lo que se refiere al muestreo de Abril de 1992, si bien existe un aumento en el valor mínimo de la

relación (no se encuentran valores inferiores a 0,5), se mantienen las áreas con valores de la relación inferiores a uno, e incluso se han extendido a otras áreas -zona del Llano de Béjar, y a un pequeño sector situado al noreste del acuífero-.

M	Cl^- / SO_4^{2-}	Cl^- / HCO_3^-	SO_4^{2-} / HCO_3^-	$Cl^-+SO_4^{2-}$ / HCO_3^-	Cl^- / Sr^{2+}	Na^++K^+ / Cl^-	Cl^- / Na^+	Mg^{2+} / Ca^{2+}	ICB	IDD	Kr
1	1.02	3.39	3.33	6.71	52.31	0.90	1.16	1.05	0.10	0.07	12.68
2	0.68	3.93	5.80	9.73	67.79	1.10	0.96	0.74	-0.10	-0.06	12.87
3	1.26	3.24	2.57	5.81	107.06	0.78	1.35	0.77	0.22	0.19	16.82
4	1.03	4.69	4.54	9.23	92.54	0.84	1.28	0.82	0.16	0.14	12.06
5	1.05	4.93	4.71	9.64	82.57	0.75	1.42	0.70	0.25	0.21	12.93
6	1.04	4.91	4.71	9.62	90.04	0.71	1.49	0.74	0.29	0.24	13.69
7	1.10	3.40	3.08	6.48	83.81	0.82	1.32	0.79	0.18	0.15	13.71
8	1.19	4.77	3.99	8.77	112.74	0.71	1.53	0.81	0.29	0.27	11.03
9	1.65	3.08	1.87	4.95	163.09	0.70	1.58	1.04	0.30	0.32	10.80
10	0.73	4.25	5.81	10.05	77.86	1.03	1.03	0.72	-0.03	-0.02	14.77
12	1.81	1.14	0.63	1.77	119.27	0.76	1.50	0.96	0.24	0.16	16.29
13	1.65	1.22	0.74	1.95	119.27	0.58	2.03	1.12	0.42	0.29	16.45
14	0.58	0.68	1.17	1.85	55.58	0.87	1.31	1.14	0.13	0.04	30.78
15	1.14	1.72	1.51	3.23	76.84	0.77	1.43	1.02	0.23	0.16	18.73
16	1.31	1.78	1.36	3.14	109.37	0.59	2.06	0.95	0.41	0.31	11.85
18	2.20	3.14	1.43	4.57	146.36	0.58	2.11	1.31	0.42	0.54	7.27
19	0.68	1.10	1.62	2.72	40.52	0.84	1.29	1.03	0.16	0.07	16.46
20	0.90	1.14	1.26	2.39	68.59	0.86	1.31	0.91	0.14	0.07	16.70
21	1.25	1.33	1.07	2.39	83.49	0.75	1.52	0.91	0.25	0.16	15.83
22	1.91	1.48	0.78	2.26	97.57	0.68	1.70	0.93	0.32	0.26	14.93
23	2.19	3.45	1.57	5.02	241.80	0.76	1.45	2.77	0.24	0.31	6.43
24	0.52	0.87	1.67	2.54	74.21	1.18	1.00	0.38	-0.18	-0.06	7.06
25	2.33	3.67	1.58	5.25	181.20	0.80	1.34	2.51	0.20	0.27	9.32
26	1.75	3.00	1.71	4.72	111.51	0.70	1.56	1.94	0.30	0.32	12.39
27	1.68	0.81	0.48	1.30	63.49	0.67	1.88	0.75	0.33	0.18	16.41
28	2.71	0.85	0.31	1.16	87.82	0.64	2.09	0.66	0.36	0.23	14.26
29	1.72	1.61	0.93	2.54	90.91	0.51	2.41	0.75	0.49	0.41	15.25
30	1.67	0.62	0.37	0.98	68.34	0.65	1.99	0.77	0.35	0.16	19.83
32	2.94	0.98	0.33	1.31	117.50	0.70	1.94	0.68	0.30	0.22	10.99
33	0.64	0.54	0.83	1.37	37.11	0.85	1.43	0.91	0.15	0.04	23.73
34	0.73	0.65	0.89	1.54	48.98	0.59	2.38	0.69	0.41	0.14	18.84
35	0.47	0.43	0.91	1.34	19.89	0.84	1.47	0.68	0.16	0.04	27.73
36	0.51	0.42	0.82	1.24	25.09	0.76	1.64	0.99	0.24	0.06	28.89
37	0.65	0.50	0.77	1.26	33.72	0.67	1.83	0.62	0.33	0.09	31.47
39	0.88	0.45	0.51	0.96	14.36	1.20	1.04	0.69	-0.20	-0.06	16.25
41	2.69	0.94	0.35	1.30	61.84	0.97	1.28	0.98	0.03	0.02	8.19
42	1.30	0.72	0.55	1.27	53.43	1.36	0.93	0.92	-0.36	-0.17	7.63
43	1.50	1.19	0.80	1.99	209.03	0.93	1.32	0.94	0.07	0.04	8.07
44	1.86	3.24	1.74	4.97	176.87	0.53	2.27	1.10	0.47	0.55	8.05
45	1.48	2.85	1.93	4.78	100.54	0.73	1.62	1.16	0.27	0.26	6.99
46	1.39	2.60	1.87	4.47	104.36	0.82	1.38	2.03	0.18	0.16	7.81
47	1.03	2.38	2.32	4.70	81.97	0.94	1.18	1.90	0.06	0.04	9.51
48	1.52	3.16	2.08	5.24	138.53	0.64	1.78	2.16	0.36	0.37	8.87
49	1.23	0.94	0.77	1.71	138.11	0.88	1.39	1.47	0.12	0.06	9.09
50	1.29	1.25	0.96	2.21	157.08	0.88	1.40	0.83	0.12	0.08	9.00
51	0.84	0.80	0.95	1.76	29.68	0.76	1.63	0.56	0.24	0.10	17.10
52	1.14	1.37	1.20	2.57	199.96	1.16	0.97	0.59	-0.16	-0.10	10.77
53	0.47	0.47	0.99	1.46	22.17	0.99	1.14	1.27	0.01	0.00	26.86
54	0.43	0.61	1.43	2.04	31.75	1.06	1.11	1.61	-0.06	-0.02	20.77
55	0.88	2.68	3.03	5.71	78.95	0.90	1.27	1.21	0.10	0.07	9.89
56	1.09	2.59	2.38	4.97	112.91	0.97	1.16	1.32	0.03	0.02	8.00
57	0.95	2.22	2.32	4.54	88.28	1.03	1.10	1.20	-0.03	-0.02	8.35
58	0.55	1.29	2.33	3.61	51.66	0.79	1.46	1.02	0.21	0.08	19.41
59	0.43	0.97	2.26	3.23	59.10	0.94	1.24	0.86	0.06	0.02	23.32
60	0.35	1.36	3.93	5.29	34.22	0.92	1.32	0.85	0.08	0.02	16.67
61	0.13	1.06	8.06	9.12	15.54	1.12	1.10	0.59	-0.12	-0.01	9.56
62	0.11	0.83	7.51	8.35	10.88	1.07	1.15	0.68	-0.07	-0.01	10.06

** iones en meq/l; M:número de muestra; ICB:índice de desequilibrio entre cloruros y alcalinos; IDD:índice de desequilibrio; Kr: proporcional a PCO_2.*

Tabla 56.- Algunas relaciones iónicas de interés (Abril, 1992).

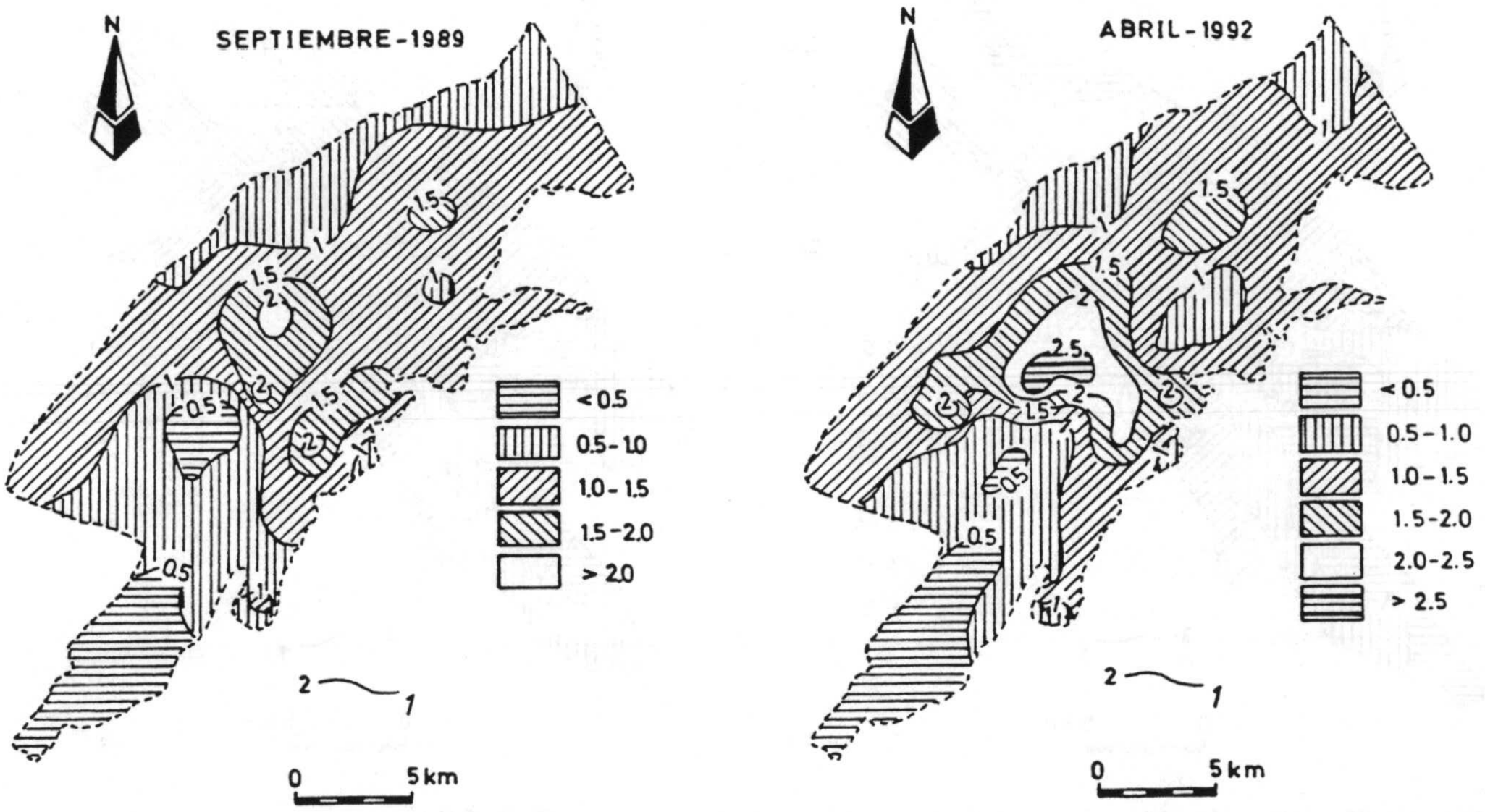


Figura 87.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/SO_4^{2-}. 1:isolínea y su valor.

Con respecto a la relación SO_4^{2-}/HCO_3^- (figura 89), ésta también pone de manifiesto una situación similar a la de la relación Cl^-/HCO_3^- comentada anteriormente. Así, para la campaña de Septiembre de 1989, los valores más bajos de esta relación (inferiores a 1) se encuentran en el área de Bujércal-Esparragal-Estación de Lumbreras-El Saladar, que es donde se tiene un importante número de sondeos afectados por el gas; considerando la campaña de Abril de 1992, las áreas con valores inferiores a la unidad se han ampliado a otros sectores (ya indicadas también por la relación Cl^-/HCO_3^-), lo que indicaría una extensión de la contaminación por el gas.

En vista de los resultados expuestos por las relaciones SO_4^{2-}/HCO_3^- y Cl^-/HCO_3^-, he representado una con respecto a las otra -considerando los muestreos de Septiembre de 1989 y Abril de 1992-, con los resultados que se muestran en la figura 90. Para el muestreo de Septiembre de 1989, se observa cómo queda perfectamente discriminado un grupo de muestras con valores de ambas relaciones inferiores a uno (27, 30, 31, 33, 38, 40 y 51), y que corresponden a las tomadas en los sondeos que muestran síntomas de contaminación por CO_2. Para el muestreo de Abril de 1992 también sucede lo mismo, identificándose un conjunto de muestras con valores de las dos relaciones inferiores a uno, y que corresponden a puntos acuíferos con manifestaciones de CO_2 (27, 28, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 51 y 53).

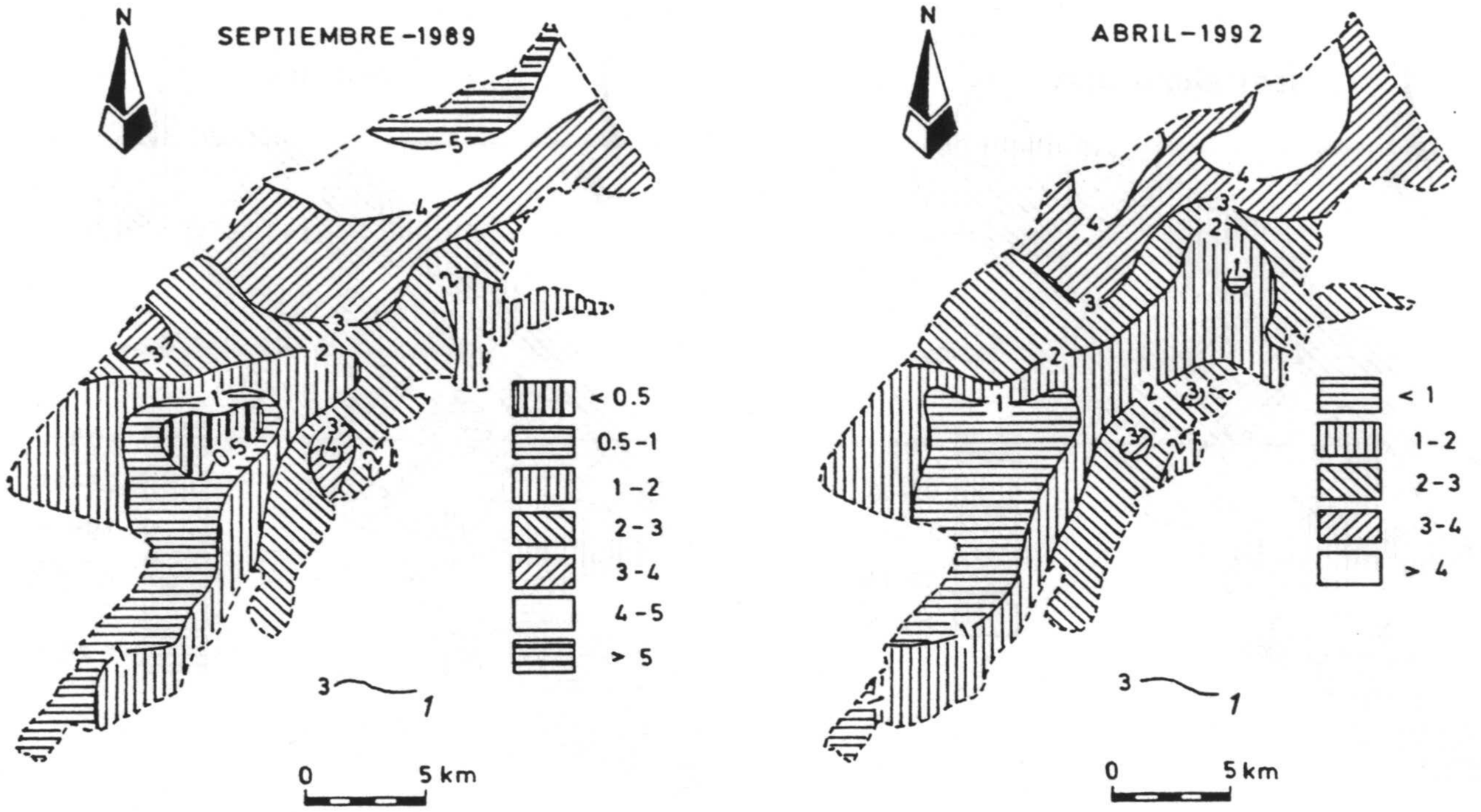


Figura 88.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/HCO_3^-. 1:isolínea y su valor.

No ha sido posible estudiar la relación Cl^-/Sr^{2+} para las tres primeras campañas, ya que a partir de la cuarta fue cuando se obtuvieron datos de este ion. La representación espacial de esta relación (figura 91, izquierda), para el muestreo de Abril de 1992, permite ver que los valores más bajos (inferiores a 50) se encuentran en el área de Bujércal-Esparragal-Estación de Lumbreras, en el extremo noreste, y hacia el extremo Sur, en el área de Almendricos; los valores más altos -superiores a 150-, se encuentran en el extremo suroeste del acuífero, en la zona central y en el borde Este del acuífero.

Si se compara la representación de esta relación con la de la relación Cl^-/SO_4^{2-}, se observa que existe una distribución bastante similar en cuanto a la distribución de valores máximos y mínimos, lo cual no es raro si se tiene en cuenta que el ion Sr^{2+} provendría de la disolución de sales sulfatadas (posiblemente celestina) presentes en el área de estudio. Dado, entonces, que parece bastante probable que pueda haber una relación estrecha entre los iones sulfato y estroncio, representé las relaciones Cl^-/SO_4^{2-} y Cl^-/Sr^{2+} (figura 91, derecha); en ella se aprecia que, en general, a medida que aumenta la relación Cl^-/SO_4^{2-} también lo hace la relación Cl^-/Sr^{2+}.

En relación con los índices *ICB* e *IDD*, ambos permiten ver si existe o no intercambio iónico. Este fenómeno se produce de forma especial en presencia de minerales de la arcilla, debido a su gran capacidad de quimisorción, y afecta principalmente a los cationes sodio, potasio, calcio y magnesio (también al amonio); los iones potasio y amonio quedan fijados

irreversiblemente en el terreno. En el agua subterránea estos índices suelen tomar un valor próximo a cero (positivo o negativo); un mayor tiempo de contacto entre el agua y las arcillas conduce a una liberación de sodio y a una fijación de calcio y magnesio ($ICB < 0$); además, las plantas del suelo utilizan los iones sodio y potasio en su ciclo vital ($ICB > 0$). Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el contexto geológico del acuífero, la disolución de evaporitas puede aportan sodio y potasio, pero también calcio y magnesio, debido a lo cual el *ICB* puede estar condicionado también por la disolución de sulfatos o cloruros.

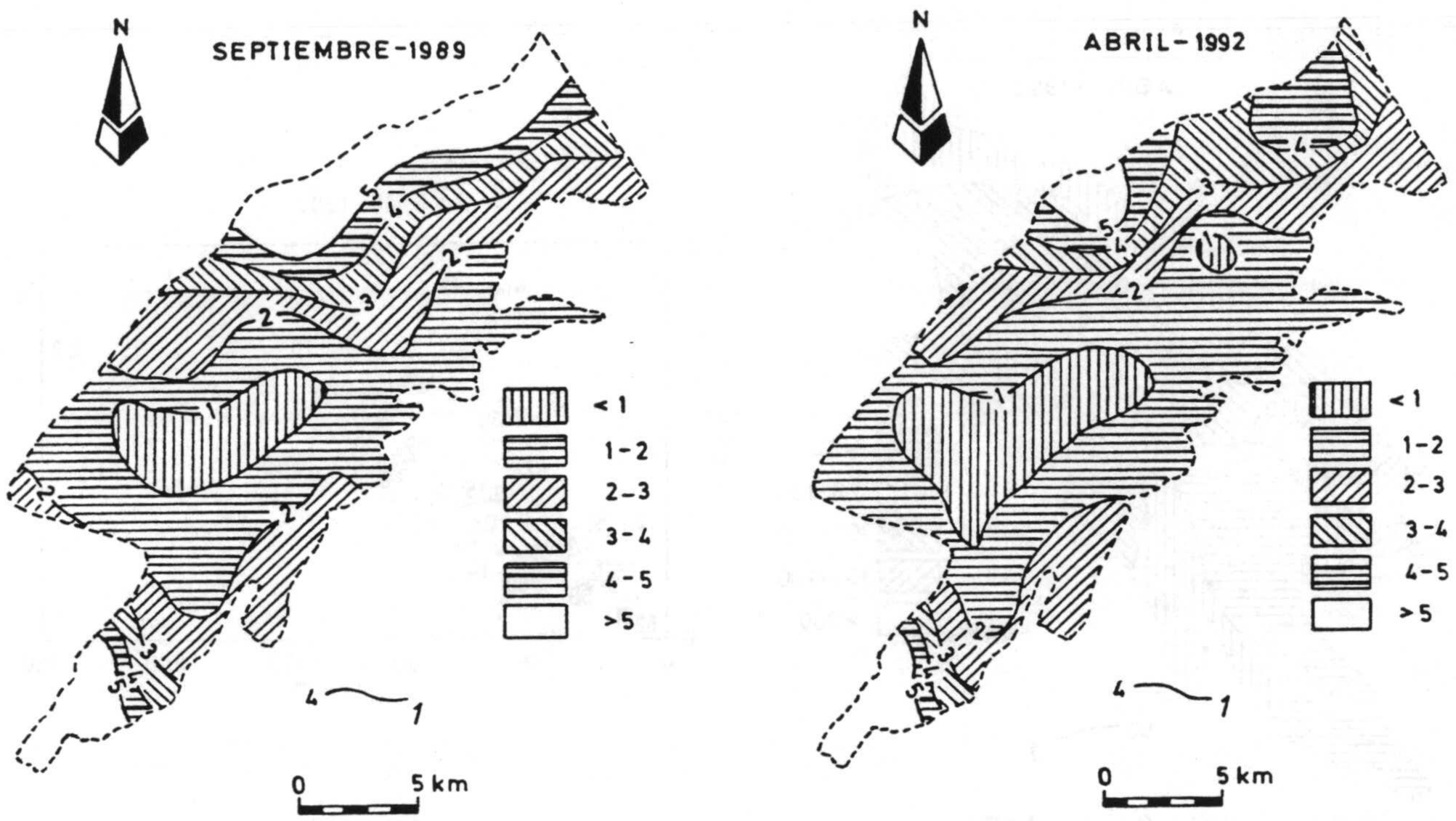


Figura 89.- Distribución espacial de los valores de la relación SO_4^{2-}/HCO_3^-. 1:isolínea y su valor.

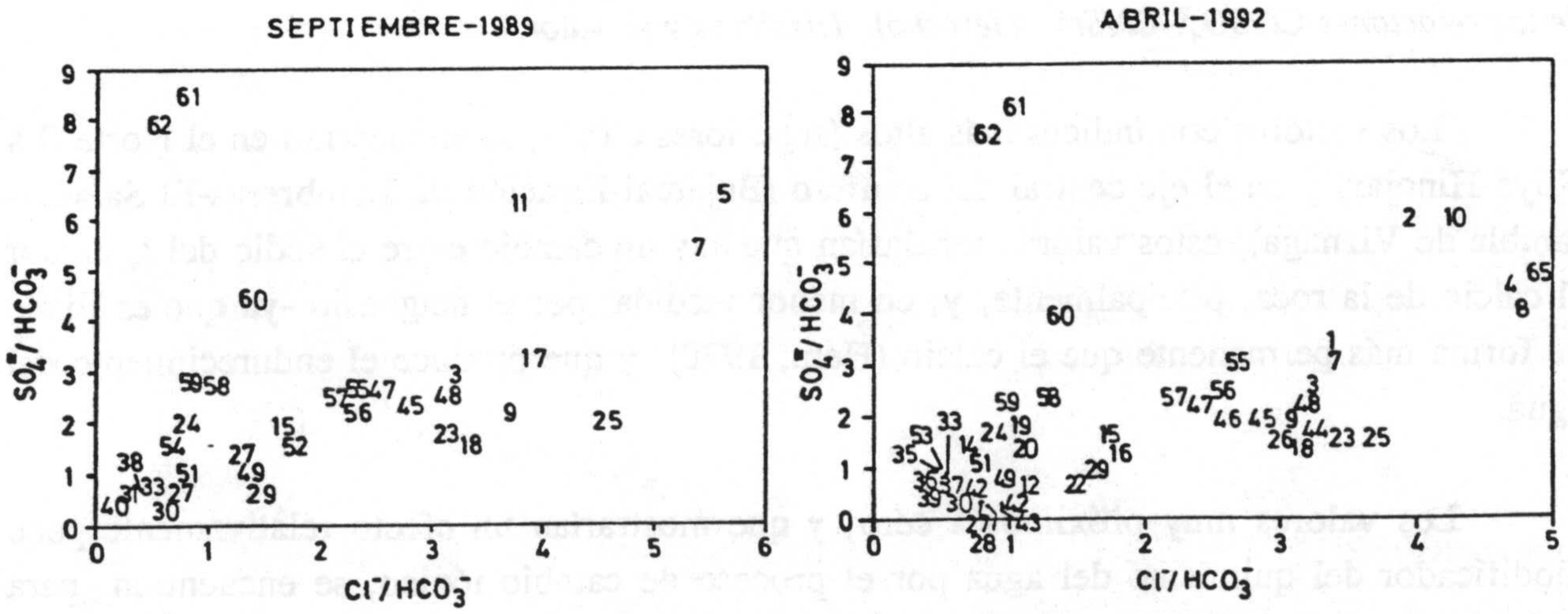


Figura 90.- Representación de las relaciones SO_4^{2-}/HCO_3^--Cl^-/HCO_3^-.

Para el muestreo de Septiembre de 1989 (tabla 55), los resultados obtenidos ponen de manifiesto la presencia de los índices más bajos (negativos) en las áreas situadas al Este de Puerto Lumbreras, en el Llano de Bejar, en Purias, al Sur de los Gaspares y al Oeste de Almendricos. Para el muestreo de Abril de 1992 (tabla 56), también se obtiene una distribución de los índices muy similar al muestreo comentado anteriormente. Estos valores indicarían la existencia de procesos generales de ablandamiento relativo, que originarían la absorción de los iones calcio y magnesio y la cesión de ion sodio.

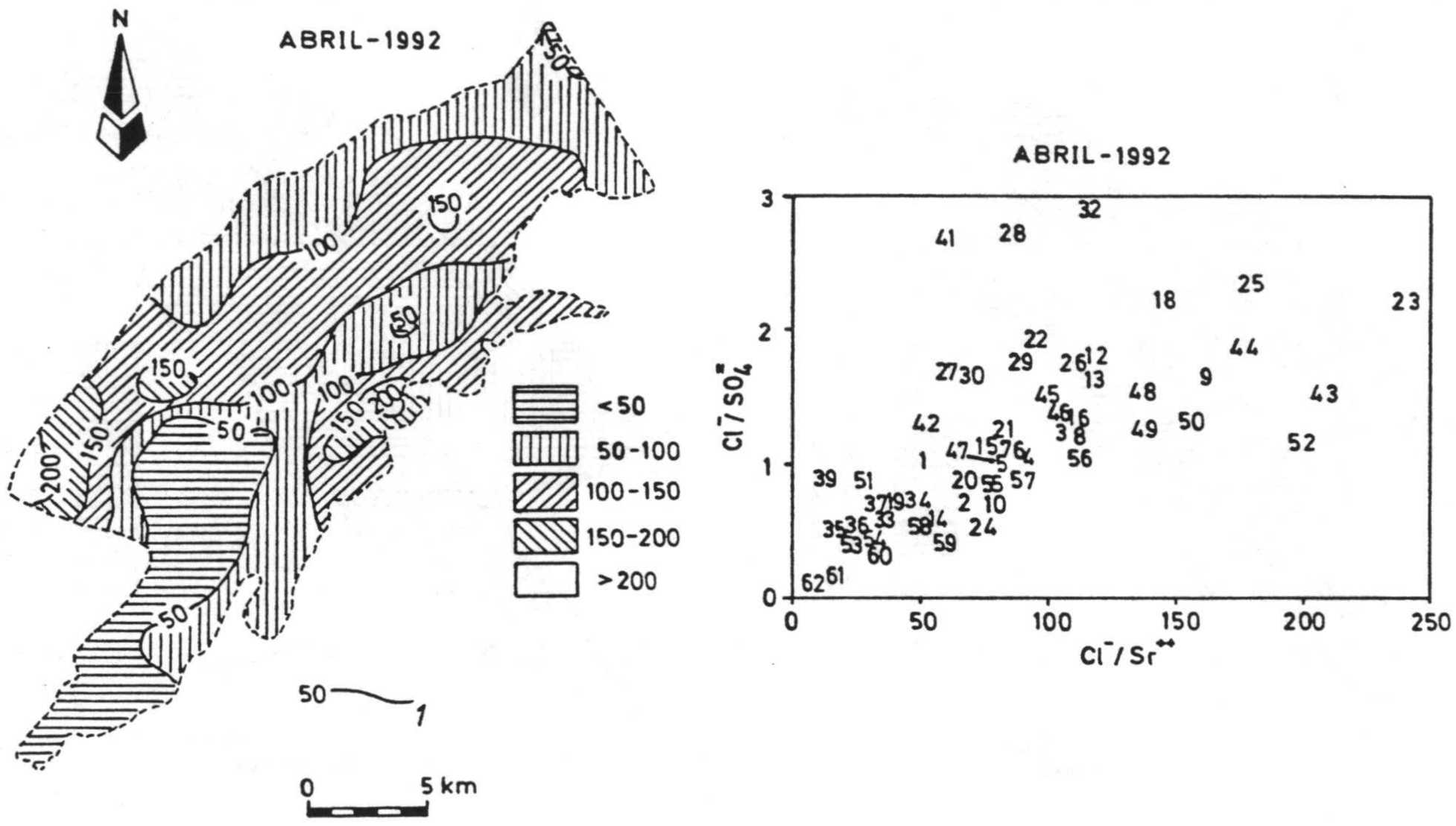


Figura 91.- Distribución espacial de los valores de la relación Cl^-/Sr^{2+} (izquierda) y representación de las relaciones Cl^-/SO_4^{2-}-Cl^-/Sr^{2+} (derecha). 1:isolínea y su valor.

Los sectores con índices más altos (superiores a 0,1), se encuentran en el Norte (La Hoya-Hinojar) y en el eje central del acuífero (Bujércal-Estación de Lumbreras-El Saladar-rambla de Viznaga); estos valores señalarían que hay un cambio entre el sodio del agua por el calcio de la roca, pricipalmente, y, en menor medida, por el magnesio -ya que es fijado de forma más permanente que el calcio (Hem, 1970)- y que produce el endurecimiento del agua.

Los valores muy próximos a cero, y que mostrarían un efecto relativamente poco modificador del quimismo del agua por el proceso de cambio iónico, se encuentran -para ambas campañas- en las áreas situadas al Norte de Almendricos (Los Olivos-Venta Ceferino-Higuera) y al Sur de Lorca (zona del regadío Tradicional de Lorca).

Estas distribuciones serían el resultado del predominio de fracciones más o menos arcillosas presentes en el relleno pliocuaternario del acuífero. A nivel global, y de acuerdo con los valores medios del *ICB* e *IDD* (0,12 y 0,13 para Septiembre de 1989, y 0,17 y 0,13 para Abril de 1992), existe un proceso de endurecimiento del agua. Esta hipótesis estaría avalada por el balance iónico medio: rCl^--(rNa^++rK^+), que para Septiembre de 1989 es de 16 - 13,11 = 2,89, y para Abril de 1992 es de 19,25 - 15,57 = 3,68, y que pone de manifiesto un desequilibrio a favor del primero; del mismo modo, también se observa este mismo hecho si se tiene en cuenta la relación media Cl^-/Na^+, que es de 1,47 para ambos muestreos.

La relación $Na^+ + K^+/Cl^-$, presenta valores inferiores a uno en la mayoría de las muestras. Los valores más bajos de esta relación se corresponden muy bien con los valores más positivos de los índice *ICB* e *IDD* -puesto que indican que existe una fijación de éstos dos iones en el terreno-, mientras que los valores superiores a uno se corresponden con valores negativos de éstos dos índices; esta relación pone de manifiesto la existencia del fenómeno de cambio de bases comentado anteriormente. Igualmente, la relación Na^+/Cl^- también indica este mismo fenómeno, presentando en general valores superiores a uno, tanto más elevados cuanto mayores son los índices *ICB* e *IDD* -que indican que el proceso es más importante-; los valores inferiores a uno, encontrados en un número minoritario de muestras, se asocian a valores negativos de estos dos índices.

La relación Mg^{2+}/Ca^{2+} suele ser alta, en general próxima a uno -aunque existen casos en que se supera este valor-, indicadora de un mayor tiempo de contacto entre el agua y la roca; sin embargo, es conveniente considerar los valores obtenidos en el acuífero como orientativos, debido a la naturaleza geológica del acuífero y a los fenómenos modificadores que pueden afectar a esta relación.

En lo que se refiere al índice *Kr*, proporcional a la PCO_2, en la campaña de Septiembre de 1989 varía entre 5 y 19, con un valor medio de 12 y una desviación típica de 6,16. En relación con el muestreo de Abril de 1992, está comprendido entre 6 y 31, con un valor medio de 14 y una desviación típica de 6,26. Como es lógico, presenta los valores más altos en aquellos puntos con PCO_2 elevadas.

5. RELACIONES ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS: ANÁLISIS MULTIVARIANTE

Para estudiar las relaciones entre las diferentes variables fisicoquímicas de las muestras analizadas he utilizado los análisis Cluster y de Componentes Principales (ACP), cuyos principales rasgos metodológicos han sido comentados en el apartado 3 de este mismo

capítulo. La aplicación de ambos análisis pretende llegar a determinar las relaciones existentes entre los parámetros analizados y su contribución relativa a la explicación de la variación hidrogeoquímica encontrada en el área de estudio.

Los parámetros que seleccioné para estos tratamientos, de acuerdo con las recomendaciones del Dr. Bakalowicz, fueron las siguientes:

1. Conductividad eléctrica
2. Total sólidos disueltos (TSD)
3. Concentración de Cl^-
4. Concentración de SO_4^{2-}
5. Concentración de CO_3H^-
6. Concentración de NO_3^-
7. Concentración de NO_2^-
8. Concentración de NH_4^+
9. Concentración de Ca^{2+}
10. Concentración de Mg^{2+}
11. Concentración de Sr^{2+}
12. Concentración de Na^+
13. Concentración de K^+
14. Concentración de Li^+
15. Concentración de B^-
16. Concentración de F^-
17. Relación Sr^{2+}/Ca^{2+}
18. dpH
19. Índice saturación dolomita (ISD)
20. PCO_2 (%)

El objeto de elegir solamente estas variables, fue el de intentar ver si era posible que pudieran poner de manifiesto el origen de la salinidad y del CO_2 de las aguas. Para el primer caso, se emplearon las variables Conductividad Eléctrica, TSD, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Sr^{2+}, Li^+, B^- y F^-; y para el segundo se utilizaron las variables HCO_3^-, PCO_2, ISD, dpH y la relación Sr^{2+}/Ca^{2+}.

La variable dpH (ΔpH), calculada mediante el empleo del programa SOLUTEQ, se obtuvo mediante la ecuación: $\Delta pH = pH_r - pH_c$ (donde pH_r es el valor medido y pH_c es el valor calculado en condiciones de equilibrio), y permite definir la situación de la solución en relación con el equilibrio del sistema Ca^{2+}-HCO_3^--PCO_2 (Bakalowicz, 1983); de este modo, si $-0,05 < dpH < +0,05$ la solución se encuentra en equilibrio con respecto a la calcita y solamente puede cambiar esta situación si las condiciones de PCO_2 y temperatura varían. Si dpH es negativo, la solución se haya subsaturada y significa que el tiempo de contacto entre la solución y la roca carbonatada es breve (tiempo de residencia escaso o ausencia de carbonatos); si dpH es positivo, la solución está sobresaturada (existe una pérdida de CO_2). El equilibrio se puede alcanzar tanto por una pérdida de CO_2 y posterior precipitación, como por una disolución de carbonato (según sea el caso).

La variable PCO_2, calculada también con el programa SOLUTEQ, es la PCO_2 de equilibrio del agua, y corresponde a la PCO_2 de una fase gaseosa ficticia asociada con la solución, para la cual todos los equilibrios se suponen alcanzados, de acuerdo con los valores de pH y HCO_3^- medidos (Bakalowicz, 1983).

He utilizado el índice de saturación de la dolomita (ISD), porque este mineral es más insoluble que la calcita y está menos afectado por el fenómeno de ion común; además, su precipitación no es posible en las condiciones habituales de presión y temperatura (Bakalowicz, 1979).

En las tablas 57 y 58 se muestran los coeficientes de correlación de las variables tipificadas consideradas (diferencia entre el valor de la variable y la media, dividido por la desviación típica), para las campañas de Septiembre de 1989 y de Abril de 1992.

	Cond	TSD	Cl⁻	$SO4^{2-}$	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^+	NH_4^+	NO_2^-	dpH	ISD	PCO_2
Cond	1.00														
TSD	0.89	1.00													
Cl⁻	0.68	0.44	1.00												
SO_4^{2-}	0.77	0.86	0.24	1.00											
HCO_3^-	0.04	0.33	-0.30	-0.02	1.00										
Ca^{2+}	0.55	0.81	0.02	0.78	0.42	1.00									
Mg^{2+}	0.79	0.85	0.36	0.64	0.45	0.55	1.00								
Na^+	0.76	0.55	0.88	0.44	-0.32	0.05	0.41	1.00							
K^+	0.13	0.30	-0.03	0.27	0.20	0.24	0.31	0.01	1.00						
NO_3^-	0.36	0.14	0.43	0.20	-0.41	-0.15	0.15	0.53	-0.19	1.00					
NH_4^+	0.07	0.31	-0.34	0.19	0.64	0.51	0.32	-0.29	0.12	-0.20	1.00				
NO_2^-	0.12	0.03	0.27	-0.11	0.06	-0.12	0.19	0.13	-0.18	-0.03	-0.14	1.00			
dpH	-0.36	-0.30	-0.13	-0.27	-0.06	-0.18	-0.34	-0.17	0.12	-0.37	-0.04	-0.09	1.00		
ISD	-0.30	-0.32	-0.01	-0.36	-0.08	-0.39	-0.19	-0.05	0.13	-0.24	-0.14	0.05	0.91	1.00	
PCO_2	-0.06	0.21	-0.37	-0.05	0.87	0.32	0.32	-0.38	0.09	-0.33	0.52	0.10	-0.28	-0.27	1.00

Tabla 57.- Coeficientes de correlación de algunas de las variables estudiadas (Septiembre, 1989).

	Cond	TSD	Cl⁻	$SO4^{2-}$	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^+	SiO_2	Sr^{2+}	Li^+	B^-	F^-	Sr^{2+}/Ca^{2+}	dpH	ISD	PCO_2
Cond	1.00																		
TSD	0.94	1.00																	
Cl⁻	0.79	0.65	1.00																
SO_4^{2-}	0.83	0.89	0.46	1.00															
HCO_3^-	0.11	0.33	0.24	0.07	1.00														
Ca^{2+}	0.76	0.89	0.40	0.84	0.41	1.00													
Mg^{2+}	0.85	0.88	0.54	0.73	0.42	0.69	1.00												
Na^+	0.82	0.70	0.92	0.59	-0.24	0.43	0.53	1.00											
K^+	0.18	0.26	0.23	0.14	0.18	0.14	0.26	0.18	1.00										
NO_3^-	0.51	0.42	0.64	0.40	-0.35	0.25	0.24	0.74	0.03	1.00									
SiO_2	0.00	0.08	-0.12	-0.03	0.36	0.05	0.19	-0.17	0.16	-0.24	1.00								
Sr^{2+}	0.68	0.79	0.30	0.75	0.42	0.79	0.68	0.40	0.01	0.21	0.12	1.00							
Li^+	0.72	0.72	0.61	0.54	0.24	0.63	0.62	0.60	0.16	0.40	0.23	0.46	1.00						
B^-	0.80	0.68	0.77	0.66	-0.23	0.44	0.54	0.88	0.19	0.70	-0.17	0.39	0.63	1.00					
F^-	-0.08	-0.01	0.01	-0.13	0.16	0.10	-0.10	-0,07	0.05	0.05	-0.03	0.06	0.02	-0.13	1.00				
Sr^{2+}/Ca^{2+}	-0.12	-0.09	-0.09	-0.13	0.07	-0.04	-0.10	-0.11	0.02	-0.02	0.03	-0.05	0.01	-0.12	0.18	1.00			
dpH	-0.03	-0.08	0.28	-0.21	-0.15	-0.11	-0.13	0.16	0.05	0.08	0.00	-0.29	0.04	0.01	0.08	-0.05	1.00		
ISD	-0.05	-0.14	0.31	-0.29	-0.19	-0.26	-0.05	0.16	0.10	0.07	0.06	-0.38	0.00	-0.02	-0.02	-0.08	0.92	1.00	
PCO_2	0.09	0.31	-0.27	0.13	0.87	0.38	0.37	-0.25	0.06	-0.32	0.31	0.48	0.15	-0.21	0.07	0.03	-0.39	-0.41	1.00

Tabla 58.- Coeficientes de correlación de algunas de las variables estudiadas (Abril, 1992).

Con respecto al muestreo de Septiembre de 1989 (tabla 57), se puede destacar la

correlación que hay entre la conductividad y las variables cloruro (0,68), sulfato (0,77), calcio (0,55), magnesio (0,79) y sodio (0,76); también la alta correlación entre el cloruro y el sodio (0,88); igualmente, el sulfato tiene una correlación elevada con el calcio (0,78) y un poco más baja con el magnesio (0,64); el bicarbonato presenta una alta correlación con la PCO_2 (0,87) y, aunque no tan alta, con el amonio (0,64); por último, las variable dpH e ISD se muestran altamente correlacionadas entre sí (0,91).

En relación con el muestreo de Abril de 1992 (tabla 58), también se tienen las mismas variables correlacionadas entre sí, aunque varían los valores del coeficiente de correlación. Así, interesa destacar la correlación que existe entre la conductividad y las variables cloruros (0,79), sulfatos (0,83), calcio (0,76), magnesio (0,85), sodio (0,82), estroncio (0,68), litio (0,72) y boro (0,80); el cloruro se muestra bien correlacionado con el sodio (0,92), y con valores más bajos, con el nitrato (0,64) y boro (0,77); por otra parte, el sulfato aparece bien correlacionado con el calcio (0,84), magnesio (0,73) y estroncio (0,75); finalmente, el bicarbonato se correlaciona muy bien con la PCO_2 (0,87), y el dpH con el ISD (0,92).

Variables

En la figura 92 se pueden ver los resultados del análisis cluster -luego de aplicar el programa *CLUSTER*-, obtenido mediante correlación de las variables fisicoquímicas consideradas y para las campañas de Septiembre de 1989 y Abril de 1992 (los resultados correspondientes a las restantes campañas se pueden consultar en el anexo 4).

En todos los casos, se distinguen cuatro tipos de asociaciones; la primera de ellas, con un valor de *r* próximo a 0,7, es la formada por las variables conductividad, TSD, magnesio, sulfato y calcio, a la que se añade el estroncio (analizado en los cuatro últimos muestreos); la segunda, con *r* próximo a 0,8, la constituyen las variables cloruro y sodio, y para los tres últimos muestreos, también el boro (analizado este último en las cuatro últimas campañas), a las que se une, aunque con un coeficiente de correlación más bajo, el nitrato (cercano a 0,7); la tercera, con un valor de *r* superior a 0,85, está formada por las variables bicarbonato y PCO_2; la cuarta, con *r* próximo a 0,9, es la constituida por las variables dpH e ISD; quedan separadas de estos cuatro grupos principales el resto de las variables consideradas.

Los resultados del análisis de Componentes Principales de las variables -obtenido mediante el empleo del programa *STAT-ITCF*- de las campañas de recogida de muestras de Septiembre de 1989 y Abril de 1992, se muestran en la figura 93 (los resultados correspondientes a las restantes campañas se pueden consultar en el anexo 4); en todos los casos he seleccionado las tres primeras componentes, que explican el mayor porcentaje de la varianza total (tabla 59).

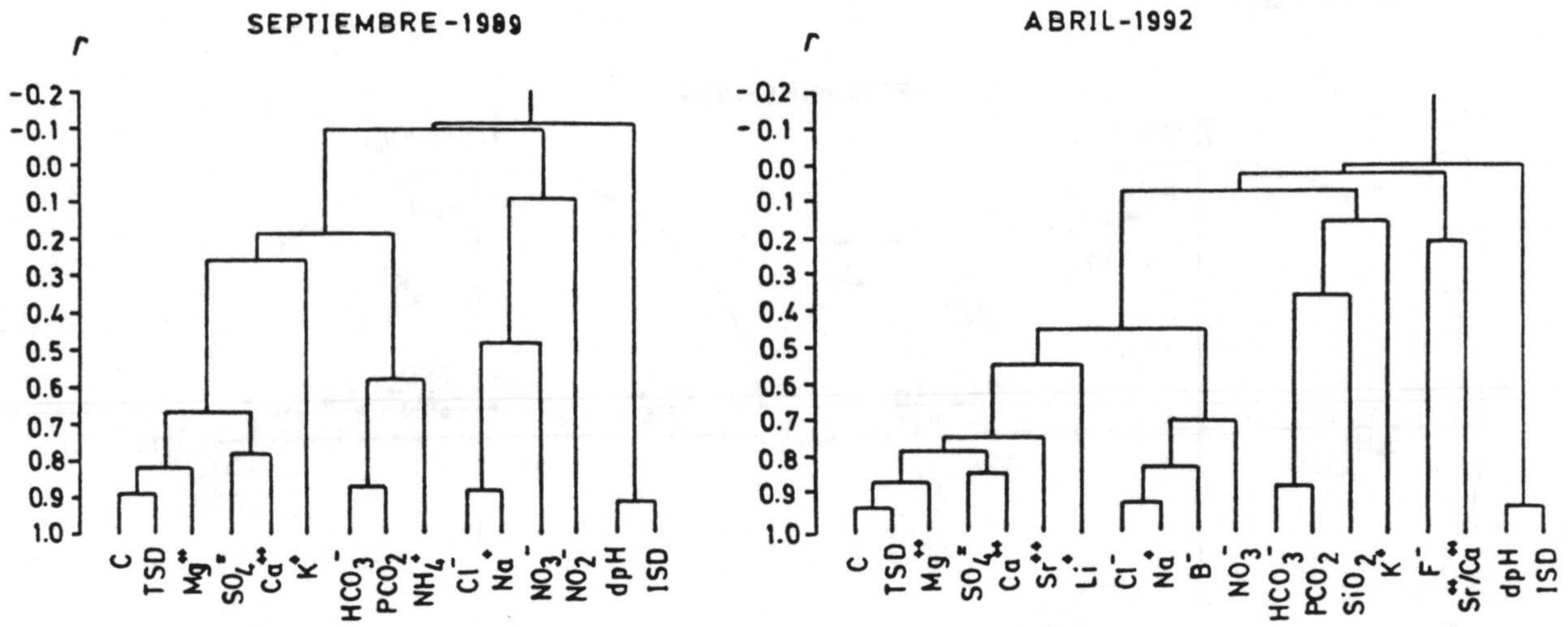


Figura 92.- Dendrogramas de las variables consideradas.

En relación con el plano I-II, se observa que las variables con mayor peso sobre la primera componente son conductividad, TSD, sulfatos, magnesio, calcio, estroncio y litio; las variables con mayor peso sobre la segunda componente son bicarbonato, PCO_2 y amonio; finalmente, las variables cloruros, sodio, nitratos y boro se sitúan equidistantes de ambas componentes. Con respecto al plano II-III, las variables con mayor peso sobre la segunda componente siguen siendo el bicarbonato, PCO_2 y amonio, y a las que se oponen el cloruro y el sodio; sobre la tercera componente, las variables con mayor peso son dpH e ISD (aunque esta componente solamente está bien representada en los muestreos de Septiembre de 1989, Enero de 1990 y Septiembre de 1990).

Muestreo	I	II	III
Septiembre (1989)	34,4	23,9	12,7
Enero (1990)	34,4	23,9	12,4
Septiembre (1990)	35,3	23,1	13,1
Agosto (1991)	39,9	19,8	9,0
Noviembre (1991)	39,3	17,9	11,2
Enero (1992)	39,4	19,1	9,6
Abril (1992)	39,6	19,3	10,0

Tabla 59.- Porcentaje de la varianza total explicada de cada una de las componentes principales seleccionadas.

Esta distribución de las variables significa que la componente I define la salinidad total de las aguas, la componente II caracteriza las aguas contaminadas con CO_2 (si bien, ambas componentes estarían afectadas por un proceso común puesto de manifiesto por las variables que se sitúan en posición equidistante de las dos componentes) y la componente III

refleja los procesos de pecipitación de carbonatos por pérdida de CO_2 y el tiempo de residencia de las aguas.

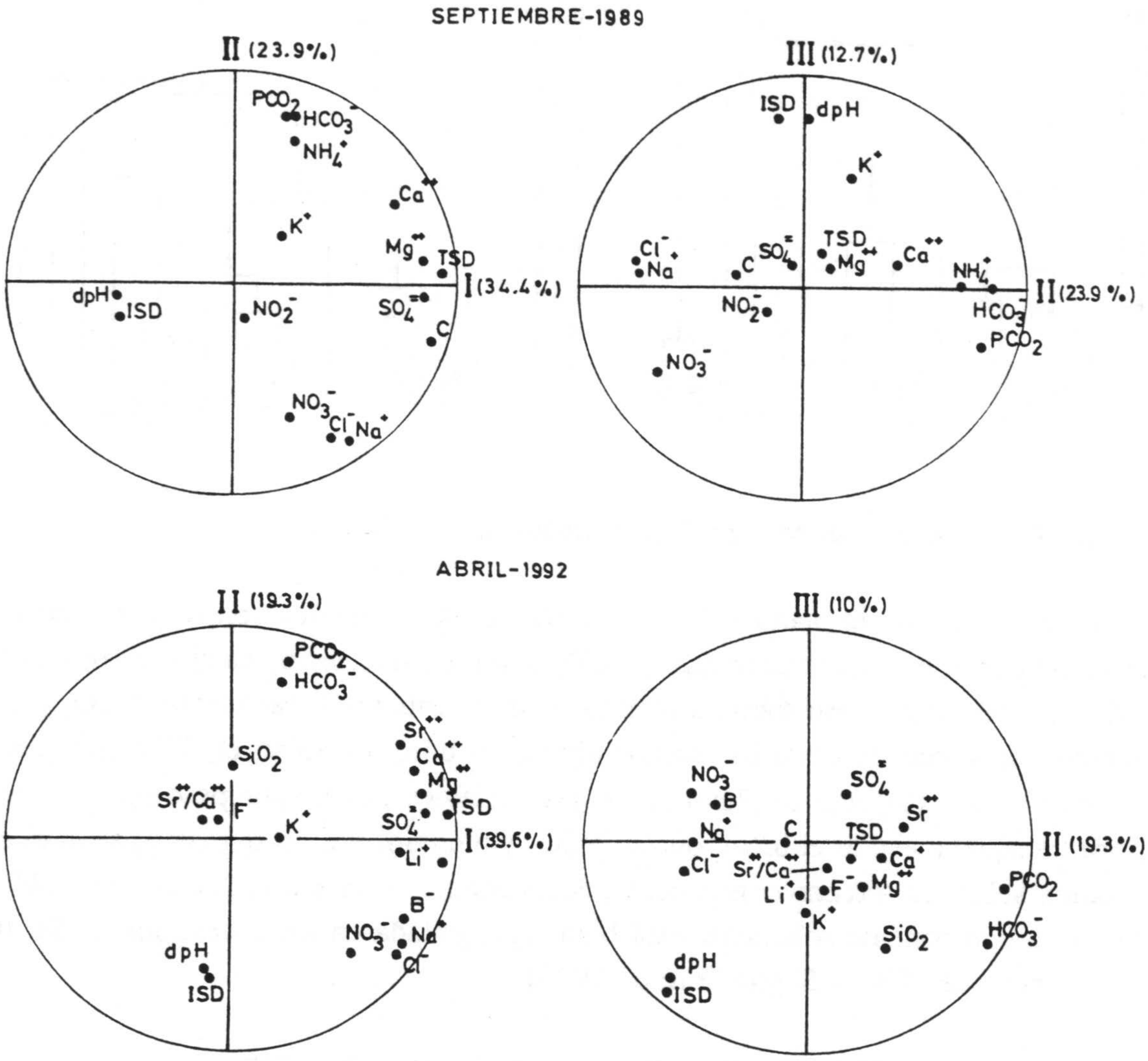


Figura 93.- ACP de las variables consideradas.

Los resultados de ambos análisis ponen de manifiesto que existe un grupo principal de variables que contribuye a la salinidad de las aguas: sulfatos, cloruros, sodio, magnesio, calcio, estroncio, litio y boro; sin embargo, los dos análisis reúnen a estas variables en dos familias distintas: por un lado estarían conductividad, TSD, sulfatos, magnesio, calcio, estroncio y litio; y por otro cloruros, sodio, nitratos y boro. Esto sugiere un origen distinto para estas variables; así, se diferenciaría el aporte de las aguas que han circulado por rocas evaporíticas predominantemente sulfatadas, de aquellas que lo han hecho por materiales evaparíticos fundamentalmente clorurados. La asociación del ion nitrato a las variables cloruro y sodio, indicaría también el aporte de aguas de infiltración, afectadas por procesos de contaminación y de disolución de sales superficiales (cloruradas sódicas). Por último, la

separación de las variables bicarbonato, amonio y PCO_2, señala su origen diferente del resto de las variables, producto de la contaminación endógena de CO_2.

Observaciones

En la figura 94 se pueden ver los dendrogramas de observaciones para los muestreos de Septiembre de 1989 y Abril de 1992 (los correspondientes a las restantes campañas se pueden consultar en el anexo 4), luego de aplicar el análisis cluster -utilizando el programa *CLUSTER*-; en ellos se puede identificar un conjunto de familias, aunque con coeficientes de correlación relativamente bajos.

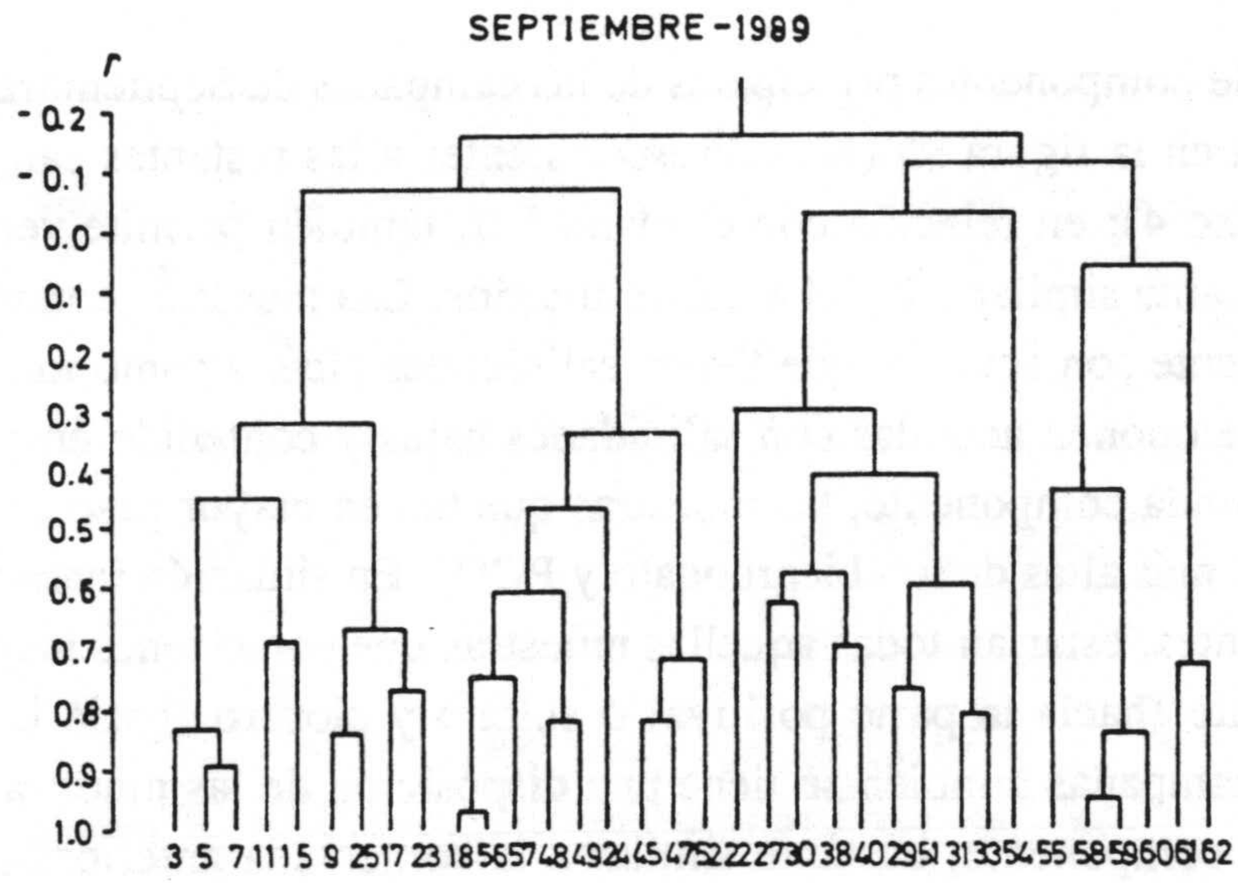


Figura 94.- Dendrogramas de las observaciones consideradas.

En el muestreo de Septiembre de 1989, se observa una primera familia constituida por las muestras 3, 5, 7, 11, 15, 9, 25, 17 y 23, que poseen conductividad elevada, y donde el ion bicarbonato es minoritario respecto a los iones sulfato y cloruro; una segunda familia, es la formada por las muestras 18, 56, 57, 48, 49, 24, 45, 47, y 52, que se caracterizan por tener valores de conductividad poco elevados y concentraciones muy bajas en ion bicarbonato; una tercera familia es la que reúne a las muestras 27, 30, 38, 40, 29, 51, 31 y 33, y que tienen valores de conductividad intermedios y como ion mayoritario, y en concentraciones elevadas, al bicarbonato; finalmente, una cuarta familia, es la formada por las muestras 55, 58, 59, 60, 61 y 62, con valores de conductividad medios-altos, y donde el ion mayoritario es el sulfato. En los muestreos restantes se identifican, en general, las mismas agrupaciones de muestras de acuerdo con los criterios comentados para el muestreo anterior.

El análisis de componentes principales de las campañas de Septiembre de 1989 y Abril de 1992 se muestra en la figura 95 (los correspondientes a las restantes campañas se pueden consultar en el anexo 4); en relación con el plano I-II, también permite ver una agrupación de las muestras bastante similar a la del análisis anterior. Las muestras con mayor peso sobre la primera componente son aquellas que tienen salinidades altas y como ion predominante al sulfato, a las que se oponen aquellas con salinidades bajas y contenido en sulfatos bajos; en relación con la segunda componente, las muestras que tienen mayor peso son las que poseen las concentraciones más altas de ion bicarbonato y PCO_2. En situación intermedia, y respecto de ambas componentes, estarían todas aquellas muestras que como iones mayoritarios poseen sulfato y bicarbonato (hacia la parte positiva) ó sulfato y cloruro (hacia la parte negativa). Para las restantes campañas también se tiene una disposición de las muestras, respecto de la primera y segunda componente, bastante similar a la comentada anteriormente.

Con respecto al plano II-III, y también para el primer muestreo (Septiembre de 1989), las muestras con mayor peso sobre la segunda componente son aquellas que presentan la mayor concentración en bicarbonatos y alta PCO_2, a las que se oponen las muestras con valores bajos de estas dos variables y altos contenidos en cloruro, sodio y nitrato; en relación con la tercera componente, las muestras con mayor peso sobre ésta son las que presentan valores de dpH e ISD más elevados. Para los restantes muestreos, la distribución de las muestras, respecto de las mismas componentes es parecida a la del primer muestreo.

Ambos análisis agruparían a las muestras en función de la mayor o menor salinidad de las aguas y del origen de ésta. Así, las muestras con valores importantes de conductividad y que tienen como ion principal al sulfato (en relación con la componente I), estarían relacionadas con la disolución de rocas evaporíticas, fundamentalmente sulfatadas; el grupo de muestras con salinidades también importantes, y donde los iones principales son el cloruro y el sulfato, estarían relacionados con las disolución de materiales evaporíticos de tipo

sulfatado-clorurado e infiltración de aguas superficiales (como indica el ion nitrato).

También, permiten discriminar aquellas muestras con altas concentraciones en bicarbonatos y PCO_2, resultado de un proceso de contaminación endógena por CO_2 (en relación con la componente II). Finalmente, la componete III diferencia las muestras que presentan una mayor sobresaturación en calcita (dph e ISD más altos), de aquellas que lo están menos, resultado de un tiempo de circualción mucho más breve (dph e ISD más bajos).

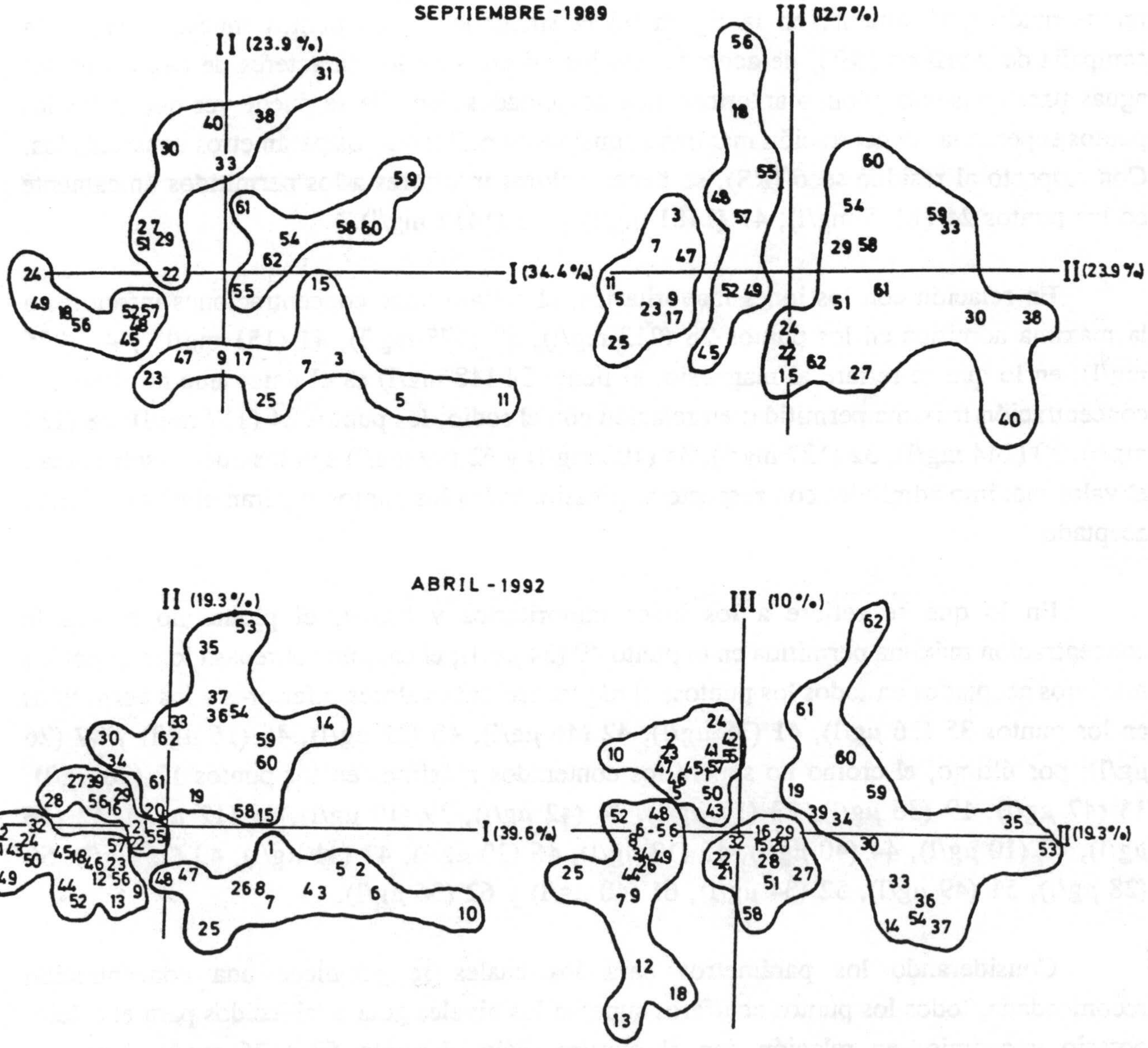


Figura 95.- ACP de las observaciones consideradas.

6. CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

6.1. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El Real Decreto 1138/1990 (BOE, nº 226, 20 de Septiembre de 1990) desarrolla, a efectos legales, la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. En la tabla 60 se resumen algunos de los parámetros fisicoquímicos representativos de los caracteres de potabilidad.

Siguiendo el modelo de diagrama de potabilidad propuesto por Castillo (1986), he representado gráficamente en la figura 96 la situación de los puntos muestreados en la campaña de Abril de 1992, de acuerdo con los criterios de los caracteres de calidad de las aguas para consumo público anteriormente comentados. En ella se puede ver que todos los puntos superan la concentración máxima admisible en casi todos los parámetros considerados. Con respecto al residuo seco (RS), se tienen valores inferiores a los permitidos únicamente en los puntos 24 (1475 mg/l), 41 (1481 mg/l) y 42 (1415 mg/l).

En relación con los iones mayoritarios, el sulfato tiene concentraciones inferiores a la máxima admitida en los puntos 28 (213 mg/l), 32 (175 mg/l), 41 (151 mg/l) y 42 (226 mg/l); en lo que se refiere al magnesio, el punto 24 (48 mg/l) es el único que no supera la concentración máxima permitida; en relación con el sodio, los puntos 24 (117 mg/l), 28 (132 mg/l), 30 (144 mg/l), 32 (127 mg/l), 34 (108 mg/l) y 62 (99 mg/l) son los que no sobrepasan el valor máximo admitido; con respecto al potasio, todos los puntos superan el nivel máximo aceptado.

En lo que se refiere a los iones minoritarios y trazas, el plomo no supera la concentración máxima permitida en el punto 49 (34 μg/l); el cadmio sobrepasa los contenidos máximos aceptados en todos los puntos; el níquel presenta valores inferiores a los permitidos en los puntos 35 (16 μg/l), 41 (38 μg/l), 42 (46 μg/l), 43 (22 μg/l), 46 (16 μg/l) y 47 (26 μg/l); por último, el cromo no supera los contenidos máximos en los puntos 12 (36 μg/l), 13 (47 μg/l), 19 (36 μg/l), 23 (17 μg/l), 34 (42 μg/l), 39 (10 μg/l), 41 (12 μg/l), 42 (16 μg/l), 43 (10 μg/l), 44 (40 μg/l), 45 (12 μg/l), 46 (30 μg/l), 47 (41 μg/l), 49 (23 μg/l), 50 (28 μg/l), 51 (49 μg/l), 52 (34 μg/l), 61 (40 μg/l) y 62 (36 μg/l).

Considerando los parámetros para los cuales se establece una concentración recomendada, todos los puntos acuíferos superan los niveles guía establecidos para el calcio, potasio y cadmio; en relación con el cloruro, sólo el punto 62 (176 mg/l) tiene una concentración inferior a la máxima a partir de la cual pueden haber posibles efectos. En cuanto a la concentración del ion nitrato, sólo los puntos 2, 3, 6, 25, 26 y 47 sobrepasan el máximo establecido por la legislación vigente (50 mg/l). De acuerdo con esto, los puntos

muestreados superan todos, o casi todos, los valores índice de potabilidad del agua.

Parámetro	Unidad	nivel guía	concent. máx. admisible	Observaciones
Temperatura	°C	12	25	
Concentración en H^+	unidad pH	6,6 ≤ pH ≤ 8,5	9,5	agua no debería ser agrasiva
Conductividad	$S.cm^{-1}$	400	–	En $ohm.cm^{-1}$: 2500
Residuo seco	mg/l	–	1500	
Cloruro	mg/l	25	–	posibles efectos > 200 mg/l
Sulfato	mg/l	25	250	
Calcio	mg/l	100	–	
Magnesio	mg/l	30	50	
Sodio	mg/l	20	150	
Potasio	mg/l	10	12	
Aluminio	mg/l	0,05	0,2	
Nitratos	mg/l	25	50	
Nitritos	mg/l	–	0,1	
Amonio	mg/l	0,05	0,5	
Boro	µg/l	1000	–	
Hierro	µg/l	50	200	
Manganeso	µg/l	20	50	
Cobre	µg/l	100	–	
Cinc	µg/l	100	–	
Flúor	µg/l	–	1500 (8-12 °C) 700 (25-30 °C)	
Cobalto	µg/l	–	–	
Cadmio	µg/l	–	5	
Cromo	µg/l	–	50	
Níquel	µg/l	–	50	
Plomo	µg/l	–	50	(en agua corriente)

Tabla 60.- Resumen de algunos de los caracteres fisicoquímicos que deben reunir las aguas potables para consumo público (R.D. 1138/1990, BOE 226, 1990).

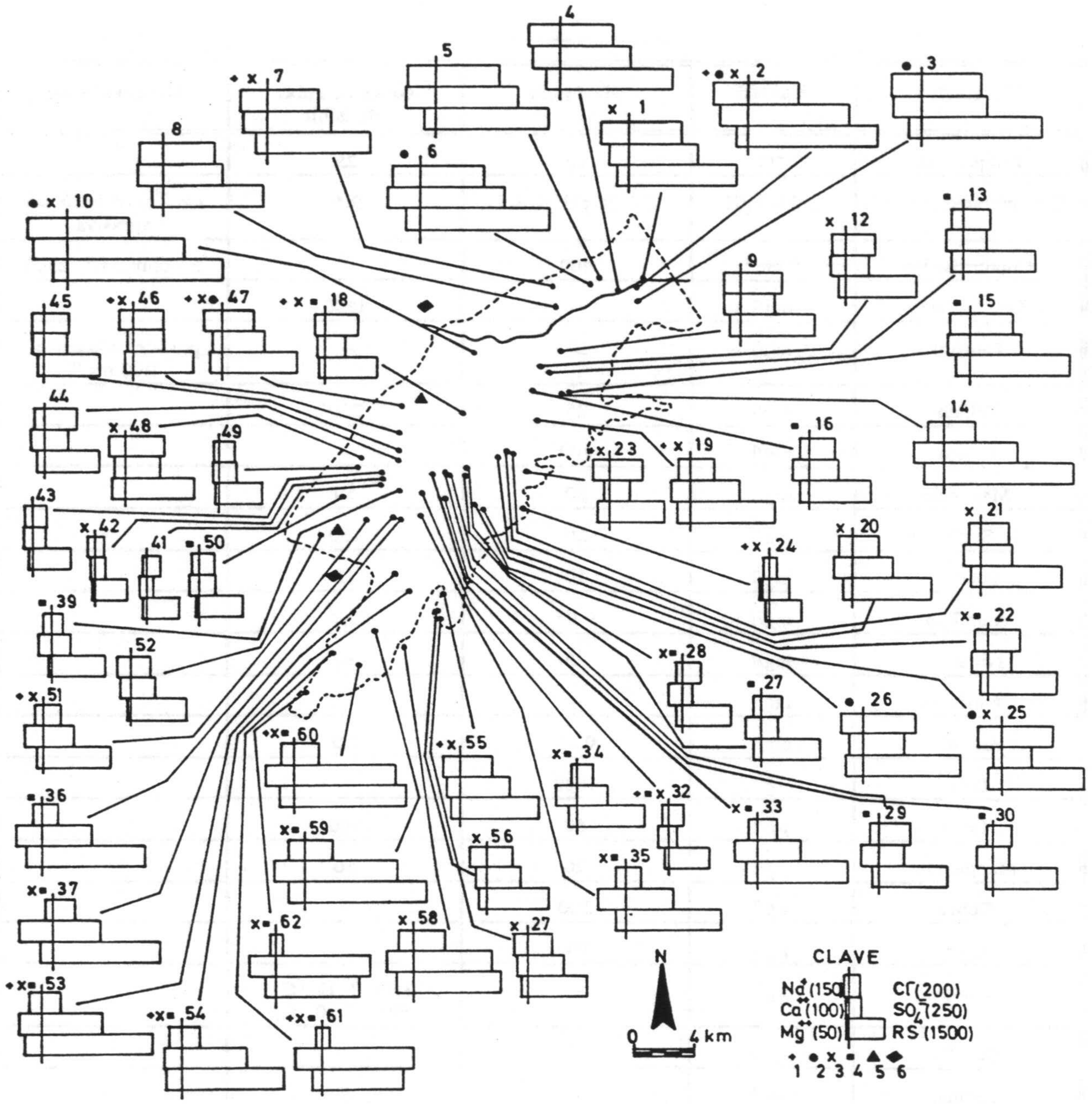


Figura 96.- Mapa de diagramas de concentración máxima admisible (en mg/l) de las aguas del acuífero del Alto Guadalentín, excepto para el Ca^{2+} y el Cl^- cuya concentración es la recomendada, de acuerdo con la Reglamentación española (BOE 226, 1990). 1:sobrepasa el límite de Al^{3+}; 2:sobrepasa el límite de NO_3^-; 3:sobrepasa el límite de Fe^{3+}; 4:sobrepasa el límite de Mn^{2+}; 5:depuradora; 6:vertedero.

6.2. CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA

6.2.1. Clasificación del USSLS

Para el análisis de la calidad del agua del acuífero del Alto Guadalentín para su utilización en regadío utilicé la clasificación del *Unidted States Salinity Labotatory Staff*, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USSLS); esta clasificación distingue diferentes tipos de aguas de acuerdo con la variable conductividad y la relación de adsorción de sodio (SAR), obteniéndose esta última mediante la expresión:

$$SAR = \frac{r\,Na^{+}}{[(r\,Ca^{2+} + r\,Mg^{2+}) / 2]^{1/2}} \qquad r = meq/l$$

De la combinación entre las clases de conductividad (C_{1-4}, peligro de salinización del suelo) y las clases correspondientes al SAR (S_{1-4}, peligro de alcalinización del suelo) resultan 16 categorías de agua diferentes y que son las consideradas por esta clasificación.

En la figura 97 se puede ver la posición que ocupan, dentro de este diagrama, las distintas muestras tomadas en el acuífero en las campañas de Septiembre de 1989 y Abril de 1992. Éstas se agrupan en seis clases, que se resumen en la tabla 61; en la figura 98 se muestra la distribución espacial de estas clases.

En general, se trata de aguas cuya utilización implica un riesgo alto o muy alto de salinización del suelo, por lo que es aconsejable su uso en cultivos seleccionados (muy tolerantes a las sales) y en suelos permeables, bien drenados y con exceso de agua para producir un buen lavado.

Clases	Septiembre, 1989		Abril, 1992		Media
	n°	%	n°	%	
C_2	1	3	4	7	5
C_3	17	50	18	32	41
C_4	16	47	35	61	54
S_1	22	65	34	60	63
S_2	11	32	21	37	34
S_3	1	3	2	3	3

Tabla 61.- Clasificación de las aguas del acuífero de acuerdo con las normas del USSLS.

En relación con el riesgo de alcalinización, existe un número de puntos relativamente importante con riesgo medio-alto, por lo que es necesario que exista un buen lavado del suelo

donde se utilice este agua y, donde se alcancen valores altos de ion sodio, es preciso el uso de medidas correctoras (adición de materia orgánica) para no alcanzar el límite de toxicidad del sodio intercambiable.

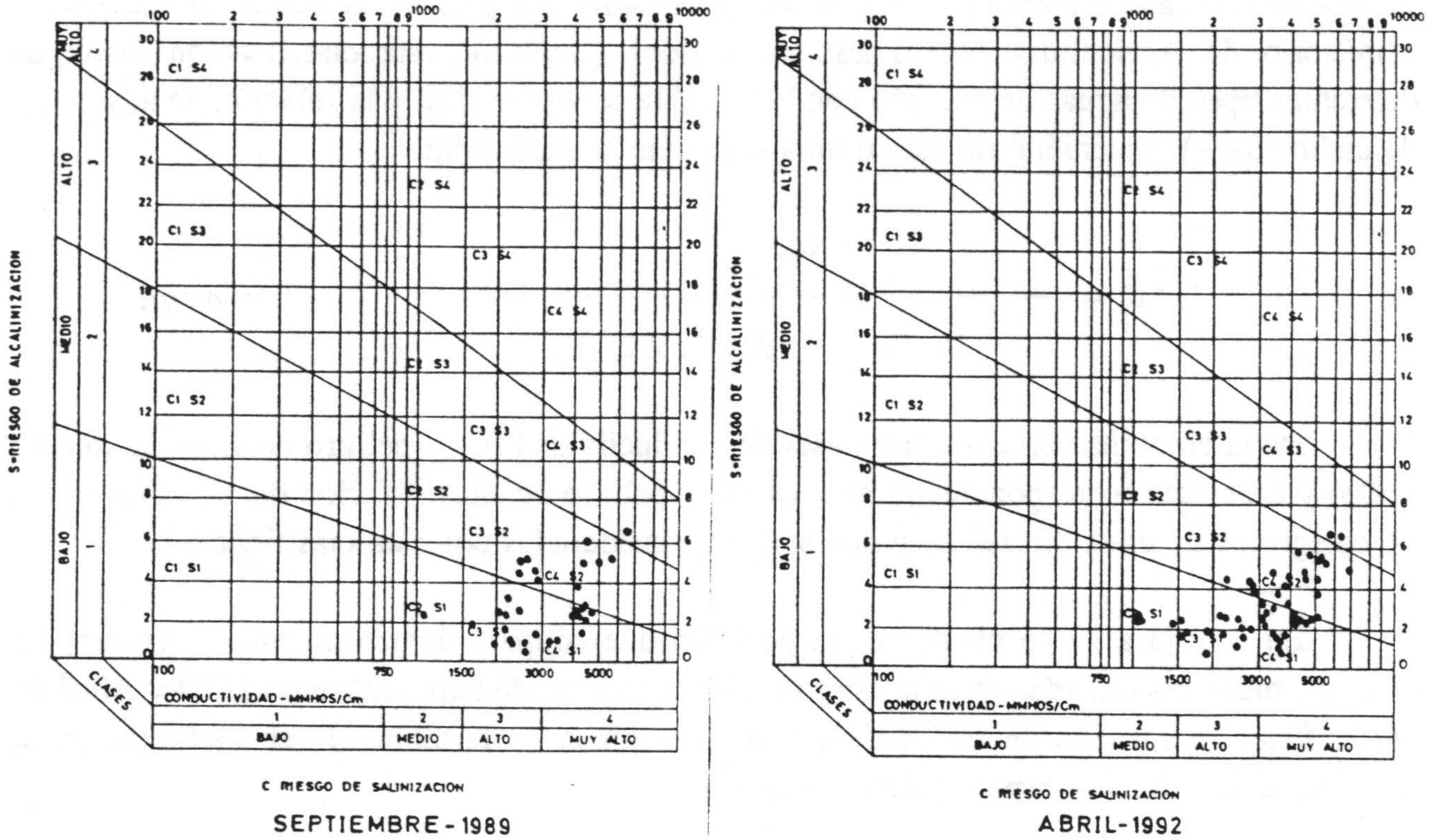


Figura 97.- Diagramas de calidad de las aguas para riego, según la clasificación del USSLS.

6.2.2. Contenido en Boro

El boro es uno de los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas, pero es altamente tóxico si se encuentra en concentraciones no tolerables por éstas. Los niveles de seguridad son relativamente pequeños y variables según los cultivos, aunque los más sensibles se pueden ver afectados cuando el agua posee más de 0,75 mg/l (Catalán, 1981); así por ejemplo, los cítricos presentan daños importantes a partir de 1 mg/l de boro, mientras que esta concentración es aconsejable para un buen rendimiento de plantas como la cebolla o la alfalfa.

El problema se agrava cuando este ion precipita en el suelo, siendo necesarias cantidades de agua del orden de cinco veces a las utilizadas en la recuperación de suelos con exceso de otros iones (Martínez Raya, 1986). De acuerdo con Custodio y Díaz (1983), en

la tabla 62 se pueden ver los límites de tolerancia de los cultivos con respecto al boro.

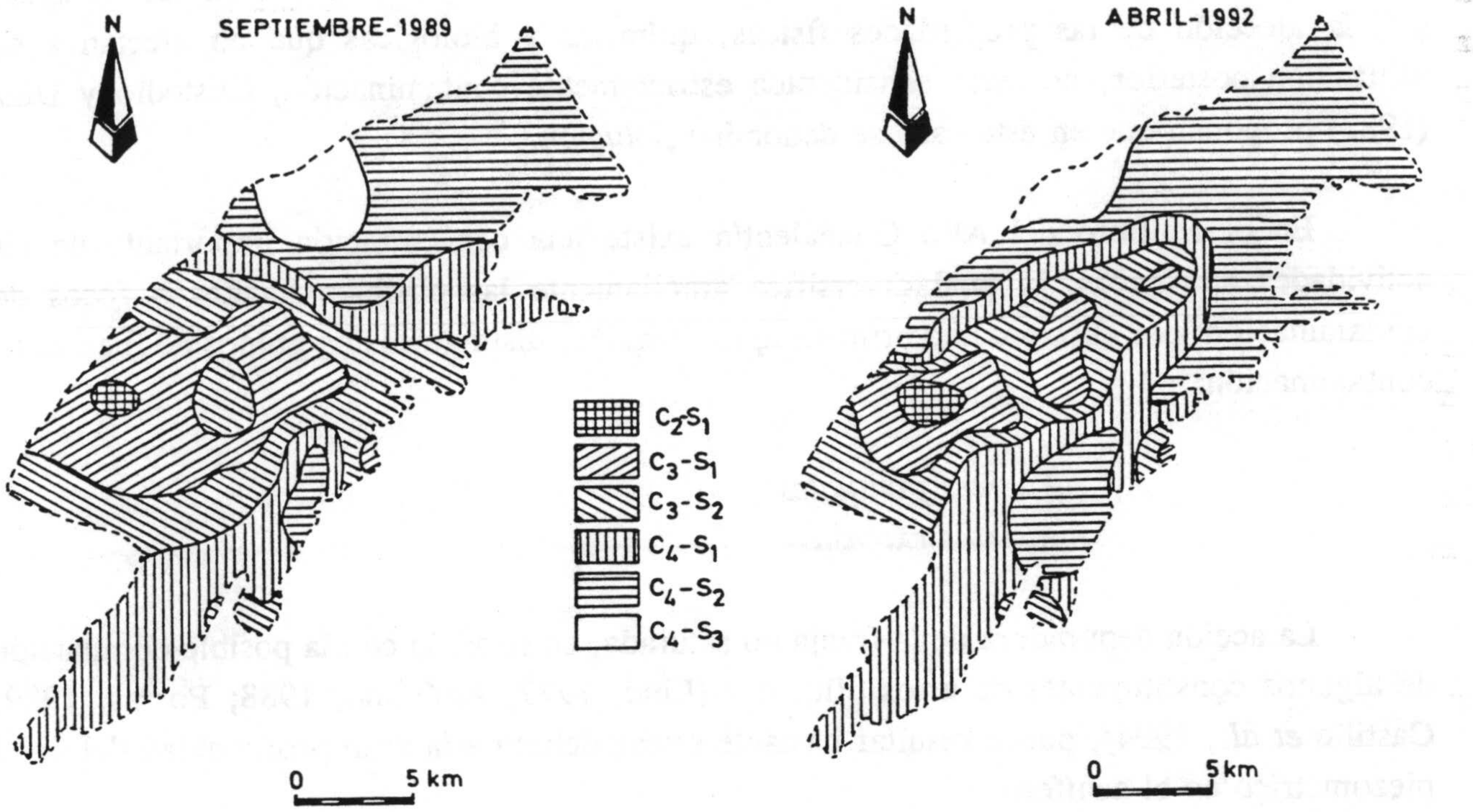


Figura 98.- Distribución espacial de las clases encontradas, según la clasificación del USSLS.

El contenido medio en ion boro en todos los puntos muestreados, en la cuatro últimas campañas, sobrepasa el límite de concentración recomendable para cultivos -de 0,3 mg/l-, excepto en los puntos 9, 12, 13, 16, 18, 28, 32, 34, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 53 y 61; sólo se supera el valor máximo para cultivos sensibles -de 0,75 mg/l (Catalán, 1981)- en los puntos 2, 4, 5, 6 y 10.

Cultivos	Recomendable	Máximo
Sensibles	menos de 0,3 mg/l	1,3 mg/l
Semitolerantes	menos de 0,3 mg/l	2,5 mg/l
Tolerantes	menos de 0,3	3,8 mg/l

Tabla 62.- Límites de tolerancia de los cultivos con respecto al boro.

6.3. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Se entiende por contaminación del agua subterránea toda modificación de sus propiedades físicas, químicas o biológicas, como resultado de las actividades humanas, que

provoquen la inutilización del agua para el fin a que estaba destinada. En esta definición se hace hincapié en la necesidad de que el deterioro de la calidad del agua sea debido a causas antrópicas y que la consecuencia sea una influencia directa sobre la aplicación útil del agua; así, la afección de las propiedades físicas, químicas y biológicas que no afectan a su utilización posterior, no sería considerada estrictamente contaminación; Custodio y Díaz (1983) proponen que en este caso se denomine *polución*.

En el acuífero del Alto Guadalentín existe una concentración importante de las actividades antrópicas, la cual diversifica ampliamente las posibles fuentes o focos de contaminación; por ello, y como primera aproximación, distinguiré dos grupos de fuentes de contaminación:

- *Fuentes puntuales*
- *Fuentes extensas*

La acción depuradora de la franja no saturada, en relación con la posible eliminación de algunos constituyentes de estos efluentes (Lind, 1977; Anónimo, 1988; Porras, 1989; Castillo *et al.*, 1994), puede resultar bastante eficaz debido a la gran profundidad del nivel piezométrico en el acuífero.

6.3.1. Fuentes Puntuales

Residuos líquidos urbanos

Tienen su origen en el vertido al propio acuífero de las aguas residuales de las depuradoras y de las fosas sépticas, pozos negros y otras variantes, pudiendo producir una contaminación orgánica y biológica. Este hecho se refleja en la existencia de ion nitrito y amonio en las muestras analizadas, teniendo alguna de ellas concentraciones superiores al máximo admisible por la legislación (0,1 mg/l y 0,5 mg/l respectivamente). Los vertidos líquidos generados en las principales poblaciones del área, Lorca y Puerto Lumbreras, son sometidos a un tratamiento primario y posteriormente destinados a regadío.

También, existen importantes vertidos líquidos, realizados de forma directa, sobre el cauce del río Guadalentín; en este sentido, he analizado varias muestras de vertidos brutos incontrolados tomadas en distintos períodos de tiempo, con los resultados que se indican en la tabla 63.

En ella, se observa un aumento notable en los valores de casi todas las variables, siendo más elevados para la muestra tomada en Enero de 1990. El hecho de que la mayor

parte del año el cauce esté seco, evita que estos vertidos circulen con una cierta dilución, excepto en aquellos períodos cortos de tiempo, posteriores a una precipitación, como sucede con la muestra tomada en marzo de 1990.

VARIABLE	Marzo-1990	Noviembre-1990	Noviembre-1991
T	10.8	12.3	15.1
pH	7.91	8.20	8.48
C	4320	8050	21000
Cl^-	950	2000	6500
SO_4^{2-}	1355	1650	2583
HCO_3^-	760	900	3660
CO_3^-	0	315	1620
Ca^{2+}	500	960	1300
Mg^{2+}	305	360	500
Na^+	600	1200	4600
K^+	42	57	76
NO_3^-	110	206	300
SiO_2	0.27	0.41	0.89
PO_4^{3-}	5	3	7
Li^+	362	510	219
B^-	661	378	872
F^-	186	302	210
Fe^{3+}	800	3400	300
Mn^{2+}	52	80	37
Al^{3+}	182	244	365
Ni^{2+}	7	3	16
Cu^{2+}	6	4	15
Cr^{6+}	60	8	409
Pb^{2+}	10	28	50
Zn^{2+}	62	31	151
Cd^{2+}	3	2	1

* *T:temperatura en °C; C:conductividad en µS/cm (25 °C); cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, sílice y fosfatos en mg/l; resto de iones en µg/l.*

Tabla 63.- Datos analíticos de algunas muestras tomadas en el río Guadalentín.

Las fuentes de estos vertidos están muy diversificadas, por lo que pueden provenir, entre otros, de los vertidos líquidos de las granjas (situadas en las proximidades del cauce) y de los vertidos contaminantes de algunas industrias. En relación con estos últimos, y de acuerdo con la publicación de el diario El País (Sábado 5 de Agosto de 1989), existe una querella contra dieciséis empresas de curtidos de Lorca, interpuesta por el Ayuntamiento de Totana ante la CEE, por verter más de 3000 m^3 diarios de residuos tóxicos al cauce del Guadalentín, que contenían, entre otras sustancias, cromo en concentraciones muy altas y un elevado índice de grasas; para depurar estos vertidos existe una depuradora en las proximidades de Lorca, pero nunca ha funcionado correctamente, estando en la actualidad parada.

Residuos sólidos urbanos

Estos residuos, generados por todas las poblaciones situadas en la zona de estudio, no constituyen una fuente de contaminación en el área estudiada, ya que los vertederos se encuentran situados fuera de los límites del acuífero.

Estabulación

La ganadería estabulada es otra actividad importante dentro de los recursos del área; así, existen numerosas granjas, en su mayoría dedicadas a la cría de ganado porcino, que generan residuos líquidos (purines) y materia orgánica sólida. Ambos residuos constituyen fuentes puntuales de contaminación ya que los purines son vertidos directamente, sin ningún tratamiento previo, sobre el acuífero y la materia orgánica es acumulada en lugares inadecuados para ser utilizada posteriormente como abono.

6.3.2. Fuentes Extensas

La agricultura

Se puede considerar como la principal fuente extensiva potencial de contaminación; la intensa actividad agrícola desarrollada en este área, utiliza una amplia gama de productos que contienen una gran variedad de agentes contaminantes. Los efectos contaminantes sobre las aguas por el uso de fertilizantes, naturales o artificiales, se ven disminuidos en aquellos sectores con el nivel piezométrico a una profundidad importante y en donde se emplea el riego por goteo.

7. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL TERMALISMO

7.1. INTRODUCCIÓN

En las Cordilleras Béticas son numerosas las manifestaciones de aguas termales. Estas aparecen ligadas, en algunos casos, a factores tectónicos, asociados a estructuras de carácter regional, y en otros a condiciones locales. De acuerdo con Cruz-SanJulián y García-Rossell (1975), las anomalías térmicas positivas parecen localizarse en la zona del contacto tectónico del Bético s.str. con el Subbético y en la de éste con el Prebético (dirección N 60°-70° E), así como en los sistemas de fracturas transversales a los mismos (dirección N 30°-40° W); el primer tipo de estructura parece controlar la distribución de las facies hidroquímicas y la temperatura, mientras que el segundo la mayor frecuencia de las surgencias.

El área de estudio presenta un conjunto de características favorables a la existencia de anomalías térmicas -fosas tectónicas activas, vulcanismo reciente, actividad sísmica relacionada con la neotectónica, adelgazamiento cortical, etc. -, y que Albert Beltrán (1979 a) considera como macroindicios favorables para la existencia de áreas termales.

Manifestaciones de aguas termales cercanas al área de estudio existen en Alhama de Murcia -situada a unos 15 km de distancia y donde se han medido temperaturas superiores a 41 °C en algunos puntos (Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 b; Cerón-García *et al.*, 1993 a y 1995)-, en Pulpí -donde se encuentran temperaturas superiores a 27 °C (Cerón-García, 1992 y Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 a)-, en Los Guiraos -con una temperatura de próxima a 35 °C (Granda, 1978; Cerón-García y Pulido-Bosch, 1995 a y b)-, en Cuevas del Almanzora -con temperaturas de hasta 30 °C (García-Rossell y Martín, 1993), en Mula -donde se han encontrado temperaturas de hasta 37 °C (IGME, 1983) -, en Archena -con temperaturas de hasta 40 °C (IGME, 1983)-, y en Mazarrón -donde se encuentran temperaturas de 53 °C (IGME, 1985 d).

7.2. ACUÍFERO PLIOCUATERNARIO

En el apartado 4.3.1 de este capítulo se comentó la elección del criterio a seguir con objeto de establecer en una región la temperatura límite a partir de la cual un agua puede considerarse termal. Así, de acuerdo con Schoeller (1962), se puso de manifiesto que la inmensa mayoría de los puntos acuíferos seleccionados tenían características hipertermales (tabla 15). Si además de tener en cuenta la temperatura media anual del área, se considera su mineralización, anormalmente alta en este caso (la conductividad de la mayoría de las muestras está comprendida entre 2000 y 4500 μS/cm), podremos referirnos a todas ellas como aguas *termominerales* (Urbain, 1967; Cruz-SanJulián *et al.*, 1979; Yerriah, 1986).

En los mapas de isotermas elaborados con las temperaturas de campo, y que se pueden ver en la figura 48 del mismo apartado, se ponía de manifiesto un aumento de la temperatura en sectores donde el sustrato metamórfico se encontraba más próximo a la superficie. Por tanto, estas anomalías térmicas estarían relacionadas con áreas de circulación preferente a través de fracturas, deducidas mediante la reinterpretación geofísica (capítulo III), en las cuales se produce liberación de calor.

7.3 CONDICIONES DE EQUILIBRIO

En la modelización hidrogeoquímica de las aguas de un acuífero, además de caracterizar las aguas por sus variaciones espaciales y temporales, es conveniente intentar

establecer una "estructura hidrogeoquímica" que explique lo más fielmente posible la interrelación entre la litología atravesada por las aguas y su composición química. En este sentido, la obtención de los índices de saturación *(IS)* de los minerales más representativos de las condiciones litológicas del acuífero, puede ser de gran ayuda para conocer la estructura hidrogeoquímica del acuífero (Calaforra y Pulido-Bosch, 1989).

Para establecer las condiciones de equilibrio termodinámico en las condiciones de surgencia de las muestras estudiadas, he analizado los índices de saturación del fluido respecto a diferentes minerales mediante la aplicación del programa SOLMINEQ.88 (Kharaka *et al.*, 1988 c; Perkins *et al.*, 1988, Perkins y Gunter, 1989; Perkins *et al.*, 1989), para así poder conocer mejor las condiciones de precipitación o disolución de las diferentes fases disueltas.

El índice de saturación se define por la fórmula $IS=log\ (P_{ai}/K_t)$, en la cual P_{ai} es el producto de la actividad iónica de los iones y K_t la constante de equilibrio del mineral correspondiente a la temperatura t; de acuerdo con esta ecuación si $IS<0$ la solución está subsaturada, si $IS > 0$ está sobresaturada y si $IS = 0$ está en equilibrio con respeto a un cierto mineral. Los resultados obtenidos para los diferentes minerales seleccionados, de acuerdo con el pH y la temperatura de campo, se pueden ver en el anexo 4; asimismo, también se dan los valores de la fuerza iónica calculados mediante las ecuaciones de Pitzer y que deben considerarse como los más aproximados ante elevadas concentraciones (Garcés *et al.*, 1991).

Así, se puede ver que las muestras tomadas en Abril de 1992 están sobresaturadas con respecto al cuarzo, calcedonia, aragonito, calcita y dolomita, y subsaturadas con respecto a la anhidrita y halita. Con respecto a la cristobalita la mayoría de las muestras se encuentra subsaturada, y un menor número en equilibrio (10, 14, 15, 20, 36, 37, 41, 42 y 58) e incluso sobresaturada (16, 18, 53 y 54). En lo que se refiere al resto de los minerales considerados, la mayor parte de las muestras se encuentra subsaturada en barita y celestina, y sobresaturada en magnesita.

En relación con el cuarzo y calcedonia, aunque todas las muestras se encuentran sobresaturadas, no he encontrado precipitación de alguna variedad alotrópica de la sílice en depósitos asociados; además, los valores de pH de campo medidos (entre 6,09 y 7,66) hacen despreciable la posibilidad de que la sílice se encuentre disociada para valores de pH muy elevados, es decir que la totalidad de la sílice en solución se presenta como H_4SiO_4 (Michard, 1979; Auqué *et al.*, 1986; Kharaka y Mariner, 1989); en estas condiciones, la solubilidad de la sílice es sólo función de la temperatura (Albert Beltrán, 1979 b).

En relación con aguas que tienen PCO_2 elevadas, la pérdida de CO_2 durante el ascenso

puede aumentar el pH hasta los valores determinados en surgencia (Fouillac, 1983); pero aún así, los valores de pH encontrados en las muestras tomadas indican que la disociación de la sílice en solución es mínima; en profundidad, y admitiendo que la concentración de carbono total de la solución termal sea mayor que en surgencia, el pH sería todavía menor y tampoco afectaría a la sílice en solución. Por otra parte, hay que tener en cuenta que en aquellas muestras donde puede haber mezcla con aguas superficiales, podría haber existido una modificación de la sílice disuelta durante el ascenso del agua.

El índice de saturación del yeso, en las muestras obtenidas en el extremo noroeste del acuífero, indica un estado de equilibrio a sobresaturación (más importante en la muestra 10, que es la más próxima a los afloramientos miocenos de yeso situados a la entrada de la ciudad de Lorca); también existe un estado de sobresaturación en las muestras tomadas en el área de Almendricos (muestras 59, 60, 61 y 62). El resto de las muestras se encuentra subsaturada con respecto a este mineral.

Sin embargo, se observa que esta subsaturación es menor en aquellas muestras tomadas en el sentido del flujo (como sucede entre las muestras 52, 51 y 36) o próximas a afloramientos de materiales con yeso (como por ejemplo, en las muestras 47 y 48). Del mismo modo, también se observa la misma evolución con respecto a la anhidrita. En relación con la halita, se puede ver que la subsaturación es menor en las muestras tomadas en el extremo noroeste (muestras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10) y en el sector de Altobordo, muy próximo al Saladar (muestras 25 y 26).

En relación con las fases mineralógicas carbonatadas, las láminas delgadas obtenidas de los depósitos encontrados en la boca de algunos sondeos -y que sólo se observan en aquellos con concentraciones altas en bicarbonatos y PCO_2 elevadas- muestran que la fase mineralógica precipitada es la calcita, que sería el resultado de un proceso de pérdida de CO_2 en condiciones superficiales.

7.4 GEOTERMOMETRÍA

Los métodos de geotermometría química resultan de gran utilidad para saber, con bastante aproximación, la temperatura a la que se encuentra el fluido termal en profundidad, en equilibrio con la roca almacén. Las concentraciones de los iones del agua están controladas por reacciones químicas que dependen de la temperatura del último equilibrio termodinámico entre el agua y la roca; este equilibrio suele tener lugar en el acuífero, que actúa como almacén geotérmico (Albert Beltrán, 1979 b). Todo constituyente, cuya concentración esté controlada por una reacción dependiente de la temperatura puede, teóricamente, ser utilizado como geotermómetro; sin embargo, deben ser impuestas algunas

condiciones adicionales (White, 1970; Fournier *et al.*, 1974; Custodio, 1983 a):

1) Adecuado aporte de reactantes.
2) Establecimiento del equilibrio entre el agua y la fase mineral considerada.
3) Las modificaciones de las características químicas del agua en su ascensos hasta la superficie han de ser mínimas.
4) Ausencia de interacciones adicionales, tales como flujos de agua (meteóricas o de infiltración reciente) y gas hacia el punto de muestreo.

Si las situaciones reales cumplen adecuadamente estas condiciones, el error que se podrá cometer en la estimación de la temperatura de base será mínimo, y así el resultado obtenido se acercará bastante y señalará, en general, un valor mínimo de esta temperatura. Si por el contrario, las condiciones reales difieren bastante de todos o algunos de estos supuestos, el error por defecto o exceso será importante.

Estas metodologías se diferencian en los elementos que utilizan (sílice, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Li^+, SO_4^{2-} y F^-) aunque tienen el mismo principio: aplicar una reacción entre el agua y una o varias fases minerales que sólo sea función de la temperatura, de forma tal que la solubilidad o la relación de la solubilidad entre las diferentes fases minerales, reflejada en el análisis del agua, permita determinar las condiciones térmicas en que se ha producido la reacción de equilibrio (Albert Beltrán, 1979 b). Como generalmente se ignora la naturaleza exacta de la roca almacén que constituye el reservorio profundo, se intentan utilizar especies minerales frecuentes, que Michard (1979) denomina *minerales ubicuos de las roca almacén* - cuarzo, calcedonia y feldespatos, entre otros-, con objeto de minimizar esta incógnita.

7.4.1 Métodos utilizados

Para tener una orientación sobre la temperatura teórica de base de algunos puntos acuíferos muestreados utilicé las técnicas geotermométricas descritas en Kharaka *et al.* (1988 c) y Kharaka y Mariner (1989). El criterio que seguí para la selección de los puntos acuíferos a utilizar fue el de presentar una anomalía térmica positiva y que cumplieran, lo mejor posible, las condiciones expuestas en el apartado anterior; así, las muestras seleccionadas corresponden a las tomadas en la campaña de Abril de 1992, en los puntos acuíferos 33, 35, 36, 37, 39, 41, 43, 49, 50, 53, 55, 56 y 57.

Los geotermómetros empleados han sido algunos de los que se fundamentan en una reacción fluido-mineral: sílice-cristobalita, sílice-calcedonia, sílice-cuarzo, Na-K, calcita-dolomita y anhidrita-fluorita. También, aquellos geotermómetros cuyo calibrado se ha realizado de una manera totalmente empírica y con un funcionamiento que no parece

responder a ningún tipo de interacción definida mineral-fluido, por lo que el valor de éstos es únicamente comparativo u orientativo: Na-K-Ca, Na-K-Ca con corrección de magnesio, Mg-Li y Na-Li.

Aparte de estos métodos, existen otros de tipo cualitativo como son, entre otros, los que consideran la concentración en magnesio y la relación rMg^{2+}/rCa^{2+} (Cruz-SanJulián *et al.*, 1979; Cruz-SanJulián y Granda, 1979), la rNa^{+}/rCa^{2+} (Mahon, 1970) y la relación $rCl^{-}/rHCO_3^{-}$ (Fournier y Truesdell, 1970). Estos métodos presentan un rigor limitado, por lo que tan sólo me limitaré a mencionarlos.

7.4.2. Resultados obtenidos

Existe, en primer lugar, un conjunto de geotermómetros químicos que considero son de aplicación dudosa en las muestras del acuífero porque suministran resultados anómalos (o muy bajos o demasiado elevados) debido a que no se cumplen los supuestos básicos establecidos para su aplicación.

Así, los geotermómetros Mg-Li y Na-K-Ca (Mg) son de poca fiabilidad porque dan temperaturas de base anormalmente bajas, y en algunos casos por debajo de la temperatura medida en campo. Para el primero se obtienen unas temperaturas comprendidas entre 9 y 32 °C, no pudiendo aplicarse en la muestra 55; para el segundo, las temperaturas son un poco más altas, variando entre 31 y 49 °C, no siendo posible su empleo en las muestras 49, 53, 55, 56 y 57.

Los datos anómalos que se obtienen con el geotermómetro empírico Mg/Li se deberían a la dependencia que tiene la relación Mg^{2+}/Li^{+} respecto del ion cloruro, tal como señalan Kharaka y Mariner (1989), lo que no es imposible dadas las importantes concentraciones de este ion encontradas en las muestras del acuífero. Además, la concentración de Li^{+} no está condicionada por el equilibrio con alguna fase mineralógica, sino probablemente por procesos de cambio iónico.

Las temperaturas anormales indicadas por el geotermómetro Na-K-Ca (Mg), tendrían su explicación en la imposibilidad de su aplicación por no cumplirse los supuestos teóricos, resultado de la existencia de procesos de mezcla con aguas más frías y de que el control de los iones involucrados en este geotermómetro corresponde en parte a rocas evaporíticas más o menos salinas y no a equilibrios relacionados con feldespatos; en este sentido, Fernández *et al.* (1988) señalan las mismas causas para explicar los datos anómalos obtenidos con este geotermómetro, cuando realizan un análisis comparativo de la aplicación de técnicas geotermométricas a aguas relacionadas con rocas carbonatadas y evaporíticas.

Por otra parte, la precipitación o disolución de carbonato cálcico, controlada por la variación de la PCO_2 que hubieran podido tener lugar durante el ascenso del fluido -en mi caso todos los equilibrios de los minerales carbonatados en las condiciones de surgencia se encuentran desplazados hacia la sobresaturación-, pueden también influir en los resultados de este geotermómetro, como señalan Ellis (1970), Paces (1975), Fouillac (1983), Reed y Spycher (1984) y Giggenbach (1981 y 1988).

Los geotermómetros específicos calcita-dolomita y anhidrita-fluorita para sistemas geotermales en reservorios evaporítico-carbonatados, propuestos por Marini *et al.* (1986), no se han podido aplicar a las muestras seleccionadas porque las relaciones utilizadas en ellos -log $m Ca^{2+}/m Mg^{2+}$ y log $mSO_4^{2-}/(mF^-)^2$- exceden el rango de las curvas de calibrado de ambos geotermómetros. Las causas, que afectarían a las constantes termodinámicas de los equilibrios involucrados calcita-dolomita y anhidrita-fluorita, estarían en el mayor o menor desarrollo de los fenómenos de dilución que tienen lugar durante el ascenso del fluido termal -fenómenos a los que Fernández *et al.* (1988) consideran que son muy sensibles estos geotermómetros, sobre todo el de calcita-dolomita-.

Finalmente, el geotermómetro Na-K proporciona temperaturas de base muy por encima del resto, entre 293 y 378 °C. Michard (1979) y Auqué *et al.* (1986) señalan que los inconvenientes fundamentales que presenta este geotermómetro es que su uso supone que se alcanza el equilibrio de feldespatos con la solución, lo que es muy difícil de demostrar y para lo cual se necesitaría conocer la concentración y la actividad del aluminio en profundidad -además, la concentración de ion aluminio varía rápidamente durante el enfriamiento de las aguas-.

En segundo lugar, se tiene el resto de los geotermómetros utilizados que suministran temperaturas de base bastante razonables y congruentes entre sí. Los resultados de estos geotermómetros, obtenidos en las muestras seleccionadas de la campaña de Abril de 1992, se pueden ver en la tabla 64.

En relación con la geotermometría de la sílice, las temperaturas de base que se obtienen están comprendidas entre 34 y 91 °C para el geotermómetro sílice-cristobalita, entre 57 y 116 °C para el geotermómetro sílice-calcedonia y entre 91 y 137 °C para el geotermómetro sílice-cuarzo. Como se puede ver, el último de ellos proporciona las estimaciones más altas. Por otra parte, los índices de saturación calculados para las muestras consideradas respecto de las variedades alotrópicas de la sílice (anexo 4), indican que todas están sobresaturadas en cuarzo y calcedonia, y con respecto a la cristobalita todas están subsaturadas, excepto las muestras 37 -que está en equilibrio- y, 33 y 53 -que están sobresaturadas-. Los valores del geotermómetro sílice-cuarzo muy próximos a los obtenidos con los geotermómetros Na-K-Ca y Na-Li, y también a los obtenidos mediante la

modelización de los estados de equilibrio en profundidad (y que comentaré en el apartado siguiente), sugieren un posible equilibrio en profundidad de la sílice controlado por el cuarzo, y que, por otra parte, se encuentra en los materiales del sustrato metamórfico.

Muestra	T Campo	T_{SiO2} Cristobalita	T_{SiO2} Calcedonia	T_{SiO2} Cuarzo	$T_{Na/Li}$	T_{NaKCa}
33	27.5	85	108	131	166	106
35	29.8	49	69	100	160	95
36	29.6	65	87	115	160	94
37	29.4	76	99	124	156	91
39	28.9	63	85	113	131	110
41	30.1	67	89	116	105	126
43	30.2	55	75	105	108	125
49	28.6	45	65	96	103	123
50	29.9	56	77	106	116	122
53	27.7	91	116	137	132	97
55	28.9	52	72	103	56	134
56	27.8	46	66	98	127	137
57	28.9	34	57	91	126	135

Tabla 64.- Temperaturas de base (°C) estimadas con diferentes geotermómetros químicos (Kharaka et al., 1988 c, y Kharaka y Mariner, 1989).

Un aspecto a tener en cuenta en mi caso, es que la imposibilidad de determinar la forma alotrópica de la sílice, responsable del posible control de este componente en la solución termal, plantea un problema en la elección del geotermómetro, ya que su identificación constituye uno de los puntos iniciales en un análisis geotermométrico. Así, es posible que la subestimación en las temperaturas de base indicadas por el geotermómetro sílice-cristobalita, y en algunos casos sílice-calcedonia, sea consecuencia de la escasa factibilidad del equilibrio involucrado en el geotermómetro utilizado. Además, como comenté en el apartado anterior, los rangos de pH determinados en campo obvian el problema de la posible disociación del H_4SiO_4 a pH elevados. En todo caso, si durante algún momento del ascenso del fluido termal se hubiera producido precipitación de sílice disuelta, los resultados obtenidos como temperatura de base se encontrarían subestimados.

En relación con el geotermómetro empírico Na-K-Ca, se puede ver que indican temperaturas que varían entre 94 y 137 °C, relativamente próximas en la mayoría de los casos a las deducidas a partir del geotermómetro sílice cuarzo. La mayor dispersión de valores de temperatura encontrados con respecto a los otros geotermómetros pueden ser debidas a los fenómenos de mezcla con aguas más frías, tal como indican Fernández *et al.* (1988).

Finalmente, aunque como ya indiqué en el apartado anterior el geotermómetro Na-Li

tenía un valor comparativo u orientativo, destaca la buena aproximación de los resultados obtenidos en un gran número de muestras respecto del orden de temperaturas hallados con los geotermómetros sílice-cuarzo y Na-K-Ca. Las temperaturas de base encontradas están comprendidas entre 103 y 166 °C (la temperatura de la muestra 55 considero que está subestimada).

7.4.3. Modelización de los estados de equilibrio en profundidad.

El objeto de este estudio es el de intentar caracterizar las condiciones termodinámicas de la interacción roca-fluido en el reservorio, es decir, conocer los estados de equilibrio en profundidad y determinar la temperatura de base. La presencia de rocas carbonatadas y evaporíticas, en sistemas hidrotermales de baja entalpía, plantea serias dificultades en el estudio de los posibles equilibrios existentes en profundidad y también en la aplicación y adecuación de las técnicas geotermométricas químicas más usuales (Arnorsson, 1983; D'Amore *et al.*, 1987; Auqué *et al.*, 1988 y 1989; Fernández *et al.*, 1988).

Para conseguir este fin utilicé el programa de modelización hidroquímica SOLMINEQ.88 (Kharaka *et al.*, 1988 c), capaz de realizar la determinación de la especiación en el fluido a la temperatura y pH de surgencia y, en diferentes etapas de aumento de temperatura, obtener la nueva distribución de especies y el cambio de pH del sistema, debido a la relación que existe entre las constantes de equilibrio de disociación de ácidos y bases débiles y la temperatura (Merino, 1975; Arnorsson *et al.*, 1982; Reed y Spycher, 1984).

El análisis de los estados de equilibrio-desequilibrio de la solución, en relación con los diferentes minerales y temperaturas, también puede permitir aproximarse a la temperatura más probable a la que se alcanza este equilibrio. Esta metodología se basa en la determinación de las diferentes especies químicas del fluido a la temperatura y pH de surgencia, y, en progresivas modelizaciones con aumento de la temperatura, calcular el grado de saturación o subsaturación de la fase acuosa con un conjunto de minerales posibles de la roca almacén y cuya solubilidad se incremente rápidamente con la temperatura (Merino, 1975; Arnorsson *et al*, 1982; Reed y Spycher, 1984; D'Amore *et al.*, 1987; Auqué *et al*, 1989). Además, en este caso, habrá que considerar cómo pueden afectar a los resultados obtenidos la existencia de fenómenos de disolución o precipitación mineral, resultado de los procesos de mezcla con aguas más superficiales, y de pérdida de CO_2 durante el ascenso del agua termal que originarán un nuevo equilibrio entre las especies iónicas.

D'Amore *et al.* (1987) tienen en cuenta, debido a la posible imprecisión de los datos termodinámicos (especialmente en relación con especies alumínicas), que el punto de

equilibrio encontrado para un determinado mineral corresponde a una temperatura con un intervalo de error del *IS* de 0 ± 0,25.

Para esta modelización seleccioné las muestras 33 y 53 tomadas en Abril de 1992, dado que presentan las menores diferencias de temperatura indicadas por los distintos geotermómetros; además, tuve en cuenta el intervalo de temperaturas comprendido entre la obtenida en campo y los 200 °C, y los siguientes minerales: cuarzo, albita, sanidina, enstatita, gibbsita, yeso, calcita y dolomita, dado que las aguas termominerales estudiadas parecen estar relacionadas principalmente con materiales carbonatados, silicatados y evaporíticos. Los minerales calcita y dolomita no aportaron resultados adecuados para su empleo, porque al modelizar el aumento de temperatura siempre evolucionaron hacia la sobresaturación en las muestras consideradas.

Los resultados obtenidos se muestran el la figura 99; en ella he indicado las temperaturas de base obtenidas con algunos de los geotermómetros utilizados (tabla 64). La situación de equilibrio en las dos muestras, determinado por el $IS = 0 \pm 0{,}25$ de los minerales considerados, se encuentra entre los intervalos de temperatura 110-150 °C (muestra 33) y 120-160 °C (muestra 53). Estos intervalos coinciden con la situación de equilibrio del cuarzo, albita, sanidina, enstatita y gibbsita; respecto al yeso, si bien pasa durante la modelización de un estado de subsaturación a sobresaturación, los valores tan bajos de los índices de saturación, y considerando el error en su estimación antes comentado, no permiten acotar el intervalo de temperatura.

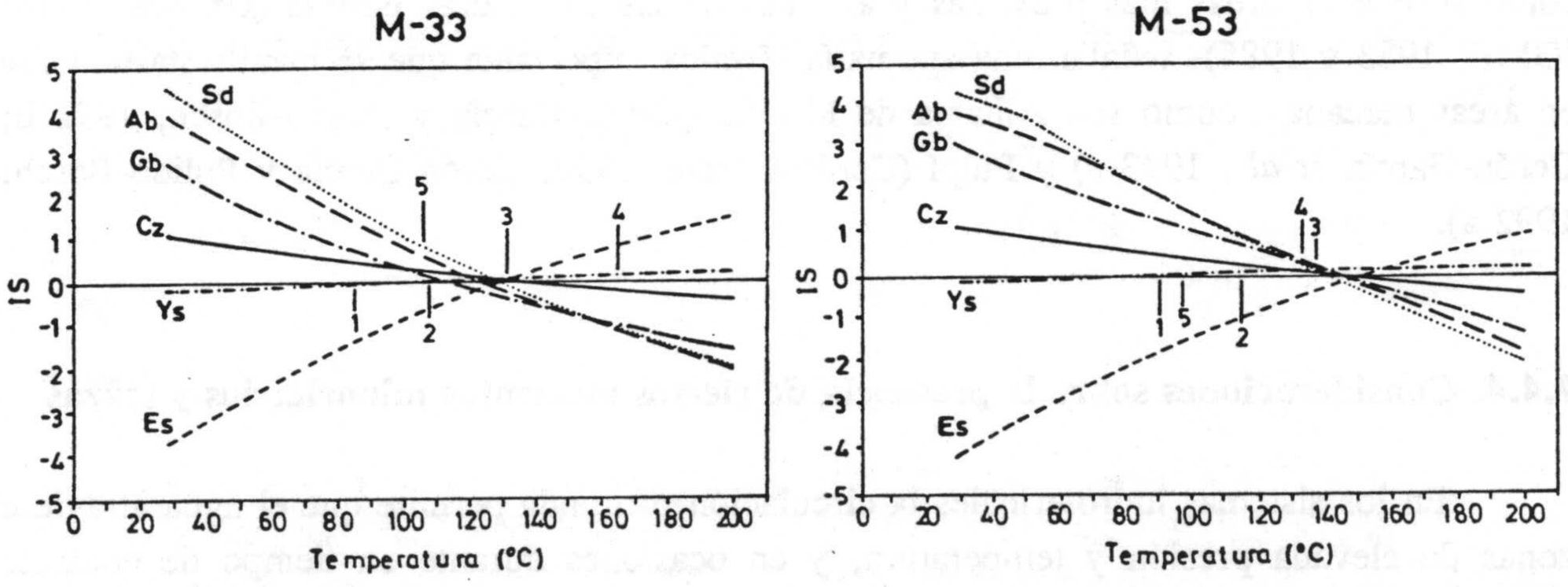


Figura 99.- Evolución del índice de saturación frente a la temperatura en las muestras 33 y 53. Minerales: Cz:cuarzo; Ab:albita; Sd:sanidina; Es:enstatita; Gb:gibbsita; Ys:yeso. Geotermómetros: 1:sílice-cristobalita; 2:sílice-calcedonia; 3:sílice-cuarzo; 4:Na-Li; 5:Na-K-Ca.

Como se puede ver, el rango de temperatura es relativamente amplio, oscilando en valor absoluto entre un mínimo de 110 °C y un máximo de 160 °C. Esta relativa dispersión en los valores de temperatura (debido a un desplazamiento del punto de corte de los equilibrios minerales respecto a la recta $IS = 0$) podría tener su explicación en el fenómeno de dilución por la mezcla con otras aguas más superficiales (de tipo meteórico fundamentalmente) -que produciría un desplazamiento de los equilibrios hacia temperaturas más bajas-, en los efectos de las diferentes tasas de reequilibrio entre los minerales y el agua -en la que va disminuyendo la temperatura durante su ascenso- y en el desconocimiento de los gases perdidos (Reed y Spycher, 1984).

A pesar de los efectos anteriores, las relaciones de las curvas indican con cierta aproximación un equilibrio de la solución con la roca encajante a una temperatura relativamente alta (110-150 °C en la muestra 33, y 120-160 °C para la muestra 53). Por otra parte, este equilibrio podría haber destruido alguna señal (o memoria) de temperaturas más altas; esto no significa, tal como señalan Reed y Spycher (1984), que aguas con temperaturas más elevadas no puedan existir, sino que el nuevo equilibrio a más baja temperatura predomina y es relativamente rápido como para que se preserve cualquier marca de temperaturas más altas. Los estudios isotópicos realizados apuntan a que esta posibilidad es factible.

Aunque existe una cierta incertidumbre sobre la temperatura de base real, las temperaturas medidas en campo y las obtenidas mediante la modelización, junto con la composición química de las aguas -presentan un enriquecimiento en algunos elementos traza, como sucede en áreas más próximas y alejadas de las cordilleras Béticas (Granda, 1978; IGME, 1983 y 1985)- señalan una anomalía térmica importante que se manifiesta también en áreas cercanas, como son Alhama de Murcia (Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 b; Cerón-García *et al.*, 1993 a) y Pulpí (Cerón-García, 1992; Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 a).

7.4.4. Consideraciones sobre la presencia de ciertos elementos minoritarios y trazas

En los sistemas hidrotermales la circulación profunda permite que el agua atraviese zonas de elevada presión y temperatura, y en ocasiones durante un tiempo de contacto bastante amplio, lo que origina una concentración elevada en determinados elementos minoritarios y trazas. El análisis de las aguas muestreadas en el acuífero del Alto Guadalentín, revela un enriquecimiento en un número determinado de iones trazas, pudiendo ser considerados algunos de ellos, dadas sus elevadas concentraciones, como minoritarios.

Si se tienen en cuenta las características metalogenéticas del sector estudiado y las

áreas próximas (apartado 6 del capítulo II), es posible explicar el enriquecimiento de las muestras en algunos elementos minoritarios y trazas como el resultado de la circulación del agua por mineralizaciones y rocas evaporíticas presentes en el entorno (sierra de la Tercia, Peña Rubia, Torrecilla, de Enmedio, Carrasquilla, Almenara y Aguilón) y sustrato, pertenecientes a las Unidades Intermedias, al Complejo Alpujárride y al Mioceno. Estas mineralizaciones corresponden, en general, a sulfuros polimetálicos, sulfatos, carbonatos, óxidos, silicatos y fosfatos. Así, se encuentran en algunos puntos acuíferos contenidos elevados, entre otros iones, de hierro, manganeso, aluminio, níquel, plomo, cobre, cinc, cadmio, sílice, flúor, boro, litio, y estroncio.

De forma similar, es posible observar en otras áreas próximas de las Cordilleras Béticas, aguas termales con un enriquecimiento importante en estos elementos y asociadas a un contexto geológico similar al del acuífero del Alto Guadalentín (Granda, 1978; Granda *et al.*, 1979; IGME, 1983; Cerón-García y Pulido-Bosch, 1992 a; Cerón-García *et al.*, 1993 a; García-Rossell y Martín, 1993).

7.4.5. Discusión de los resultados

La utilización de los diferentes goetermómetros en este estudio plantea serias dificultades debido a que, en algunos casos, no se cumplen la condiciones originales necesarias para su correcta aplicación. Esto significa que la interpretación hecha sobre la base de éstos puede no ser del todo correcta y debería ser contrastada con otros geotermómetros, lo que será objeto de próximos estudios. También se ha de tener en cuenta la existencia de mezcla de aguas de origen profundo con aguas de infiltración reciente, cuyas proporciones podrían conocerse mediante estudios isotópicos más detallados; estos métodos también permitirían saber el tiempo de residencia del fluido termal (Blavoux, 1978; Yerriah, 1986).

A pesar de estos inconvenientes, y como primera aproximación, las temperaturas de base indicadas por los geotermómetros empleados y por la modelización de los estados de equilibrio en profundidad serían del orden de 100-160 °C. Además, las temperaturas medidas en campo y la composición química de las aguas muestreadas (los análisis indican concentraciones anormalmente altas en aquellos elementos asociados a zonas termales de las Cordilleras Béticas) señalan que existe una anomalía térmica, la cual estaría relacionada con la actividad tectónica y el adelgazamiento cortical que afectan al área estudiada.

CAPÍTULO VI: TERMALISMO Y CO2 EN EL CONTEXTO SISMOTECTÓNICO

1. EL CONTEXTO GEOLÓGICO PROFUNDO

Para intentar explicar y comprender las particularidades geológicas e hidrogeológicas del sector estudiado y áreas próximas -fuerte anomalía térmica (que se manifiesta por una variada gama de procesos volcánicos, plutónicos, hidrotermales y metalogenéticos), actividad sísmica importante, aguas termales enriquecidas en ciertos elementos minoritarios y trazas y en determinados gases (CO_2 y SH_2 esencialmente)- es necesario acudir a los resultados de las últimas investigaciones sobre la geología profunda de las Cordilleras Béticas.

El conocimiento de la naturaleza de la corteza de las Cordilleras Béticas ha sido abordado recientemente mediante el estudio de datos geofísicos, petrológicos (incluidos métodos geotermométricos y barométricos) y de columnas de sondeos petrolíferos. El estudio de la distribución espacial de la profundidad de la Moho (figura 100) y de la variación en la propagación de la velocidad de las ondas sísmicas, a partir del análisis de perfiles obtenidos con sísmica de refracción (Banda y Ansorge, 1980; Díaz *et al.*, 1993; Banda *et al.*, 1993: García Dueñas *et al.*, 1994; Gallart *et al.*, 1994; Vegas *et al.*, 1994), muestra una corteza

de distinta naturaleza a ambos lados de los sistemas de fallas del Guadalentín-Palomares-Carboneras.

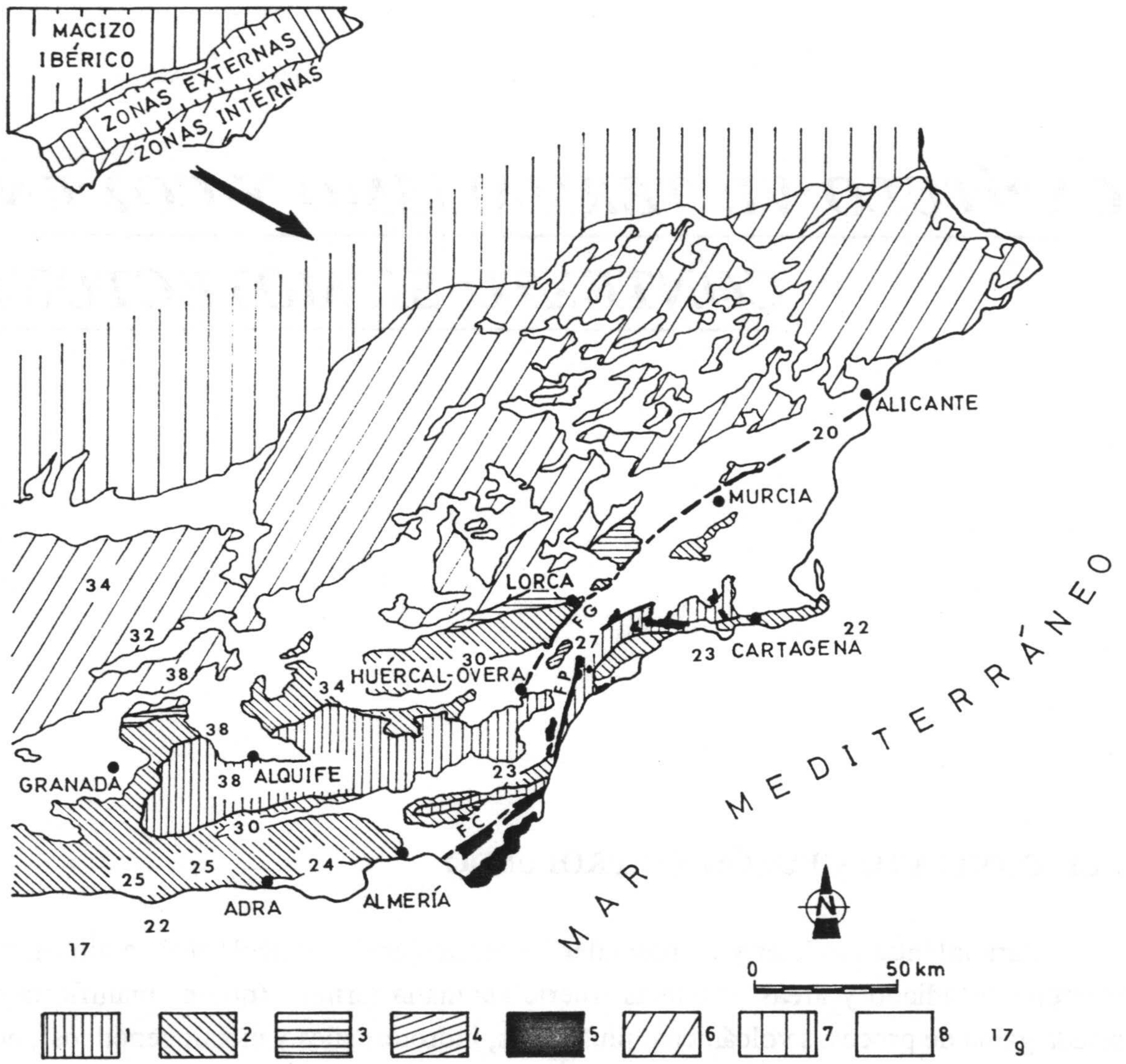


Figura 100.- *Situación de la Moho en el contexto geológico oriental de las Cordilleras Béticas. FG: Sistema de fallas del Guadalentín; FP: Sistema de fallas de Palomares; FC: Sistema de fallas de Carboneras. 1, 2, 3 y 4: Dominio de Alborán (Zonas Internas) -1: Nevado-Filábride; 2: Alpujárride; 3: Maláguide; 4: Unidades Intermedias-; 5: Vulcanismo Neógeno; 6: Dominio Sudibérico (Zonas Externas); 7: Macizo Ibérico; 8: sedimentos del Mioceno y Cuaternario; 9: profundidad de la Moho (km). Modificado de Banda y Ansorge (1980) y Banda et al. (1993).*

El primero de ellos, realizado entre Alquife y Cartagena, corta al sistema de fallas del Guadalentín y revela un repentino ascenso de la Moho (39-22 km de profundidad), siendo

la corteza más delgada y más densa en la parte Este, donde se registran velocidades de las ondas sísmicas más elevadas. El segundo perfil, realizado entre Adra y Cartagena, corta al sistema de fallas de Palomares y muestra una situación similar a la anterior; la profundidad de la Moho se localiza al Oeste del sistema a 28 km, y al Este a 23 km. Esto significa que esta zona de cizalla afecta completamente a la corteza y pone en contacto bloques de litosfera de distinta naturaleza.

La velocidad de las ondas sísmicas muestra que al Oeste de los sistemas de fallas del Guadalentín y Palomares la corteza está formada por cuatro capas, mientras que al Este por sólo tres, de mayor densidad que las anteriores, y en las cuales es particularmente llamativo el aumento de la densidad para la zona situada entre 10 y 23 km de profundidad, lo que probablemente es debido a una importante intrusión de materiales del manto en esa zona de corteza adelgazada (Larouzière *et al.*, 1986; Montenat *et al.*, 1988). En este dominio oriental, se distingue una capa de alta velocidad (8,0-8,2 km/s) con un espesor de 6 km bajo el límite corteza-manto, seguida de otra zona de menor velocidad (7,8 km/s) y de 27 km de espesor, con un aumento brusco de velocidad (8,3 km/s) a una profundidad de 63 km (Mueller y Ansorge, 1986). Esto confirma la importancia del fenómeno y la falta de homogeneidad de la corteza y del manto superior. Por lo tanto, parece que este área de desgarre de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas limita dos dominios corticales diferentes, situados en la vertical de un manto anormal.

Sin embargo, el tercer perfil, realizado entre Alquife y Adra -fuera de esta zona de cizalla-, indica un gradual adelgazamiento de la corteza desde el Norte (la Moho se encuentra a 40 km de profundidad en Alquife) hacia el Sur (la Moho está a una profundidad de 25 km en Adra y a 15 km o más en el mar de Alborán). Por lo tanto, este perfil revela un brusco ascenso de la Moho al Norte de Adra (desde 39 a 32 km de profundidad), en las proximidades de un importante sistema regional de fallas de salto en dirección -N 60°- (Rodríguez Fernández, 1982); pero, a diferencia de lo que sucede con los sistemas anteriores, las velocidades registradas a ambos lados de este sistema indican que no existen cambios en la naturaleza de la corteza.

Estos sistemas de fallas producen en la región estudiada una cierta inestabilidad sísmica, origen de microterremotos -casi diarios- y de terremotos de cierta importancia (registrados a lo largo de la historia, siendo el más reciente el de Lorca, en Junio de 1977 y de intensidad VI), que ocasionan problemas en urbanizaciones de la ciudad de Lorca y en obras públicas, como el canal del Trasvase Tajo-Segura y el túnel de la carretera nacional N-340 a su paso por Lorca (Rodríguez Estrella y Almoguera, 1986; Rodríguez Estrella, 1993; Rodríguez Estrella y Mancheño, 1993). Por su parte, Sanz de Galdeano y López Casado (1988) definen varias fuentes sísmicas de dirección SSW-NNE, coincidentes con los grandes sistemas de fracturas del Guadalentín, Palomares y Carboneras.

Los datos de sondeos petrolíferos realizados en las cuencas neógenas de las Cordilleras Béticas orientales (Este de Murcia), han puesto de manifiesto la existencia de gradientes de temperatura relativamente elevados, entre 41 y 56 °C/km (Albert Beltrán, 1979 a). En el área de Cartagena, las medidas del flujo térmico indican valores elevados, cercanos a 95 mW/m^2. La temperatura estimada a la profundidad de la Moho en este mismo lugar -22 km- estaría próxima a los 880 °C, a diferencia de la Meseta Ibérica donde se tienen 720 °C a 40 km de profundidad (Albert Beltrán, 1979 a; Cermák, 1982).

La contribución de la corteza superior al flujo térmico es mucho menor para el área de Cartagena que para la meseta; pero este déficit está más que compensado por la contribución de la corteza inferior y del manto superior. Al estar la corteza adelgazada en este dominio oriental, la anomalía térmica originada por el manto es importante y, por lo tanto, más elevado es el flujo local. Trabajos de petrología experimental conducen a similares conclusiones; la asociación de cuarzo y espinela en xenolitos de la corteza inferior o del manto superior encontrados en los basaltos Pliocenos de Cartagena, se considera que proviene de una corteza inferior fuertemente perturbada por una importante anomalía térmica (Vielzeuf, 1983).

Además de las evidencias anteriores, el carácter profundo de los sistemas de fallas del Guadalentín y Palomares también se pone de manifiesto por los numerosos puntos termales que existen en sus trazas. Estos grandes sistemas constituyen las vías de ascenso de fluidos hidrotermales, enriquecidos en iones metálicos y gases. En el acuífero del Alto Guadalentín las aguas muestran un termalismo notable (con temperaturas cercanas a 32 °C), un contenido elevado en sílice, hierro, manganeso, aluminio, cobre, cinc, cromo, plomo, flúor y bario -entre otros-, y en CO_2; la presencia de todos ellos en las aguas del acuífero, estaría favorecida por la gran profundidad de las fracturas que afectan al sustrato y la modificación de la carga hidráulica del acuífero debido a la sobreexplotación, que permiten el ascenso de aguas de circulación profunda, ricas en estos elementos.

Todos estos hechos indican que la corteza situada al Este del sistema de fallas Carboneras-Palomares-Guadalentín es más delgada y de diferente naturaleza que la del resto de las Cordilleras Béticas. Estas zonas de desgarre afectarían a todo el espesor de la litosfera y conducirían a la yuxtaposición de dominios de corteza de naturaleza y estructura diferentes.

Las áreas próximas a los límites de estos dos dominios litosféricos diferentes se caracterizan por presentar movimientos verticales, horizontales y de salto en dirección, procesos tectosedimentarios (destacando el desarrollo de grandes sistemas de abanicos aluviales, que constituyen los elementos geomorfológicos más sobresalientes y el principal relleno sedimentario cuaternario de la cuenca del Guadalentín -Silva, 1994-), eventos magmáticos intensos y un gradiente geotérmico elevado, y que serían la expresión del

comportamiento mecánico de esta corteza fuertemente "adelgazada y caliente" (Larouzière *et al.*, 1988; Montenat *et al.*, 1988).

2. EL CO_2 DE LAS AGUAS

2.1. LAS AGUAS CARBOGASEOSAS

De acuerdo con Maisoneuve y Risler (1979) y Dazy *et al.* (1984) las aguas *carbogaseosas* se pueden definir como *"aquellas aguas con CO_2 libre en exceso o con una concentración particularmente elevada en ion bicarbonato, muy superior a una concentración media de 300 mg/l, para un agua vadosa saturada en bicarbonato cálcico después de atravesar rocas carbonatadas"*. Estos autores incluyen en la definición a las *mofetas* (emanaciones gaseosas de CO_2) y a los procesos de pérdida de CO_2 cuando las aguas alcanzan la superficie.

Sin embargo, Grillot y Blavoux (1986) creen necesario matizar esta definición, ya que aparte de las surgencias que presentan desgasificación de CO_2 claramente visible, existen aguas con una concentración en bicarbonatos tan elevada que es necesario hacer intervenir PCO_2 muy superiores a los valores habituales del suelo (presencia de CO_2 anómalo); así, el valor de 300 mg/l es un rango de concentración para las aguas kásrticas de las regiones mediterráneas y no puede ser tomado como una referencia universal. Además, otros factores independientes como son la temperatura (altitud), el régimen pluviométrico y el pH originan variaciones en la concentración de bicarbonatos.

Esto hace necesario que la evaluación del carácter "normal" de estas concentraciones, para un sistema acuífero dado, solo puede tener sentido cuando no exista ninguna contaminación endógena que aporte aguas de origen profundo ricas en carbonatos, producto del metamorfismo térmico (Muffler y White, 1968), o la mezcla de aguas de origen superficial y magmático, con CO_2 de origen volcánico (Schoeller y Schoeller, 1979; Blavoux y Dazy, 1990).

Por lo tanto, cuando se estudian las aguas carbogaseosas, es necesario realizar una evaluación del medio en que se encuentran, tanto en el aspecto geoquímico (naturaleza del reservorio) como en el estructural (condiciones internas y sus límites). En las surgencias, el CO_2 se encuentra frecuentemente asociado a otros gases: nitrógeno, metano, argón, sulfídrico, helio, hidrocarburos gaseosos y radón, entre otros (Baubron *et al.*, 1976; Barnes *et al.*, 1978; Batard *et al.*, 1982; Grillot *et al.*, 1983; Grillot y Blavoux, 1986; Pomerol y Ricour, 1992).

2.2. ORIGEN DEL CO_2

Grillot y Blavoux (1986) indican que existen varios métodos aproximados que pueden permitir caracterizar las aguas carbogaseosas; así, señalan, en primer lugar, que existe una relación estrecha entre la tectónica activa y el hidrogeotermalismo, tanto en la localización de las surgencias como en la aparición de ciertas características particulares como la radiactividad de las aguas, indicada por la presencia de radón (Sadovski *et al.*, 1972), y/o la desgasificación de CO_2 (Blavoux *et al.*, 1982; Grillot *et al.*, 1983); y en segundo lugar, que se puede precisar el origen de los componentes acuosos y gaseosos (CO_2) con la ayuda de técnicas isotópicas (^{18}O, D, T y ^{13}C).

El origen del CO_2 es muy variado y sólo puede ser establecido mediante el análisis del isótopo de ^{13}C que forma parte del CO_2 (libre o disuelto) y de los carbonatos. Así, el ^{13}C puede señalar la presencia de CO_2 de origen infracrustal (Taylor *et al.*, 1967; Schoell y Stahl, 1972; Barnes *et al.*, 1978; Batard *et al.*, 1982; Blavoux *et al.*, 1982), ó ligado a la actividad biogénica del suelo (Pélikan, 1968; Schoeller, 1969; Bakalowicz, 1979), ó también resultado de los procesos de descarbonatación térmica en profundidad (Ivanov *et al.*, 1968, Maisonneuve y Risler, 1979). Por lo tanto, hay que tener en cuenta la posibilidad de que haya una contribución de los distintos orígenes, y un intercambio en presencia de capas carbonosas (Blavoux *et al.*, 1982), hidrocarburos, etc.

De forma esquemática, Yerriah (1986) considera los siguientes posibles orígenes del CO_2:

Origen exógeno

1.- El contenido medio de CO_2 en la atmósfera es aproximadamente de 3.10^{-4} atm., lo que significa alrededor de 0,6 mg de CO_2 por litro de aire (Bakalowicz, 1979); según Shoeller (1969) este contenido medio es de casi 0,03 %. Parte de este gas es disuelto por el agua de precipitación durante su trayecto hasta la superficie.

2.- El CO_2 puede también provenir de la disociación de bicarbonatos, particularmente en rocas sedimentarias, de acuerdo con la siguiente reacción:

$$Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

3.- Igualmente, puede originarse por la reducción de sulfatos por la acción de hidrocarburos gaseosos (principalmente metano):

$$RSO_4 + CH_4 \Leftrightarrow CO_2 + RS + 2H_2O$$

El metano es susceptible de combinarse con el vapor de agua, de acuerdo con la reacción descrita por Craig (1953):

$$CH_4\ (g) + 2H_2O\ (g) \Leftrightarrow CO_2 + 4H_2$$

4.- También, de la respiración de los organismos vivos que toman oxígeno y expulsan CO_2:

$$(CH_2O)_n + nO_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$$

5.- Del mismo modo, la reacción de disolución de bicarbonato de hierro produce liberación de CO_2:

$$Fe\ (HCO_3)_2 \Leftrightarrow FeCO_3 + H_2O + CO_2$$

Origen exógeno

1.- *Origen mantélico* (infracrustal): existe un ascenso de CO_2 del manto, a través de grandes sistemas de fracturas que afectan a la corteza (Boineau y Maisonneuve, 1971).

2.- *Origen termometamórfico*: las importantes presiones y temperaturas que se generan en los procesos tectónicos, actúan sobre las rocas carbonatadas y provocan la liberación de CO_2 de acuerdo con la reacción siguiente:

$$CaCO_3 + SiO_2 \Leftrightarrow SiO_3Ca + CO_2$$

De acuerdo con Boineau y Maisonneuve (1971), una elevada temperatura y contenidos importantes de CO_2 libre y bicarbonatos disueltos constituyen características endógenas. Sin embargo, estas características pueden coexistir en un análisis químico, y no son exclusivas, porque otros elementos -como el radón-, pueden también señalar un origen profundo del agua (Ulomov, 1968; Sadovsky et al., 1972; King *et al.*, 1991; Richard *et al.*, 1991; Bailey, 1994). Bakalowicz (1982, 1986 y 1990) y Bakalowicz *et al.* (1987) coinciden también en que valores elevados de PCO_2 en las aguas subterráneas están generalmente relacionados con aportes endógenos de CO_2, producto del vulcanismo, del metamorfismo o del manto.

Como comenté anteriormente, para determinar el origen del CO_2 encontrado en la surgencia es necesario analizar el isótopo de ^{13}C; en este sentido, resumo en la tabla 65 los diferente orígenes propuestos para el CO_2, de acuerdo con distintos autores, en función de los contenidos isotópicos encontrados.

Autor	valores de $\delta^{13}C$ (‰ vs PDB)	Origen del CO_2	Interpretación de su origen
Craig (1961)	$-4 < \delta < -8$	endógeno	CO_2 magmático
	$\delta < -12$	endógeno	CO_2 parcialmente biogénico
	$\delta > -2$	endógeno	CO_2 termometamorfismo de carbonatos
Taylor *et al.* (1967)	$-4 < \delta < -8$	endógeno	CO_2 magmático
	$\delta < -12$	endógeno	CO_2 parcialmente biogénico
	$\delta > -2$	endógeno	CO_2 termometamorfismo de carbonatos
Schoell y Stahl (1972)	$-4 < \delta < -8$	endógeno	CO_2 magmático
	$\delta < -12$	endógeno	CO_2 parcialmente biogénico
	$\delta > -2$	endógeno	CO_2 termometamorfismo de carbonatos
Maisonneuve y Risler (1979)	$-4 < \delta < -8$	endógeno	CO_2 magmático
	$\delta < -12$	endógeno	CO_2 parcialmente biogénico
	$\delta > -2$	endógeno	CO_2 termometamorfismo de carbonatos
Batard *et al.* (1982)	$-8 < \delta < -5.5$	endógeno	CO_2 mantélico
	$-19.2 < \delta < -11.3$	exógeno	CO_2 biogénico (originado por fotosíntesis)
	$-23.2 < \delta < -16.6$	exógeno	CO_2 atmosférico
Mercier-Batard y Risler (1982)	$-8 < \delta < -5.2$	endógeno	CO_2 mantélico
	$-19.4 < \delta < -12.4$	exógeno	CO_2 biogénico
Blavoux *et al.* (1982)	$-8 < \delta < -4$	endógeno	CO_2 mantélico
	$\delta \neq -14$	mixto	mezcla de CO_2 magmático y orgánico
Sugisaki *et al.* (1983)	$-17 < \delta < -5$	endógeno o exógeno	CO_2 mantélico CO_2 orgánico interactivo con mármoles
	$\delta \neq -20$	exógeno	CO_2 biogénico
Dazy *et al.* (1984)	$-4 < \delta < +3$	endógeno	termometamorfismo de carbonatos
	$-8 < \delta < -5$	endógeno	CO_2 infracrustal
	$\delta \neq -10$	mixto	mezcla de CO_2 magmático y orgánico
	$\delta \neq -25$	exógeno	en zonas templadas corresponde a CO_2 biogénico
Bakalowicz (1988)	$0 < \delta < -5$	endógeno	CO_2 profundo
	$-22 < \delta < -25$	exógeno	CO_2 biogénico
	$\delta \approx -7$	exógeno	CO_2 atmosférico

Tabla 65.- Valores de $\delta^{13}C$ (‰ vs PDB) para CO_2 libre.

2.3. CONSECUENCIAS DE LA EXISTENCIA DE CO_2

En profundidad, y por tanto bajo presión, el CO_2 disuelto acidifica el agua, tomando un carácter agresivo; gracias a esto, y de acuerdo con Maisonneuve y Risler (1979), durante la circulación del agua por el mismo medio prácticamente no existe autocolmatación (*self-*

sealing), por lo que las aguas con elevados contenidos en CO_2 tienen una gran tendencia a extenderse por el acuífero, y constituye un factor desfavorable para la formación de yacimientos geotérmicos de alta temperatura.

El CO_2 se encuentra formando una emulsión con el agua, que produce una disminución de su peso específico y favorece su ascenso hacia la superficie. Yerriah (1986) señala que en los últimos diez o veinte metros antes de alcanzar la surgencia, se produce un enfriamiento del agua termal, posiblemente debido a la expansión adiabática del CO_2. En la misma línea, Maisonneuve y Risler (1979) exponen que la termalidad de las aguas con altos contenidos en CO_2 es menor que la de las aguas con poco CO_2 -las aguas hipertermales son excepcionales en las zonas carbogaseosas-, y a lo que contribuye la energía absorbida por la expansión del CO_2 (efecto de *gas-lift* o *point de bulle*).

Estos mismos autores señalan que en la surgencia, la pérdida de CO_2 puede dar lugar a la formación de depósitos de travertinos -que generalmente no contienen SiO_2 debido a que la acidificación del agua por el CO_2 no favorece la puesta en solución de ésta- o a depósitos de óxidos de hierro; también, indican que la abundancia de los procesos de desgasificación de CO_2 son un factor desfavorable para la presencia de yacimientos de hidrocarburos (parece existir un efecto de "antipatía" entre el gas carbónico y los hidrocarburos).

2.3.1. Afecciones a las captaciones

Los problemas que pueden presentar las captaciones, derivados de la explotación de las aguas con altas concentraciones de CO_2, son variados; así, las tuberías pueden ser corroídas debido a la importante agresividad de las aguas, dada su gran acidez; también pueden existir precipitaciones de diversas sales, en especial de carbonatos.

Además de estos problemas, merece especial atención el fenómeno de *gas-lift* o *point de bulle*. Para Bakalowicz (1986) éste es un proceso que sólo se pone de manifiesto en el caso de que un gas muy soluble en el agua se encuentre en cantidades importantes; en esa situación, el contenido de gas disuelto aumenta con la presión; en consecuencia, durante el ascenso del agua con CO_2 desde zonas profundas, una parte del gas disuelto puede ser liberada en la fase líquida, transformándose entonces en una emulsión de agua y gas (figura 101), cuya densidad es muy baja, y que favorece el ascenso del agua (Maisonneuve, 1982; Pomerol y Ricour, 1992). Como las reacciones del sistema CO_2-H_2O-carbonato son reversibles, todas las surgencias y captaciones de aguas carbogaseosas pueden estar afectadas por este fenómeno, que produce una precipitación de carbonatos en las proximidades de la superficie. Este proceso esta siempre asociado al termalismo, dado que los altos contenidos en CO_2 provienen de aportes profundos (Bakalowicz, *op. cit.*).

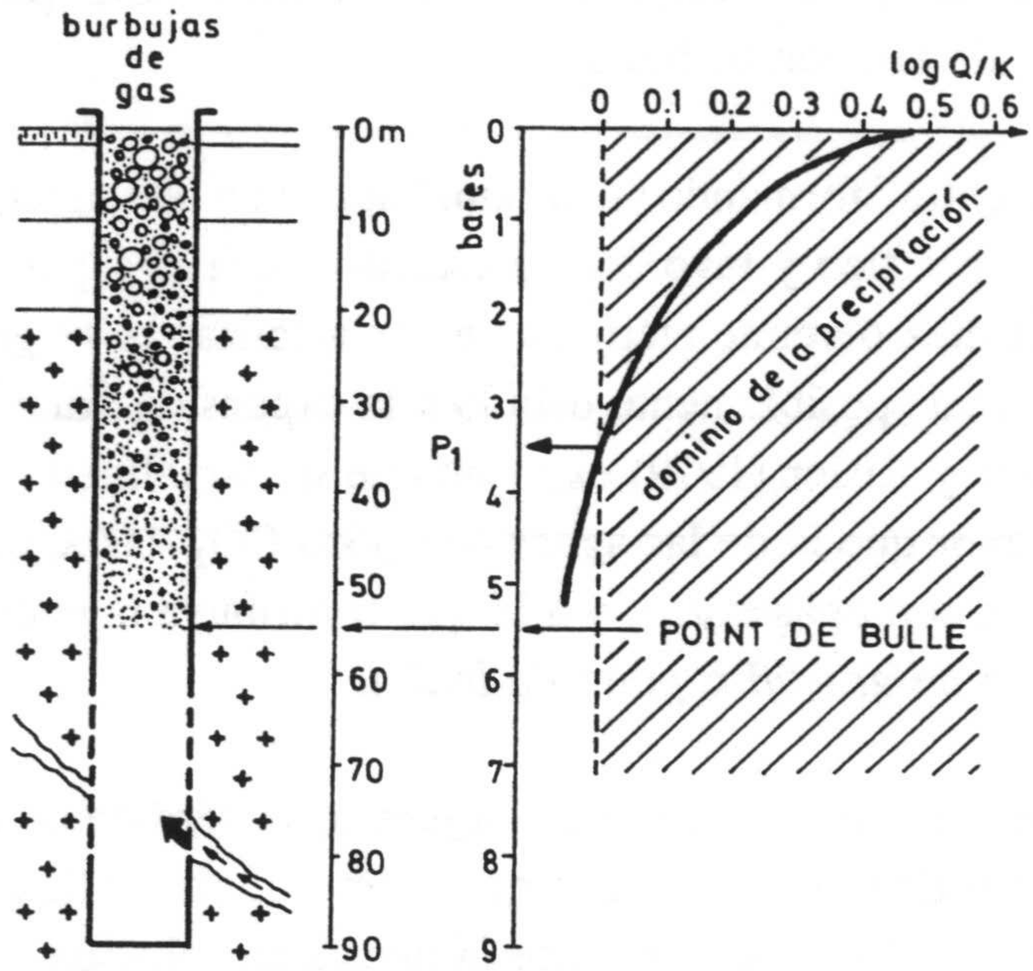


Figura 101.- Fenómeno de gas-lift o point de bulle (a partir de P_1 el agua pasa a ser incrustante). Modificado de Pomerol y Ricour, 1992.

2.4. ALGUNOS ASPECTOS TEÓRICOS DE LA QUÍMICA DE CARBONATOS

Son numerosos los trabajos dedicados a la disolución y precipitación de carbonatos. Entre los más importantes y adecuados a las aguas naturales se pueden citar los de Roques (1962, 1964, 1969 y 1972), Back y Hanshaw (1971), Plummer (1975), Wigley y Plummer (1976), Schoeller (1980) y Bakalowicz (1979, 1980, 1983).

2.4.1. Equilibrios químicos del sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$

La puesta en solución del carbonato y su precipitación están controladas por el sistema químico CO_2-H_2O-$CaCO_3$. En la disolución o en la precipitación de carbonatos intervienen tres fases distintas, y que son las reacciones entre la fase gaseosa -caracterizada por la presión parcial de CO_2 (PCO_2)-, la fase líquida, y la fase sólida; estas tres fases definen el sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$ y deben ser tenidas en cuenta para definir el comportamiento de la solución (Bakalowicz, 1983 y 1990). Las reacciones que tienen lugar entre estas tres fases son incompletas y constituyen una cadena de equilibrios que se resumen en la tabla 66.

Cuando el tiempo de contacto entre las tres fases es suficientemente amplio, todas las

fases pueden encontrarse en equilibrio entre si; en esta situación, la concentración de HCO_3^- o Ca^{2+} en la solución está únicamente determinada por el contenido en CO_2 -el cual es fijado por la PCO_2-. En caso contrario, cuando no existe un tiempo de contacto importante como para que se alcance el equilibrio, ya sea con la fase sólida -disolviendo la roca-, o con la fase gaseosa -disolviendo el CO_2-, el contenido de HCO_3^- o Ca^{2+} de la solución depende de su PCO_2 y de su diferencia en relación con la situación de equilibrio (Bakalowicz, 1988 y 1990) -diferencia dada por el índice de saturación de la calcita-. Así, si el agua no alcanza la cantidad máxima posible de carbonato disuelto, de acuerdo con su PCO_2, se dice que la solución está subsaturada; si por el contrario, existe un descenso de la PCO_2, la cual no es compensada por la precipitación de una parte del bicarbonato disuelto, se dice que la solución está sobresaturada.

Bakalowicz (*op. cit.*) señala que habitualmente se asocia la subsaturación del agua con su agresividad, o la sobresaturación con su naturaleza incrustante, pero que se trata de conceptos que no se corresponden totalmente. Así, considera que el carácter agresivo o incrustante del agua sólo puede ser definido teniendo en cuenta las tres fases de forma simultánea, de tal modo que determinan la cantidad de CO_2 y de $CaCO_3$ que el agua debe disolver o perder para mantener el equilibrio; por tanto, la sobresaturación o la subsaturación de un agua no son más que una definición del estado de la solución.

En relación con el estado de equilibrio, resulta interesante conocer la variable dpH (Roques, 1972; Bakalowicz, 1983) -comentada en el apartado 5 del capítulo V- que define la posición de la solución con respecto a la situación de equilibrio del sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$. Dos mecanismos muy distintos pueden ser responsables del aumento del dpH; por un lado, según sea la relación entre la fase líquida y la sólida (efecto de ion común), y por otro, de cómo sea la relación entre la fase gaseosa y líquida (pérdida de CO_2).

De este modo, un agua en equilibrio o débilmente subsaturada en $CaCO_3$ en las condiciones de surgencia, puede pasar rápidamente a ser incrustante siempre que la PCO_2 sea muy superior a la atmosférica y exista una desgasificación en la surgencia, seguida de un aumento rápido del índice de saturación de la calcita; este proceso implicaría una reorganización de todos los equilibrios en la solución, que produciría una precipitación, más o menos rápida, de $CaCO_3$ (Bakalowicz, 1988 y 1990). Por otra parte, la sobresaturación puede ser un estado permanente aparente; en efecto, cuando la subsaturación conlleva una disolución automática del carbonato -si se encuentra en el medio-, la sobresaturación solo está acompañada de precipitación si concurren ciertas condiciones relativas a la formación de cristales: tasa de sobresaturación elevada (índice de saturación de la calcita mayor de 0,5) y existencia de micropartículas que puedan constituir núcleos de acreción de cristales (pudiendo estar compensada esta última condición con valores altos del índice de saturación de la calcita, superiores a 1,0 -Bakalowicz, 1990-).

EQUILIBRIOS	CONSTANTES DE EQUILIBRIO
1) Entre la fase líquida y la fase gaseosa:	
* Disolución ó pérdida de CO_2	
(1) $(CO_2)_g \Leftrightarrow (CO_2)_l$	$K_0 = \frac{(CO_2)_l}{PCO_2}$
2) Dentro de la fase líquida:	
* Hidratación del CO_2 e ionizaciones	
$(CO_2) + nH_2O \Leftrightarrow (CO_2, nH_2O)$	
(2) $(CO_2, nH_2O) + pH_2O \Leftrightarrow HCO_3^- + H_3O^+ + (n\text{-}p\text{-}2)H_2O$	$K_1 = \frac{(HCO_3^-)(H_3O^+)}{(CO_2)}$
(3) $HCO_3^- + H_2O \Leftrightarrow CO_3^{2-} + H_3O^+$	$K_2 = \frac{(CO_3^{2-})(H_3O^+)}{(HCO_3^-)}$
* Formación de pares de iones	
(4) $HCO_3^- + Me^{2+} \Leftrightarrow MeHCO_3^+$	$K_3 = \frac{(MeHCO_3^+)}{(HCO_3^-)(Me^{2+})}$
(5) $CO_3^{2-} + Me^{2+} \Leftrightarrow MeCO_3^0$	$K_4 = \frac{(MeCO_3^0)}{(CO_3^{2-})(Me^{2+})}$
* Disociación del agua	
(6) $2H_2O \Leftrightarrow H_3O^+ + OH^-$	$K_e = (H_3O^+)(OH^-) = 10^{-14}$
* Formación de pares de iones con el ion sulfato	
(7) $Me^{2+} + SO_4^{2-} \Leftrightarrow MeSO_4^0$	$K_5 = \frac{(MeSO_4^0)}{(Me^{2+})(SO_4^{2-})}$
3) Entre la fase líquida y la fase sólida:	
* Disociación ó precipitación de carbonato	
(8) $MeCO_3 \Leftrightarrow CO_3^{2-} + Me^{2+}$	$K_s = \frac{(Me^{2+})(CO_3^{2-})}{(MeCO_3)}$
4) Electroneutralidad de la solución:	
(9) $2mCO_3^{2-} + mHCO_3^- + 2mSO_4^{2-} = 2mCa^{2+} + mH_3O^+ + mMeHCO_3^+$	
con: $mMe_{tot} = mMe^{2+} + mMeHCO_3^+ + mMeCO_3^0 + mMeSO_4^0$	
$mHCO_{3tot} = mHCO_3^- + mMeHCO_3^+$	
$mCO_{3tot} = mCO_3^{2-} + mMeCO_3^0$	
$mSO_{4tot} = mSO_4^{2-} + mMeSO_4^0$	
Las concentraciones totales (m_{tot}) se obtienen por análisis.	

Tabla 66.- Equilibrios químicos del sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$ (modificado de Bakalowicz, 1979).

2.4.2. La PCO_2 equilibrante

Bakalowicz (1983) propone que imponiendo la condición de que el equilibrio se

realice entre la solución y las fases gaseosa y sólida inmediatamente antes de la surgencia, es posible calcular, a partir de las ecuaciones 1 y 2 (tabla 66), el contenido en CO_2 disuelto (mCO_2) y la presión parcial de CO_2 relacionada con la solución (PCO_2):

$$\log mCO_2 = \log (HCO_3^-) - \log K_1 - pH$$

$$\log PCO_2 = \log mCO_2 - \log K_0$$

Sin embargo, a menudo, la solución no está en equilibrio debido a la diferente velocidad de las reacciones entre la solución y la fase gaseosa -la disolución de CO_2 alcanza la situación de equilibrio en pocos minutos, más rápidamente si la PCO_2 es elevada (10^{-2} atm.), mientras que la pérdida de CO_2 se produce mucho más lentamente- (Roques, 1962 y 1972); el equilibrio se establece generalmente entre la PCO_2 y el contenido en CO_2, y este último, es el que debería tener la solución en la situación de equilibrio. Por esta razón, Roques (1962) denomina a esta PCO_2 calculada "PCO_2 equilibrante" de un agua, que es la PCO_2 de una fase gaseosa ficticia asociada a la solución, para la cual todos los equilibrios se suponen alcanzados, a los valores medidos de pH y de HCO_3^-.

Bakalowicz (1988) indica que si la solución está subsaturada, el contenido en HCO_3^- medido es inferior a la concentración de equilibrio y, en consecuencia, mCO_2 y PCO_2 están subestimados. Por el contrario, si la solución está sobresaturada, la concentración en HCO_3^- medida es superior a la concentración de equilibrio, pero apenas inferior a la que tendría en el momento de la ruptura del equilibrio; en consecuencia, los valores de mCO_2 y PCO_2 calculados están próximos a los que podrían encontrarse ahora en el acuífero. De este modo, la PCO_2 equilibrante es una información bastante precisa de la presión parcial de CO_2 en el acuífero, en particular cuando el agua está sobresaturada.

2.4.3. Isótopos estables del agua y carbonatos

Los isótopos estables que interesan son el ^{18}O, D y ^{13}C, y son, en general, más abundantes que los isótopos radiactivos. La medida de su concentración se efectúa utilizando un espectrómetro de masas que permite la comparación entre la muestra y un estándar internacional de referencia; para el ^{18}O y D se emplea el *Vienna-Standard Mean Oceanic Water (V-SMOW)* (Gonfiantini, 1978), y para el ^{13}C un fósil de *Belemnitella Americana* de la formación Pee Dee de Carolina del Sur, en Estados Unidos *(PDB)* (Craig, 1957 y 1961). Los resultados no se expresan en valor absoluto, si no en valor relativo al estándar, y se dan en tantos por mil (δ ‰) de diferencia con el estándar (IAEA, 1981):

$$\delta\ (‰) = \frac{R_{muestra} - R_{estándar}}{R_{estándar}} x\ 1000$$

expresión, en la cual *R* es la relación entre el isótopo pesado y el isótopo ligero:

$$R = \frac{isótopo\ pesado}{isótopo\ ligero}$$

Así, en relación con el ^{18}O, $R = {}^{18}O/{}^{16}O$; con respecto al D, R = D/H; y en lo que se refiere al ^{13}C, $R = {}^{13}C/{}^{12}C$.

Los contenidos en ^{18}O y D aportan información sobre el origen del agua (meteórico u otro), y sobre los fenómenos a los cuales puede estar sometida (evaporación). El isótopo de ^{13}C puede aportar información sobre el origen del CO_2 (Carothers y Kharaka, 1980, Bakalowicz, 1979; Blavoux y Olive, 1981; Blavoux *et al.*, 1982; Batard *et al.*, 1982; Blavoux y Berthier, 1985; Grillot y Blavoux, 1986; Sturchio *et al.*, 1990; Blavoux y Dazy, 1990).

El agua tiene una "marca" isotópica a nivel de su propia molécula y a nivel de las sustancias en solución (Fontes, 1976). En el primer caso, únicamente las leyes generales de la física del agua explican las variedades isotópicas, determinando las variaciones en su abundancia; en el segundo caso, por el contrario, las variaciones de la composición química dependerán, a la vez, de sus leyes y de la termodinámica química, que regula la disolución de la sustancia (Bakalowicz, 1979).

El fraccionamiento isotópico controla la relación entre los isótopos pesado y ligero, tanto de ^{18}O como de D, en las diferentes fases. La diferencia de masa que existe entre las distintas especies isotópicas permite que la relación entre el isótopo pesado y el ligero se modifique a favor del isótopo pesado, cuando el estado de condensación aumenta; así, la fase sólida se enriquece en el isótopo pesado en relación con la fase líquida, y esta última se enriquece, a su vez, a expensas de la fase vapor.

Bakalowicz (1979) señala que el fraccionamiento isotópico es el responsable de la relación entre la abundancia de ^{18}O y D en el agua de precipitación (o nieve), al igual que su temperatura de condensación. Esta relación se manifiesta en una variación de la relación en función de la latitud (a altas latitudes existe un empobrecimiento en el isótopo pesado), de la variación de la altitud (el aumento de altitud origina un empobrecimiento en el isótopo

pesado) y variación estacional de la temperatura (en las estaciones frías se produce un enriquecimiento en el isótopo ligero).

Del mismo modo que en el fraccionamiento isotópico interviene la condensación, también lo hace la evaporación, que origina un empobrecimiento del isótopo pesado en la fase vapor, con relación a la fase líquida. Así, las masas de vapor de agua del océano están más empobrecidas en ^{18}O y D que el agua; como el estándar de referencia (SMOV) es una muestra promedio del agua del océano, todas las precipitaciones tienen contenidos relativos negativos. Del mismo modo, las aguas continentales sometidas al proceso de evaporación presentan un enriquecimiento en isótopos pesados. Por tanto, existe una buena correlación entre los contenidos de ^{18}O y D del agua de precipitación de acuerdo con la recta de regresión $\delta D = 8\ \delta^{18}O + d$; esta línea (figura 102), llamada Línea Meteórica Mundial (LMM), fue definida por Craig (1961):

$$\delta D = 8\ \delta^{18}O + 10$$

Así, las aguas que hayan sido sometidas a evaporación, se encontrarán fuera de este dominio, sobre las rectas con pendiente inferior a 8. Existen áreas de la tierra donde las aguas de precipitación no se ajustan a esta línea, como ocurre en algunas regiones litorales, islas pequeñas y zonas que reciben frentes de nubes originados en mares interiores, tal como sucede en el Mediterráneo Oriental, donde las precipitaciones se ajustan a una línea con pendiente 8, pero con un valor de la ordenada en el origen de +22 (López Vera, 1991).

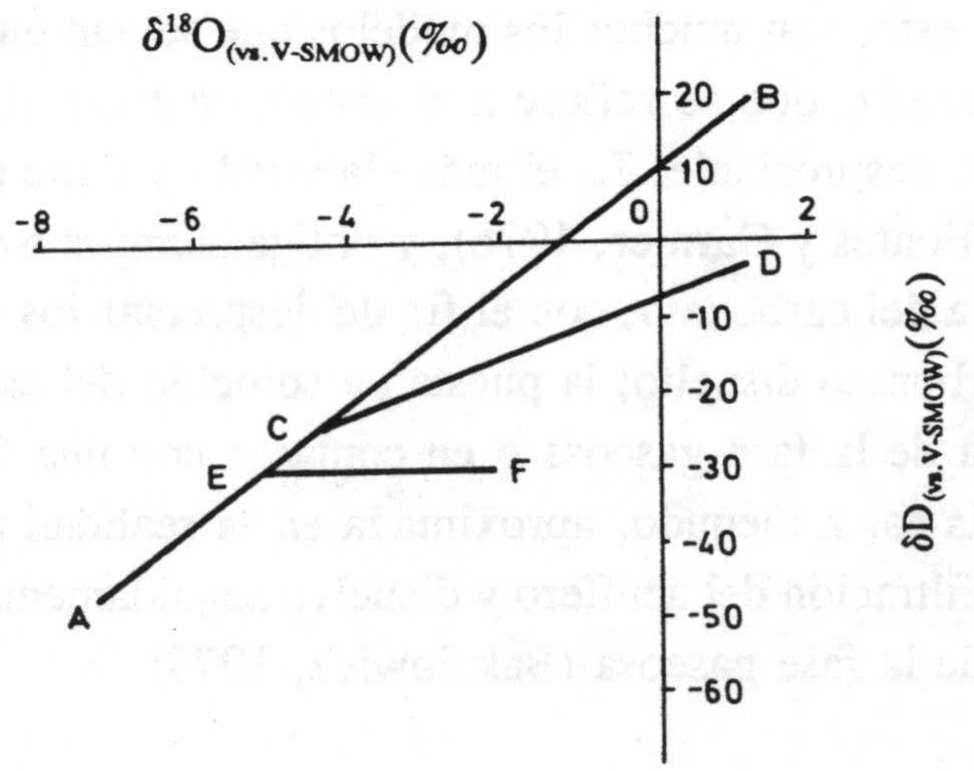


Figura 102.- Representación esquemática de δD en función de $\delta^{18}O$. AB: LMM; CD: línea típica de evaporación; EF: línea correspondiente a aguas de sistemas geotérmicos. Modificado de López Vera (1991).

Al valor de la ordenada en el origen de la Línea Meteórica Mundial se le denomina exceso en Deuterio (*d*), y se define como:

$$d = \delta D - 8\ \delta^{18}O$$

El valor *d* se adquiere durante la evaporación y no varía sustancialmente en la historia posterior de la masa nubosa (Merlivat and Jouzel, 1979). En la mayoría de las aguas meteóricas continentales actuales tiene generalmente un valor próximo a + 10 ‰ (Craig, 1961; Yurtsever y Gat, 1981).

El isótopo estable ^{13}C se encuentra sometido a las mismas leyes que los isótopos ^{18}O y D; pero como estos elementos están relacionados con los organismos vivos y con la sustancia mineral disuelta, más abundantemente transportada por las aguas continentales, las variaciones en los contenidos de cada uno de estos son inducidas, sobre todo, por mecanismos físicos, químicos y biológicos, los cuales se manifiestan en el ciclo del carbono.

Por lo tanto, la interpretación de la abundancia isotópica del ^{13}C (y también del ^{14}C) en los carbonatos disueltos, implica un buen conocimiento de la química de las soluciones carbonatadas y de los fenómenos isotópicos, en los cuales es necesario añadir la participación de la biosfera que transforma el CO_2 atmosférico en materia orgánica, que una vez muerta origina el CO_2 pedológico. La complejidad de la química isotópica del carbono impone la necesidad de referirse a los distintos modelos cuando se interpretan los datos de las muestras obtenidas (Fontes, 1976).

En relación con esto, son muchos los modelos que se han empleado. Uno de ellos es el llamado *Sistema Cerrado*, que se refiere a al sistema calco-carbónico en el cual la fase gaseosa es inexistente o despreciable. Es el más elaborado y tiene en cuenta los fenómenos químicos e isotópicos (Fontes y Garnier, 1976), y obliga siempre a separar la adquisición de CO_2 de la solución de la del carbonato, con el fin de despreciar los cambios isotópicos entre la fase gaseosa y el carbonato disuelto; la puesta en solución del carbonato se efectúa entre una fase líquida aislada de la fase gaseosa o en contacto con una fase gaseosa de volumen reducido. Esta hipótesis es, a menudo, aproximada en la realidad cuando el agua adquiere el CO_2 en la zona de infiltración del acuífero y disuelve seguidamente el carbonato de la zona saturada, en ausencia de la fase gaseosa (Bakalowicz, 1979).

Otro modelo es el llamada *Sistema abierto*, en el cual las tres fases coexisten y donde la fase gaseosa es casi ilimitada. Fleyfel (1979) señala que esta hipótesis no parece muy verosímil, pues existen cambios isotópicos permanentes entre el CO_2 de la fase gaseosa y el carbono mineral en solución. Bajo altas PCO_2, y considerando al CO_2 (gas) ilimitado, la puesta en solución del carbonato sólido confiere a la fase líquida su concentración en carbono

total disuelto. Para esta reacción el carbono puesto en solución proviene, en el equilibrio estequiométrico, de la fase líquida y gaseosa; si embargo, la marca isotópica de la solución está directamente impuesta por el contenido en isótopos pesados de la fase gaseosa (Fontes, 1978).

Cuando se establecen los equilibrios químicos del sistema carbonatos, las principales etapas del sistema se pueden resumir en el esquema de la figura 103. De acuerdo con Olive (1977) -in Abiven (1986)-:

.- el CO_2 atmosférico se empobrece en un 7 ‰ en relación con el PDB; esta disolución corresponde a un fraccionamiento poco importante:

$$\delta^{13} CO_2 (g) - \delta^{13} CO_2 (ac) \approx 1 ‰ \text{ a } 10 °C$$

.- los bicarbonatos se enriquecen en un 9,5 ‰ en relación con el CO_2 disuelto:

$$\delta^{13} HCO_3 (ac) - \delta^{13} CO_2 (ac) \approx 9,5 ‰ \text{ a } 10 °C$$

.- el equilibrio bicarbonatos-calcita tiene lugar con un ligero enriquecimiento del carbonato:

$$\delta^{13} CaCO_3 (s) - \delta^{13} HCO_3 (ac) \approx 1,5 ‰ \text{ a } 10 °C$$

.- en relación con la fotosíntesis, el carbono de la materia vegetal se empobrece en aproximadamente 18 ‰ con relación al CO_2 atmosférico:

$$\delta^{13} \text{Carbono biogénico} = \delta^{13} CO_2 (g) - 18 ‰ \approx -25 ‰$$

No obstante, estos fraccionamientos isotópicos son más o menos importantes en función de la temperatura (Mook *et al.*, 1974).

3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS CON CO_2

Aunque éstas han sido expuestas conjuntamente con las de las demás aguas del acuífero en el capítulo V, una exposición separada permitirá ver con más detalle las características de estas aguas (tabla 67). Los puntos acuíferos seleccionados han sido aquellos con elevado contenido en bicarbonatos -que refleja bien la evolución del contenido en CO_2- y/o donde era visible la presencia de gas (a simple vista -burbujas de gas-, o por su olor). Llama la atención, fundamentalmente, la elevada concentración en bicarbonatos (entre 900 y 2100 mg/l), las altas PCO_2 (entre 0,044 y 1,289 bares) y, en algunos casos, las elevadas

concentraciones de CO_2 (superiores a 1600 mg/l); la temperatura es alta en casi todos ellos, superior a 25 °C (excepto en los puntos 14 y 15 con 24,5 °C y 23,1 °C), el pH es ácido (excepto en la muestra 42, con un valor de 7,07) y el dpH es positivo en todos, salvo en el punto 40 que tiene un valor negativo. Otras características físicas son un cierto grado de turbidez, olor desagradable (debido al amoníaco) y sabor picante (producido por el anhídrido carbónico).

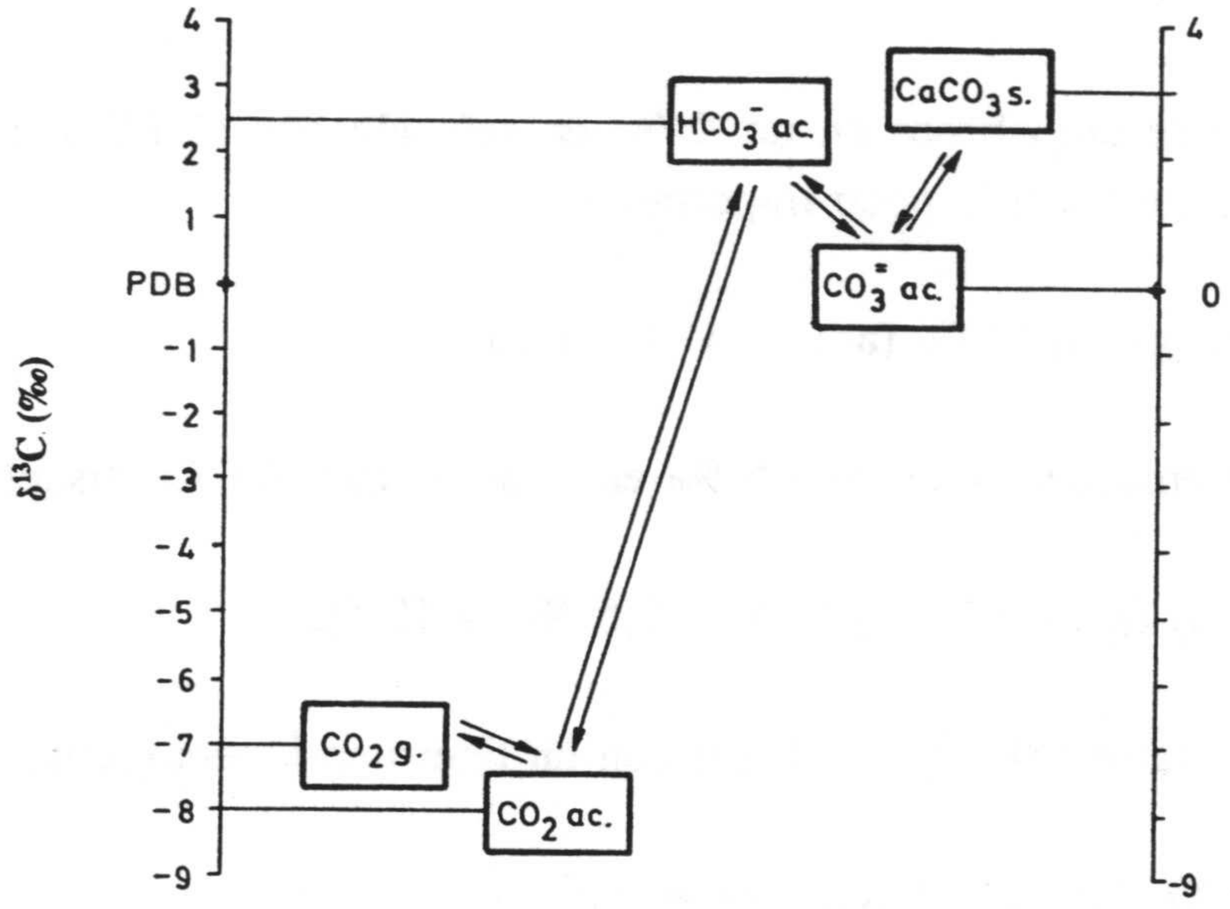


Figura 103.- *Fraccionamiento del ^{13}C en el sistema CO_2-H_2O-$CaCO_3$. Modificado de Olive, 1977 (in Yerriah, 1986).*

Todos los puntos se encuentran situados sobre, o muy próximos, a las áreas donde el sustrato metamórfico se encuentra muy próximo a la superficie (zona de horst), de acuerdo con los resultados de la reinterpretación de los datos de prospección geofísica (capítulo III).

Dada la importancia que reviste el problema de los gases en el acuífero del Alto Guadalentín, la Comunidad Autónoma de Murcia (1987), a través de la Dirección General de Recursos Hidráulicos, realizó un estudio para conocer con mayor profundidad el estado de la situación. Entre los objetivos de este trabajo, se encontraba la identificación de los gases que afectaban a las captaciones. Así, en la figura 104 se indica la situación de los puntos acuíferos donde se tomaron las muestras; solamente dos de los puntos coinciden con los utilizados en mi red de muestreo -por eso tienen el mismo número: 31 y 53-, los restante se sitúan muy próximos (el 1 está próximo al 45 y 46; el 2 está cerca del 33; el 4 se sitúa muy próximo al 44 y 45; el 5 se encuentra entre el 36, 37 y 53).

Pa	Temp.	pH	Cond.	TSD	PCO2	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SiO_2	dpH	CO_2
14	24.5	6.12	4310	5742	1.029	758	1703	1700	715	381	364	75	17	0.25	1455
15	23.1	6.41	4130	4008	0.254	860	1134	800	405	310	384	63	22	0.03	374
20	26.9	6.60	3190	3656	0.215	595	1010	1000	441	277	278	59	26	0.42	289
21	26.8	6.54	3100	3374	0.219	615	875	885	398	239	255	62	21	0.28	297
27	28.8	6.51	2297	2681	0.272	452	473	981	301	163	170	65	41	0.27	360
28	27.8	6.71	1688	2170	0.157	378	243	889	295	117	134	71	42	0.45	211
29	28.7	6.41	2710	3058	0.343	743	405	1000	435	193	172	61	22	0.32	445
30	29.6	6.13	2140	2848	0.900	450	260	1350	364	184	133	62	23	0.12	1157
31	32.1	6.24	4408	4698	1.068	336	1021	2124	598	370	182	55	—	0.54	1284
33	25.2	6.21	3180	4563	0.792	442	1053	1550	488	257	193	64	36	0.22	1128
34	29.6	6.36	2577	3045	0.393	390	758	1012	462	188	105	70	46	0.28	506
35	29.1	6.08	3500	4624	1.201	370	1310	1700	597	336	187	66	29	0.24	1547
36	29.8	6.19	4012	4728	0.970	400	1318	1760	585	354	165	65	28	0.36	1226
37	29.3	6.12	4100	4699	0.116	465	1185	1795	645	282	195	65	31	0.34	1490
38	30.2	6.01	2660	3781	1.289	349	956	1504	590	222	92	57	—	0.17	1635
39	30.2	6.31	1590	2205	0.454	200	380	1000	232	143	133	58	30	0.02	587
40	30.7	6.03	2790	2815	1.215	140	535	1438	235	284	123	46	—	-0.15	1539
42	30.5	7.07	1200	1528	0.044	220	300	540	157	77	135	61	24	0.41	57
51	28.9	6.86	2521	2760	0.108	419	615	878	410	135	164	61	34	0.69	142
53	27.6	6.20	4255	4746	0.901	475	1326	1704	455	377	278	50	48	0.22	1202
54	27.0	6.51	4361	4479	0.338	481	1458	1304	382	372	320	85	39	0.33	457
59	25.6	6.25	4810	5591	0.536	689	2465	1177	680	346	381	91	25	0.20	745

Pa: punto acuífero; Temperatura en °C, conductividad en µS/cm (25°C), PCO2 en bares y TSD, CO_2 e iones en mg/l; PCO_2 obtenida con el programa SOLMINEQ88; dpH y CO_2 calculados con el programa SOLUTEQ. Datos tomados en Agosto de 1991, excepto para los puntos 31, 38 y 40 que fueron obtenidos en Septiembre de 1990.

Tabla 67.- Algunas características fisicoquímicas de las aguas con CO_2 en ciertos puntos del acuífero.

En la tabla 68 se muestran los datos analíticos, cedidos por la Comunidad Autónoma de Murcia (1987), de los gases analizados en algunos puntos acuíferos con manifestaciones de CO_2 (solamente coinciden con la red de muestreo establecida por mí los puntos 31 y 53, y por eso tienen el mismo número); en todas las muestras se analizó SH_2 pero no se encontró contenido alguno. Se puede ver que el gas mayoritario es el CO_2, con volúmenes superiores al 83 %, excepto en los sondeos 25396023 -donde predominan CO_2 y N_2-, 25396010 y 28392032 -en estos últimos el gas principal es el N_2-. En la tabla 69 se muestran los coeficientes de correlación hallados entre los distintos gases analizados; en ella, destacan las correlaciones tan altas del CO_2 con el N_2 (-1,00) y el O_2 (-0,99), y la del N_2 con el O_2 (0,99).

Un aspecto a considerar es cómo ha influido las sobreexplotación tan importante que padece el acuífero. A medida que progresaba la sobreexplotación, se inició un descenso continuo del nivel piezométrico, que originó una disminución de la presión hidrostática por debajo de la PCO_2, y que favoreció el ascenso del gas desde el sustrato y zonas más profundas del acuífero hacia la superficie; en realidad, el mayor contenido de gas en las aguas se encuentra en los sectores donde el sustrato metamórfico está a una profundidad

menor. Esto explicaría la aparición relativamente reciente de CO_2 en algunos sectores del acuífero donde nunca se habían detectado. Esta situación, provocada por la actividad humana, permite considerar al CO_2 como un agente contaminante (Cerón-García y Pulido-Bosch, 1993).

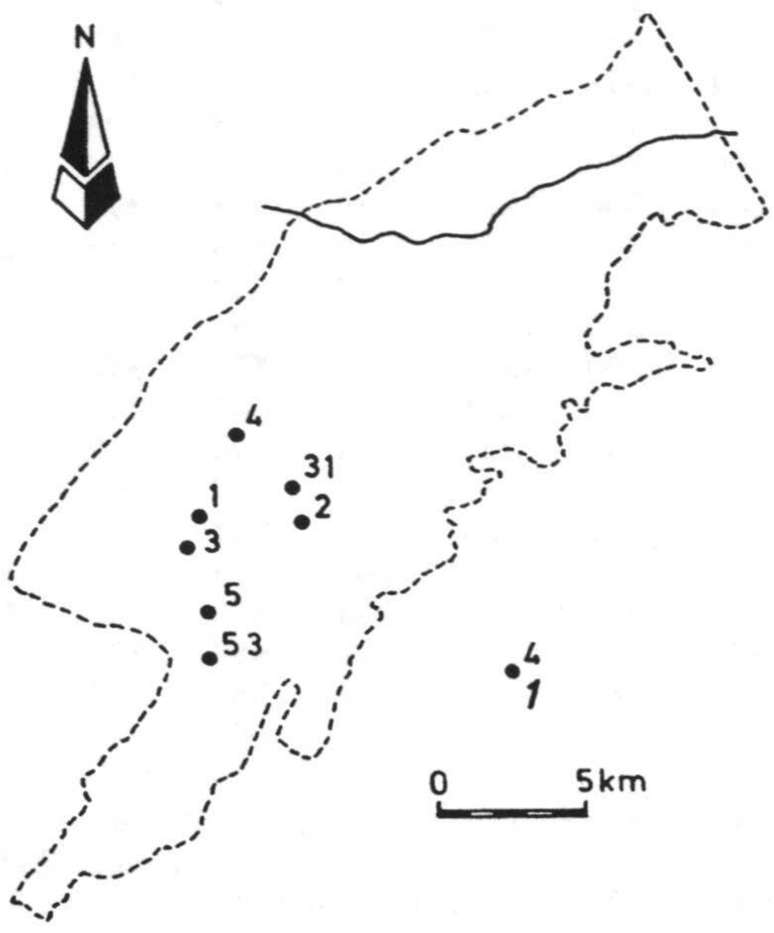


Figura 104.- Situación de los puntos acuíferos en donde se realizó el muestreo para el análisis de gas. 1: punto acuífero.

A la vez que se produce este proceso, los sondeos captan agua de zonas más profundas y por tanto con mayor salinidad -que permite comprender por qué a medida que aumenta el CO_2 de las aguas, también se incrementa el contenido en otras sales-. En relación con esto, la figura 105 permite observar la evolución en el tiempo del contenido en ion bicarbonato, de la conductividad y del nivel piezométrico en el punto acuífero 40, que tuvo que ser abandonado en 1990.

Así, se puede comprobar que existe un aumento notable de la concentración de ion bicarbonato, cuando la profundidad del agua desciende por debajo de 150 m. Del mismo modo, la tabla 70 muestra la composición química de las aguas del sondeo correspondiente al punto acuífero 40 entre 1975 y 1990; interesa destacar el aumento notable del contenido en ion bicarbonato y de la conductividad entre 1984 y 1985.

También, he podido constatar en el punto acuífero 30 la estabilización del CO_2 en las aguas del acuífero a partir de una cierta profundidad, debido a que la presión hidrostática es superior a la PCO_2; este punto está situado muy próximo al punto 31, que tuvo que ser

cerrado en 1990 por el gran contenido en CO_2 que tenía (con más de 2100 mg/l de bicarbonatos). Las aguas del sondeo, si bien ya poseían contenidos elevados de bicarbonatos, no tuvieron señales evidentes del aumento de la contaminación con CO_2 hasta que no se incrementó la profundidad de la bomba; en el agua se hicieron visibles las burbujas de gas, evidenciando el aumento de CO_2, que fue confirmado después por los análisis posteriores que mostraron un aumento del bicarbonato (de aproximadamente 250 mg/l).

Sondeo	Punto	Temp. (°C)	CO_2	N_2	O_2	CH_4	H_2	He
25392041	1	30	83.00000	14.00000	2.10000	0.00220	0.00050	0.00570
25392091	31	33	84.00000	14.00000	1.30000	0.00200	0.00540	0.02600
25396089	53	27	86.00000	11.00000	2.30000	0.00100	0.00270	0.00390
25396004	2	29	83.00000	15.00000	1.70000	0.00100	0.03100	0.00810
25396010	3	27	4.70000	77.00000	18.00000	0.00100	0.00100	0.00750
25392032	4	24	23.00000	63.00000	14.00000	0.00100	0.01100	0.00720
25396023	5	27	49.00000	43.00000	7.00000	0.00100	0.00130	0.00750

Tabla 68.- Gases encontrados (% V) en algunas muestras de agua del acuífero del Alto Guadalentín. Fuente: Comunidad Autónoma de Murcia (1987).

Así, el descenso del nivel piezométrico en las zonas con gas, más acusado en aquellas áreas con mayor explotación, obliga a aumentar la profundidad de la bomba con el consiguiente perjuicio para la calidad del agua. La solución a este problema es adecuar el volumen de explotación para que no exista un descenso del nivel piezométrico, que obligue a aumentar la profundidad de la bomba o del sondeo.

	T	CO_2	N_2	O_2	CH_4	H_2	He
T	1.00						
CO_2	0.65	1.00					
N_2	-0.65	-1.00	1.00				
O_2	-0.67	-0.99	0.99	1.00			
CH_4	0.77	0.49	-0.49	-0.49	1.00		
H_2	0.01	0.23	-0.22	-0.23	-0.30	1.00	
He	0.72	0.23	-0.22	-0.26	0.50	0.01	1.00

Tabla 69.- Matriz de correlación de los gases encontrados en el acuífero del Alto Guadalentín.

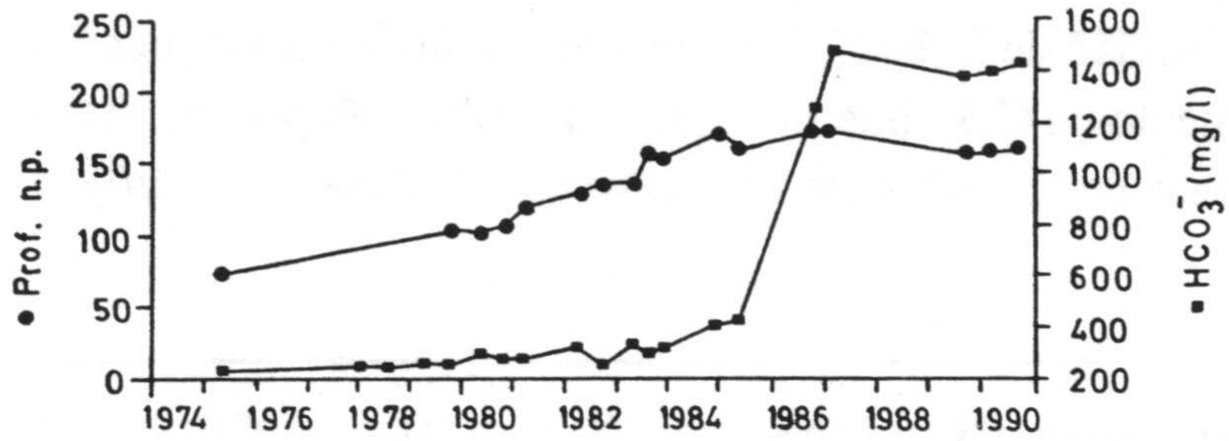


Figura 105.- Evolución de la profundidad del nivel piezométrico, ion bicarbonato y conductividad.

Fecha	Cond.	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-
29/05/75*	1050	139	130	283	90	40	94	2	–
20/04/80*	1300	131	158	317	106	52	76	–	22
06/11/84*	1375	106	180	421	122	49	103	4	–
18/11/87*	1766	129	220	756	186	81	116	3	–
25/03/88*	1941	114	272	842	213	102	136	3	8
13/09/89	2690	135	502	1389	184	258	98	41	4
30/01/90	2690	120	498	1405	195	260	102	40	10
15/09/90	2790	140	535	1438	235	284	123	46	13

*datos del IGME. Conductividad en μS/cm e iones en mg/l.

Tabla 70.- Evolución en el tiempo de algunos parámetros fisicoquímicos medidos en el punto 40.

3.1. DATOS ISOTÓPICOS OBTENIDOS

Las muestras de las aguas del acuífero para la determinación de los isótopos ^{18}O, D y ^{13}C fueron tomadas en Agosto de 1991. El número de puntos acuíferos seleccionados se hizo de acuerdo con el conocimiento del contenido en CO_2, e intentando que fueran lo más representativos del área afectada por este problema de contaminación. Estos puntos se sitúan en su mayoría sobre, o muy cerca, del área donde el sustrato metamórfico se encuentra más próximo a la superficie (figura 106).

3.1.1. Metodología de análisis

Las determinaciones de los isótopos estables de ^{18}O, D y ^{13}C se efectuaron mediante espectrometría de masas, en el Laboratorio de Isótopos Estables de la Estación Experimental

del Zaidín, de Granada (CSIC). Las muestras para análisis de ^{18}O y D se tomaron en un frasco de cristal, sin burbujas de aire y perfectamente sellado para eliminar la existencia de evaporación, y evitar en consecuencia un enriquecimiento en isótopos pesados. La muestra de agua para la determinación de ^{13}C fue recogida en un frasco de polietileno, previamente lavado, al que se le añadió NaOH hasta la obtención de un pH superior a 12; posteriormente se le agregó $BaCl_2$ en exceso hasta precipitar los carbonatos en solución como $BaCO_3$; luego, en el laboratorio, la muestra fue filtrada empleando un filtro de 0,5 μm; este precipitado se lavó con abundante agua bidestilada hasta que el agua de lavado tuvo un pH $\approx$ 7.

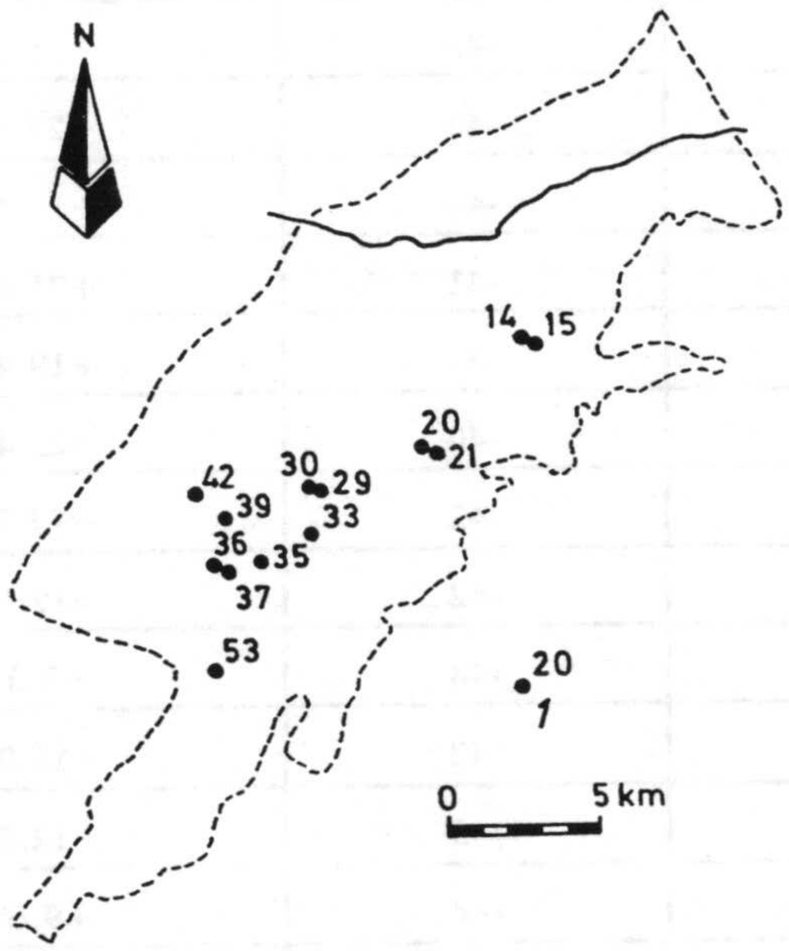


Figura 106.- Situación de los puntos seleccionados para el análisis de isótopos. 1:número de punto acuífero.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 71 y se expresan en ‰ de desviación del estándar internacional aceptado V-SMOW y PDB. El error analítico en de $\pm$0,1 ‰ para $\delta^{18}O$, $\pm$1 ‰ para δD y $\pm$0,2 ‰ para $\delta^{13}C$. En la tabla 72 se pueden ver los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica de $\delta^{18}O$, δD, $\delta^{13}C$ y *d*.

En la figura 107 se han representado los valores encontrados de $\delta^{18}O$ y δD; también se indican las rectas correspondientes a la LMM ($\delta D = 8\ \delta^{18}O + 10$) y la línea meteórica del Mediterráneo Oriental ($\delta D = 8\ \delta^{18}O + 22$). Con respecto al δD, las muestras tienen valores muy próximos, situándose dentro del intervalo -40, -45.

Fontes (1976), Drever (1982) y López Vera (1991), señalan que la disposición de las muestras sobre una horizontal paralela al eje del $\delta^{18}O$ (abcisa en este caso), muy similar a

la que presentan las mías, es característica del efecto que producen las altas temperaturas de los campos geotérmicos, que permite que el agua reaccione con los minerales de la roca encajante; así, los contenidos en ^{18}O de las aguas sobrecalentadas se ven incrementados. En efecto, los silicatos y bicarbonatos son, generalmente, más ricos en ^{18}O que las aguas; en condiciones de alta temperatura, el factor de fraccionamiento disminuye, por lo que el contenido en ^{18}O del agua sobrecalentada tiende a ser el mismo que el de la roca.

Pto. acuífero	$\delta^{18}O_{(vs.V\text{-}SMOW)}$ (‰)	$\delta D_{(vs.V\text{-}SMOW)}$ (‰)	exceso Deuterio (‰)	$\delta^{13}C_{(vs.PDB)}$ (‰)
14	-7.0	-43	+13.0	-6.7
15	-8.8	-43	+27.4	-6.2
20	-7.3	-44	+14.4	-7.7
21	-7.8	-41	+21.4	-7.5
29	-7.8	-43	+19.4	-7.9
30	-7.8	-40	+22.4	-8.1
33	-7.4	-42	+17.2	-4.8
35	-7.7	-42	+19.6	-5.3
36	-6.5	-44	+8.0	-3.8
37	-6.5	-42	+10.0	-5.4
39	-7.2	-45	+12.6	-6.4
42	-6.7	-44	+9.6	-4.0
53	-7.6	-41	+19.8	-5.2

Precisión: $\delta^{18}O = \pm 0.1$ ‰, $\delta D = \pm 1$ ‰, $\delta^{13}C = \pm 0{,}2$ ‰. Exceso deuterio: $d = \delta D - 8\,\delta^{18}O$.

***Tabla 71.**- Contenido isotópico de algunas muestras del acuífero del Alto Guadalentín (Agosto, 1991).*

	media	máximo	mínimo	desv. típica
$\delta^{18}O$	-7.4	-6.5	-8.8	0.6
δD	-42.7	-40.0	-45.0	1.4
$\delta^{13}C$	-6.1	-3.8	-8.1	1.4
d	16.5	27.4	8.0	5.6

***Tabla 72.**- Valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica de $\delta^{18}O$, δD, $\delta^{13}C$ y d (Agosto, 1991).*

Por el contrario, las rocas están prácticamente desprovistas de minerales hidrogenados -excepto los radicales hidroxilo de las micas y anfíboles-, por lo que es normal que ningún efecto particular afecte a los contenidos en D (Fontes 1976). Por lo tanto, las aguas de los circuitos geotérmicos se caracterizarán por un aumento del contenido en ^{18}O, sin que se modifique el contenido en D (Craig, 1963 y 1966; Gonfiantini *et al.*, 1973). Por otra parte, la intersección de la traza de una horizontal con la recta de las aguas meteóricas, representa los contenidos en ^{18}O y D de las aguas de infiltración antes de las reacciones de intercambio y, por lo tanto, permite discutir su origen (Fontes, 1976).

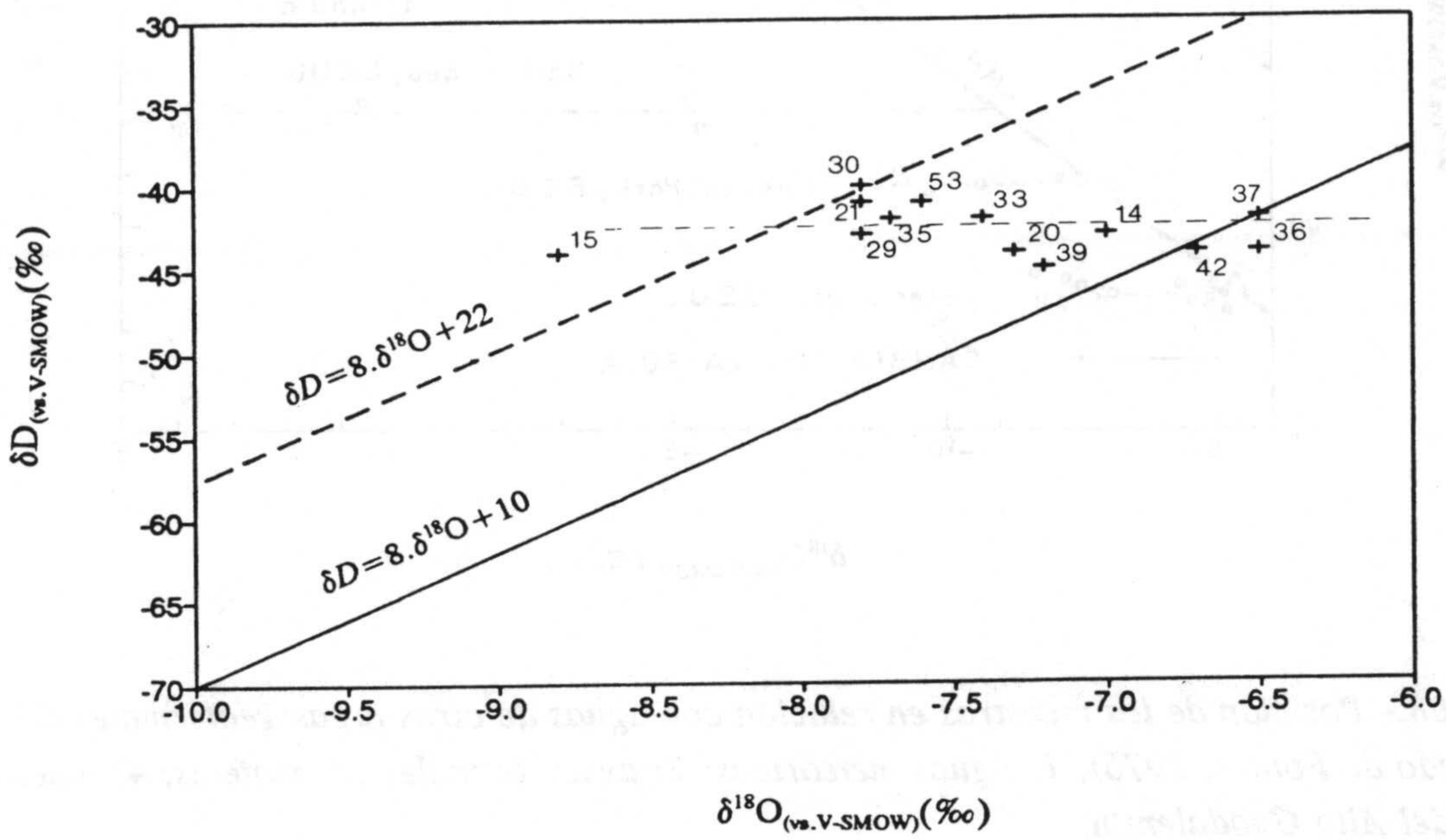


Figura 107.- Relación $\delta^{18}O$ y δD de las muestras tomadas en el acuífero (Agosto, 1991).

Fontes (1976) indica también que otro tipo de reacción que puede modificar los contenidos isotópicos es aquella en la que intervienen una fase gaseosa y líquida; así, la reacción:

$$C^{16}O_2 + H_2{}^{18}O \Leftrightarrow C^{18}O_2 + H_2{}^{16}O$$

supone un enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O (alrededor de un 40 % en el equilibrio, a 25 °C); por tanto, las aguas termales que se encuentran en contacto con grandes cantidades de CO_2 tenderán a empobrecerse en ^{18}O.

En la figura 108 se indica el trazado isotópico por intercambio geotérmico en algunos lugares con importantes manifestaciones geotérmicas y la posición que tienen las muestras tomadas en el acuífero del Alto Guadalentín. La posición que ocupan está relativamente próxima a las manifestaciones con altos contenidos en CO_2 de Toscana (Italia); además, las

aguas estarían sometidas a un intercambio isotópico que conduciría al enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O.

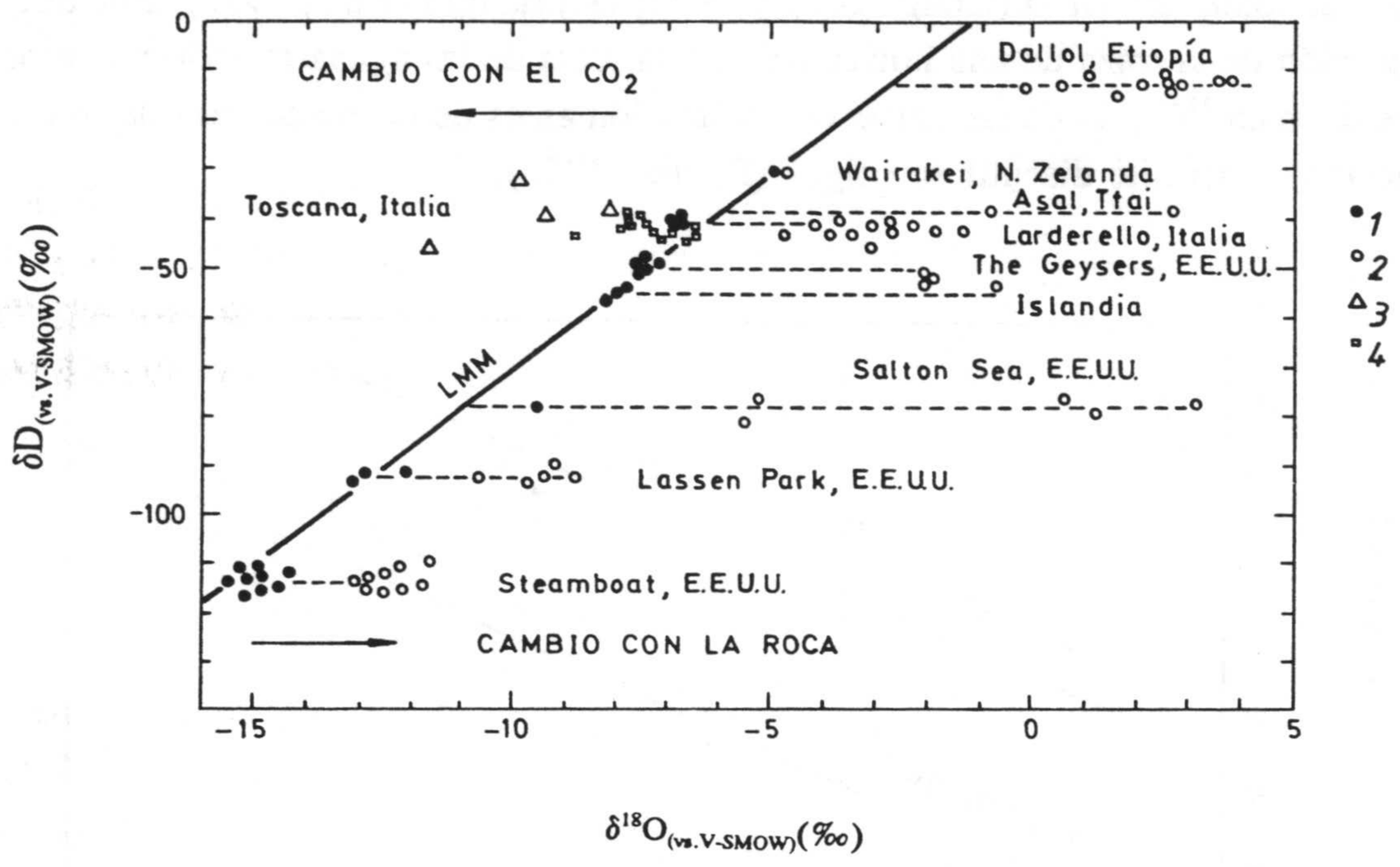


Figura 108.- Posición de las muestras en relación con aguas de otras áreas geotermales del mundo (Modificado de Fontes, 1976). 1: aguas meteóricas; 2: aguas termales; 3: mofetas; 4: muestras del acuífero del Alto Guadalentín.

De acuerdo con todo esto, los puntos representativos se distribuyen sobre una horizontal (figura 107) que pone de manifiesto dos características de las aguas. La primera, es que las aguas se encuentran sometidas a un intercambio geotérmico con la roca encajante (a pesar de que las temperaturas medidas en las surgencias son relativamente bajas), que si bien, producirían un enriquecimiento del agua en ^{18}O, la presencia de altos contenidos de CO_2 origina un cambio isotópico que conduce a un enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O (figura 108), y por lo tanto las aguas se empobrecen en este isótopo.

La segunda, es que las aguas están perfectamente homogeneizadas, como pone de manifiesto el contenido constante de D. La intersección de la recta definida por las muestras con la recta LMM, permitiría obtener un valor medio de ^{18}O y D, antes de que se produzca el intercambio, de -6,55 ($\pm$0,1) ‰ y -43 ($\pm$1) ‰ respectivamente, con lo que el exceso en deuterio sería de 9,4 ‰.

Estos resultados ponen de manifiesto el interés de la prospección isotópica para la

localización de circuitos geotérmicos. El efecto térmico, indicado por el cambio isotópico es difícil de evaluar en términos de temperatura, y por lo tanto, esta metodología es una simple indicación cualitativa que revela los circuitos calientes, tanto después del enfriamiento como, en algunos casos, después del proceso de mezcla (Fontes, 1976). Este trazado no es modificado por los fenómenos de disolución y precipitación, que sí pueden afectar a los geotermómetros geoquímicos.

Por último, en relación con el isótopo de ^{13}C, los valores determinados en los bicarbonatos de las muestras se encuentran comprendidos en el intervalo -3,8 ‰ y -8,1 ‰, lo que indicaría la existencia de un aporte de CO_2, no despreciable, de origen profundo (del manto y por resultado de procesos de termometamorfismo de las rocas carbonatadas presentes en el sustrato metamórfico del acuífero).

3.2. PROBLEMAS ORIGINADOS POR EL CO_2 DE LAS AGUAS

Las principales consecuencias negativas de las existencia de CO_2 en las aguas tiene lugar en los equipos de extracción y en las tuberías de los sondeos y conducciones; estas afecciones consisten en una corrosión rápida de los elementos metálicos, precipitación de carbonatos, pérdida de rendimiento en las bombas (los caudales se reducen considerablemente y en ocasiones toman más gas que agua, de tal modo que no llega el agua a la superficie) y rotura de las tuberías de impulsión por fenómenos de cavitación debido a las sobrepresiones creadas al acumularse gas en ellas (Comunidad autónoma de Murcia, 1987; Rodríguez Estrella *et al.*, 1989). Todos estos problemas pueden obligar a clausurar el sondeo (como sucedió con el sondeo 253920091).

En relación con las afecciones al suelo y plantas por el uso de las aguas para riego, éstas no parecen graves; así, existen cultivos que no presentan ningún problema -alfalfa- y otros que son bastante sensibles -almendro, peral y melocotonero- (Comunidad Autónoma de Murcia, 1987). En los suelos se deposita una costra de carbonato férrico que dificulta la aireación de las raíces, y las reacciones que tienen lugar entre el bicarbonato del agua y las sales depositadas en el terreno originan compuestos -como el bicarbonato sódico- nocivos para las plantas (Rodríguez Estrella *et al.*, 1989); por otro lado, no se debe olvidar que parte de estos efectos pueden ser debidos a los altos contenidos en boro, que en algunos casos presentan las aguas, y que son perjudiciales para ciertos tipos de cultivos (capítulo V).

Finalmente, las consecuencias económicas que han ocasionado los gases -aparte del problema de la sobreexplotación- son bastante importantes. Así, la disminución de caudales (frecuentemente del 30 %), las averías de los equipos de extracción (producidas generalmente cada tres meses y que han originado el abandono de más de veinte sondeos) y el aumento de

los costes de elevación del agua (los volúmenes extraídos contienen un volumen mínimo de gas del 30 %, que dan lugar a un incremento del costo en más de un 30%), han producido unas pérdidas mínimas aproximadas desde el año 1984 de 50 millones de pesetas, que aumenta a 70-80 millones de pesetas si se consideran los costes del tendido eléctrico y de los equipos de transformación y de elevación (Comunidad Autónoma de Murcia, 1987).

3.3. EL CO_2 DENTRO DEL CONTEXTO SISMOTECTÓNICO DEL ÁREA

Los distintos sistemas de fallas que afectan al área (Guadalentín, Palomares y Carboneras) están relacionados con la colisión de las placas Ibérica y Africana en el Mediterráneo Occidental (Coppier *et al.*, 1989), y ponen en contacto dos bloques de litosfera de diferente naturaleza y espesor (Banda y Ansorge, 1980). Estos sistemas dan origen a una importante inestabilidad sísmica en la región; así, Sanz de Galdeano y López Casado (1988) definen varias fuentes sísmicas de dirección SSW-NNE, que coinciden con los tres sistemas anteriores. Existe también una importante anomalía térmica, con gradientes de temperatura relativamente elevados, producto del importante adelgazamiento de la corteza, debido a lo cual, el límite entre ésta y el manto superior se encontraría próximo a 22 km y tendría una temperatura de casi 900 °C. La tectónica activa del área y el carácter profundo de los sistemas de fallas que le afectan, permitirían la pérdida de gases de la corteza inferior y del manto superior. También, estos grandes sistemas constituyen las vías de ascenso de fluidos hidrotermales, como se pone de manifiesto en el gran número de puntos termales que existen en sus trazas, y que a menudo se encuentran enriquecidos en iones metálicos y gases.

Del mismo modo, en el acuífero del Alto Guadalentín, la importancia de los diferentes accidentes tectónicos que existen, posibilita el desarrollo de un fenómeno de termalismo carbogaseoso; la existencia de un gradiente térmico elevado (la relación ^{18}O y D demuestra que se produce un cambio isotópico a alta temperatura) es, con bastante probabilidad, el responsable de un proceso de descarbonatación en profundidad y de una producción de CO_2. Por otra parte, las características fisicoquímicas de sus aguas muestran una mezcla entre aguas meteóricas y aguas de circulación profunda, de mayor temperatura y enriquecidas en determinados elementos minoritarios y trazas y en CO_2; la modificación de la carga hidráulica del acuífero, resultado de la sobreexplotación, permite el ascenso de este flujo hidrotermal (y del CO_2), desde el sustrato hacia el acuífero detrítico.

Estas manifestaciones carbogaseosas serían la continuación del *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental* (Mainsonneuve y Risler, 1979). Éste tiene una longitud de aproximadamente 3000 km y se extiende desde el extremo SE de la Península Ibérica, pasando por los Pirineos y el Arco Alpino, hasta alcanzar la antigua Yugoslavia. Esta zona se caracteriza por un hidrotermalismo con importantes manifestaciones de CO_2 libre. La

característica genética fundamental es el carácter endógeno del CO_2, relacionado con una importante actividad tectónica terciaria y cuaternaria (que genera estructuras en bloques fallados) y que permite la existencia de procesos de desgasificación de la corteza inferior y del manto superior; asociada a esta actividad neotectónica, se desarrolla un vulcanismo calcoalcalino, distinguiéndose áreas en las cuales éste se relaciona siempre con CO_2 de origen mantélico e infracrustal debido a la gran profundidad de las fracturas, y áreas donde éste se relaciona con CO_2 originado por el metamorfismo de rocas carbonatadas.

En este cinturón, las surgencias con anomalías carbogaseosas son particularmente importantes en rocas paleozoicas y precámbricas; también son abundantes en las áreas con sedimentos mesozoicos y terciarios, aunque las manifestaciones superficiales son menos comunes y conocidas debido a que, a menudo, no afloran (pero se identifican en sondeos realizados en acuíferos profundos).

Por otra parte, Maisonneuve y Risler (1979) señalan que la tendencia a la difusión espontánea de las aguas termales carbogaseosas en profundidad, da lugar a que las áreas hidrotermales con importantes manifestaciones de CO_2 no interesen como yacimientos geotérmicos de alta temperatura, sino como yacimientos geotérmicos de baja temperatura (en los cuales se encontrarían depósitos minerales dispersos y de baja concentración).

Finalmente, el *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental* estaría incluido dentro de una de las dos grandes áreas a nivel mundial con manifestaciones de CO_2 asociadas a zonas de sismicidad importante, y que se extiende por el centro y Sur de Europa hasta Asia Menor (Barnes *et al*, 1978). En ella, Las manifestaciones de CO_2 y los epicentros sísmicos más importantes se concentran en los límites de las principales placas, y muy probablemente sean el resultado de la interacción de éstas (Sibson, 1992); la resistencia al movimiento de estas placas activas se manifiesta en anomalías sísmicas y de temperatura. La generación de CO_2 es un proceso de más duración en el tiempo, comparado con el registro histórico de sismicidad, y así, puede ser utilizado como un parámetro de zonación sísmica regional (Barnes *et al.*, *op. cit.*).

CAPÍTULO VII: RESUMEN Y CONCLUSIONES

La Tesis Doctoral realizada sobre el acuífero del Alto Guadalentín ha permitido alcanzar un grado de conocimiento importante sobre aspectos muy variados y de gran interés, tanto científico como para la explotación y gestión del acuífero. Estos logros han sido posibles gracias al empleo de metodologías muy diversas, algunas de ellas resultado de las diferentes tendencias actuales sobre la investigación y caracterización de los procesos hidrogeoquímicos.

Dentro del ámbito específico de cada uno de los aspectos estudiados, sin hacer alusión a otros temas tratados y que sirvieron de apoyo a la investigación hidroquímica regional desarrollada, base del estudio que presento (tales como la recopilación de información y antecedentes y métodos experimentales), realizo un resumen de los aspectos más sobresalientes y destacando, en su caso, las principales conclusiones a las que he llegado.

El acuífero del Alto Guadalentín se encuentra situado en el extremo suroeste de la provincia de Murcia, tiene una superficie aproximada de 236 km^2 y comprende parte de los términos municipales de Lorca y Puerto Lumbreras. La captación de aguas subterráneas en este área es muy antigua. Inicialmente, el agua se obtenía en zonas superficiales, cuando el

nivel piezométrico original del acuífero se encontraba muy próximo a la superficie e incluso existían algunos puntos surgentes. A partir de 1960, y sobre todo en los últimos veinte años, tuvo lugar el desarrollo de una importante agricultura de invierno, extratemprana y de "primor", siendo ambas de gran valor económico. En este desarrollo jugó un papel destacado el agua subterránea; paralelamente, se produjo la incorporación de consumidores importantes de las zonas de Aguilas y de Pulpí, que carecían de recursos hídricos propios. Esto ocasionó un aumento importante de la demanda de agua que incrementó de forma notable la explotación de este recurso en la zona y, en general, sin ningún tipo de control.

Como consecuencia de todo ello se produjeron las primeras manifestaciones de sobreexplotación en el año 1972, pero no fue hasta el año 1979 cuando el Ministerio de Industria estableció un perímetro de protección para todo el acuífero, y que se mantuvo hasta el año 1983. A pesar de las medidas tomadas, el deterioro de la situación continuó. La aplicación de la Ley de Aguas, vigente desde 1986, permitió la declaración provisional de sobreexplotación del Sistema Acuífero del Alto Guadalentín, el 10 de Marzo de 1987 (BORM de 14 de Abril) y la elaboración de un Plan de Ordenación del acuífero. Casi paralelamente al problema de la sobreexplotación, se puso de manifiesto -en algunas captaciones- la contaminación del agua por gas, CO_2 principalmente, que originó, y todavía continúa produciendo, un conjunto de problemas en la captación y utilización del agua.

Geología

El área de estudio se encuentra dentro de las Cordilleras Béticas, en el sector oriental del Dominio de Alborán o Zonas Internas. Los materiales preorogénicos, que constituyen gran parte de los relieves circundantes de la depresión y de su sustrato pertenecen al Complejo Nevado-Filábride, a las Unidades Intermedias -representadas en el área de estudio por las unidades Sierra de Enmedio, Peña Rubia y Castillarejo-, al Complejo Alpujárride, al Complejo Maláguide, y finalmente al Bético indiferenciado. Este sustrato aflora al Norte, en la sierra de La Tercia; al Este, en la sierra de La Peña Rubia y en la sierra de La Torrecilla; al Sur, en la sierra de Enmedio; y por último, al sureste y Este, en la sierra de La Almenara.

Los materiales postorogénicos, y que también forman parte de los relieves circundantes y del relleno de la depresión, están constituidos por margas, margas con yeso, margas con areniscas, margas arenosas, areniscas, arenas margosas, conglomerados, pudingas, calizas, calcarenitas y riodacitas. Las edades están comprendidas entre el Messiniense y el Pleistoceno. El Cuaternario está representado por conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Al sureste, los sedimentos de la cuenca están conectados con los del acuífero de Pulpí.

En relación con los aspectos tectónicos, el área estudiada presenta dos características fundamentales: existencia de mantos de corrimiento y de grandes zonas de fractura que delimitan cuencas interiores. En una de estas cuencas, denominada Fosa del Guadalentín, se encuentra el acuífero del Alto Guadalentín, limitado al noroeste por el sistema de fallas del Guadalentín o de Lorca-Alhama de Murcia y al sureste por el sistema de fallas de Palomares-Almenara-Cartagena. La continuación hacia el Norte de ambos sistemas de fallas no se observa con claridad, pero el elevado flujo térmico que existe en la cuenca Norbalear, y que se prolonga hacia el SW por el mar, parece indicar un adelgazamiento cortical.

El conocimiento adquirido de la naturaleza de la corteza de las Cordilleras Béticas por diferentes métodos, muestra que su naturaleza es distinta a ambos lados de los sistemas de fallas del Guadalentín-Palomares-Carboneras. Basados en datos de perfiles sísmicos profundos, algunos autores interpretan que existe una importante intrusión de materiales del manto en la zona de corteza adelgazada, al Este de las fallas del Guadalentín-Palomares-Carboneras. El carácter profundo de los sistemas de fallas del Guadalentín y Palomares también se pone de manifiesto por los numerosos puntos termales que existen en sus trazas. Los sistemas de fallas citados producen en la región estudiada una cierta inestabilidad sísmica, origen de microterremotos y de terremotos de cierta importancia.

Geometría del acuífero

La importante actividad tectónica del área, que produce la compartimentación del sustrato en hosrt y grabens, permite, en ocasiones, que el relleno pliocuaternario repose directamente sobre el sustrato metamórfico; además, origina cambios bruscos en la litología de los materiales a distancias muy cortas. En el mapa de isopacas del relleno pliocuaternario, se pone de manifiesto que existirían dos áreas de mayor espesor de sedimentos; una se encontraría próxima al borde NW, paralela a este límite, y con más de 350 m; la otra, estaría cerca del borde SW y paralela a éste, también con más de 350 m. Por el contrario, hacia el centro del acuífero, se tendrían potencias relativamente menores, entre 200 y 300 m. Hacia la parte septentrional y extremo SSW del acuífero, la potencia del relleno disminuiría de forma importante, estando comprendida entre 100 y 200 en el primer caso, y entre 50 y 200 para el segundo.

El mapa de isopacas del sustrato margoso, muestra que las áreas de mayor espesor se sitúan próximas a los límites NW y SE del acuífero, donde se interpretan potencias superiores a los 600 metros, y sin que en ningún caso se detecte el sustrato metamórfico. En la zona central del acuífero aparecen los menores espesores, en general inferiores a 300 m, pudiendo encontrarse algunos sectores donde éste no existe. En el extremo Sur del acuífero (área de Almendricos), la potencia del sustrato margoso suele ser inferior a

300 m. También, se diferencian en el mismo mapa tres clases de materiales que constituirían el sustrato margoso: margas, margas con arenas y gravas, y margas con yeso. Las margas con arenas y gravas solo se encontrarían en el extremo NE del acuífero, mientras que los otros dos se distribuirían, en general, por el resto del acuífero, a excepción del extremo Sur (sector de Almendricos) donde únicamente aparecerían margas con yeso.

Por último, el **mapa de isohipsas del sustrato metamórfico,** muestra que existiría una **zona de horst central y dos áreas de fosa situadas a ambos lados (una próxima al borde NW y la otra cerca del límite SE) y donde este sustrato no se llega a detectar.** En relación con el horst central, se observan **sectores donde el sustrato metamórfico se encuentra a poca profundidad, inferior a 300 m,** lo que conlleva importantes implicaciones hidrogeoquímicas.

Climatología

La zona estudiada se encuentra dentro de la región de clima mediterráneo subdesértico. El índice de aridez anual de Martonne es de 10,8, y sitúa al sector muy próximo al límite entre estepa desértica y la zona de transición; el índice de aridez anual de Dantin Cereceda es de 5,8, y ubica el área próxima al límite entre zona árida y desértica. **La precipitación media anual es de 283 mm;** las precipitaciones medias máximas, a menudo concentradas en tormentas de unas pocas horas de duración, se producen durante los meses de Octubre-Noviembre y Marzo-Abril-Mayo (distribución bimodal), mientras que las mínimas tienen lugar durante los meses de verano (Julio y Agosto). **La temperatura media anual es de 16,8 °C,** siendo Enero el mes más frío y Agosto el más caluroso. **La evapotranspiración potencial media es de 862 mm/año,** mientras que la **evapotranspiración real está comprendida entre 236 mm/año y 269 mm/año,** según se considere un valor de la capacidad de campo de 50, 75 o 100 mm. Finalmente, **la lluvia útil está comprendida entre 17 mm/año y 47 mm/año.**

Hidrogeología

Las unidades pertenecientes al Complejo Nevado-Filábride están compuestas fundamentalmente por cuarcitas, micasquistos y mármoles; la existencia de discontinuidades, tales como fracturas, fisuras, esquistosidades, etc., y la acción sobre ellas de los procesos de alteración les puede asignar un comportamiento hidrogeológico acuícludo-acuitardo. Es conveniente recordar la existencia de los niveles de yeso en la base de los mármoles que, si bien tienen un comportamiento acuífero, al no ocupar una extensión importante su capacidad de almacenamiento es reducida, pero lo suficiente como para afectar a las características fisicoquímicas de las aguas.

Con respecto al Complejo Alpujárride, las pizarras, cuarcitas, filitas y micasquistos poseen un comportamiento acuícludo-acuitardo, y las dolomías y calizas dolomíticas acuífero. En relación con los materiales que forman las Unidades Intermedias, las pizarras, filitas, diabasas, metabasitas y cuarcitas tienen un comportamiento acuícludo-acuitardo, y las areniscas, calizas y dolomías poseen un comportamiento acuífero. El Complejo Maláguide, escasamente representado en el área, está formado principalmente por pizarras y cuarcitas con un comportamiento acuícludo-acuitardo, y por areniscas, conglomerados y calizas -que incluyen niveles de yeso- con un comportamiento acuífero. Finalmente, en relación con el Bético Indiferenciado, igualmente poco representado, las filitas y cuarcitas poseen un comportamiento acuícludo-acuitardo y las calizas acuífero. Los materiales terciarios tienen un comportamiento esencialmente acuícludo, aunque contienen algunos tramos permeables suceptibles de comportarse como acuitardos y/o acuíferos locales.

Los materiales detríticos cuaternarios -arenas, gravas y conglomerados- tienen un comportamiento hidrogeológico acuífero; localmente pueden encontrarse niveles limo-arcillosos con un comportamiento acuitardo-acuícludo. Todos ellos forman el relleno principal de la depresión y constituyen el acuífero propiamente dicho. Este se dispone discordante sobre el sustrato margoso y, en ocasiones, sobre el sustrato metamórfico; su potencia sobrepasa normalmente los 250 m y puede alcanzar localmente valores de 400-450 m (área comprendida entre Puerto Lumbreras y Lorca, aunque no existen sondeos que lo confirmen).

En la parte central del acuífero, destaca el **importante cono de depresión originado por el excesivo bombeo y que produce un gradiente inducido en esta dirección.** Aunque la morfología de las isopiezas cambia de un año a otro, se puede ver que inicialmente este cono coincidía con la localización de las mayores extracciones (áreas próximas a la Estación de Lumbreras), pero luego tiene lugar su desplazamiento progresivo hacia el borde occidental (área próxima al Llano de Béjar), debido a que en los últimos años la explotación del acuífero se ha concentrado aquí por la mejor calidad del agua. Además del anterior, se observa la **aparición de un nuevo cono de depresión, al Este de la carretera Lorca-Aguilas y en las proximidades de la rambla de Viznaga, originado también por la explotación por bombeo localizada en este sector del acuífero. La morfología de las isopiezas al sureste de Lorca indica la existencia de un umbral piezométrico muy constante,** y que coincide con la zona de regadío, llamado *tradicional*, del término de Lorca.

El descenso del nivel piezométrico en el acuífero fue continuo durante el período 1973-1976 (2,5 m/año); a partir del año 1976 tuvo lugar un aumento importante de la explotación de las aguas del acuífero, que provocó un incremento del ritmo de los descensos (4,5 m/año). La escasez de las precipitaciones a principios de los ochenta, que se prolonga hasta finales del año 1983, hizo que las extracciones por bombeo en el acuífero aumentaran

todavía más, fundamentalmente en el sector central (con un descenso medio de 10 m/año para el período 1984-1985); por el contrario, en el sector oriental, los bombeos desparecen o disminuyen al perder rendimiento las captaciones, provocando un descenso medio poco importante (1 m/año para el período 1986-1987). La extensión de las manifestaciones de gas en los sondeos del sector central, con los problemas que originan en la captación, provocó una disminución del volumen de explotación, de tal forma que el descenso del nivel piezométrico fue menor (4-7 m/año en el período 1986-1989). En el sector occidental, se incrementaron las extracciones al no existir manifestaciones de gas y ser el agua de mejor calidad, originándose un aumento notable en el descenso medio (12 m/año para el período 1986-1989).

Durante el **período de 1989-1992 se observa una reducción general en el ritmo de descensos del nivel piezométrico**, de tal forma que en algunos sondeos el nivel piezométrico se ha llegado a estabilizar, e incluso invertir su tendencia, **debido a la disminución y/o ausencia total del bombeo porque el deterioro de la calidad del agua ha alcanzado valores importantes -debido a su salinización y/o aumento notable del CO_2-, y también a que ha existido un aporte mayor de agua del Trasvase Tajo-Segura.** Con notables diferencias, **la explotación continúa siendo importante en el sector occidental del acuífero (descensos de 4-6 m/año) respecto a los sectores central (descensos de 2-3 m/año) y oriental (descensos de 1,5-2,5 m/año).**

La recarga del acuífero del Alto Guadalentín, proviene de la infiltración de la precipitación sobre la superficie del acuífero; también, de la infiltración de la escorrentía superficial del río Guadalentín y de las numerosas ramblas que vierten hacia el acuífero (principalmente la rambla de Nogalte), de las aguas residuales urbanas y de los excedentes de riego. El agua que se emplea para regar proviene del Trasvase Tajo-Segura, de los embalses de Puentes y de Valdeinfierno, y del propio acuífero. Actualmente, las salidas se deben a la explotación por bombeo. Los bombeos se realizan de forma intermitente y de acuerdo con las necesidades agrícolas y "económicas" del momento; además, éstos no se realizan de forma homogénea en el espacio y en el tiempo. En relación con la **determinación de los términos del balance hídrico general, la aproximación realizada a partir de los datos** meteorológicos, hidrológicos e hidrogeológicos disponibles, muestra que el **volumen de entradas está comprendido entre 7 y 47 hm^3/año** (año seco y año húmedo respectivamente), **el volumen de salidas se sitúa entre 28 y 30 hm^3/año; y la variación de la reserva se encuentra comprendida entre -23 y 19 hm/año** (año seco y año húmedo respectivamente).

Características fisicoquímica de las aguas

En relación con las **facies hidroquímicas de las aguas del acuífero,** en el muestreo

de Septiembre de 1989 existe un dominio de las mixtas, tanto en aniones como en cationes; le siguen en importancia las facies sulfatadas, cloruradas y magnésicas. Consecuencia de esto, es el **predominio de la facies mixtas dobles de tipo sulfatado-clorurado**. En relación con el muestreo de Abril de 1992, sucede algo similar, ya que también dominan las facies mixtas en aniones y cationes, seguidas de las cloruradas, sulfatadas y cálcicas. El resultado es, al igual que en el muestreo comentado anteriormente, un dominio de la facies mixtas dobles -sulfatadas y cloruradas-. **Los mapas de facies realizados muestran que la facies mixtas dobles -sulfatadas y cloruradas- dominan en gran parte del acuífero, con excepción de las áreas de Almendricos, Purias, Lorca, Hinojar y La Hoya, y que corresponden a las otras dos facies mayoritarias siguientes;** estas son las estrictamente sulfatadas y cloruradas, y ocupan una superficie y una distribución espacial similar en ambos muestreos. Finalmente, a pesar de la escasa representatividad global de la **facies estrictamente bicarbonatadas, éstas se muestran moderadamente dominantes en el sector central del acuífero** (área del Esparragal-Estación de Lumbreras-El Saladar).

La distribución temporal de la conductividad de las aguas subterráneas del acuífero **está comprendida entre 1000 y 7000 μS/cm.** El **aumento de la conductividad ha sido más importante en aquellos puntos donde la explotación es mayor. La distribución espacial de la conductividad,** en relación con la campaña de Septiembre de 1989, muestra que las **áreas con mayor conductividad se encuentran en el extremo NW del acuífero (más de 5000 μS/cm), la zona próxima a Lorca -y que coincide con el regadío tradicional- (superior a 6000 μS/cm), y, finalmente, el área correspondiente al Norte y Sur de Almendricos (mayor de 4000 μS/cm). Los valores más bajos de conductividad se sitúan en el extremo SW, en el área comprendida entre Puerto Lumbreras y el Llano de Béjar (inferior a 2000 μS/cm).**

Los resultados de los **análisis cluster y ACP de variables,** ponen de manifiesto que **existe un grupo principal que contribuye a la salinidad de las aguas: sulfatos, cloruros, sodio, magnesio, calcio, estroncio, litio y boro;** sin embargo, **ambos análisis reúnen a estas variables en dos familias distintas:** por un lado estarían conductividad, TSD, sulfatos, magnesio, calcio, estroncio y litio; y por otro cloruros, sodio, nitratos y boro. Esto sugiere un origen distinto para estas variables; así, **se diferenciaría el aporte de las aguas que han circulado por rocas evaporíticas predominantemente sulfatadas, de aquellas que lo han hecho por materiales evaparíticos fundamentalmente clorurados. La asociación del ion** nitrato **a las variables cloruro y sodio, indicaría también el aporte de aguas de infiltración,** afectadas por procesos de contaminación y de disolución de sales superficiales (cloruradas sódicas). **La separación de las variables bicarbonato, amonio y PCO_2, señala su origen diferente del resto de las variables, producto de la contaminación endógena de CO_2.**

Los resultados de los análisis cluster y ACP de observaciones agrupan a las

muestras en función de la mayor o menor salinidad de las aguas y del origen de ésta. Así, las muestras con valores importantes de conductividad y que tienen como ion principal al sulfato (en relación con la componente I), estarían relacionadas con la disolución de rocas evaporíticas, fundamentalmente sulfatadas; el grupo de muestras con salinidades también importantes, y donde los iones principales son el cloruro y el sulfato, estarían relacionados con las disolución de materiales evaporíticos de tipo sulfatado-clorurado e infiltración de aguas superficiales (como indica el ion nitrato). También, **diferencian aquellas muestras con importantes concentraciones en bicarbonatos y PCO_2, que estarían afectadas por un proceso de contaminación endógena por CO_2** (en relación con la componente II), y en donde puede aparecer como ion secundario en importancia el sulfato o el cloruro; y finalmente, un conjunto de muestras donde los procesos que afectan a todas las otras serían poco importantes. Finalmente, la componete III diferencia las muestras que presentan una mayor sobresaturación en calcita, de aquellas que lo están menos, resultado de un tiempo de circualción mucho más breve.

Calidad de las aguas

De acuerdo con los **criterios de los caracteres de calidad de las aguas para consumo público** establecidos por la legislación vigente, y en relación con la campaña de Abril de 1992, **todos los puntos superan la concentración máxima admisible en casi todos los parámetros considerados.** Teniendo en cuenta los parámetros para los cuales se establece una concentración recomendada, todos los puntos acuíferos superan los niveles guía establecidos para el calcio, potasio y cadmio; en relación con el cloruro, sólo el punto 62 (176 mg/l) tiene una concentración inferior a la máxima a partir de la cual pueden haber posibles efectos. Con respecto al ion nitrato, sólo los puntos 2, 3, 6, 25, 26 y 47 sobrepasan la concentración máxima establecida por la legislación vigente (50 mg/l). De acuerdo con esto, los puntos muestreados superan todos, o casi todos, los valores índice de potabilidad del agua.

En relación con la **calidad del agua para uso agrícola**, en general, **se trata de aguas cuya utilización implica un riesgo alto o muy alto de salinización del suelo**, por lo que es aconsejable su uso en cultivos seleccionados (muy tolerantes a las sales) y en suelos permeables, bien drenados y con exceso de agua para producir un buen lavado. En relación con el **riesgo de alcalinización, existe un número de puntos relativamente importante con riesgo medio-alto**, por lo que es necesario que exista un buen lavado del suelo donde se utilice este agua y, donde se alcancen valores altos de ion sodio, es preciso el uso de medidas correctoras (adición de materia orgánica) para no alcanzar el límite de toxicidad del sodio intercambiable. El contenido medio en ion boro en todos los puntos muestreados, en la cuatro últimas campañas, sobrepasa el límite de concentración recomendable para cultivos -de 0,3 mg/l-, excepto en los puntos 9, 12, 13, 16, 18, 28, 32, 34, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49,

50, 51, 53 y 61; sólo se supera el valor máximo para cultivos sensibles -de 0,75 mg/l (Catalán, 1981)- en los puntos 2, 4, 5, 6 y 10.

Las principales fuentes de contaminación en el acuífero son los residuos líquidos urbanos, los generados por la ganadería estabulada y los fertilizantes utilizados en la agricultura. Se ha detectado ion nitrito y amonio en las muestras analizadas, teniendo alguna de ellas concentraciones superiores al máximo admisible por la legislación vigente.

Estados de Equilibrio y Geotermometría

El análisis de los estados de equilibrio en las muestras tomadas en Abril de 1992 indica que están sobresaturadas con respecto al cuarzo, calcedonia, aragonito, calcita y dolomita, y subsaturadas con respecto a la anhidrita y halita. Con respecto a la cristobalita y yeso, la mayoría de las muestras se encuentran subsaturadas, y un menor número en equilibrio e incluso sobresaturadas. En lo que se refiere al resto de los minerales considerados, la mayoría de las muestras se encuentran subsaturadas en barita y celestina, y sobresaturadas en magnesita.

En relación con las fases mineralógicas carbonatadas, las láminas delgadas obtenidas de los depósitos encontrados en la boca de algunos sondeos -y que sólo se observan en aquellos con concentraciones altas en bicarbonatos y PCO_2 elevadas- muestran que la fase mineralógica precipitada es la calcita, que sería el resultado de un proceso de pérdida de CO_2 en condiciones superficiales.

La utilización de los diferentes goetermómetros plantea serias dificultades debido a que, en algunos casos, no se cumplen la condiciones originales necesarias para su correcta aplicación. A pesar de estos inconvenientes, y como primera aproximación, **las temperaturas de base indicadas por los geotermómetros empleados y la modelización de los estados de equilibrio en profundidad serían del orden de 100-160 °C.** Además, las temperaturas medidas en campo y la composición química de las aguas muestreadas, indican que existe una anomalía térmica, la cual estaría relacionada con la actividad tectónica y el adelgazamiento cortical que afectan al área estudiada.

El CO_2 de las aguas

En relación con las **características fisicoquímicas de las aguas con CO_2,** llama la atención, fundamentalmente, **la elevada concentración en bicarbonatos** (entre 900 y 2100 mg/l), **altas PCO_2** (entre 0,044 y 1,289 bares) y, en algunos casos, altas concentraciones de CO_2 (superiores a 1600 mg/l); en general, **la temperatura es alta** -superior a 25 °C-, **el pH es ácido y el dpH es positivo.** Otras características físicas son un **cierto grado de turbidez,**

olor desagradable (debido al amoníaco) y **sabor picante** (producido por el anhídrido carbónico). Todos **los puntos se encuentran situados sobre, o muy próximos, a las áreas donde el sustrato metamórfico se encuentra muy próximo a la superficie** (zona de horst), de acuerdo con los resultados de la reinterpretación de los datos de prospección geofísica.

Los datos analíticos (cedidos por la Comunidad Autónoma de Murcia) de los gases analizados en algunos puntos acuíferos con manifestaciones de CO_2, muestran que el gas mayoritario es el CO_2, con volúmenes superiores al 83 %, excepto en algunos sondeos donde predominan CO_2 y N_2, pudiendo ser el N_2 el gas principal; en todas las muestras se analizó SH_2 pero no se encontró contenido alguno. El análisis de los coeficientes de correlación entre los distintos gases analizados, permite destacar las correlaciones tan altas del CO_2 con el N_2 (-1,00) y el O_2 (-0,99), y la del N_2 con el O_2 (0,99).

La sobreexplotación, ha influido en el agravamiento de la contaminación por CO_2. Así, **a medida que progresaba la sobreexplotación se inició un descenso del nivel piezométrico que originó una disminución de la presión hidrostática por debajo de la PCO_2, y que favoreció el ascenso del gas desde el sustrato y zonas más profundas del acuífero hacia la superficie**; el mayor contenido de gas en las aguas se encuentra en los sectores donde el sustrato metamórfico está a una profundidad menor. A la vez que se produce este proceso, los sondeos captan agua de zonas más profundas y por tanto con mayor salinidad -que permite comprender porqué a medida que aumenta el CO_2 de las aguas, también se incrementa el contenido en otras sales-. También, he podido constatar que **existe un aumento del CO_2 en las aguas del acuífero a partir de una cierta profundidad, debido a que la presión hidrostática es superior a la PCO_2.**

En relación con los **datos isotópicos obtenidos, el $\delta^{18}O$ está comprendido entre -6,5 y -8,8 ‰, el δD se halla entre -40 y -45 ‰, el $\delta^{13}C$ se sitúa entre -3,8 y -8,1 ‰, y, por último, *d* se encuentra entre 8 y 27,4 ‰**. La representación de los valores encontrados de $\delta^{18}O$ y δD, pone de manifiesto una disposición de las muestras sobre una horizontal paralela al eje del $\delta^{18}O$, y que está relacionada con el efecto que producen las altas temperaturas de los campos geotérmicos sobre el ^{18}O.

El gráfico donde se representa el trazado isotópico por intercambio geotérmico de algunos lugares con importantes manifestaciones geotérmicas, permite ver que **las muestras se sitúan relativamente próximas a las manifestaciones con altos contenidos en CO_2 de Toscana** (Italia); además, **las aguas estarían sometidas a un intercambio isotópico que conduciría al enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O.** También, pone de manifiesto dos características de las aguas: la primera, es que **se encuentran sometidas a un intercambio geotérmico con la roca encajante** -a pesar de que las temperaturas medidas en las surgencias son relativamente bajas-, que si bien, producirían un enriquecimiento del agua en ^{18}O, **la**

presencia de altos contenidos de CO_2 origina un cambio isotópico que conduce a un enriquecimiento del CO_2 en ^{18}O, y por lo tanto las aguas se empobrecen en este isótopo; y la segunda, que las aguas están perfectamente homogeneizadas, como pone de manifiesto el contenido constante de D. La intersección de la recta definida por las muestras con la recta LMM, permitiría obtener un valor medio de ^{18}O y D, antes de que se produzca el intercambio, de -6,55 (±0,1) ‰ y -43 (±1) ‰ respectivamente, con lo que el exceso en deuterio sería de 9,4 ‰.

Los **valores del isótopo de ^{13}C** se encuentran **comprendidos en el intervalo -3,8 ‰ y -8,1 ‰, y señalarían la existencia de un aporte de CO_2, no despreciable, de origen profundo** (del manto y por resultado de procesos de termometamorfismo de las rocas carbonatadas presentes en el sustrato metamórfico del acuífero).

Con respecto a la **relación del CO_2 dentro del contexto sismotectónico del área**, en el acuífero del Alto Guadalentín existe un fenómeno de termalismo carbogaseoso, desarrollado gracias al sistema de fallas del Guadalentín que permite el ascenso de importantes aportes de CO_2 de origen profundo. Así, **las manifestaciones carbogaseosas encontradas serían la continuación del *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental*** -con una longitud de aproximadamente 3000 km-, que se extiende desde el extremo SE de la Península Ibérica, pasando por los Pirineos y el Arco Alpino, hasta alcanzar la antigua Yugoslavia. **A su vez, éste se encontraría incluido dentro de una de las grandes áreas a nivel mundial con manifestaciones de CO_2 y asociadas a zonas de sismicidad importante,** y que se extiende por el centro y Sur de Europa hasta Asia Menor.

BIBLIOGRAFÍA

ABIVEN, R. (1986): *Etude hydrochimique du fer et du manganèse dans l'aquifère alluvial d'Avignon (Vaucluse). Problèmes analytiques et facteurs de mobilisation*. Thèse 3° Cycle. Université d'Avignon, 122 p.

AELLEN, M. (1990): Le couloir de Pulpí, in *Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale*. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 195-206.

ALBERT BELTRÁN, J. (1979 a): Heat flow and Temperature Gradient Data from Spain, in *Terrestrial Heat Flow in Europe*. Cermâk y Rypach (Eds). Springer Verlag, 261-266.

ALBERT BELTRÁN, J. (1979 b): Estudio geotérmico preliminar de Navarra. ***II Simp. Nac. de Hidrogeología. Pamplona***, V: 511-529.

ALCARAZ, F. (1987): *La vegetación de España*. Ed. Serv. Publicaciones de la Univ. de Alcalá de Henares, 500 p.

ALIAS, L., SÁNCHEZ, G. y FERNÁNDEZ, M. (1982): Características de los factores edafogenéticos relativos a suelos de margas miocénicas de la provincia de Murcia. ***Anales de Edafología y Agrobiología***, XLI, 3-4: 475-495.

ÁLVAREZ, F. (1987): *La tectónica de la Zona Bética en la región de Aguilas*. Tesis Doct., Univ. Salamanca (inédita), 371 p.

ÁLVAREZ, F. y ALDAYA, F. (1985): Las unidades de la Zona Bética en la regíón de Aguilas-Mazarrón (prov. de Murcia). ***Estudios Geol.***, 41: 139-145.

ANÓNIMO (1982 a): Mapa de cultivos y aprovechamientos y memoria explicativa E. 1:50.000, Hojas n° 997 y 997 bis (Aguilas-Cope). ***Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación***. Madrid.

ANÓNIMO (1982 b): Mapa de cultivos y aprovechamientos y memoria explicativa E. 1:50.000, Hoja n° 975. ***Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación***. Madrid.

ANÓNIMO (1983): *Estudios sobre historia económica contemporánea de la Región de Murcia*. Ed. Consejo de Cámaras Oficiales de Comercio, Industria y Navegación de Murcia. Murcia, 256 p.

ANÓNIMO (1984): *Atlas geográfico de la provincia de Almería*. 100 p.

ANÓNIMO (1988): *El subsuelo como agente depurador de vertidos líquidos contaminantes*. Ed. Servicio Geológico, MOPU, n° 49, 71 p.

ANÓNIMO (1989): *Anuario estadístico de la Región de Murcia*. Ed. Consejería de Economía y Fomento. Murcia, 370 p.

ANÓNIMO (1992): *El agua, base del desarrollo de la Región de Murcia*. Ed. Consejo de Cámaras Oficiales de Comercio, Industria y Navegación de Murcia. Murcia, 131 p.

ASTM (1980): *Annual Book of ASTM Standard*. Part 31, Water. Ed. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.

ARANA, R., LÓPEZ, F., RUIZ, J., PÉREZ, C. y RODRÍGUEZ GORDILLO, J. (1988): Quimismo de los productos de alteración supergénica en los distritos mineros de Mazarrón y sierra Almagrera (SE España): aproximación estadística. ***Bol. Soc. Española de Mineralogía***, 41: 139-145.

ARANA, R., PÉREZ, C. y ORTÍZ, R. (1993): Explotaciones mineras e impacto ambiental en el sector de Mazarrón (Murcia). ***Cong. Problemática Geoambiental y Desarrollo***. Murcia, 811-834.

ARMIJO, R., BENKHELIL, J., BOUSQUET, J.C., ESTÉVEZ, A., GUIRAUD, R., MONTENAT, C., PAVILLON, M.J., PHILIP, H., SANZ DE GALDEANO, C. y VIGUIER, C. (1977): Les résultats de l'analyse structurale et de la néotectonique des littoraux. ***Bull. Soc. géol. France***, XIX, 3: 591-605.

ARNORSSON, S. (1983): Chemical equilibria in Iceland geothermal systems. Implications for chemical geothermometry investigations. ***Geothermics***, 12: 119-128.

ARNORSSON, S., SIGURDSSON, S. y SVAVARSSON, H. (1982): The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciation from 0 to 370 °C. ***Geochim. Cosmochim. Acta***, 46: 1513-1532.

AUQUÉ, L., SÁNCHEZ, V. y FERNÁNDEZ, J. (1986): Métodos geotérmicos en la determinación de la temperatura de base en aguas termales. ***Rev. Acad. Ciencias Zaragoza***, 41: 161-183.

AUQUÉ, L., FERNÁNDEZ, J. y TENA, M. (1988): Las aguas termales de Fitero (Navarra) y Arnedillo (Rioja). I. Análisis geoquímico de los estados de equilibrio-desequilibrio en las surgencias. ***Estudios Geol.***, 44: 285-292.

AUQUÉ, L., FERNÁNDEZ, J., TENA, M., MANDADO, J., GIMENO, M. y TOLOSA, P. (1989): Análisis de los estados de equilibrio termodinámico en el reservorio de las surgencias termales de Fitero (Navarra) y Arnedillo (Rioja). ***Rev. Soc. Geol. España***, 2: 125-132

AYORA, C., GARCÍA-VEIGAS, J. y PUEYO, J. (1994): X-ray microanalysis of fluid inclusions and its application to the geochemical modeling of evaporite basins. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 58: 43-55.

BACK, W. y HANSHAW, B. (1971): Geochemical interpretations of groundwater flow systems. ***W. C. Bull.***, 7, 5: 1008-1016.

BAILEY, R. (1994): Fluid trapping in mid-crustal reservoirs by H_2O-CO_2 mixtures. ***Mature***, 371: 238-240.

BAKALOWICZ, M. (1979): *Contribution de géochimie des eaux a la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification*. Thèse de Doct. d'Etat ès Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie. Paris, 269 p.

BAKALOWICZ, M. (1980): Un précieux informateur hydrogéologique: le système chimique CO_2-H_2O-carbonate. ***Coll. Cirstallisation, déformation dissolution des Carbonates***. Bordeaux, 11-23.

BAKALOWICZ, M. (1982): La géochimie isotopique des sédiments karstiques: apports, problèmes et perspectives. ***Ann. Sci. Univ. Besançon, Géologie, Mém.***, 1: 227-239.

BAKALOWICZ, M. (1983): La genèse de l'aquifère karstique vue par un geochimistel. ***Reun. Monográfica sobre el Karst-Lara 82***. Navarra, 159-147.

BAKALOWICZ, M. (1986): La karstification: processus, modèles et exemples. ***9º Cong. Intern. de Espelología***. España, 3: 59-63.

BAKALOWICZ, M. (1988): Geochimie des sources carbonatées des Corbières et formations de travertins. ***Les édifices travertineux et l'histoire de l'environnement dans le Midi de la France***. 17: 209-225.

BAKALOWICZ, M. (1990): Geochimie des eaux incrustante, formation des travertins et neotectonique: l'exemple des Corbières. ***Bull. Centre de Géomorphologie de Caen***. 38: 67-78.

BAKALOWICZ, M., FORD, D., MILLER, T., PALMER, A. y PALMER, M. (1987): Thermal genesis of dissolution caves in the Black Hills, South Dakota. ***Geol. Soc. America Bull.***, 99: 729-738.

BALANYÁ, J.C. y GARCÍA-DUEÑAS, V. (1987): Les directions structurales dans le Domaine d'Alborán de part et d'autre du Dètroit de Gibraltar. ***C. R. Acad. Sci. París***, 304 (II): 929-933.

BANDA, E. y ANSORGE, J. (1980): Crustal structure under the central and eastern part of the Betic Cordillera. ***J. Geophys. Res. Astr. Soc.***, 63: 515-521.

BANDA, E., GALLART, J., GARCÍA-DUEÑAS, V., DAÑOBEITIA, J. y MAKRIS, J. (1993): Lateral variation of the crust in the Iberian Peninsula: new evidence from the Betic Cordillera. ***Tectonophysics***, 221: 53-66.

BARNES, I., IRWIN, W. y WHITE, D. (1978): Global distribution of carbon dioxide discharges, and major zones of seismicity. ***Open File Report, U.S. Geol. Surv.***, 12 p.

BATARD, F., BILLET, C. y RISLER, J. (1979): Prospection de CO_2 d'origine profonde dans le Massif central français. ***Bulletin du B.R.G.M.***, III, 2: 157-164.

BATARD, F., BAUBRON, J., BOSCH, B., MARCÉ, A. y RISLER, J. (1982): Isotopic identification of gases of a deep origin in french thermomineral waters. ***Jour. Hydrol.***, 56: 1-21.

BAUBRON, J., BOSCH, B., HALFON, J., MARCÉ, A. y RISLER, J. (1976): Essai de caractérisation des gaz dissous dans les eaux thermominérales par analyse isotopique de l'argon, du gaz carbonique et du méthane, in *Résumé des principaux résultats scientifiques et techniques du Service géologique national*. Ed. BRGM. Paris, 93.

BLAVOUX, B. (1978): *Etude du cycle de l'eau au moyen de l'oxygène 18 et du tritium. Possibilités et limites de la méthode des isotopes du milieu en Hydrologie de la zone tempérée*. Thèse de Doctorat D'Etat ès Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie. Paris, 284 p.

BLAVOUX, B. y OLIVE, P. (1981): Radiocarbon dating of groundwater of the aquifer confined in the lower triassic sandstones of the Lorraine region, France. ***Jour. Hydrol.***, 54: 167-183.

BLAVOUX, B., DAZY, J. y SARROT-REYNAULD, J. (1982): Information about the origin of thermomineral waters and gas by means of environmental isotopes in eastern Azerbaijan, Iran, and southeast France. ***Jour. Hydrol.***, 56: 23-38.

BLAVOUX, B. y BERTHIER, F. (1985): Les originalités hydrogéologique et technologique des eaux minérales. ***Bull. Soc. Geol. France***, (8), I, 7: 1033-1044.

BLAVOUX, B. y DAZY, J. (1990): Caractérisation d'une province à CO_2 dans le bassin du sud-est de la France. ***Hydrogéologie***, 4: 241-252.

BOCCALETTI, M., GELATI, R., LOPEZ GARRIDO, A. C., PAPANI, G., RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, J. y SANZ DE GALDEANO, C. (1987): Neogene-Quaternary sedimentary-tectonic evolution of the Betic Cordillera. ***Acta Naturalia de l'Ateneo Parmense***, 23: 179-200.

BOINEAU, R. y MAISONNEUVE, J. (1971): Les sources minérales du Massif Central français et de leur cadre géologique. ***Simp. J. Jung: Géologie, géomorphologie et structure profonfe du Massif Central Français***. Clermont-Ferrand, 581-607.

CABEZAS, F., ESPEJO, J., SOLÍS, L., ANDREU, J., SAHUQUILLO, A. y CAPILLA, J. (1991): Metodología de los acuíferos destinados a la elaboración de los planes de ordenación en los acuíferos Alto y Bajo Guadalentín, Cresta del Gallo y Ascoy-Sopalmo (Cuenca del Segura. España). ***XXIII Cong. A.I.H. "Sobreexplotación de acuíferos***. Canarias, 351-354.

CALAFORRA, J.M. y PULIDO-BOSCH, A. (1989): Les gypses triassiques de Fuente Camacho et ses alentours, in *Reunion Franco-Espagnole sur les Karst Mediterrneens d'Andalousie Occidentale*. Delannoy, Díaz del Olmo y Pulido Bosch (Eds.), 67-82.

CARDENAL, F. (1991): *Hidrogeología del Borde N y W de la Sierra de Lújar (Provincia de Granada)*. Tesis Licenciatura, Univ. Granada (inédita), 150 p.

CASTILLO, A. (1986): *Estudio hidroquímico del acuífero de la Vega de Granada*. Ed. I.G.M.E. y Universidad de Granada, 658 p.

CASTILLO, A., VALLEJOS, A y CERÓN-GARCÍA, J.C. (1993): Sobre la hidroquímica de la cuenca del río Almanzora (Almería). ***Geogaceta***, 14: 15-17.

CASTILLO, A., CABRERA, J., FERNÁNDEZ, M., GARCÍA-VILLANOVA, B., HERNÁNDEZ, J., LAGUNA, J., NOGALES, R. y PICAZO, J. (1994): *Reutilización de aguas residuales*. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Salud, 255 p.

CATALÁN, J. (1981): *Química del agua*. Ed. Bellisco. Madrid, 423 p.

CERMÁK, V. (1982): Crustal temperature and mantle heat flow in Europe. ***Tectonophysics***, 83: 123-142.

CERÓN-GARCÍA, J.C. (1992): *Hidrogeoquímica del acuífero de la cubeta de Pulpí (Almería y Murcia)*. Cerón-García (Ed). Univ. de Granada, 168 p.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1991): Consideraciones sobre la geometría de un sector del acuífero de la cubeta de Pulpí (Almería). ***III Simp. sobre el agua en Andalucía***. Córdoba, I, 325-337.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1992 a): Consideraciones sobre la hidroquímica del acuífero de la cubeta de Pulpí (Almería). ***Estudios Geol.***, 48: 67-72.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1992 b): Características hidroquímicas de las aguas termominerales de los Baños de Alhama de Murcia (Murcia). ***Geogaceta***, 12: 40-42.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1993): Considérations géochimiques sur la contamination par le CO_2 des eaux thermominérales de l'aquifère surexploité de l'Alto Guadalentín (Murcie, Espagne). ***C. R. Acad. Sci. París***, 317 (II): 1121-1127.

CERÓN-GARCÍA, J.C., PULIDO-BOSCH, A. y PADILLA, A. (1993 a): Caracterización hidroquímica y análisis de los estados de equilibrio termodinámico en aguas termominerales de Alhama de Murcia (Murcia, España). ***Estudios Geol.***, 49: 49-61.

CERÓN-GARCÍA, J.C., PULIDO-BOSCH, A. y SÁNCHEZ MARTOS, F. (1993 b): Thermodynamic equilibria and base temperatures of the karstic waters in the middle and lower Andarax (Almería, Spain), in *Some Spanish Karstic Aquifer*. Pulido Bosch (Ed.). Univ. de Granada, 211-223.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1994): Evolución temporal y espacial de la contaminación por CO_2 en el acuífero del Alto Guadalentín (Murcia, España). ***Análisis y Evolución de la Contaminación de las Aguas Subterráneas***. Madrid, II: 39-50.

CERÓN-GARCÍA, J.C., PULIDO-BOSCH, A. y PADILLA, A. (1994): Caracterización hidroquímica de aguas termominerales contaminadas con CO_2, mediante iones minoritarios y trazas en el acuífero del Alto Guadalentín (Murcia, España). ***Rev. Soc. Geol. España.***, 6 (3-4): 165-176.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1995 a): Algunas consideraciones sobre aguas termominerales con CO_2 en los Guiraos (Sudeste de España). ***en preparación***.

CERÓN-GARCÍA, J.C. y PULIDO-BOSCH, A. (1995 b): Características hidroquímicas de aguas carbogaseosas en los Guiraos (Sudeste de España). ***en preparación***.

CERÓN-GARCÍA, J.C., PULIDO-BOSCH, A. y PADILLA, A. (1995): Consideraciones sobre el Karst termal de la Sima del Vapor (Alhama de Murcia, España). ***en preparación***.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA (1987): *Estudio para evaluar los problemas en relación con las surgencias gaseosas en captaciones de aguas subterráneas del Alto Guadalentín (Murcia)*. Ed. Dirección de Recursos Hidráulicos, 61 p.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA (1988): El sistema acuífero del Alto Guadalentín. ***II Seminario sobre gestión de acuíferos sobreexplotados y comunidades de usuarios: El Alto Guadalentín***. Murcia, 45 p.

CONESA, C., SOLÍS, L., SÁNCHEZ, R. y CABEZAS, F. (1994): Aplicación de técnicas de prospección geoeléctrica al estudio de la evolución de formas de drenaje y facies sedimentarias del Cuaternario en el valle del Alto Guadalentín. ***Cuad. de Geografía***, 55: 1-15.

COPPIER, G., GRIVEAUD, P., LAROUZIÈRE, F., MONTENAT, C. y D'ESTEVOU, P. (1989): Example of Neógene tectonic indentation in the Eastern Betic Cordilleras: The arc of Aguilas (Southeraster Spain). ***Geodinamica Acta***, 3, 1: 37-51.

CORTINA, J. (1981): Las transformaciones agrarias en Murcia. El proceso de proletarización del campesinado murciano. ***Areas 1***, 115-122.

CORTINA, J. y ZAPATA, M. (1984): Los cambios en el modelo agrario del litoral andaluz: el ejemplo de Pulpí. ***Bol. Inst. Estudios Almerienses***, 4: 37-51.

CRAIG, H. (1953): The geochemistry of the stable carbon isotopes. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 3: 53-92.

CRAIG, H. (1957): Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 12: 133-149.

CRAIG, H. (1961): Standard for reporting concentration of deuterium and oxygen-18 in natural waters. ***Science***, 133: 1833-1834.

CRAIG, H. (1963): The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas. in *Nuclear Geology in Geothermal Areas*. Tongiorgi (Ed.). Consiglio Nationale Delle Recherche. Pisa, 17-53.

CRAIG, H. (1966): Isotopic composition and origin of the Red Sea and Salton Sea Geothermal brines. ***Science***, 154: 1544-1548.

CRUZ-SANJULIÁN, J. y GARCÍA-ROSSELL, L. (1975): Termalismo en España meridional. ***Boletín Geológico y Minero***. 136 (II): 179-186.

CRUZ-SANJULIÁN, J. y GRANDA, J.M. (1979): Temperatura de base de las aguas termales de la provincia de Granada. ***II Simp. Nac. de Hidrogeología***. Pamplona, V: 547-568.

CRUZ-SANJULIÁN, J., GARCÍA-ROSSELL, L. y GRANDA, J.M. (1979): Nuevos datos sobre las aguas termales de la provincia de Granada. ***II Simp. Nac. de Hidrogeología***. Pamplona, V: 533-546.

CUSTODIO, E. (1983 a): Hidrogeoquímica, in *Hidrología Subterránea*. Custodio y Llamas. Ed. Omega. Barcelona, I: 1003-1095.

CUSTODIO, E. (1983 b): Principios básicos de química y radioquímica de aguas subterráneas, in *Hidrología Subterránea*. Custodio y Llamas. Ed. Omega. Barcelona, I: 175-246.

CUSTODIO, E. y DÍAZ, E. (1983): Calidad del agua subterránea, in *Hidrología Subterránea*. Custodio y Llamas. Ed. Omega. Barcelona, II: 1879-1962.

DABRIO, J. (1989): Asociaciones de facies en los fan deltas de las cuencas neógenas y cuaternarias de las Cordilleras Béticas Orientales. ***Geogaceta***, 6: 53-55.

D'AMORE, F, FANCELLI, R. y CABOI, R. (1987): Observation on the application of chemical geothermometers to some hydrothemal systems in Sardinia. ***Geothermics***, 16: 271-282.

DAVIS, J. (1984): *Statistics and Data Analysis in Geology* (2ª ed.). Ed. Wiley. New York, 550 p.

DAZY, J., SARROT-REYNAULD, J. y BLAVOUX, B. (1984): Données nouvelles sur quelques sources carbo-gazeuses du Sud-Est de la France. ***108e Cong. Nation. Sociétés savantes***. Grenoble, Sciences, I, 235-251.

DES-MARAIS, D., STALLARD, M., NEHRING, N. y TRUESDELL, A. (1988): Carbon isotope geochemistry of hydrocarbons in the Cerro Prieto geothermal field, baja California Norte, Mexico. ***Chemical Geology***, 71: 159-167.

DÍAZ DE FEDERICO, A., TORRES-ROLDÁN, R. y PUGA, E. (1990): The rock-series of the Betic substratum, in *Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale*. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 19-20.

DÍAZ, E., PADILLA, A. y PULIDO-BOSCH, A. (1984): Aplicación del análisis de sensibilidad a la interpretación automatizada de sondeos eléctricos verticales. ***I Congreso Español de Geología, Segovia***, IIII: 319-311.

DÍAZ, J., GALLART, D., CÓRDOBA, D., SENOS, L., MATÍAS, L., SURIÑACH, E., HIRN, A. y MAGUIRE, P. (1993): A deep seismic sounding investigation fo lithospheric heterogeneity and anisotropy beneath the Iberian Peninsula. ***Tectonophysics***, 221: 35-51.

DOMENICO, P. y SCHWARTZ, F. (1990): *Physical and Chemical Hydrogeology*. Ed. Wiley International, 824 p.

DREVER, J. (1982): *The geochemistry of natural waters*. Ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 388 p.

ELLIS, A. (1970): Quantitative interpretation of chemical characteristics of hydrothermal systems. ***Geothermics***, 2: 516-528.

ESPINOSA, J., GORDILLO, A. Y PÉREZ, A. (1973): Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Hoja nº 997 (25-40) (Aguilas). Memoria explicativa por J.S. Espinosa, J.M. Martín, J.M. Martín y M. Pereda, 22 p. (1974), ***Instituto Geológico y Minero de España***. Madrid.

FERNÁNDEZ, J., AUQUÉ, L., SÁNCHEZ CELA, V. y GUARAS, B. (1988): Las aguas termales de Fitero (Navarra) y Arnedillo (Rioja). II. Análisis comparativo de la aplicación de técnicas geotermométricas químicas a aguas relacionadas con reservorios carbonatado-evaporíticos. ***Estudios Geol.***, 44: 453-469.

FLEYFEL, M. (1979): *Etude hydrologique, géochimique et isotopique des modalités de minéralisation du carbone dans la zone d'infiltración d'un aquifère karstique: le Baget (Pyrénées Ariégeoises)*. Thèse de Doct. d'Etat ès Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie. Paris, 221 p.

FONTES, J. (1976): *Isotopes du milieu et cycles des eaux naturelles: quelques aspects*. Thèse de Doctorat D'Etat ès Sciences Naturelles. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 208 p.

FONTES, J. (1978): Hydrogéologie, un champ privilégié de l'application des isotopes du milieu: l'âge des eaux souterraines. ***I.H.E.S. Simposium***. Montpellier, 39.

FONTES, J. y GARNIER, J. (1976): Correction des activités apparentes en ^{14}C du carbone dissous: estimation de la vitesse des eaux en nappes captives (Résumé). ***C. R. Réun. Ann. Sc. Terre***. Paris, 170.

FOUILLAC, C. (1983): Chemical geothermometry in CO_2-rich thermal waters. Example of the french Massif Central. ***Geothermics***, 12 (2-3): 149-160.

FOUILLAC, C. y MICHARD, G. (1979): Estimation des températures des réservoirs alimentant les sources thermales de Limage. ***C.R. Acad. Sci. Paris*** B: 289-292.

FOURNIER, R y TRUESDALL, A. (1970): Chemical indicators of subsurface temperature applied to hot springs waters of Yellowstone National Park (Wyoming, USA). ***Geothermics***, 2: 259-235.

FOURNIER, R., WHITE, D. y TRUESDALL, A. (1974): Geochemical indicators of subsurface temperatura. ***Jour. Research. U.S. Geological Survey***, 3: 259-262.

FRANCES, F., ANDREU, J., CAPILLA, J. y SAHUQUILLO, A. (1992): Mathematical models to analyze groundwater recharge and overexploitation for the Guadalentín valley aquifer, in Spain. ***Selected Papers on Aquifer Overexploitation. IAH***, 3: 265-277.

GALLART, J., VIDAL, N., DAÑOBEITIA, J. y the ESCI-VALENCIA TROUGH WORKING GROUP (1994): Lateral variations in the deep crustal structure at the Iberian margin of the Valencia trough imaged from sismic reflection methods. ***Tectonophysics***, 232: 59-75.

GARCÉS, J., TENA, J.M., AUQUÉ, L., GIMENO, M.J. y MANDALO, J. (1991): Variación de los índices de saturación en función del cálculo de coeficientes de actividad. Su aplicación a las fases mineralógicas de las lagunas de Monegros (Zaragoza, España). ***Estudios Geol.***, 47: 305-315.

GARCÍA DUEÑAS, V., BANDA, E., TORNÉ, M., CÓRDOBA, D. y ESCI-BÉTICAS WORKING GROUP (1994): A deep seismic reeflection survey across the Betic Chain (southern Spain): first results. ***Tectonophysics***, 232: 77-89.

GARCÍA-ROSSELL, L. y MARTÍN, M. (1993): Aguas termales y mineromedicinales en cuevas del Almanzora, in *Recursos Naturales y Medio Ambiente de Cuevas del Almanzora*. Ed. Instituto de Estudios Almerienses y Ayuntamiento de Cuevas del Almanzora. Almería, 262 p.

GARCÍA VEIGAS, J., ORTÍ, F. y ROSELL, L. (1991): Mineralogía y petrología de la formación salina del Messiniense de Lorca. ***Bol. Soc. Española de Mineralogía***, 14-1: 122-123.

GARCÍA VEIGAS, J., ORTÍ, F., ROSELL, L. y INGLÉS, M. (1994): Caracterización petrológica y geoquímica de la Unidad Salina messiniense de la cuenca de Lorca (sondeos S4 y S5). ***Geogaceta***, 15: 78-81.

GAUYAU, F., BAYER, R., BOUSQUET, J., LACHAUD, J., LESQUER, A. y MONTENAT, C. (1977): Le prolongement de l'accident d'Alhama de Murcia entre Murcia et Alicante (Espagne méridionale). ***Bull. Soc. géol. France***, XIX (3): 623-629.

GIGGENBACH, W. (1981): Geothermal mineral equilibria. ***Geochim. et Cosmoch. Acta***, 45: 393-410.

GIGGENBACH, W. (1988): Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. ***Geochim. et Cosmoch. Acta***, 52: 2749-2765.

GONFIANTINI, R. (1978): Standards for stable isotope measurements in natural compounds. ***Nature***, 271: 564-536.

GONFIANTINI, R., BORSI, S., FERRARA, J. y PANICHI, C. (1973): Isotopic composition of waters from the Danakil depression (Ethiopia). ***Earth Planet. Sci. Letters***, 18, 1: 13-21.

GOLLONET, F. y CASTILLO, E. (1986): Climatología del Norte de la provincia de Almería. Consideraciones sobre el cálculo de lluvia útil en clima árido y semiárido. ***II Simposio sobre el agua en Andalucía***. Granada, II: 601-617.

GOROSTIZAGA y DUPUY DE LOME (1930): Acerca del alumbramiento de aguas subterráneas en Lorca, Totana, Alhama y Mula. ***II Seminario sobre gestión de acuíferos sobreexplotados y comunidades de usuarios: Alto Guadalentín (1988)***. Murcia, 27 p.

GRANDA, J. (1978): *Estudio geoquímico de aguas termales de España meridional*. Tesis Doct., Univ. Bilbao (inédita), 263 p.

GRANDA,J., MARTÍN, A. y GARCÍA-ROSSELL, L. (1979 a): Estudio geoquímico de aguas termales de España meridional. I. Marcroconstituyentes. ***II Simp. Nac. de Hidrogeología***. Pamplona, V: 589-611.

GRANDA, J., MARTÍN, A. y GARCÍA-ROSSELL, L. (1979 b): Estudio geoquímico de aguas termales de España meridional. II. Microconstituyentes. ***II Simp. Nac. de Hidrogeología***. Pamplona, V: 613-631.

GRIVEAUD, P., COPPIER, G., MONTENAT, C. y OTT D'ESTEVOU, P. (1990): Les néogène des sierras d'Aguilas, in *Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale*. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 221-238.

GRILLOT, J., BOUSQUET, J., PHILIP, H. y DAZY, J. (1983): Hydrothermalisme carbo-gazeux, radioactivité et sismotectonique: exemple du Languedoc-Roussillon (France). ***Hydrogéologie-Géologie de l'ingénieur***, 4: 313-320.

GRILLOT, J. y BLAVOUX, B. (1986): Approche géologique et géochimique des eaux minérales carbo-gazeuses: quelques exemples du S.E. de la France (eaux minérales carbo-gazeuses). ***Jour. Français Hydrol.***, 17, 3: 263-272.

GROUPE DE RECHERCHE NEOTECTONIQUE DE L'ARC DE GIBRALTAR (1977): L'historie tectonique récente (Tortonien à Quaternaire) de l'Arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alborán. ***Bull. Soc. Géol. France***, XIX (3): 575-614.

GUILLÉN MONDÉJAR, F., ARANA, R. y LÓPEZ AGUAYO, F. (1994): La evolución espacio-temporal de la cuenca de Lorca (Murcia). Aspectos geológicos y mineralógicos básicos. ***II Congreso del Grupo Español del Terciario***. Jaca (Huesca), 129-132.

HARVEY, A. (1986): Quaternay erosional and depositional landform systems in southeast Spain. ***Estudios Sobre Geomorfología del Sur de España***. Murcia, 137-139.

HEM, D.J. (1970): *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. Geological Survey Water-Supply Paper 1473. Washington, 363 p.

HERAS, R. (1976): *Hidrología y recursos hidráulicos*. Ed. D.G.O.H., Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 1588 p.

HERNÁNDEZ, J., LAROUZIÈRE, F., BOLZE, J. et BORDET, P. (1987): Le magmatisme néogène bético-rifain et le couloir de décrochement trans-Alborán. ***Bull. Soc. Géol. France***, 2: 257-267.

IAEA (1981): Statistical treatment of environmental isotope data in precipitacción, in *Technical Report Series nº 206*. International Atomic Energy Agency. Vienna, 225 p.

IGME (1973): Mapa metalogenético de España y memoria explicativa E. 1:200.000, Hoja nº 84-85, (Almería-Garrucha). Ed. Serv. Pub. Ministerio de Industria. Madrid.

IGME (1974): Campaña de bombeos de ensayo en el Alto Guadalentín. *Estudio Hidrogeológico del Bajo Segura*. Informe técnico nº 13.

IGME (1975 a): Mapa metalogenético de España y memoria explicativa E. 1:200.000, Hoja nº 79, (Murcia). Ed. Serv. Pub. Ministerio de Industria. Madrid.

IGME (1975 b): Estudio hidrogeológico de la cuenca Sur (Almería). *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas*. Informe técnico.

IGME-IRYDA (1978): Investigación hidrogeológica de la cuenca baja del Segura: El valle del Guadalentín. *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas*. Informe técnico nº 5, 122 p.

IGME (1979): *Estudio preliminar de los gases de las manifestaciones geotérmicas de Cataluña*. Informe interno nº 719, 10 p.

IGME (1980 a): Calidad de las aguas subterráneas en la cuenca baja del Segura y costeras de Alicante. *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas*. 77 p.

IGME (1980 b): *Informe hidrogeológico de la Cubeta de Pulpí (Almería)*. Informe interno nº 30.540, 18 p.

IGME (1983): *Prospección geotérmica preliminar en el área de la Fuensanta-Velez Rubio-Lorca-Alhama de Murcia*. Informe interno nº 844, Tomos I, II, III y IV.

IGME (1984): *Trabajos geoeléctricos de apoyo a investigaciones hidrogeológicas en diversas cuencas: Zona de Pulpí (Almería)*. Informe interno nº 40.236.

IGME (1985 a): *Inclusión de los datos de campo de Lorca (Murcia) en el estudio geofísico de Pulpí-Puerto Lumbreras*. Informe interno nº 40.264.

IGME (1985 b): *Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España*. 243 p.

IGME (1985 c): Mapa Hidrogeológico de España E. 1:200.000, Hoja nº 79, I y II (Murcia). Ed. IGME. Madrid.

IGME (1985 d): *Segunda fase de la investigación de las posibilidades de existencia de energía geotérmica en la comarca de Mazarrón-Aguilas (Murcia)*. Informe interno nº 866, 15 p.

IGME (1987): Mapas previsores de riesgos de inundaciones en núcleos urbanos. Serie: Geología Ambiental. Ed. Sev. Pub. Ministerio de Industria. Madrid, 53 p.

IGME (1988): *Estudio de la posible contaminación de las aguas subterráneas en Lorca, por los vertidos de aguas cromadas de Sacur S.A.*, 16 p.

IVANOV, V., KONONOV, V. y SUGROBOV, V. (1968): Main regularities of the formation of hydrothermal waters in the regions of recent volcanism. ***XXIII Intern. Geol. Congress***. Praga, 17: 151-160.

JUNTA DE ANDALUCIA/ENADIMSA (1985): Mapa geológico-minero de Andalucía E. 1: 400.000. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Economía e Industria y Dir. Gral. de Industria, Energía y Minas.

KAMPSCHUUR, W., LANGENBERG, C., RONDEEL, H., ESPEJO, J., CRESPO, A. Y PIGNATELLI, R. (1973): Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Hoja nº 953 (25-38)(Lorca). Memoria explicativa por C.G. Egeler, H.E. Rondeel y R. Pignatelli, 41 p. (1981). IGME. Ed. Sev. Pub. Ministerio de Industria. Madrid.

KHARAKA, Y., AMBATS, G., EVANS, W. y WHITE, F. (1988 a): Geochemistry of water at Cajon Pass, California: preliminary results. ***Geophysical Research Letters***, 15, 9: 1037-1040.

KHARAKA, Y., WHITE, L., AMBATS, G. y WHITE, F. (1988 b): Origin of subsurface water at Cajon Pass, California. ***Geophysical Research Letters***, 15, 9: 1049-1052.

KHARAKA, Y., GUNTER, W., AGGARWAL, P., PERKINS, E. y DEBRAAL, J. (1988 c): *SOLMINEQ.88, a computer code for geochemical modeling of water-rock interactions*. U.S. Geol. Surv., Open File Report, 419 p.

KHARAKA, Y. y MARINER, R. (1989): Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins, in *Thermal history of sedimentary basins*. Ed. Springer-Verlag. New York, 99-117.

KHARAKA, Y., EVANS, W. y RILEY, F. (1989): The application of isotopes to the origin of water and gases along the San Andreas Fault, California. ***American Geophysical union Fall Meeting***. San Francisco.

KING, C., WALKINGSTICK, C. y BASLER, D. (1991): Radon in soil gas along active faults in central California, in *Fiel Studies of radon*. Gundersen y Wanty (Eds.). U.S. Geological Survey Bulletin. Washington, 77-143.

KRAJCA, J. (1979): Prospection des gaz dans les eaux. ***Bulletin du B.R.G.M.***, III (2): 191-197.

LAROUZIÈRE, F., BOLZE, J., BORDET, P., HERNÁNDEZ, J., MONTENAT, C. y OTT D'ESTEVOU, P. (1986): Differénts aspects d'un cisaillement lithophérique: le segment bétique du couloir de décrochemente trans-Alboran au Miocène supérieur. ***11ª Réun. Sci. Terre (Clermont-Ferrand); Soc. Géol. France***, 106.

LAROUZIÈRE, F., BOLZE, J., BORDET, P., HERNÁNDEZ, J., MONTENAT, C. y OTT D'ESTEVOU, P. (1988): The Betic segment of the lithospheric Trans-Alboran shear zone during the late Miocene. ***Tectonophysics***, 152: 41-52.

LAROUZIÈRE, F. y OTT D'ESTEVOU, P. (1990): Les bassins d'Hinojar et de Mazarrón, in: ***Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale***. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 207-220.

LICO, M., KHARAKA, Y., CAROTHERS, W. y WRIGHT, V. (1982): Methods for collection and analysis of geopressured geothermal and oil fiel waters. ***Geological Survey Water-Supply Paper 2194***. U.S. Geol. Surv., 21 p.

LIND, A. (1977): Nitrate reduction in the subsoil. ***Progress in water technology. New York***, 8 (4-5): 119-128.

LLAMAS, J. (1993): *Hidrología general*. Ed. Univ. del País Vasco. Bilbao, 635 p.

LÓPEZ, J. y LÓPEZ, A. (1959): El clima de España según la clasificación de Köppen. ***Rev. Estudios Geográficos***, XX: 167-188.

LÓPEZ AGUAYO, F. y ARANA, R. (1987): Alteración supergénica de sulfuros en algunos yacimientos del SE de España. ***Estudios Geol.***, 43: 117-125.

LÓPEZ AGUAYO, F., PÉREZ C., ORTÍZ, R. y ARANA, R. (1992): Composición química de las aguas de lixiviación minera en el cabezo de San Cristóbal (Mazarrón, Murcia). ***Rev. Soc. Geol. España***, 5: 73-79.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1986): Evaluación de la erosión hídrica en las áreas receptoras de los embalses de la cuenca del Segura. Aplicación de la U.S.L.E. ***Estudios Sobre Geomorfología del Sur de España***. Murcia, 93-99.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y GUTIÉRREZ, J. (1982): Estimación de la erosión y aterramientos de embalses en la cuenca hidrográficaa del río Segura. ***Cuadernos de Investigación Geográfica***. Esc. Univ. de la Rioja, Logroño, VIII: 3-18.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y TORCAL, L. (1986): Procesos de erosión en túnel (piping) en cuencas sedimentarias de Murcia (España). Estudio preliminar mediante difracción de rayos X y microscopio electrónico de barrido. ***Papeles de Geografía Física***, 11: 7-20.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y ROMERO, M.A. (1989): Piping erosion and badland development in south-east Spain. ***Catena Supplement***, 14: 59-73.

LÓPEZ ONTIVEROS, A. (1990): El campo de Lorca y el corredor del Guadalentín, in: ***Conocer España***. Ed. Salvat. Barcelona, 9: 858-863.

LÓPEZ RUIZ, J. y RODRÍGUEZ, E. (1980): La región volcánica neógena del sureste de España. ***Estudios Geol.***, 36: 5-63.

LÓPEZ RUIZ, J., RODRÍGUEZ, E. y ARROYO, A. (1984): Los óxidos de Fe-Ti de las rocas calcoalcalinas del sureste de España. ***Estudios Geol.***, 40: 269-279.

LÓPEZ VERA, F. (1991): Isótopos estables. Una nueva era en el campo de los trazadores. ***Mundo Científico***, 11, 110: 124-132.

MAHON, W. (1970): Chemistry in the exploration and explotation of hydrothemal systems. ***Geothermics. Special Issue***, 2: 1310-1322.

MAISONNEUVE, J. (1982): Les circulations thermales: thermalité et effet de gas lift. ***Les eaux themominérales. AGSO***. Luchon.

MAISONNEUVE, J. y RISLER, J. (1979): La ceinture péri-alpine "carbo-gazeuse" de l'Europe occidentale. ***Bulletin du B.R.G.M.***, III, 2: 109-120.

MALDONADO, A. y ROZYCKI, A. (1986): Anomalía geotérmica en Sierra Almagrera (Almería). ***II Simposio sobre el agua en Andalucía***, I: 393-402.

MARINI, L., CHIODINI, G. y CIONI, R. (1986): New geothermometers for carbonate-evaporite geothermal reservoirs. ***Geothermics***, 15: 77-86.

MARTÍN, A. (1983) Componentes primarios del ciclo hidrológico, in *Hidrología Subterránea*. Custodio y Llamas. Ed. Omega. Barcelona, I: 281-350.

MARTÍN VIVALDI, J., ESPINOSA, J. Y PÉREZ, A. (1973): Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Hoja nº 975 (25-39)(Puerto Lumbreras). Memoria explicativa por J.S. Espinosa, J.M. Martín y M. Pereda, 14 p. (1974). IGME. Ed. Sev. Pub. Ministerio de Industria. Madrid.

MARTÍN ESCORZA, C. y LÓPEZ, J. (1988): Un modelo geodinámico para el volcanismo neógeno del sureste ibérico. ***Estudios Geol.***, 44: 243-251.

MARTÍN PENELA, A.J. (1994): Pipe and gully systems development in the Almanzora Basin (Southeast Spain). ***Z. Geomorph. N. F.***, 38 (2): 207-222.

MARTÍN PENELA, A.J. y JIMÉNEZ, M.A. (1990): Erosion por piping y desarrollo de la vegetación en campos abandonados de la cuenca del río Almanzora (provincia de Almería). ***I Reun. sobre el Medio Ambiente en Andalucía***. Córdoba, 211-217.

MARTÍNEZ DÍAZ, J. y HERNÁNDEZ, J. (1991): Reactivación de la falla de Alhama de Murcia (sector de Lorca-Totana): cinemática y campos de esfuerzos desde el Messiniense hasta la actualidad. ***Geogaceta***, 9: 38-42.

MARTÍNEZ DÍAZ, J. y HERNÁNDEZ, J. (1992): Geometría y cinemática de la zona de cizallamiento Lorca-Totana (falla de Alhama de Murcia). ***III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología***. Salamanca, II: 420-430.

MARTÍNEZ FRÍAS, J. (1991): Sulphide and sulphosalt mineralogy and paragenesis from the sierra Almagrera veins, Betic Cordillera (SE Spain). ***Estudios geol.***, 47: 271-279.

MARTÍNEZ FRÍAS, J. y LUNAR, R. (1992): Mineralizaciones hidrotermales submarinas. ***Mundo científico***, 128, 12: 808-815.

MARTÍNEZ FRÍAS, J. y BENITO, R. (1993): Caracterización geoquímica de los depósitos ferromanganesíferos de Las Herrerías (SE Ibérico). ***Geogaceta***, 14: 150-152.

MARTíNEZ RAYA, A. (1986): Estudio sobre el contenido de boro en aguas de riego de la cuenca del bajo Andarax. ***II Simposio sobre el agua en Andalucía***, II: 125-134.

MELLOUL, A. y COLLIN, M. (1992): The prinipal components statistical method as a complementary approach to methods in water quality factor identification; application to the Coastal Plain Aquifer of Israel. ***Journal of Hydrology***, 140: 49-73.

MERCIER-BATARD, F. y RISLER, J. (1982): Les gaz associés aux eaux themominérales. ***Presse thermale et climatique***, 119, 3: 139-149.

MERINO, E. (1975): Diagenesis in Tertiary sandstones from Kettleman North Dome, California. II. Interstitial solutions: distribution of aqueous species at 100 °C and chemical relation to diagenetic mineralogy. ***Geochim. Cosmochim. Acta***, 39: 1629-1645.

MERLIVAT, L. y JOUZEL, J. (1979): Global climatic interpretation of deuterium, oxygen-18 relationship for precipitation. ***J. Geophys. Res.***, 84: 5029-5033.

MEZCUA, J., HERRAIZ, M. y BUFORN, E. (1984): Study of the 6 June 1977 Lorca (Spain) Earthquake and its Aftershock Sequence. ***Bull. Seismol. Soc. America***, 74, 1: 167-179.

MICHARD, G. (1979): Géothermométres chimiques. ***BRGM***, III, 2: 183-189.

MICHARD, G., FOUILLAC, C., GRIMAUD, D. y DENIS, J. (1981): Une méthode globale d'estimation des températures de réservoirs alimentant les sources thermales. Exemple du Massif Central Français. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 45: 1199-1207.

MOLINA, A. y RUIZ, M. (1993): Las mineralizaciones filonianas del Complejo Nevado-Filábride (Cordilleras Béticas, España). ***Bol. Geol. y Minero***, 104 (6): 621-639.

MONTENAT, C., OTT D'ESTEVOU, P. and MASSE, P. (1987): Tectonic-Sedimentary characters of the betic neogene basins evolving in a crustal transcurrent shear zone (SE. Spain). ***Bull. Centres Rech. Explor-Prod. Elf-Aquitaine***, 11 (1), 1-22.

MONTENAT, C., OTT D'ESTOVOU, P., LAROUZIÉRE, F.D. et BEDU, P. (1988): Originalité géodynamique des bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). ***Notes et Mémoires-Total, Compagnie Francaise des Pétroles***, 21, 11-49.

MONTENAT, C., OTT D'ESTEVOU, P. y DELORT, T. (1990 a): Le bassin de Lorca, in: ***Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale***. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 261-280.

MONTENAT, C., OTT D'ESTEVOU, P. y AELLEN, M. (1990 b): Les series néogènes entre Lorca et Huércal Overa, in: ***Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale***. Ed. Documents et Travux. Paris, 12-13: 281-286.

MONTENAT, C., OTT D'ESTEVOU, P. y COPPIER, G. (1990 c): Les series néogènes entre Lorca et Huércal Overa, in: ***Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne). Tectonique et sédimentation dans un couloir de décrochement. Première partie: Etude regionale***. Ed. Documents et Travaux. Paris, 12-13: 313-368.

MOOK, W., BOMMERSON, J. y STAVERMAN, W. (1974): Carbon isotope fractionation between dissolved bicarbonate and gaseous carbon dioxide. ***Earth and Plan. Sci. Letters.***, 22: 169-176.

MORAL, S., PULIDO BOSCH, A. y VALENZUELA, P. (1984): Aplicación de los análisis "Cluster" al estudio de características fisicoquímicas de aguas subterráneas. ***Estudios Geol.***, 40: 193-200.

MORALES, S. y FENOLL, P. (1990): Mineralizaciones de Pb-Zn-(Ag) Asociadas a rocas volcánicas del distrito de Mazarrón (Murcia). Geoquímica y metalogenia. ***Bol. Soc. Española de Mineralogía***, 13: 58.

MORALES, S. y FENOLL, P. (1992): Quimismo de las paragénesis asociadas al vulcanismo terciario del sector Aguilas-Sierra Almagrera (SE de España). ***Bol. Soc. Española de Mineralogía***, 15: 282-286.

MORALES, S., FENOLL, P. y FKIHECH, A. (1992): Les mineralisation hydrothermales associees avec le vulcanisme terciaire du sud-est de l'Espagne: parageneses et chimisme. ***International Workshop on the metallogeny of lead and zinc***. Marruecos.

MUELLER, S. y ANSORGE, J. (1986): Long-Range Seismic Refraction profiles in Europe, in: ***Reflection Seismology: A Global Perspective***. Geodynamic Series, 13: 167-182.

MUFFLER, L. y WHITE, D. (1968): Origin of CO_2 in the Salton sea geothermal system Southeasterm Califormia. ***XXIII Intern. Geol. Congress***. Praga, 17: 185-194.

NAVARRO, F. (1986 a): Flujos hídricos potenciales en una cuenca fluvial semiárida (río Guadalentín). ***Papeles de Geografía Física***, 11: 35-43.

NAVARRO, F. (1986 b): Los conjuntos geomorfológicos de la cuenca del río Guadalentín. ***Estudios Sobre Geomorfología del Sur de España***. Murcia, 109-112.

ORTÍ, F., GARCÍA-VEIGAS, J., ROSSELL, L., ROUCHY, J., INGLÉS, M., GIMENO, D., KASPRZYK, A. y PLAYÁ, E. (1993): Correlación litoestratigráfica de las evaporitas messinienses en las cuencas de Lorca y Fortuna (Murcia). ***Geogaceta***, 14: 98-101.

ORTÍZ, R., FERNÁNDEZ, M. y LATORRE, M. (1988): Mineralogía de suelos desarrollados a partir de anfibolitas de la sierra de Almenara (Murcia). ***Bol. Soc. Española de Mineralogía***, 11: 54.

ORTÍZ, R., ALBALADEJO, J., ÁLVAREZ, J., GUILLÉN, F. y MENA, M. (1993 a): Evaluación del riesgo de erosión hídrica en los suelos agrícolas de la región de Murcia. ***Problemática Geoambiental y Desarrollo***. Murcia, 701-708.

ORTÍZ, R., HERNÁNDEZ, J., DE LA TORRE, A. y FRANCO, I. (1993 b): Evaluación y cartografía de la capacidad de uso agrícola de suelos en la zona Norte de Lorca (Murcia). ***Problemática Geoambiental y Desarrollo***. Murcia, 595-603.

OTT D'ESTEVOU, P., MONTENAT, C. y LAROUZIÈRE, F. (1988): Cuencas sedimentarias neógenas en régimen transcurrente en la Zona Bética oriental. ***Simposio sobre: Cuencas en régimen transcurrente. SGE***, 163-172.

PACES, T. (1975): A systematic deviation form Na-Ca-K geothemometer below 75 °C and above 0.0001 atm. PCO_2. ***Geochim. Cosmochi. Acta***, 39: 541-544.

PADILLA, A. (1984): *Aplicaciones del microordenador a la Hidrogeología*. Tesis Licenciatura, Univ. Granada (inédita), 81 p.

PADILLA, A. y PULIDO-BOSCH, A. (1985): Programas para elaboración y tratamientos de datos climatológicos de interés en hidrogeología. ***Cuad. Geol.***, Univ. Granada, 12: 187-200.

PADILLA, A. y PULIDO-BOSCH, A. (1986): El programa "EVADÍA" para la estimación automática de la lluvia útil a nivel diario. ***II Simp. sobre el agua en Andalucía***. Granada, II: 631-636.

PADILLA, A., PULIDO-BOSCH, A. y BENAVENTE, J. (1986): Programas para elaboración y tratamiento de datos físico-químicos de interés en Hidrogeología. ***II Simp. sobre el agua en Andalucía***. Granada, I: 437-448.

PEARSON, F., FISHER, W. y PLUMMER, L. (1978): Correction of ground-water chemistry and carbon isotopic composition for effects of CO_2 outgassing. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 42: 1799-1807.

PÉLIKAN, V. (1968): La détermination de la teneur en CO_2 dans l'air du sol appliquée à la recherche des eaux minérales. ***Cas. Miner. Geol. CesKol.***, 2: 452-454.

PERKINS, E., KHARAKA, Y., GUNTER, W. y DEBRAAL, J. (1988): Geochemical modeling of water-rock interactions using SOLMINEQ.88, in *Chemical modelling of aqueous systems III*. Ed. American Chemical Society, 416.

PERKINS, E. y GUNTER, W. (1989): Applications of SOLMINEQ.88 and SOLMINEQ.88 pc/shell to thermally enhanced oil recovery, in *The foruth Unitar/Undp International Conference on Heavy Crude and Tar Sands*. Ed. Alberta Oil Sands Technology and Research Autority. Alberta (Canadá), 11: 413-422.

PERKINS, E., GUNTER, W. y BIRD, W. (1989): Applications of SOLMINEQ.88 and SOLMINEQ.88 pc/shell, in *Water-Rock Interaction WRI-6*. Miles (Ed.). Balkema (Rotterdam), 553-556.

PÉREZ, F., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., SERRANO, F., MANCHENO, M., GUILLÉN, F., ARANA, R., LÓPEZ, F. y FERNÁNDEZ, M. (1992): Contribución a la bioestratigrafía neógena de la cuenca de Lorca (Murcia). ***III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología***. Salamanca, I: 185-190.

PLUMMER, L. (1975): Mixin of seawater with $CaCO_3$ groundwater. ***Geol. Soc. Am. Mém.***, 142: 219-236.

POMEROL, C. y RICOUR, J. (1992): *Terroirs et Thermalisme. Les eaux minérales françaises*. Ed. BRGM. Orleans, 279 p.

PORRAS, J. (1989): Incidencia de los vertidos de residuos tóxicos y peligrosos en la calidad de las aguas subterráneas, in *Tomo homenaje a Jorge Porras Martín*. Ed. Asociación Española de Hidrogeología Subterránea, 323 p.

PORUBSKY, A. (1973): Sur le problème des eaux minèrales des Carpates occidentales et le besoin de Coordonner. Leur recherche dans le cadre de l'association carpathiennse balcanique. ***Geol. Carpathica***, XXIV (1): 75-93.

PUGA, E. y TORRES-ROLDÁN, R.L. (1989): Geochemistry and age relationships of metamorphosed mafic sills from sierra de Enmedio and sierra de Carrascoy (Eastern Betic zone, Southeastern Spain). ***Estudios geol.***, 45: 325-336.

PUGA, E., PORTUGAL, M., DÍAZ DE FEDERICO, A., BARGOSSI, G. y MORTEN, L. (1989): The evolution of the magmatism in the external zones of the Betic Cordilleras durin the mesozoic. *Geodinamica Acta*, 3, 4: 253-266.

RAMÍREZ *et al.* (1992): *Los humedales de la Región de Murcia*. Ed. Caja de Ahorros de Alicante y Murcia. Murcia, 109 p.

RAZAK, M. y DAZY, J. (1990): Hydrochemical characterization of ground water mixing in sedimentary and metamorphic reservoirs with combined use of Piper's principle and factor analysis. ***Journal of Hydrology***, 114: 371-393.

REED, M y SPYCHER, N. (1984): Calculation of pH and mineral equilibria in hydrothermal waters with application to geothermometry and studies of boiling and dilution. ***Geochim. Cosmochim. Acta***, 48: 1479-1492.

REYES, J., ZAPATERO, M., FEIXAS, J. y ÁVILA, J. (1992): El azufre biogénico en las cuencas neógenas del Sureste. ***III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología***. Salamanca, I: 185-190.

RICHARD, B., WANTY, R. y SHOEN, W. (1991): A review of the chemical proceses affecting the mobility of radionuclides in natural waters, with applications, in *Field Studies of Radon in Rocks, Soils and Water*. Ed. U.S. Geol. Surv. Bull. 334 p.

RODIER, J. (1978): ***Análisis de aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar***. Ed. Omega. Barcelona, 1053 p.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1993): Movimiento actual de la falla de Alhama de Murcia, en el corredor tectónico de Lorca-Totana, y sus consecuencias en urbanizaciones y obras públicas. ***Problemática Geoambiental y Desarrollo***. Murcia, 801-810.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y ALMOGUERA, J. (1986): La neotectónica al noreste de Lorca (Murcia) y su incidencia en el canal del trasavase Tajo-Segura. ***I Jornadas de estudio del fenómeno sísmico y su incidencia en la ordenación del territorio***. Murcia, 385-403.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., GARCÍA, U. y ALBACETE, M. (1987): Problemática de la presencia de gases en las aguas subterráneas del valle del Guadalentín (Murcia). ***IV Simp. Hidrogeol.*** Palma de Mayorca, 117-137.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., ALBACETE, M., GARCÍA, U. y SOLÍS, L. (1989): Evolución espacial y temporal de los gases en el acuífero sobreexplotado del Alto Guadalentín (Murcia). ***La sobreexplotación de acuíferos***. Almería, 613-619.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., MANCHEÑO, M., GUILLÉN, F., LÓPEZ, F., ARANA, R., FERNÁNDEZ, T. y SERRANO, F. (1992): Tectónica y sedimentación neógena en la cuenca de Lorca (Murcia). ***I Jornadas de estudio del fenómeno sísmico y su incidencia en la ordenación del territorio***. Murcia, 385-403.

RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y MANCHEÑO, M. (1993): La neotectónica de Lorca y sus alrededores en relación con la actividad actual de la falla de Alhama de Murcia. Análisis de las grietas del túnel de Lorca y de los barrios altos de esta ciudad. ***Problemática Geoambiental y Desarrollo***. Murcia, 709-715.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J. (1982): ***El Mioceno del Sector Central de las Cordilleras Béticas***. Tesis Doct., Univ. Granada (inédita), 224 p.

RODRÍGUEZ GORDILLO, J., VELILLA, N. y FERNÁNDEZ-RUBIO, R. (1981): Hidroquímica y termalismo de las aguas de Lanjarón (Granada). ***Simp. sobre el agua en Andalucía***. Granada, 501-515.

RODRÍGUEZ, P. (1992): Distrito de Mazarrón: Zn, Pb y Ag. Mineralizaciones, potencial y trabajos de evaluación. ***Tierra y Tecnología***, 3: 28-33.

ROLANDI, M. (1992): Apuntes históricos sobre la minería y la metalurgia antigua del sureste peninsular. ***Tierra y Tecnología***, 3: 58-69.

ROMERO, D., LÓPEZ BERMÚDEZ, F., SILVA, P., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., NAVARRO, F., DÍAZ DEL OLMO, F., GOY, J., ZAZO, C., BAENA, R., SOMOZA, L., MATHER, A. y BORJA, F. (1992): Geomorfología de las cuencas neógeno-cuaternarias de Mula y Guadalentín. Cordilleras Béticas, Sureste de España. ***Estudios de Geomorfología de España. II Reunión Nacional de Geomorfología***. Murcia, II: 749-786.

ROQUES, H. (1962): Considérations théoriques sur la chimie des carbonatess. ***Ann. Spéléol.***, 17, 3: 463-467.

ROQUES, H. (1964): Contribution à l'étude statique et cinétique des systèmes gaz carbonique-aua-carbonate. ***Ann. Spéléol.***, 19, 2: 255-484.

ROQUES, H. (1969): Problèmes de transfert de masse posés par l'évolution des eaux souterraines. ***Ann. Spéléol.***, 24, 3: 455-494.

ROQUES, H. (1972): Sur une nouvelle méthode graphique d'étude des eaux naturelles. ***Ann. Spéléol.***, 27, 1: 79-92.

SADOVSKY, M., NERSEOV, I. y NIGMATTULLAEV, S. (1972): The processus preceeding strong earthquakes in some regions of middle Asia. ***Tectonophisics***, 14: 295-307.

SANZ DE GALDEANO, C. (1983): Los accidentes y fracturas principales de las cordilleras béticas. ***Estudios Geol.***, 39: 157-165.

SANZ DE GALDEANO, C. (1988): Fuentes sísmicas en el ámbito Bético-Rifeño. ***Rev. de Geofísica***, 44: 175-198.

SANZ DE GALDEANO, C. (1990 a): La prolongación hacia el sur de las fosas y desgarres del norte y centro de Europa: una propuesta de interpretación. ***Rev. Soc. Geol. España***, 3: 231-241.

SANZ DE GALDEANO, C. (1990 b): Geologic evolution of the Betic Cordilleras in The Western Mediterranean, Miocene to the present. ***Tectonophisics***, 172: 107-119.

SANZ DE GALDEANO, C. y LÓPEZ CASADO, C. (1988): Fuentes sísmicas en el ámbito Bético-Rifeño. ***Rev. Geofís.***, 44: 175-198.

SCHOELL, M. y STAHL, W. (1972): The carbon isotopic composition and the concentration of the dissolved inorganic carbon in the Atlantis II deep brines. ***Planet. Sci. Lett.***, 15: 206-211.

SHOELLER, H. (1962): *Les eaux souterraines*. Ed. Masson. Paris, 642 p.

SCHOELLER, H. (1969): L'acide carbonique des eaux souterraines. ***Bulletin du B.R.G.M.***, III, 1: 32.

SCHOELLER, H. (1980): Influence du climat, de la température sur la teneur en HCO_3^- et H_2CO_3 des eaux souterraines. ***Journal of Hydrology***, 46: 365-376.

SCHOELLER, H. y SCHOELLER, M. (1979): Un étude des eaux thermominérales du Massif central français. ***Bulletin du B.R.G.M.***, III, 2: 121-156.

SENENT, A., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y GÓMEZ, J. (1981): Balance hídrico actual y futuro de la Región Murciana. ***Tecniterrae***, 287: 44-57.

SERVICE DES ETUDES STATISTIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES DE L'ITCF (1991): STAT-ITCF, Logiciel de statistique (version 5). Institut Techniques des Céréales et des Fourrages. Paris.

SIBSON, R. (1992): Fault-valve behavior and the hydrostatc-lithostatic fluid pressure interface. ***Geogaceta***, 32: 141-144.

SILVA, P. (1994): *Evolución geodinámica de la Depresión del Guadalentín desde el Mioceno superior hasta la actualidad*. Universidad Complutense. Madrid, 642 p.

SILVA, P., GOY, J. y ZAZO, C. (1992 a): Características estructurales y geométricas de la falla de desgarre de Lorca-Alhama. ***Geogaceta***, 12: 7-10.

SILVA, P., GOY, J. y ZAZO, C. (1992 b): Discordancias progresivas y expresión geomorfológica de los abanicos aluviales cuaternarios de la Depresión tectónica del Guadalentín (Murcia, SE España). ***Geogaceta***, 11: 67-70.

SILVA, P., HARVEY, A., ZAZO, C. y GOY, J. (1992 c): Geomorphology, Depositional style and Morphometric relationships of Quaternary alluvial fans in the Guadalentín depression (Murcia, Southeast Spain). ***Z. Geomorph. N.F.***, 36, 3: 325-341.

SILVA, P., GOY, J., ZAZO, C., BARDAJÍ, T., SOMOZA, L., DABRIO, C. y LARIO, J. (1992 d): Evaluación geomorfológica de la actividad tectónica cuaternaria a lo largo de frentes montañosos de falla en el SE de España. ***III Cong. Geol. España***. Salamanca, II: 96-100.

SILVA, P., GOY, J., SOMOZA, L., ZAZO, C. y BARDAJÍ, T. (1993): Landscape response to strike-slip faulting linked to collisional settings: Quaternary tectonics and basin formation in the Eastern Betics, southeastern Spain. ***Tectonophysics***, 224: 289-303.

SOLÍS, L., MORA, V., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y ARAGÓN, R. (1989): Factores geológicos y antrópicos que determinan la calidad del agua subterránea en la Región de Murcia, in: ***Tomo Homenaje a Jorge Porras Martín***. Ed. Asoc. Esp. de Hidrog. Subterránea e ITGE. Madrid, 323 p.

SOLÍS, L., ALBACETE, M. y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1994): Evolución hidrogeoquímica en el acuífero Alto Guadalentín a consecuencia de su esplotación intensiva. ***Análisis y Evolución de la Contaminación de las Aguas Subterráneas***. Madrid, II: 207-228.

SOTO, J. y MUÑOZ, M. (1993): Presencia de mineralogías ricas en Zn como evidencias de la actividad hidrotermal en zonas de cizalla extensionales (Complejo Nevado-Filábride, Béticas).***Geogaceta***, 14: 146-149.

STRINATI, P. (1953): Une grotte chaude près d'Alhama de Murcia. ***Instituto de Geología de Oviedo***, 13 p.

STURCHIO, N., KEITH, T. y MUEHLENBACHS, K. (1990): Oxigen and carbon isotope ratios of hydrothermal minerals from Yellowstone drill cores. ***Jour. Volcanology and Geothermal Research***, 40: 23-37.

SUGISAKI, R., IDO, M., TAKEDA, H., ISOBE, Y., HAYASHI, Y., NAKAMURA, N., SATAKE, H. y MIZUTANI, Y. (1983): Origin of hydrogen and Carbon dioxide in fault gases and its relation to fault activity. ***Jour. Geol.***, 91: 239-258.

TAYLOR, J., FRECHEN, H. y DEGENS, E. (1967): Oxigen and carbon isotope studies of carbonatites from the Laacher Sea District, West Germany, and the Alnö District, Sweden. ***Geochim. Cosmochim. Acta***, 31: 407-430.

ULOMOV, V. (1968): On the way to prognosis of earthquakes. ***C. A. Sc. URSS***, 3: 23-30.

URBAIN, P. (1967): *Géochimie et hydrogeologie des enveloppes aqueuses et des eaux thermominérales*. Ed. Librairie scientifique et technique Albert Blanchard. Paris, 115 p.

VEEKEN, P. (1983): Stratigraphy of the Neogene-quaternary Pulpi basin, provinces Murcia and Almería (SE Spain). ***Geologie en Mijnbouw***, 62: 255-265.

VEGAS, R., MEDIALDEA, T., SURIÑACH, E. y VÁZQUEZ, J.T. (1994): La deformación intraplaca del centro de España y la interpretación de los perfiles profundos de sísmica de reflexión en las Cordilleras Béticas. ***Geogaceta***, 15: 124-126.

VERNET, D. (1971): Stockages souterrains de gaz et conservation des nappes aquifères. ***La Houlle Blanche***, 8: 737-750.

VIELZEUF, D. (1983): The spinel and quartz associations in high-grade xenoliths from Tallante (SE Spain) and their potential use in geothermometry and geobarometry. ***Contrib. Mineral. Petrol.***, 82: 301-311.

WEIJERMARS, R. (1987): The Palomares brittle-ductile shear zone of southern Spain. ***Jour. Struct. Geol.***, 9, 2: 139-157.

WHITE, D. (1968): Environments of generation of base metal ore deposits.***Economic Geology***, 63: 301.

WHITE, D. (1970): Geochemistry applied to the discovery, evaluation and exploration of geotermal energy sources. ***Geotermics*** (Spec. Issue, 2), 1: 58-80.

WHITE, P. y CHUMA, N. (1987): Carbon and isotope mass balance models of Oasis valley-Fortymile Canyon groundwater basin, Southern Nevada. ***Water Resources Research***, 23, 4: 571-582.

WIGLEY, T. y PLUMMER, L. (1976): Mixing of carbonate waters. ***Geochim. Cosmochim. Acta***, 40: 989-995.

YERRIAH, J. (1986): *Le termomineralisme carbo-gazeux du sud-est de la France (domaine sedimentaire) dans son contexte sismotectonique*. Tesis Doct., Univ. Languedoc (inédita), 108 p.

YUSTSEVER, Y. y GAT, J. (1981): Atmospheric waters, in *Stable isotope hydrology: deuterium and oxygen-18 in the water cycle*. Gat y Cofiantini (Eds.). International Atomic Energy Agency. Vienna, 103-142.

ANEXOS

ANEXO 1

GEOFÍSICA ELÉCTRICA

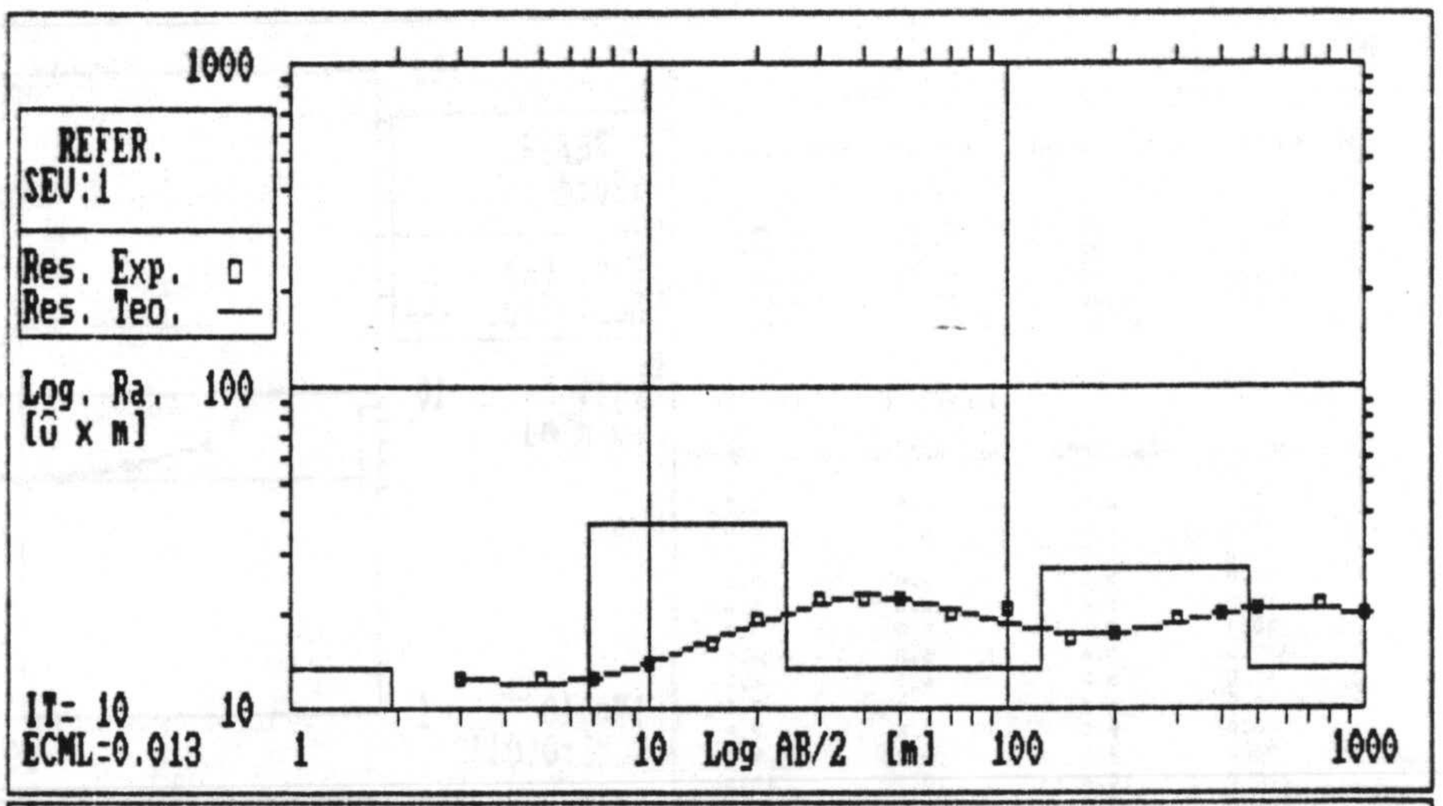
En este anexo se muestran los resultados de la reinterpretación cuantitativa de los ciento ochenta y un SEVs; también se incluye el resto de los perfiles de resistividad y perfiles geoeléctricos.

Interpretación cuantitativa de los SEVs.

SEV: 1

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	14.00	1.91	13.17
2	5.00	10.50	4.82	10.14
3	17.00	38.00	17.28	37.58
4	75.00	13.00	100.76	13.55
5	350.00	25.00	350.10	27.22
6		15.00		13.16

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	12.5	12.8	12.5
5.0	12.2	12.2	12.1
7.0	12.3	12.7	12.4
10.0	13.7	14.1	13.7
15.0	15.9	17.0	16.4
20.0	19.0	19.3	18.6
30.0	22.0	22.0	21.5
40.0	21.8	22.8	22.5
50.0	22.2	22.5	22.3
70.0	20.0	20.8	20.9
100.0	20.5	18.6	18.7
150.0	16.4	17.4	17.2
200.0	16.9	17.6	17.2
300.0	19.0	19.1	18.6
400.0	19.5	20.2	19.9
500.0	20.5	20.7	20.6
750.0	21.0	20.5	20.7
1000.0	19.5	19.7	19.7
Error cuadr. medio log.		0.016	0.013

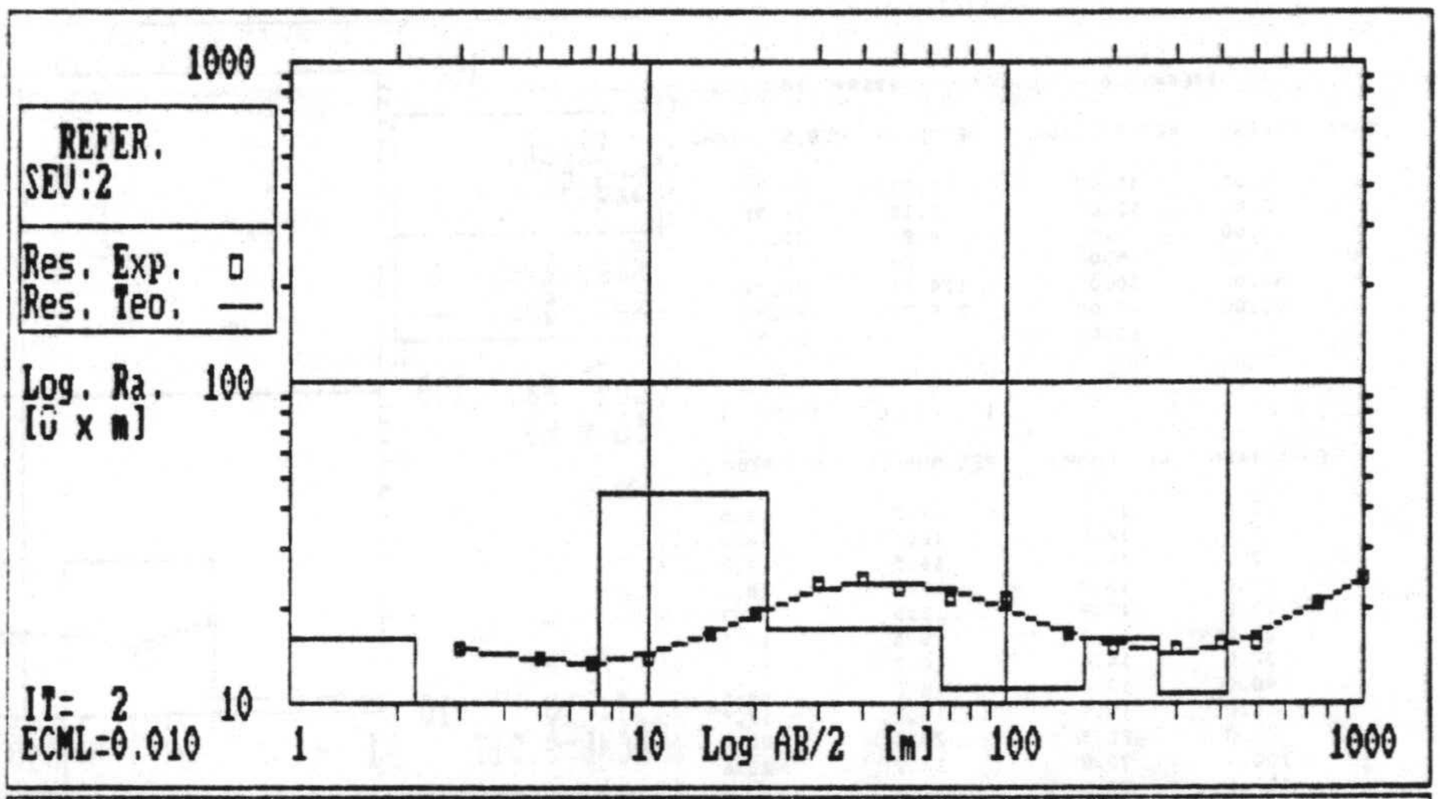


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.9	4.8	17.3	100.8	350.1	
Res	13.2	10.1	37.6	13.5	27.2	13.2

SEV: 2

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 2)	RESISTIVIDAD (ITER= 2)
1	2.00	16.00	2.24	16.19
2	5.00	10.00	5.01	10.00
3	15.00	45.00	14.11	44.59
4	45.00	18.00	44.96	17.17
5	100.00	11.00	99.96	11.02
6	100.00	16.00	99.98	16.19
7	150.00	10.00	149.96	10.64
8		100.00		100.03

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 2)
3.0	15.0	14.6	15.1
5.0	14.0	13.3	13.7
7.0	13.3	13.1	13.4
10.0	14.0	14.2	14.2
15.0	16.8	17.0	16.8
20.0	19.0	19.7	19.3
30.0	23.4	23.1	22.6
40.0	24.9	24.6	23.9
50.0	22.8	24.9	24.0
70.0	21.5	23.6	22.7
100.0	21.0	20.8	20.0
150.0	16.7	17.3	16.7
200.0	14.8	15.5	15.1
300.0	14.8	14.5	14.5
400.0	15.4	15.0	15.1
500.0	15.6	16.1	16.3
750.0	20.5	20.0	20.4
1000.0	25.0	24.3	24.8
Error cuadr. medio log.		0.016	0.010

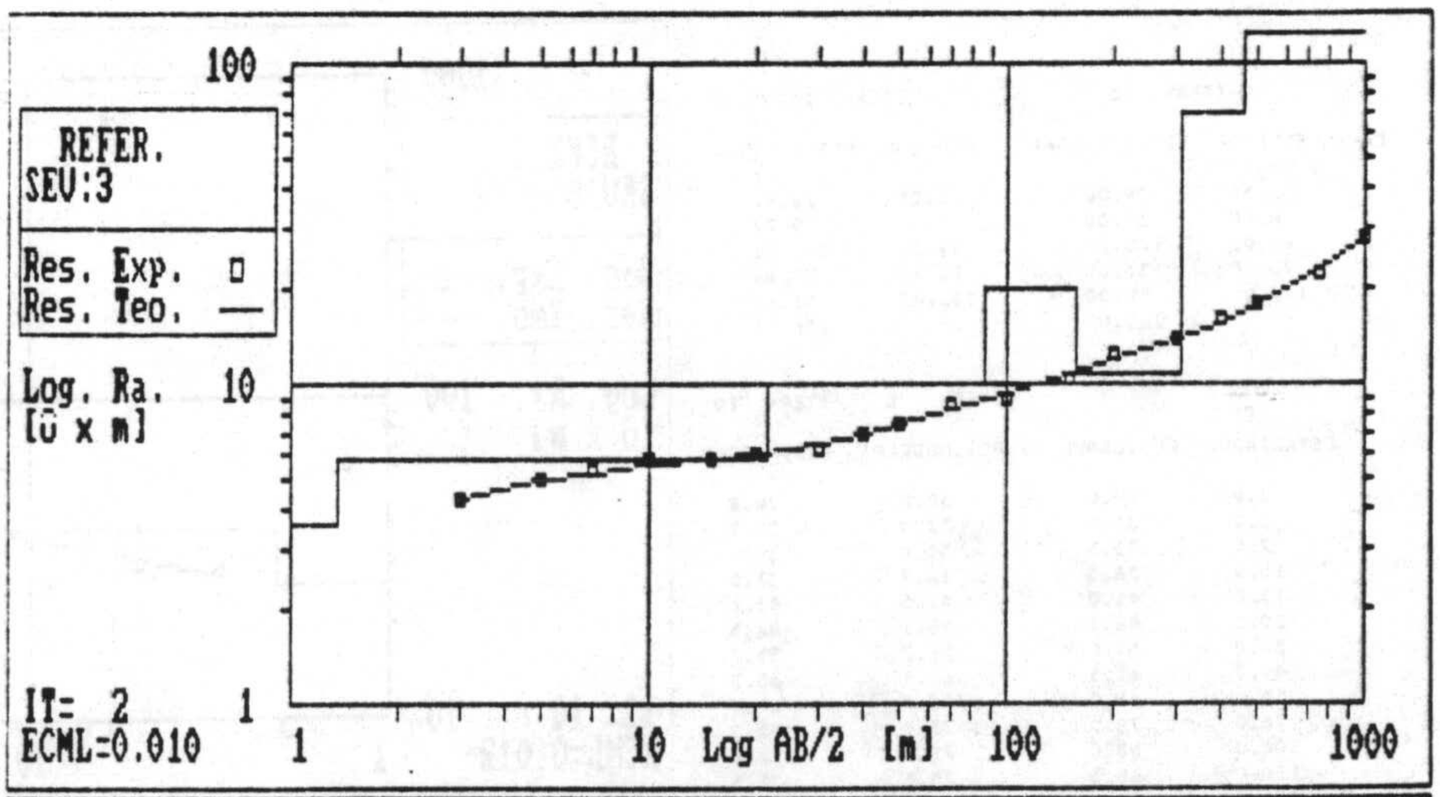


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	2.2	5.0	14.1	45.0	100.0	100.0	150.0	
Res	16.2	10.0	44.6	17.2	11.0	16.2	10.6	100.0

SEV: 3

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 2)	RESISTIVIDAD (ITER= 2)
1	1.50	4.00	1.35	3.66
2	20.00	6.00	20.07	5.93
3	65.00	10.00	65.07	9.93
4	70.00	20.00	70.07	20.02
5	150.00	12.00	150.09	10.80
6	150.00	70.00	150.01	69.96
7		125.00		124.98

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 2)
3.0	4.4	4.6	4.4
5.0	5.0	5.1	5.0
7.0	5.3	5.4	5.3
10.0	5.8	5.7	5.6
15.0	5.8	5.9	5.9
20.0	5.9	6.1	6.1
30.0	6.3	6.6	6.5
40.0	7.1	7.1	7.0
50.0	7.6	7.5	7.4
70.0	8.6	8.4	8.3
100.0	9.0	9.4	9.3
150.0	10.5	10.9	10.7
200.0	12.3	12.1	11.9
300.0	13.9	14.2	13.8
400.0	15.8	16.1	15.5
500.0	17.5	18.2	17.5
750.0	22.0	23.9	22.9
1000.0	28.0	29.5	28.3
Error cuadr. medio log.		0.015	0.010

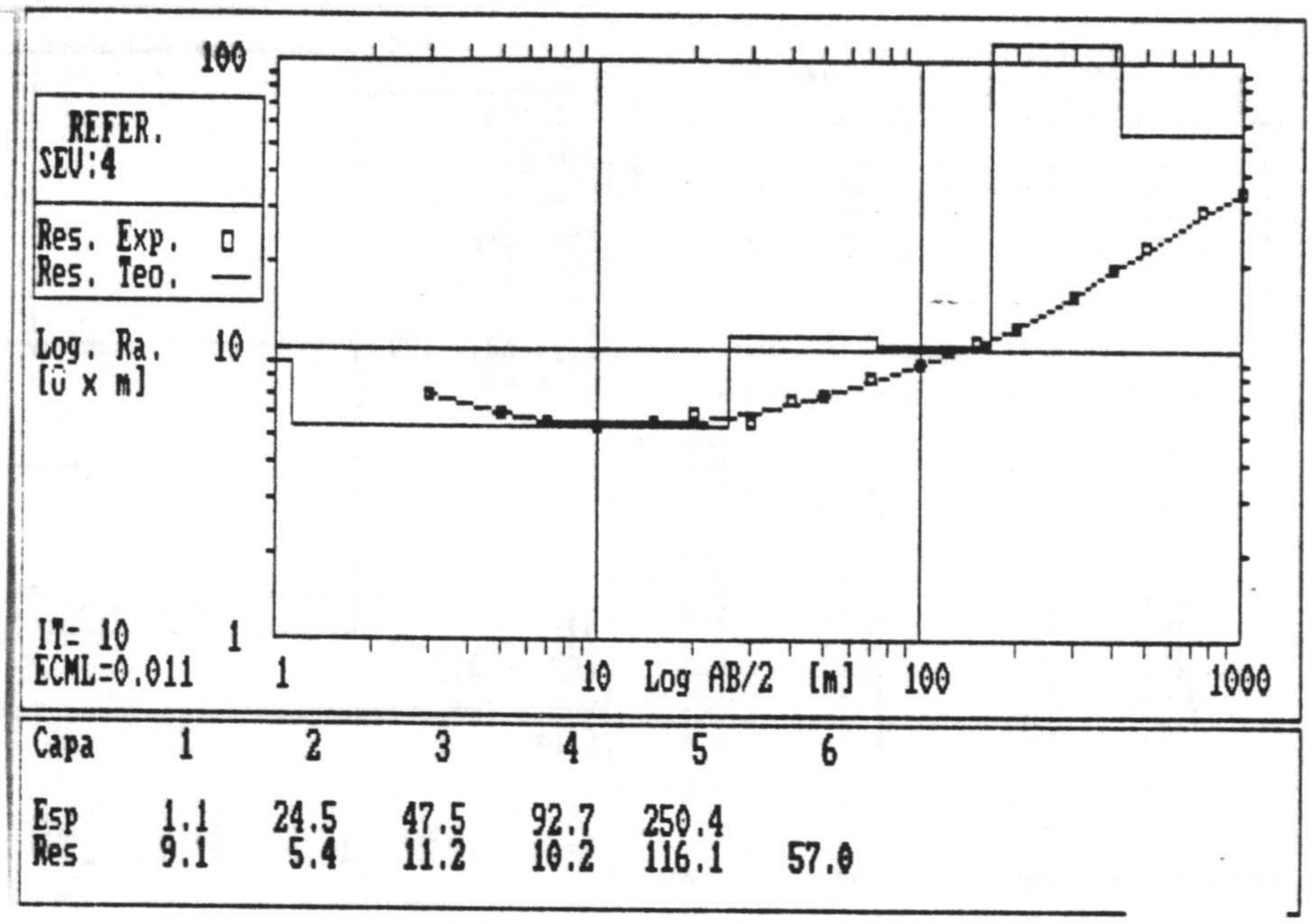


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.4	20.1	65.1	70.1	150.1	150.0	
Res	3.7	5.9	9.9	20.0	10.8	70.0	125.0

SEV: 4

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	7.50	1.13	9.09
2	20.00	5.00	24.54	5.36
3	60.00	10.00	47.52	11.23
4	100.00	15.00	92.71	10.22
5	250.00	100.00	250.42	116.08
6		60.00		57.04

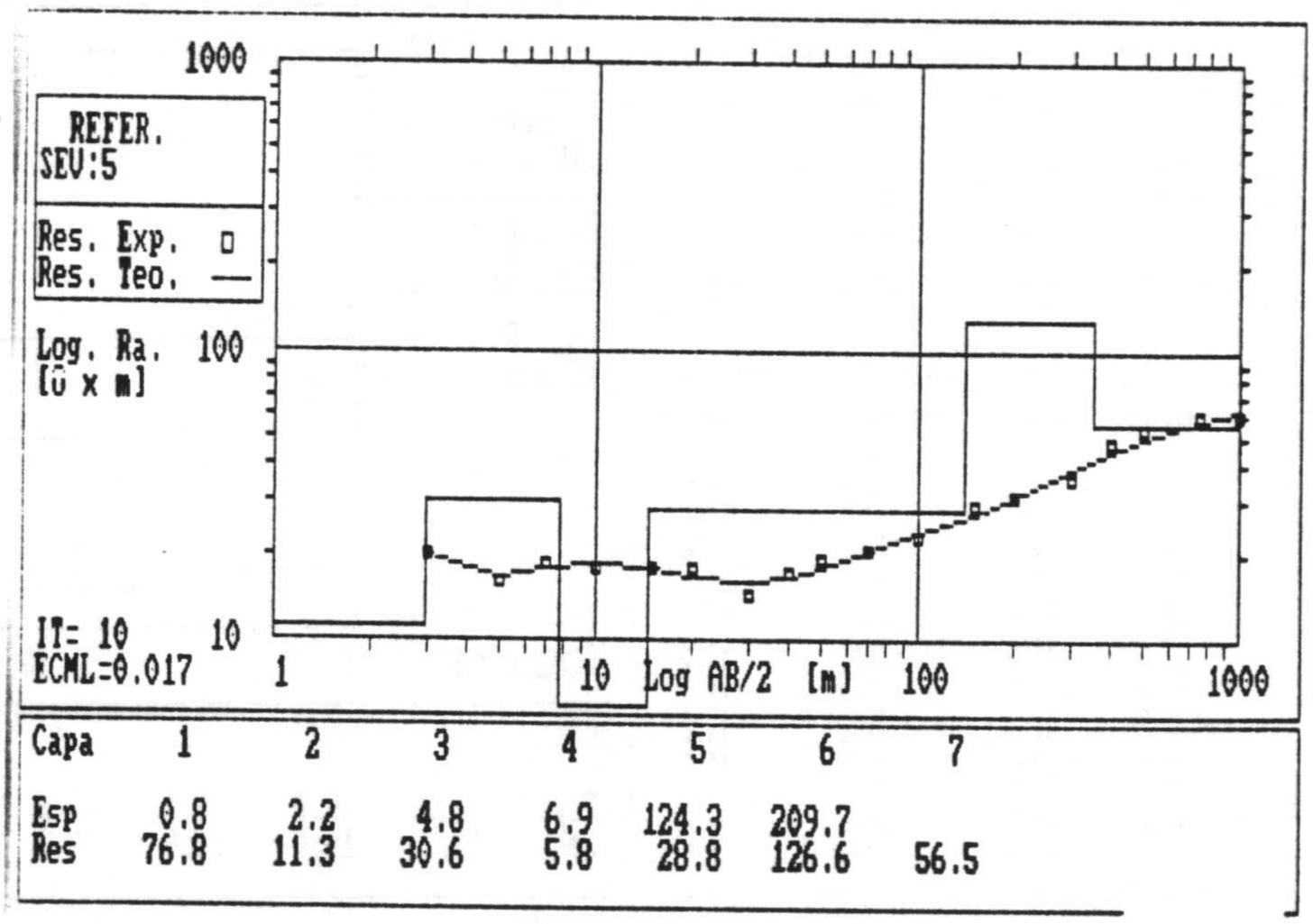
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	6.9	6.9	6.9
5.0	6.0	6.2	6.0
7.0	5.7	5.7	5.7
10.0	5.5	5.4	5.6
15.0	5.6	5.3	5.6
20.0	6.1	5.4	5.7
30.0	5.6	5.8	6.0
40.0	6.8	6.3	6.5
50.0	6.9	6.9	7.0
70.0	8.0	7.8	7.9
100.0	9.0	9.0	9.0
150.0	10.6	10.7	10.5
200.0	12.0	12.5	12.0
300.0	15.2	16.1	15.4
400.0	19.2	19.9	19.0
500.0	23.0	23.3	22.4
750.0	30.0	30.6	29.7
1000.0	35.0	36.1	35.2
Error cuadr. medio log.		0.016	0.011



SEV: 5

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	35.00	0.77	76.76
2	2.00	12.00	2.18	11.31
3	18.00	20.00	4.81	30.63
4	5.00	5.00	6.86	5.83
5	50.00	30.00	124.26	28.79
6	200.00	80.00	209.72	126.57
7		60.00		56.51

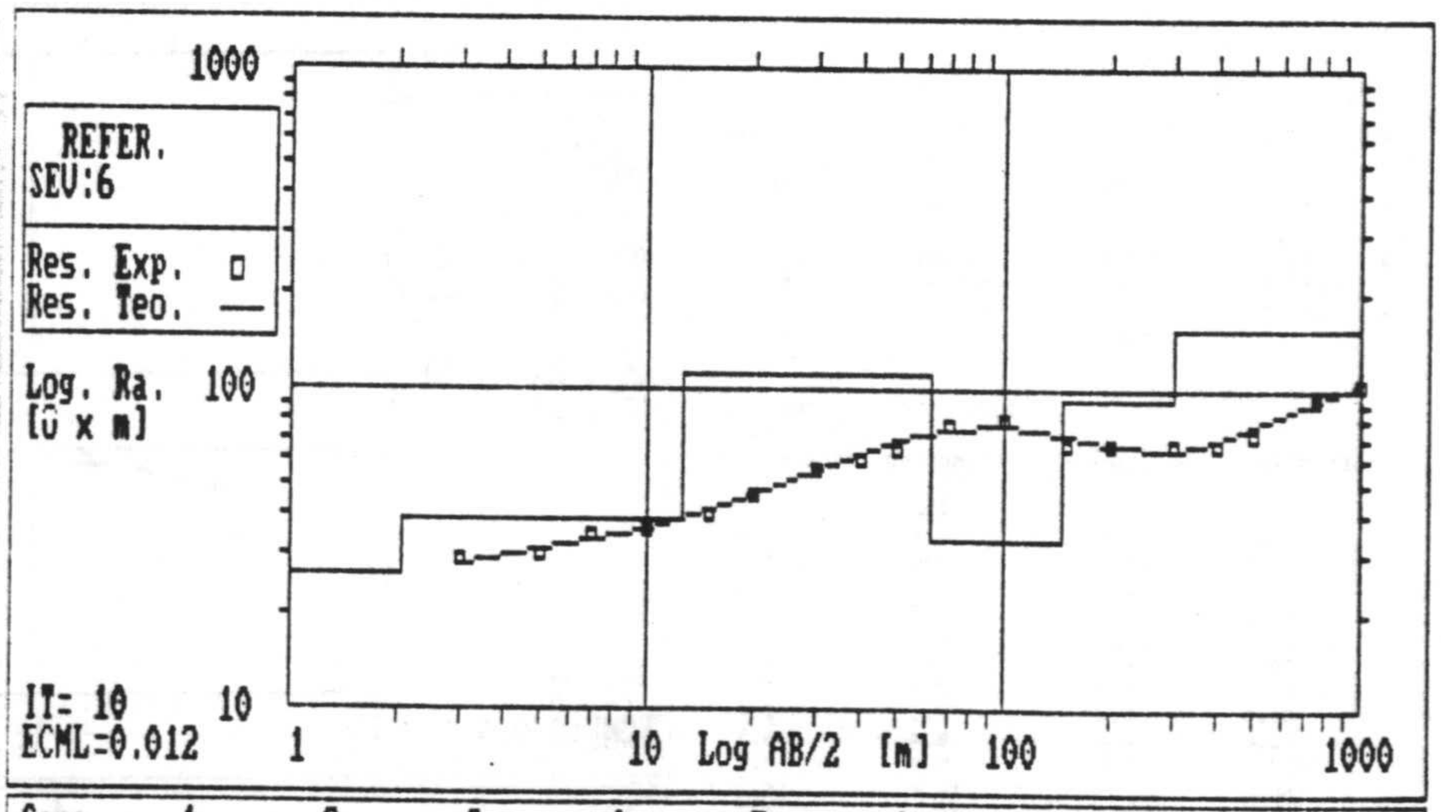
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	19.7	19.2	19.5
5.0	16.0	16.3	16.6
7.0	18.2	16.5	17.7
10.0	18.0	17.4	18.6
15.0	17.9	18.3	17.7
20.0	18.0	18.5	16.5
30.0	14.4	18.3	15.7
40.0	17.0	18.2	16.6
50.0	18.9	18.7	17.9
70.0	20.5	20.5	20.5
100.0	22.8	24.2	23.6
150.0	29.0	30.4	27.8
200.0	31.8	35.8	31.7
300.0	37.0	44.1	39.3
400.0	48.7	49.7	46.0
500.0	54.0	53.4	51.2
750.0	59.5	58.2	59.3
1000.0	61.5	60.0	62.4
Error cuadr. medio log.		0.038	0.017



SEV: 6

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.50	29.00	2.05	26.47
2	8.00	37.00	10.60	38.77
3	60.00	105.00	49.78	112.41
4	90.00	35.00	83.60	33.86
5	150.00	90.00	152.62	91.67
6		160.00		156.01

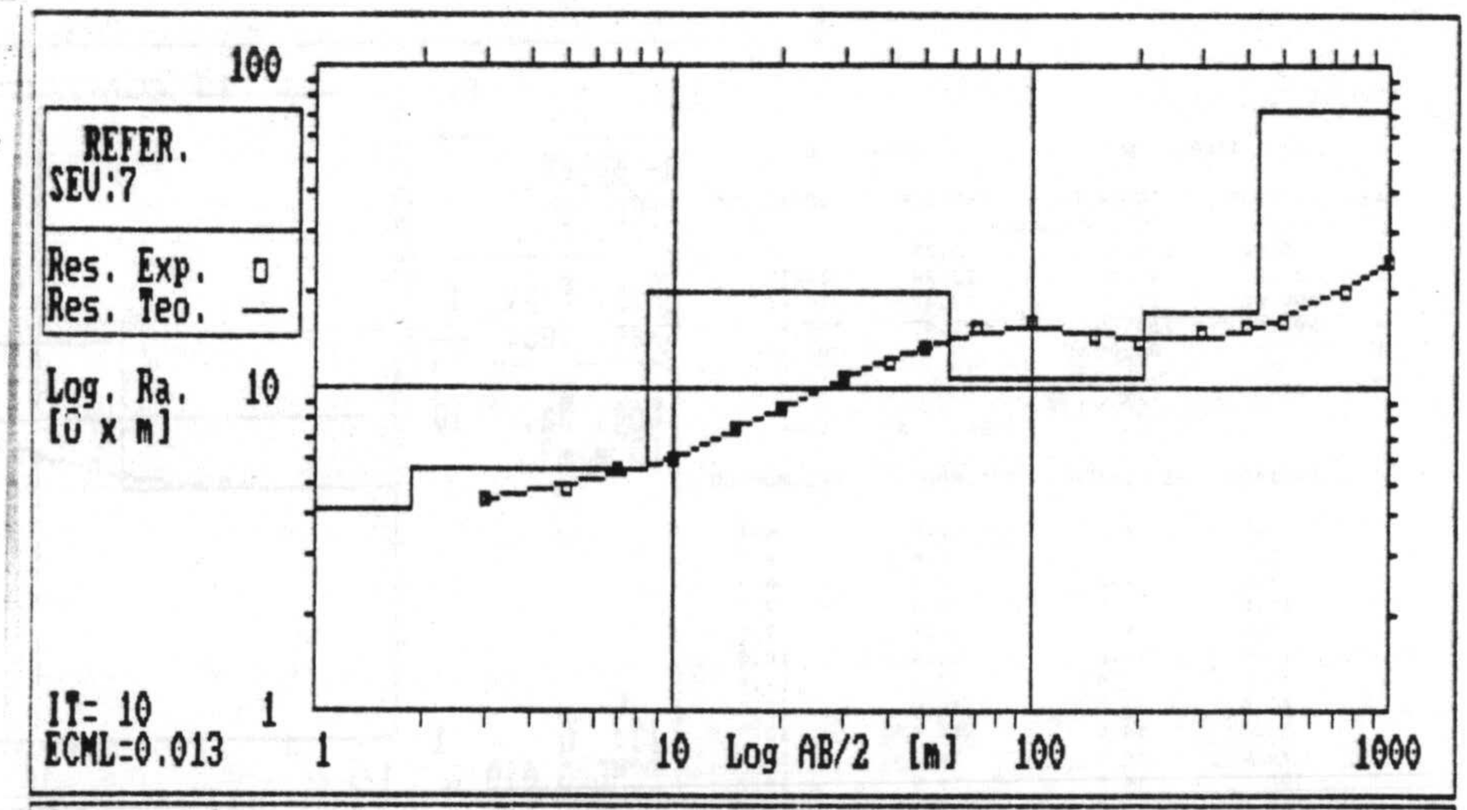
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	29.0	30.2	28.8
5.0	31.0	32.0	31.7
7.0	35.5	34.0	34.0
10.0	36.5	36.9	37.0
15.0	41.0	42.5	41.6
20.0	46.5	48.1	46.5
30.0	57.0	58.2	55.7
40.0	61.5	65.9	63.3
50.0	65.0	71.4	69.0
70.0	78.0	77.5	75.3
100.0	80.0	79.0	76.8
150.0	68.5	73.6	71.3
200.0	66.5	68.4	66.6
300.0	67.0	65.2	64.8
400.0	68.0	69.2	69.8
500.0	73.0	75.4	76.5
750.0	94.0	90.9	92.0
1000.0	104.0	103.0	103.7
Error cuadr. medio log.		0.016	0.012



SEV: 7

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	4.00	1.86	4.17
2	7.00	6.00	6.61	5.69
3	50.00	22.00	50.00	20.12
4	150.00	10.00	147.31	10.86
5	200.00	18.00	219.28	17.06
6		80.00		73.30

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	4.6	4.4	4.6
5.0	4.9	4.9	5.0
7.0	5.7	5.4	5.5
10.0	6.0	6.2	6.1
15.0	7.4	7.5	7.4
20.0	8.8	8.7	8.7
30.0	10.6	10.9	10.8
40.0	12.0	12.6	12.3
50.0	13.2	13.8	13.4
70.0	15.5	15.3	14.7
100.0	16.0	15.9	15.3
150.0	14.1	15.3	15.0
200.0	13.8	14.5	14.4
300.0	15.0	14.1	14.2
400.0	15.4	14.9	15.0
500.0	16.2	16.4	16.4
750.0	20.0	20.9	20.6
1000.0	24.5	25.4	24.7
Error cuadr. medio log.		0.016	0.013

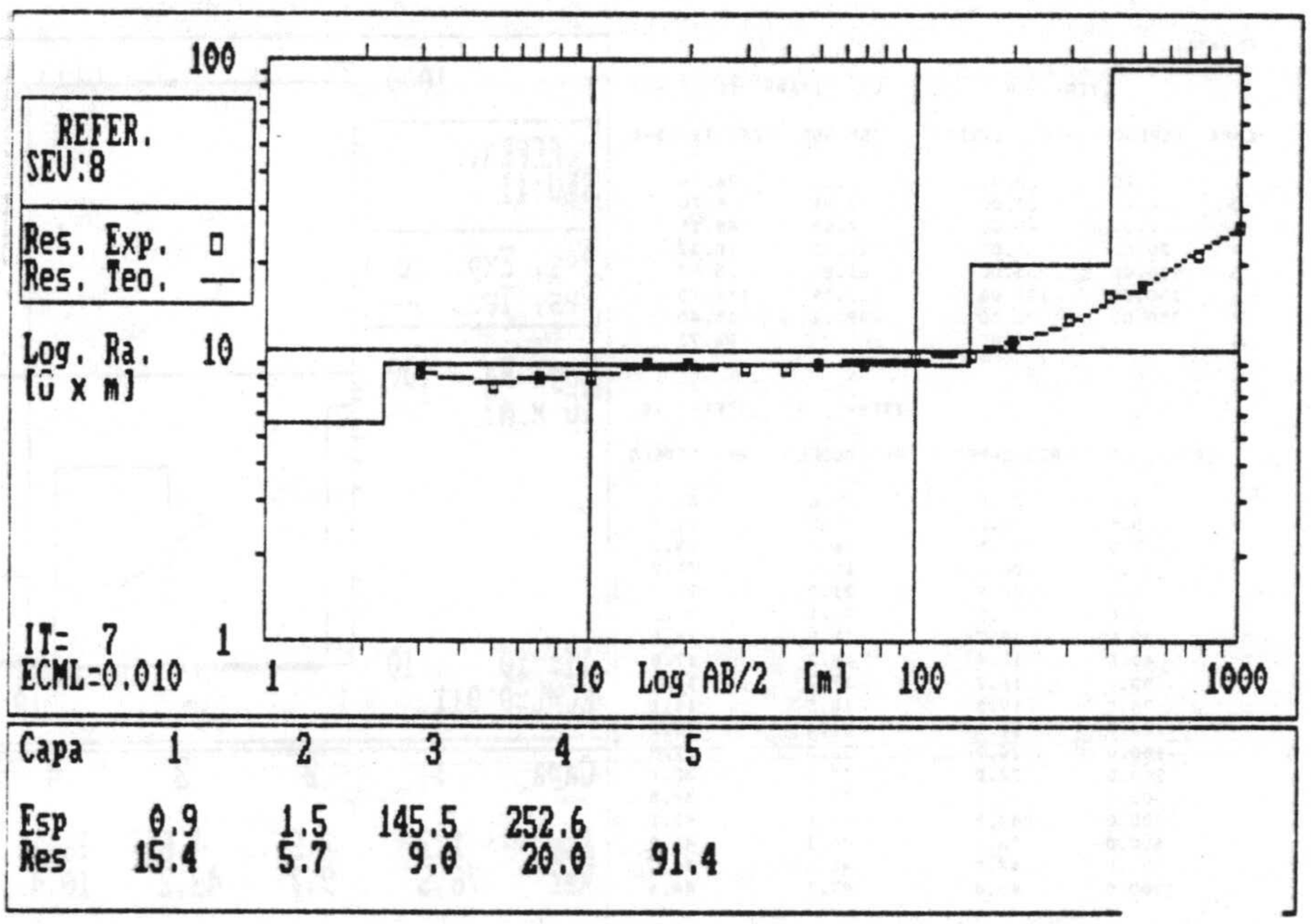


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.9	6.6	50.0	147.3	219.3	
Res	4.2	5.7	20.1	10.9	17.1	73.3

SEV: 8

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 7 ESPESOR	ITER= 7 RESISTIVIDAD
1	1.00	15.00	0.86	15.43
2	2.00	5.50	1.45	5.66
3	150.00	9.00	145.49	8.98
4	250.00	22.00	252.64	20.02
5		90.00		91.45

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 7 RES.MODELO
3.0	8.4	8.5	8.3
5.0	7.6	7.4	7.7
7.0	8.0	7.5	8.0
10.0	8.2	7.9	8.3
15.0	8.9	8.4	8.6
20.0	9.0	8.6	8.8
30.0	8.6	8.8	8.9
40.0	8.7	9.0	9.0
50.0	9.0	9.0	9.1
70.0	9.1	9.2	9.2
100.0	9.7	9.4	9.4
150.0	9.7	9.9	9.9
200.0	10.6	10.7	10.6
300.0	13.0	12.6	12.5
400.0	15.2	14.8	14.6
500.0	16.5	17.0	16.7
750.0	21.0	22.4	22.0
1000.0	26.5	27.3	26.8
Error cuadr. medio log.		0.015	0.010

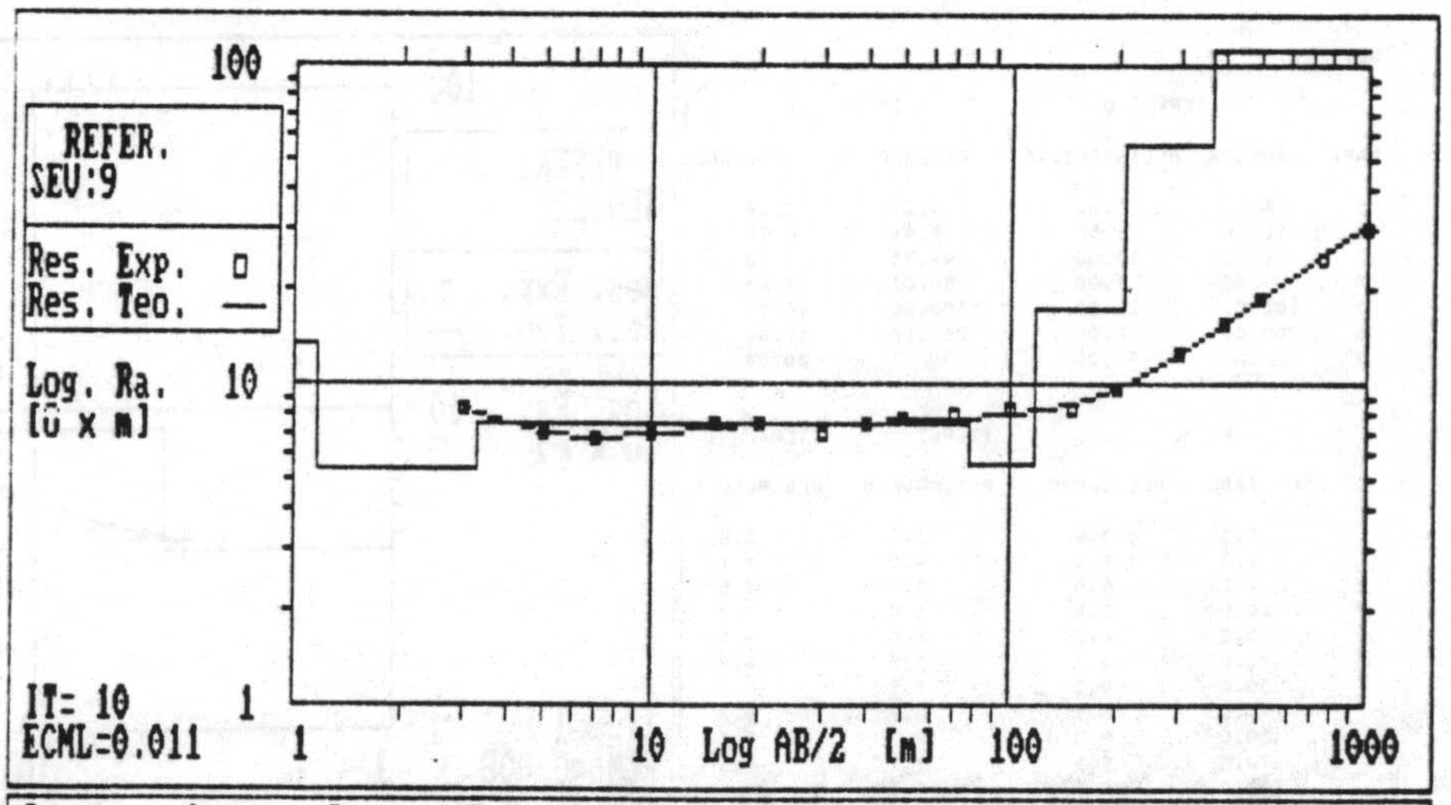


Capa	1	2	3	4	5
Esp	0.9	1.5	145.5	252.6	
Res	15.4	5.7	9.0	20.0	91.4

SEV: 9

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.50	10.00	1.15	13.26
2	4.00	5.70	2.10	5.36
3	70.00	7.50	73.63	7.60
4	40.00	7.00	39.64	5.55
5	100.00	15.00	91.52	17.16
6	150.00	60.00	155.39	55.77
7		150.00		111.52

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	8.5	8.2	8.5
5.0	7.0	7.0	7.0
7.0	6.8	6.6	6.8
10.0	6.9	6.6	7.0
15.0	7.4	6.8	7.3
20.0	7.4	7.0	7.4
30.0	7.1	7.3	7.5
40.0	7.5	7.4	7.6
50.0	7.8	7.5	7.7
70.0	8.2	7.7	7.8
100.0	8.3	8.0	8.0
150.0	8.3	8.9	8.6
200.0	9.5	10.0	9.6
300.0	12.5	12.8	12.3
400.0	15.4	15.8	15.3
500.0	18.5	18.9	18.2
750.0	25.0	26.3	25.1
1000.0	31.0	33.2	31.2
Error cuadr. medio log.		0.020	0.011

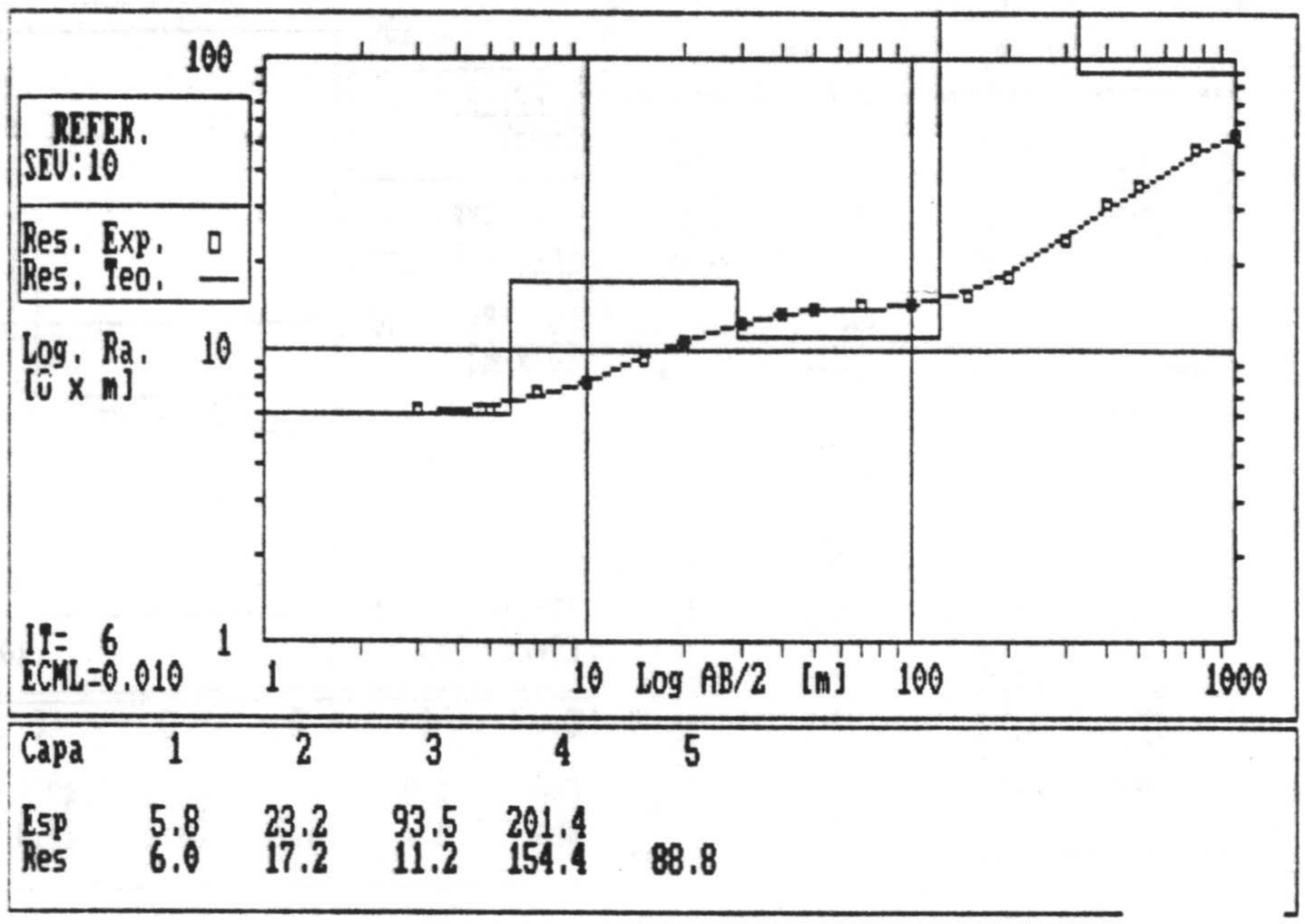


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.1	2.1	73.6	39.6	91.5	155.4	
Res	13.3	5.4	7.6	5.6	17.2	55.8	111.5

SEV: 10

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 6)	RESISTIVIDAD (ITER= 6)
1	5.00	6.00	5.79	6.03
2	30.00	17.00	23.24	17.20
3	100.00	12.00	93.47	11.25
4	200.00	150.00	201.43	154.40
5		80.00		88.79

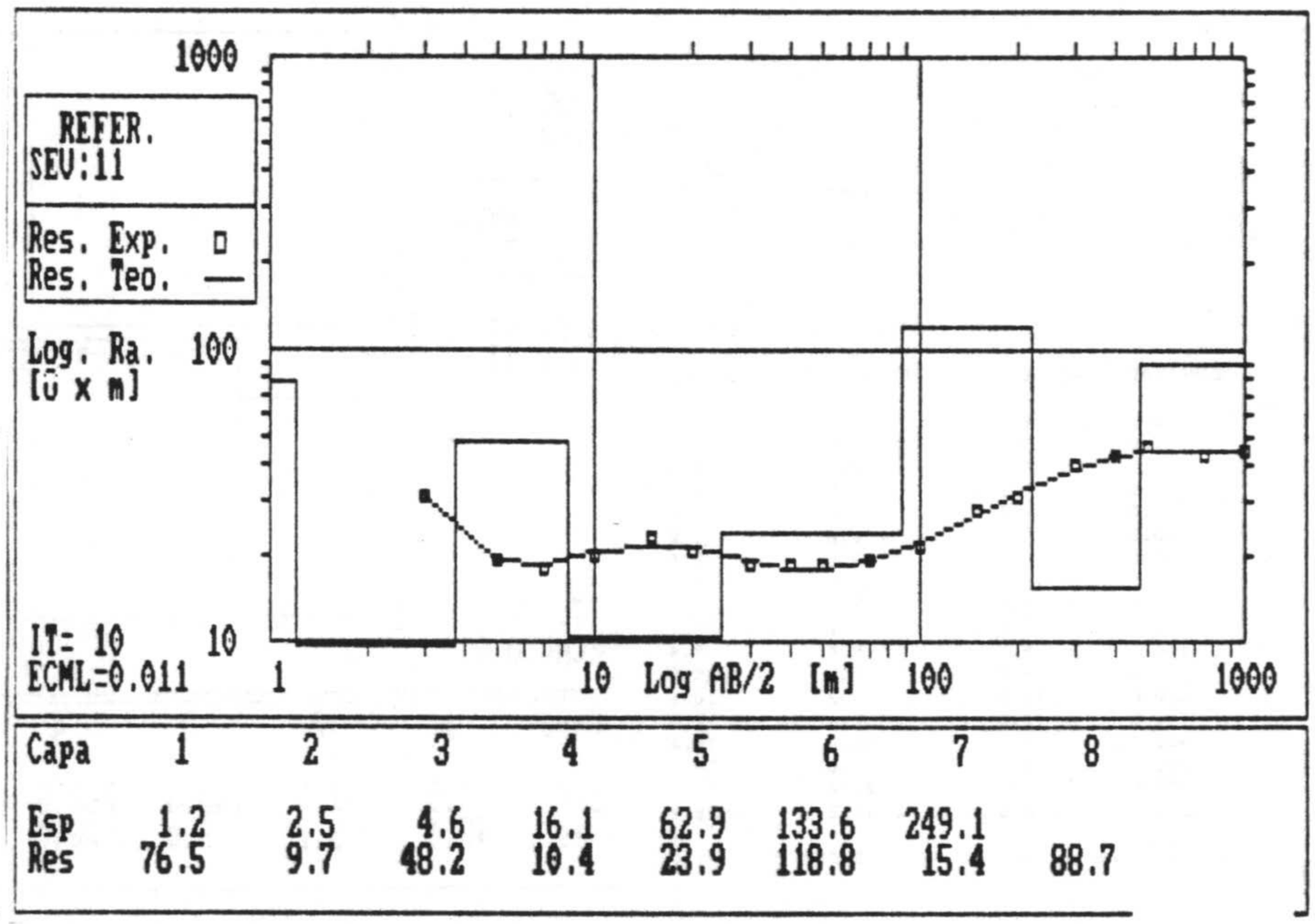
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 6)
3.0	6.2	6.2	6.1
5.0	6.3	6.6	6.4
7.0	7.2	7.2	6.9
10.0	7.9	8.4	7.9
15.0	9.3	10.1	9.5
20.0	10.6	11.4	10.8
30.0	12.4	13.1	12.4
40.0	13.4	14.0	13.3
50.0	14.0	14.4	13.7
70.0	14.1	14.7	13.9
100.0	14.5	14.9	14.2
150.0	15.2	16.1	15.7
200.0	18.0	18.2	18.2
300.0	23.5	23.8	24.3
400.0	32.0	29.5	30.4
500.0	37.0	34.7	35.8
750.0	48.0	45.1	46.9
1000.0	55.0	52.5	54.9
Error cuadr. medio log.		0.022	0.010



SEV: 11

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.20	60.00	1.20	76.54
2	4.00	13.00	2.49	9.70
3	7.00	40.00	4.65	48.15
4	20.00	9.00	16.12	10.37
5	100.00	35.00	62.89	23.93
6	150.00	105.00	133.59	118.75
7	250.00	20.00	249.11	15.40
8		75.00		88.73

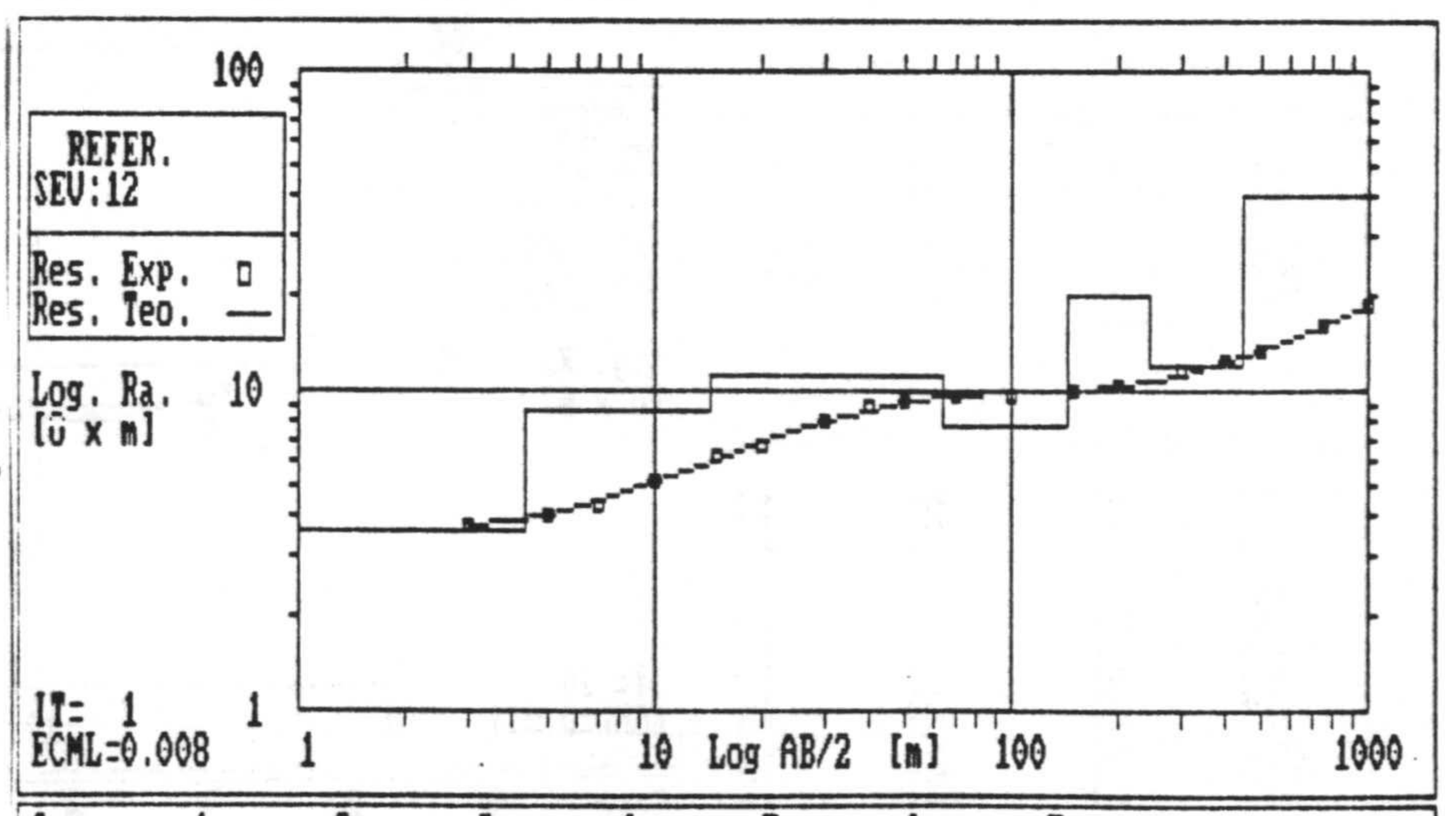
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	32.0	29.6	32.1
5.0	19.2	19.3	19.2
7.0	17.5	18.0	18.3
10.0	20.0	19.2	20.2
15.0	22.9	21.2	21.7
20.0	20.5	21.5	21.2
30.0	18.7	19.9	19.0
40.0	18.4	18.2	17.8
50.0	18.2	17.7	17.7
70.0	19.3	18.5	19.1
100.0	21.5	21.4	22.3
150.0	28.7	26.3	27.8
200.0	32.0	30.5	32.7
300.0	40.8	37.1	39.8
400.0	44.5	41.6	43.7
500.0	46.5	44.1	45.0
750.0	44.0	46.3	44.7
1000.0	45.0	47.1	44.6
Error cuadr. medio log.		0.025	0.011



SEV: 12

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 1)	RESISTIVIDAD (ITER= 1)
1	4.50	3.60	4.37	3.64
2	10.00	8.50	9.96	8.74
3	50.00	12.00	49.95	11.30
4	80.00	8.00	80.01	7.65
5	100.00	20.00	100.00	19.99
6	200.00	12.00	200.00	12.06
7		40.00		40.04

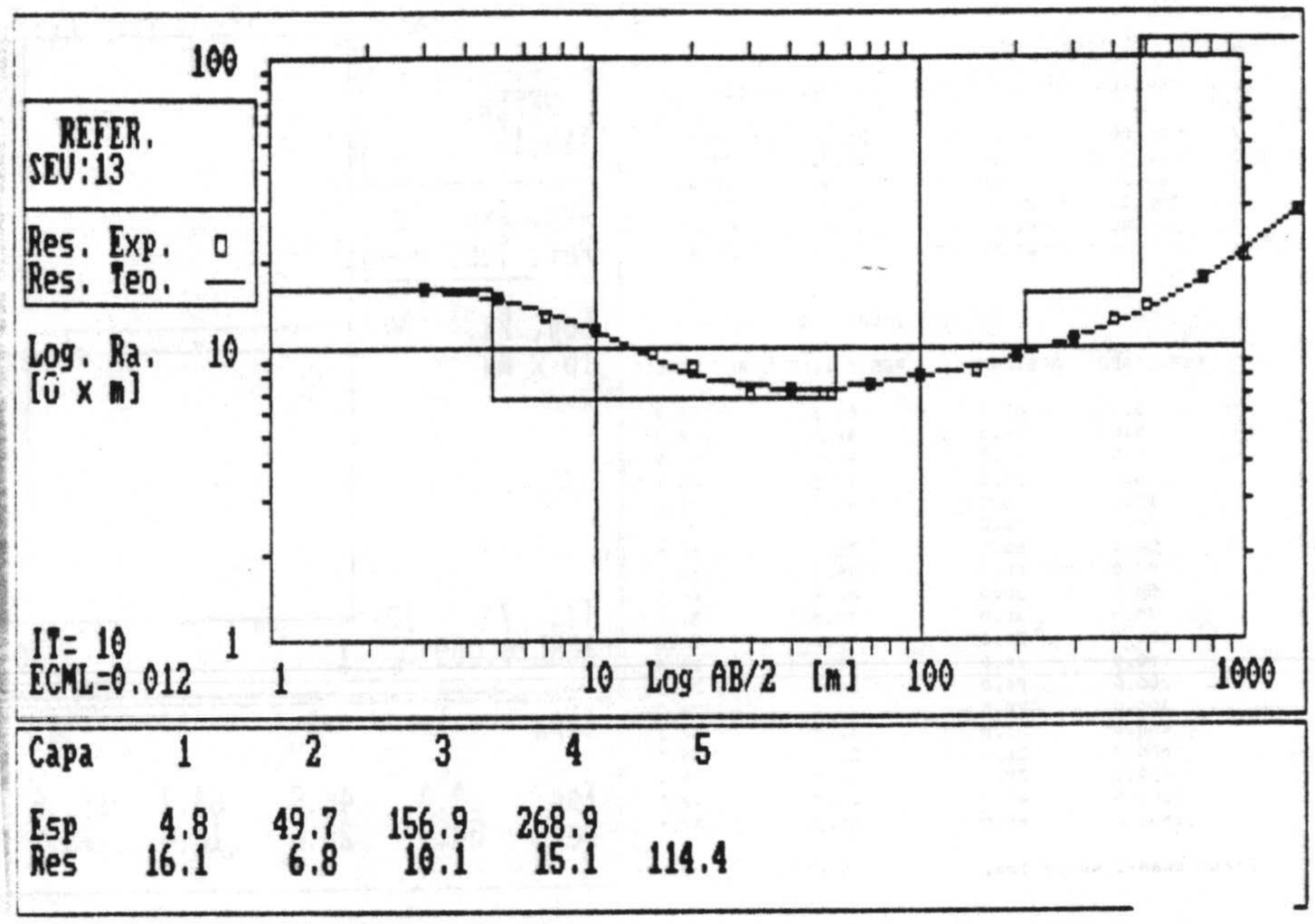
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 1)
3.0	3.8	3.7	3.8
5.0	4.0	4.0	4.1
7.0	4.4	4.4	4.5
10.0	5.2	5.0	5.2
15.0	6.2	6.0	6.1
20.0	6.7	6.8	6.9
30.0	8.2	7.9	7.9
40.0	8.9	8.7	8.7
50.0	9.3	9.3	9.1
70.0	9.5	9.9	9.7
100.0	9.8	10.3	10.0
150.0	10.0	10.5	10.1
200.0	10.2	10.8	10.4
300.0	11.6	11.6	11.3
400.0	12.2	12.6	12.4
500.0	13.2	13.7	13.4
750.0	15.9	16.1	15.9
1000.0	18.4	18.5	18.3
Error cuadr. medio log.		0.014	0.008



SEV: 13

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	5.00	16.00	4.79	16.08
2	50.00	6.50	49.75	6.79
3	150.00	10.00	156.93	10.14
4	250.00	16.00	268.92	15.15
5		100.00		114.38

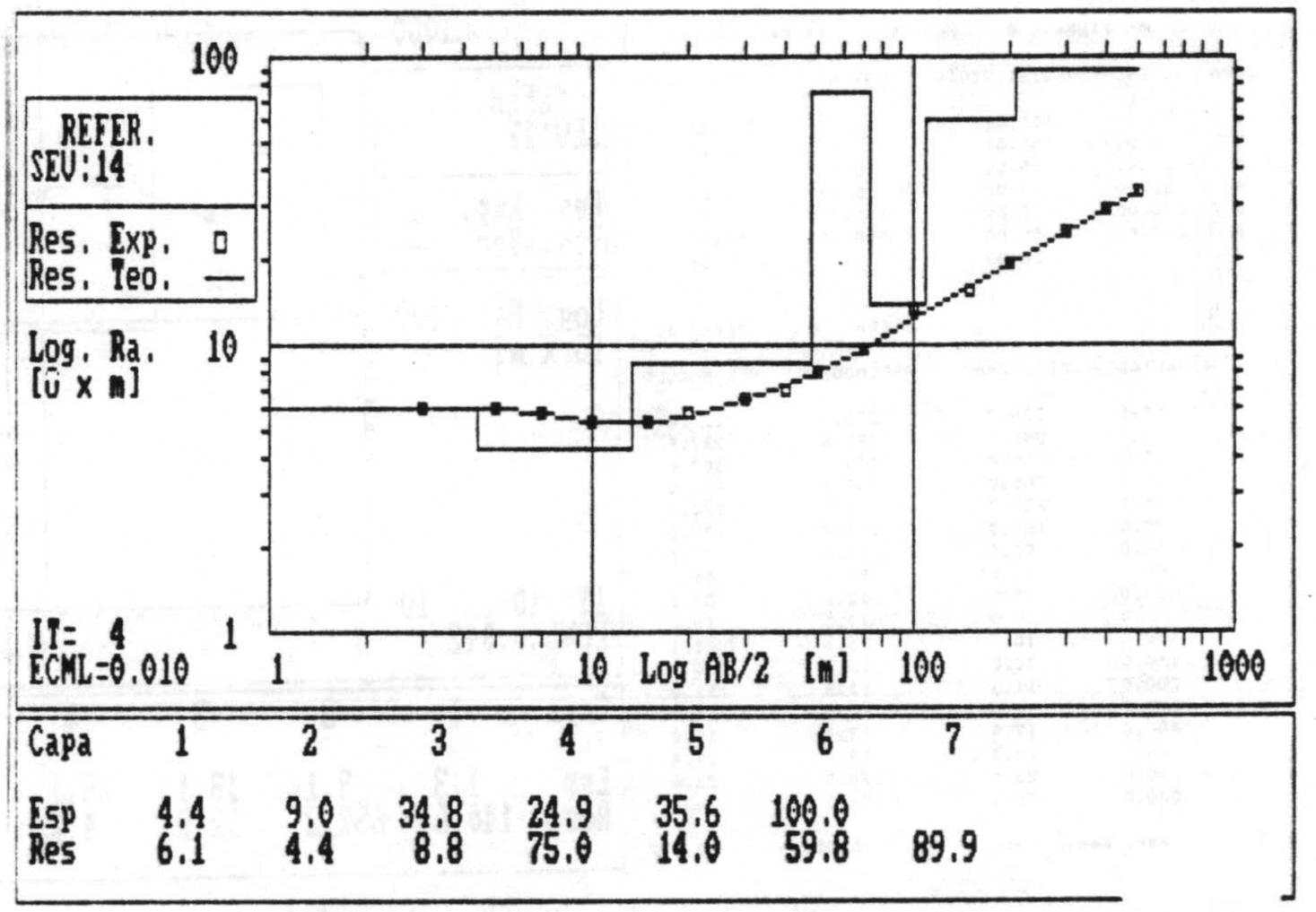
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	16.0	15.7	15.7
5.0	15.0	14.9	14.9
7.0	13.0	13.6	13.6
10.0	11.4	11.6	11.6
15.0	9.6	9.3	9.3
20.0	8.8	8.1	8.2
30.0	7.0	7.2	7.4
40.0	7.3	7.0	7.2
50.0	7.1	7.0	7.3
70.0	7.6	7.2	7.5
100.0	8.2	7.7	8.0
150.0	8.5	8.5	8.8
200.0	9.4	9.3	9.5
300.0	10.7	10.7	10.8
400.0	12.2	12.1	12.0
500.0	14.0	13.7	13.5
750.0	17.1	17.8	17.4
1000.0	20.9	21.9	21.4
1500.0	29.0	29.5	29.1
Error cuadr. medio log.		0.015	0.012



SEV: 14

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 4 ESPESOR	ITER= 4 RESISTIVIDAD
1	5.00	6.00	4.42	6.12
2	9.00	4.50	8.95	4.37
3	35.00	8.00	34.83	8.75
4	25.00	75.00	24.94	74.97
5	35.00	15.00	35.56	13.97
6	100.00	60.00	100.04	59.80
7		90.00		89.85

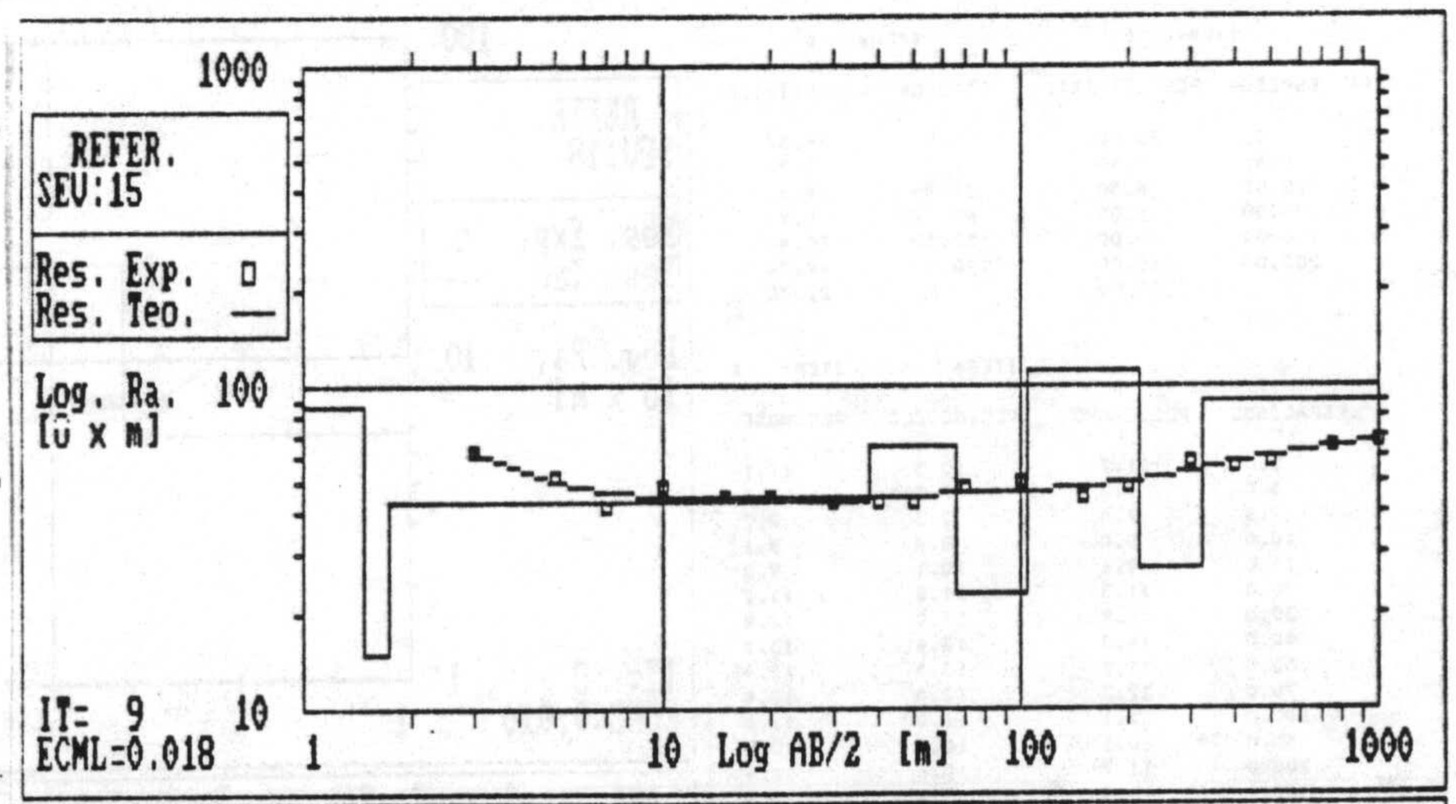
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 4 RES.MODELO
3.0	6.0	6.0	6.1
5.0	6.0	5.9	5.9
7.0	5.9	5.8	5.7
10.0	5.4	5.6	5.5
15.0	5.4	5.5	5.4
20.0	5.8	5.6	5.6
30.0	6.4	6.2	6.4
40.0	7.0	6.9	7.2
50.0	8.0	7.7	8.1
70.0	9.6	9.3	9.8
100.0	13.1	11.7	12.3
150.0	15.4	15.3	16.0
200.0	19.0	18.6	19.2
300.0	25.0	24.2	24.8
400.0	29.5	29.2	29.7
500.0	34.0	33.6	34.1
Error cuadr. medio log.		0.016	0.010



SEV: 15

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 9 ESPESOR	ITER= 9 RESISTIVIDAD
1	1.50	85.00	1.48	88.02
2	0.50	15.00	0.23	14.92
3	40.00	40.00	35.79	44.31
4	30.00	55.00	28.26	63.93
5	30.00	35.00	38.80	23.27
6	100.00	100.00	109.38	113.15
7	100.00	35.00	104.71	27.77
8		80.00		90.58

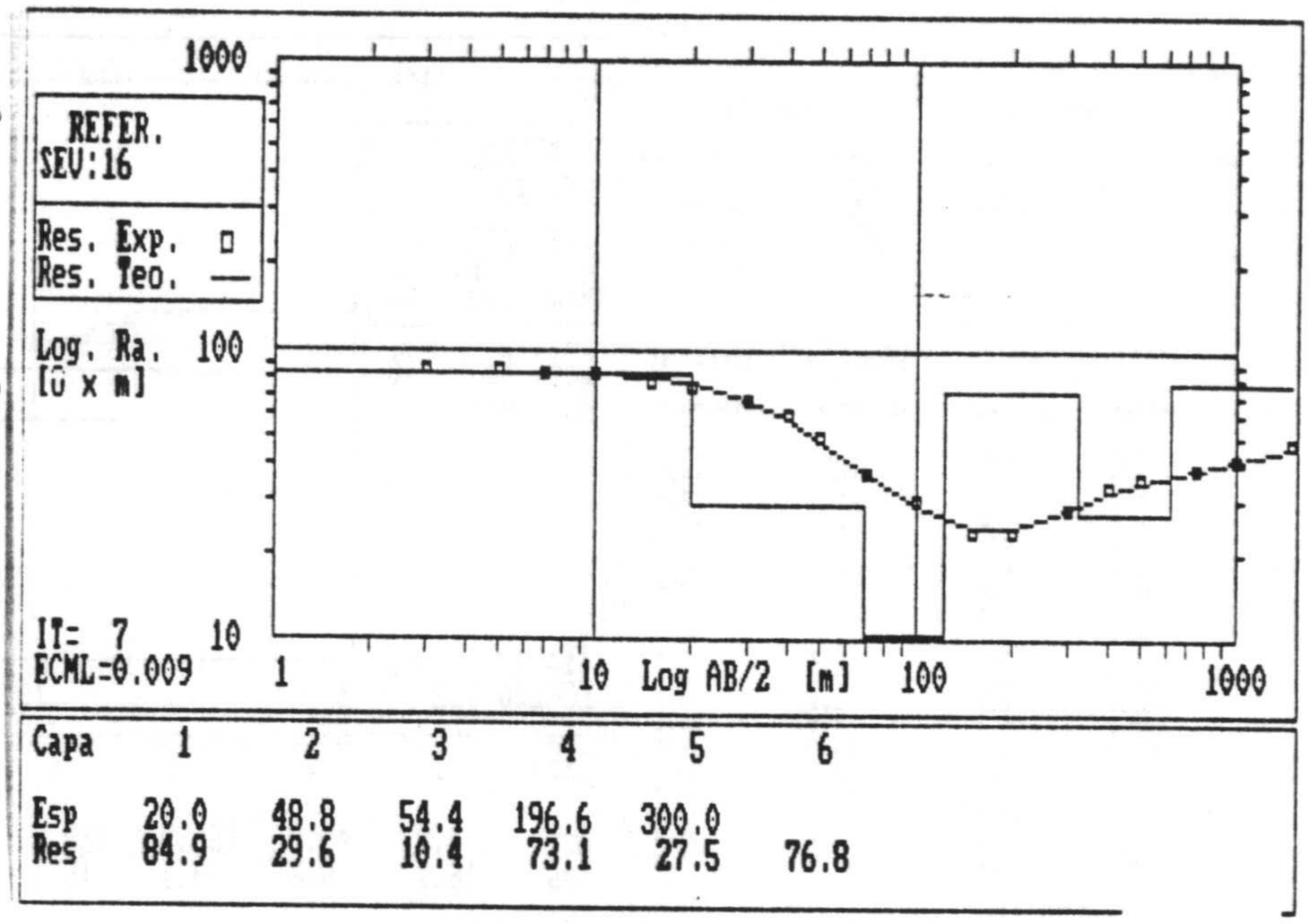
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	62.0	56.8	62.8
5.0	52.0	43.2	50.3
7.0	42.5	39.8	46.5
10.0	48.0	39.2	45.1
15.0	45.8	39.6	44.8
20.0	45.8	39.9	44.7
30.0	43.0	40.3	44.9
40.0	43.8	40.9	45.4
50.0	44.0	41.6	46.1
70.0	48.5	43.2	47.0
100.0	51.0	45.7	47.5
150.0	45.0	49.6	48.3
200.0	49.0	53.0	50.1
300.0	58.0	57.9	54.6
400.0	56.5	60.5	57.8
500.0	59.0	61.9	59.9
750.0	64.0	64.8	63.8
1000.0	68.0	67.3	67.4
Error cuadr. medio log.		0.044	0.018



SEV: 16

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 7)	RESISTIVIDAD (ITER= 7)
1	20.00	87.00	20.00	84.94
2	60.00	30.00	48.78	29.58
3	60.00	10.00	54.41	10.37
4	200.00	85.00	196.56	73.12
5	300.00	40.00	299.97	27.47
6		65.00		76.81

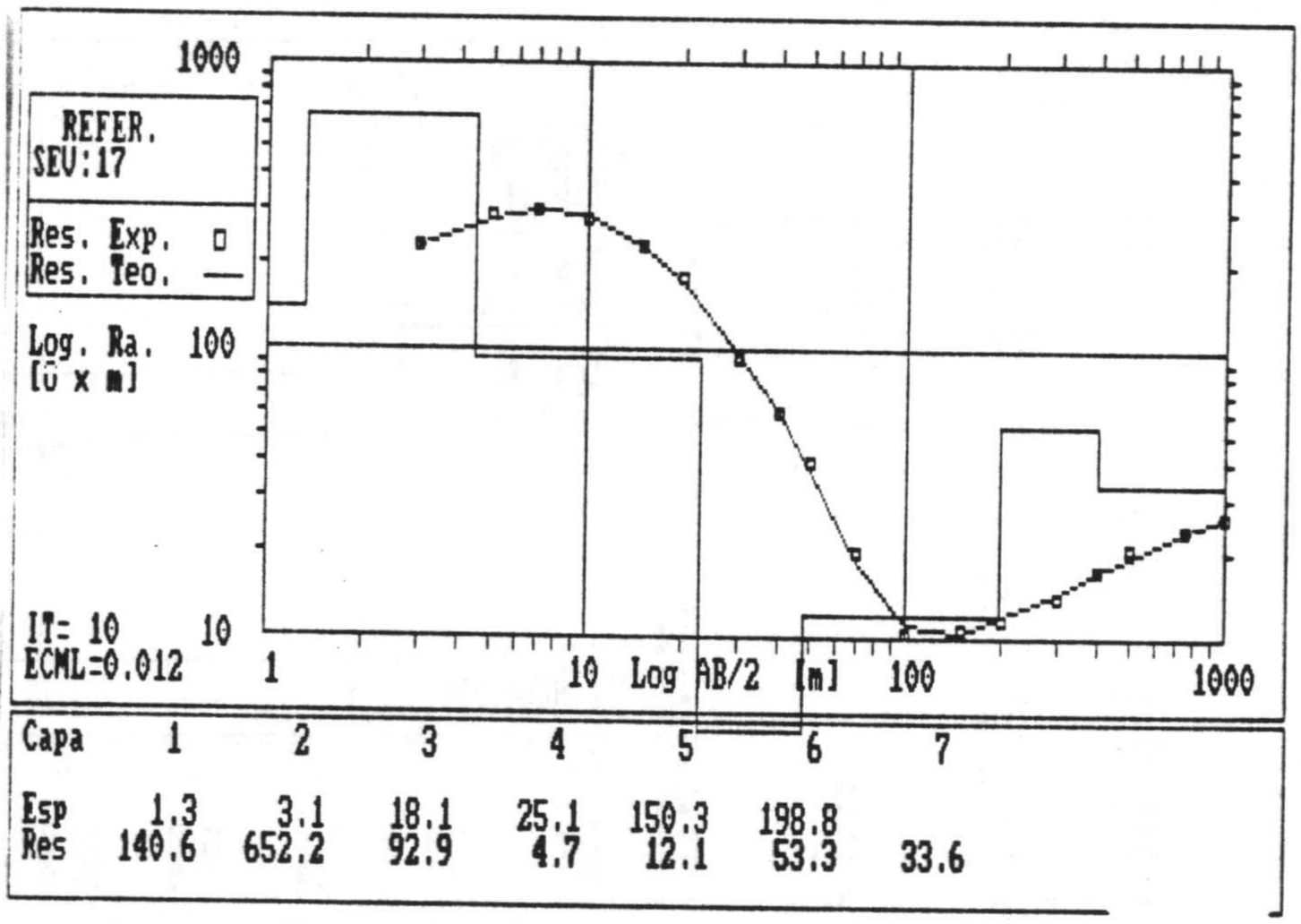
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 7)
3.0	87.0	86.8	84.7
5.0	86.0	86.7	84.7
7.0	85.0	86.5	84.5
10.0	84.0	85.8	83.8
15.0	78.0	83.7	81.8
20.0	76.0	80.0	78.2
30.0	68.0	70.1	68.4
40.0	60.0	59.6	58.1
50.0	50.0	50.9	49.5
70.0	38.0	39.5	37.9
100.0	30.0	30.8	29.2
150.0	24.0	25.4	24.4
200.0	24.0	24.4	24.3
300.0	28.5	27.4	28.2
400.0	33.8	31.8	32.3
500.0	36.0	35.6	35.3
750.0	39.0	42.0	39.9
1000.0	42.0	45.9	42.7
1500.0	48.0	50.4	47.5
Error cuadr. medio log.		0.018	0.009



SEV: 17

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	150.00	1.31	140.62
2	4.00	650.00	3.15	652.21
3	20.00	55.00	18.12	92.86
4	35.00	6.00	25.09	4.69
5	130.00	12.00	150.33	12.07
6	200.00	55.00	198.85	53.31
7		28.00		33.56

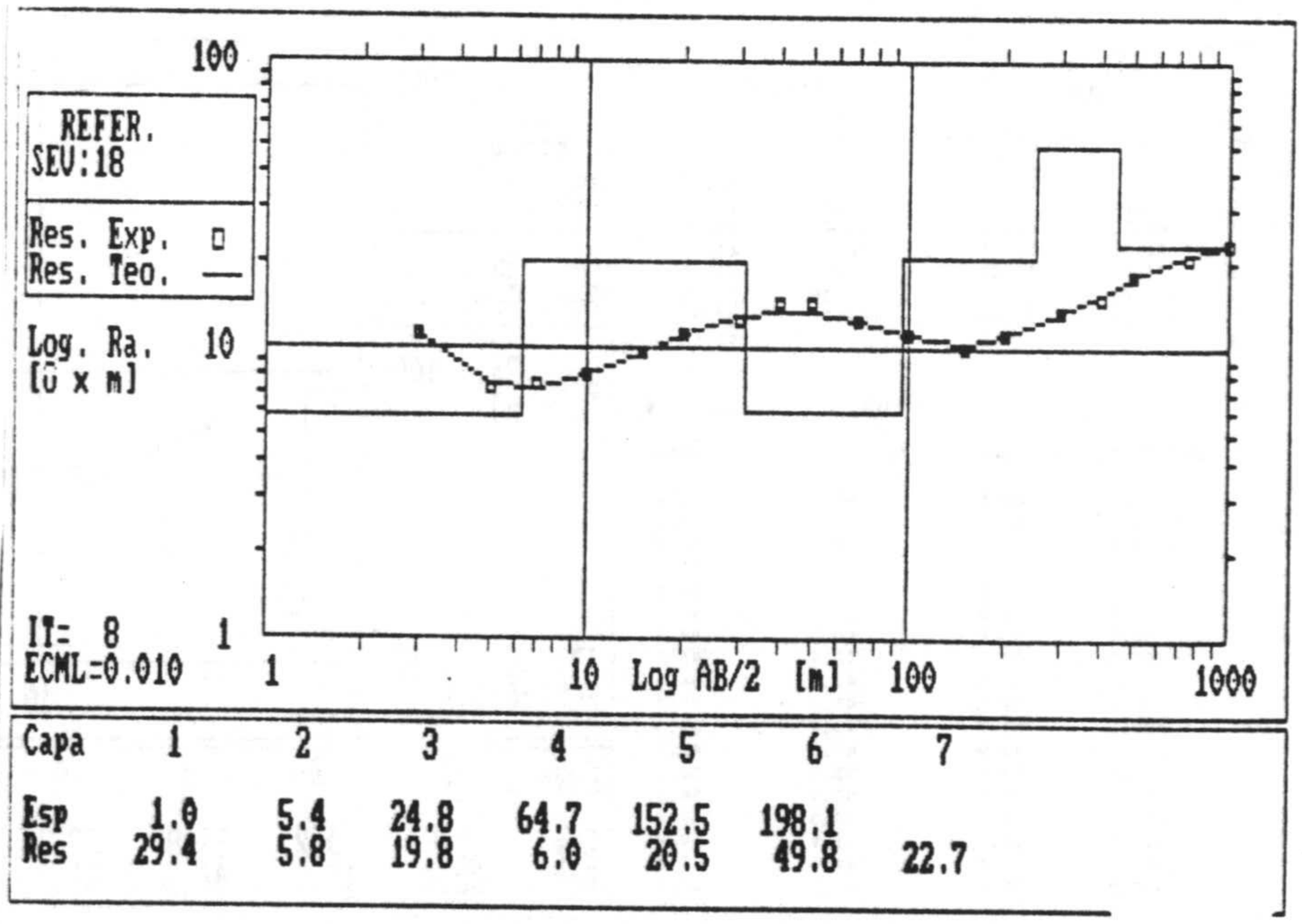
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	225.0	223.1	227.6
5.0	290.0	285.8	287.9
7.0	310.0	314.0	307.6
10.0	285.0	309.1	292.0
15.0	230.0	246.7	228.3
20.0	180.0	179.9	170.3
30.0	92.5	93.0	97.5
40.0	60.0	52.1	59.6
50.0	40.0	32.6	37.6
70.0	19.5	17.5	18.6
100.0	10.5	11.6	11.1
150.0	10.8	10.7	10.5
200.0	11.6	11.8	11.8
300.0	14.0	14.7	14.5
400.0	17.4	17.4	17.0
500.0	20.3	19.7	19.4
750.0	23.5	23.8	23.8
1000.0	26.2	26.1	26.6
Error cuadr. medio log.		0.028	0.012



SEV: 18

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 8)	RESISTIVIDAD (ITER= 8)
1	1.00	26.00	0.98	29.37
2	4.50	5.50	5.37	5.78
3	28.00	18.50	24.80	19.76
4	70.00	6.00	64.72	5.97
5	150.00	20.00	152.52	20.48
6	200.00	60.00	198.09	49.79
7		25.00		22.70

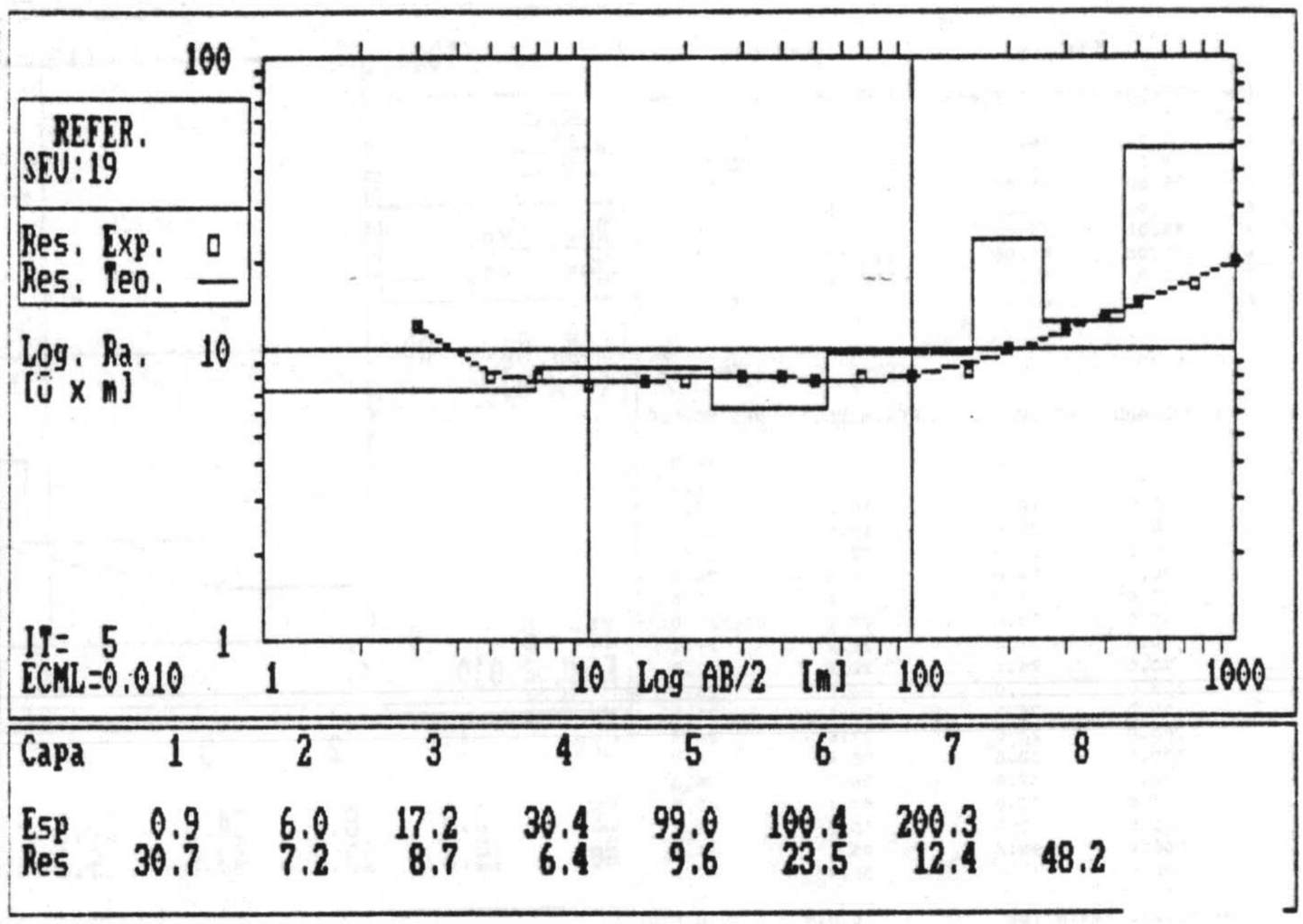
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 8)
3.0	11.2	10.5	11.1
5.0	7.3	7.3	7.4
7.0	7.4	7.3	7.2
10.0	8.0	8.4	8.1
15.0	9.6	10.1	9.8
20.0	11.3	11.5	11.2
30.0	12.4	13.0	12.8
40.0	14.3	13.6	13.5
50.0	14.1	13.5	13.4
70.0	12.2	12.5	12.4
100.0	11.1	11.0	11.0
150.0	10.1	10.2	10.3
200.0	11.2	10.6	10.9
300.0	13.3	12.9	13.3
400.0	15.0	15.4	15.6
500.0	18.0	17.5	17.6
750.0	20.9	21.4	21.0
1000.0	22.5	23.8	22.8
Error cuadr. medio log.		0.016	0.010



SEV: 19

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 5	RESISTIVIDAD ITER= 5
1	0.90	30.00	0.92	30.69
2	3.00	7.00	5.98	7.18
3	15.00	8.00	17.21	8.67
4	30.00	7.50	30.36	6.36
5	100.00	8.50	99.03	9.65
6	100.00	20.00	100.42	23.48
7	200.00	17.00	200.34	12.44
8		50.00		48.24

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 5
3.0	12.0	11.4	11.9
5.0	8.2	8.3	8.4
7.0	8.0	7.8	7.8
10.0	7.5	7.8	7.7
15.0	7.9	7.8	7.9
20.0	7.8	7.9	8.0
30.0	8.2	7.9	8.1
40.0	8.0	7.9	8.0
50.0	7.9	7.9	7.9
70.0	8.0	8.0	7.9
100.0	8.1	8.3	8.1
150.0	8.4	8.9	8.9
200.0	10.0	9.6	9.8
300.0	11.7	11.2	11.4
400.0	13.0	12.8	12.8
500.0	14.4	14.3	14.1
750.0	16.5	17.8	16.9
1000.0	19.5	20.9	19.6
Error cuadr. medio log.		0.017	0.010

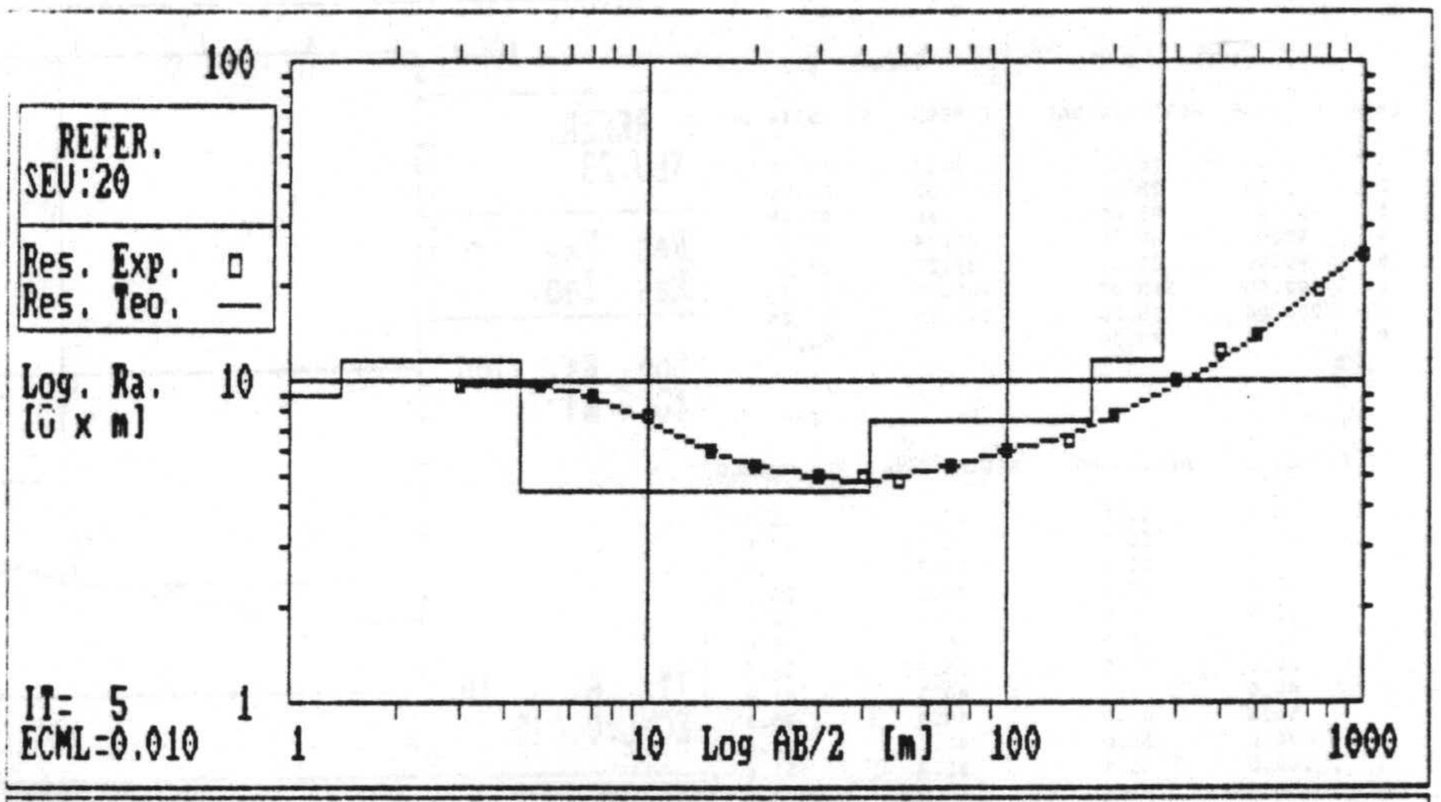


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.9	6.0	17.2	30.4	99.0	100.4	200.3	
Res	30.7	7.2	8.7	6.4	9.6	23.5	12.4	48.2

SEV: 20

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 5	RESISTIVIDAD ITER= 5
1	1.50	10.00	1.40	9.05
2	3.00	11.00	3.00	11.45
3	36.00	4.50	37.05	4.47
4	130.00	6.80	130.79	7.38
5	100.00	15.00	100.83	11.39
6		200.00		199.65

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 5
3.0	9.6	10.1	9.6
5.0	9.5	9.7	9.6
7.0	8.9	8.8	8.8
10.0	7.8	7.6	7.6
15.0	6.0	6.1	6.1
20.0	5.4	5.4	5.4
30.0	5.1	5.0	5.0
40.0	5.0	4.9	4.9
50.0	4.8	5.0	5.0
70.0	5.4	5.3	5.4
100.0	6.0	5.8	6.0
150.0	6.6	6.7	6.8
200.0	7.8	7.5	7.7
300.0	10.0	9.5	9.5
400.0	12.2	11.9	11.7
500.0	13.8	14.3	14.0
750.0	19.0	20.4	19.8
1000.0	25.0	26.2	25.5
Error cuadr. medio log.		0.013	0.010

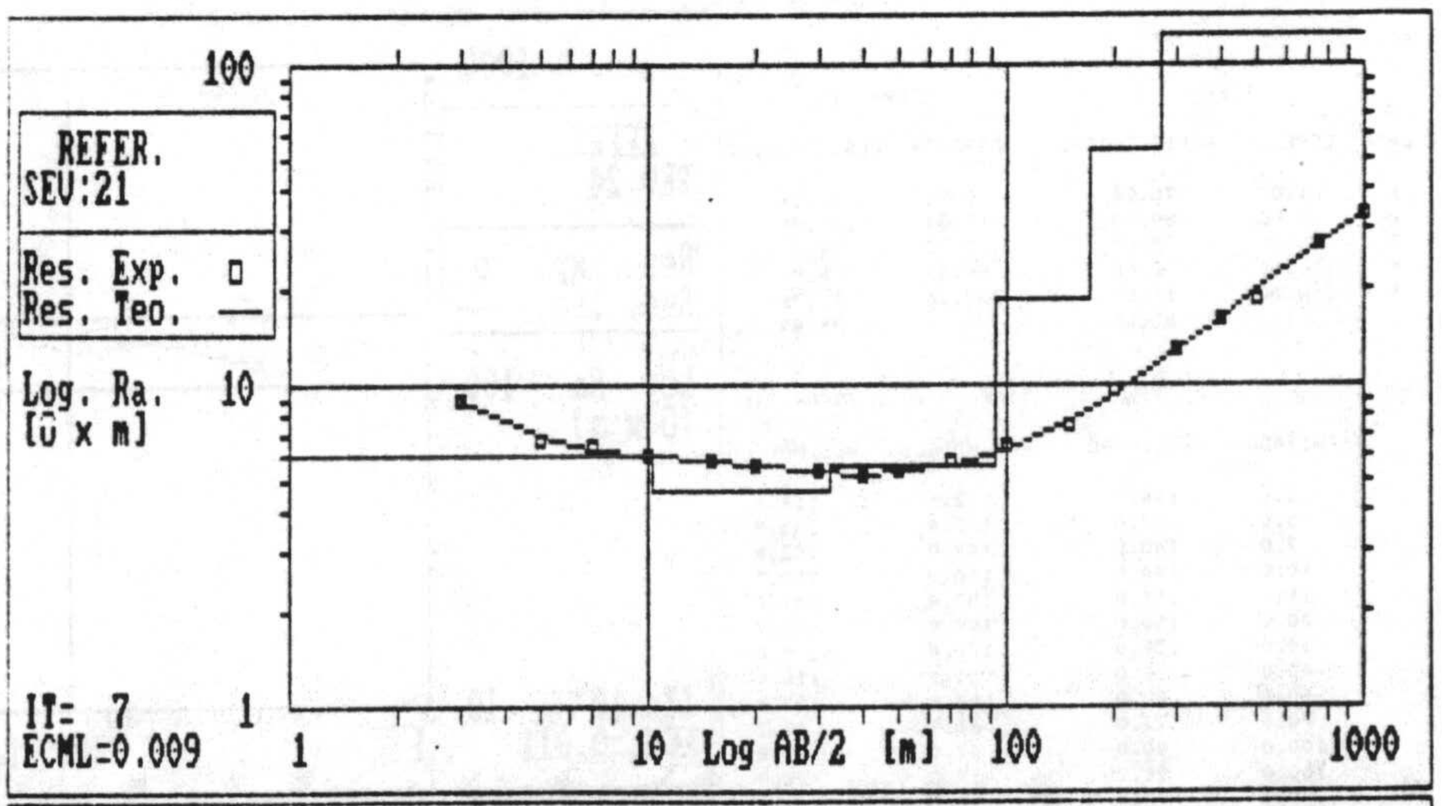


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.4	3.0	37.0	130.8	100.8	
Res	9.0	11.4	4.5	7.4	11.4	199.7

SEV: 21

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 7	RESISTIVIDAD ITER= 7
1	1.00	17.00	0.97	17.82
2	10.00	6.00	9.25	6.03
3	20.00	4.50	21.96	4.69
4	60.00	7.00	60.90	5.68
5	80.00	15.00	77.17	18.24
6	100.00	50.00	98.16	53.83
7		100.00		125.08

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 7
3.0	9.1	9.1	9.1
5.0	6.8	6.9	6.9
7.0	6.6	6.4	6.4
10.0	6.0	6.1	6.1
15.0	5.8	5.8	5.8
20.0	5.6	5.6	5.6
30.0	5.4	5.4	5.4
40.0	5.3	5.4	5.3
50.0	5.3	5.6	5.4
70.0	5.8	6.0	5.7
100.0	6.4	6.9	6.3
150.0	7.6	8.4	7.8
200.0	9.5	9.9	9.4
300.0	12.9	13.3	12.8
400.0	16.0	16.6	16.2
500.0	18.5	19.8	19.5
750.0	27.0	27.1	27.2
1000.0	34.5	33.4	33.9
Error cuadr. medio log.		0.019	0.009



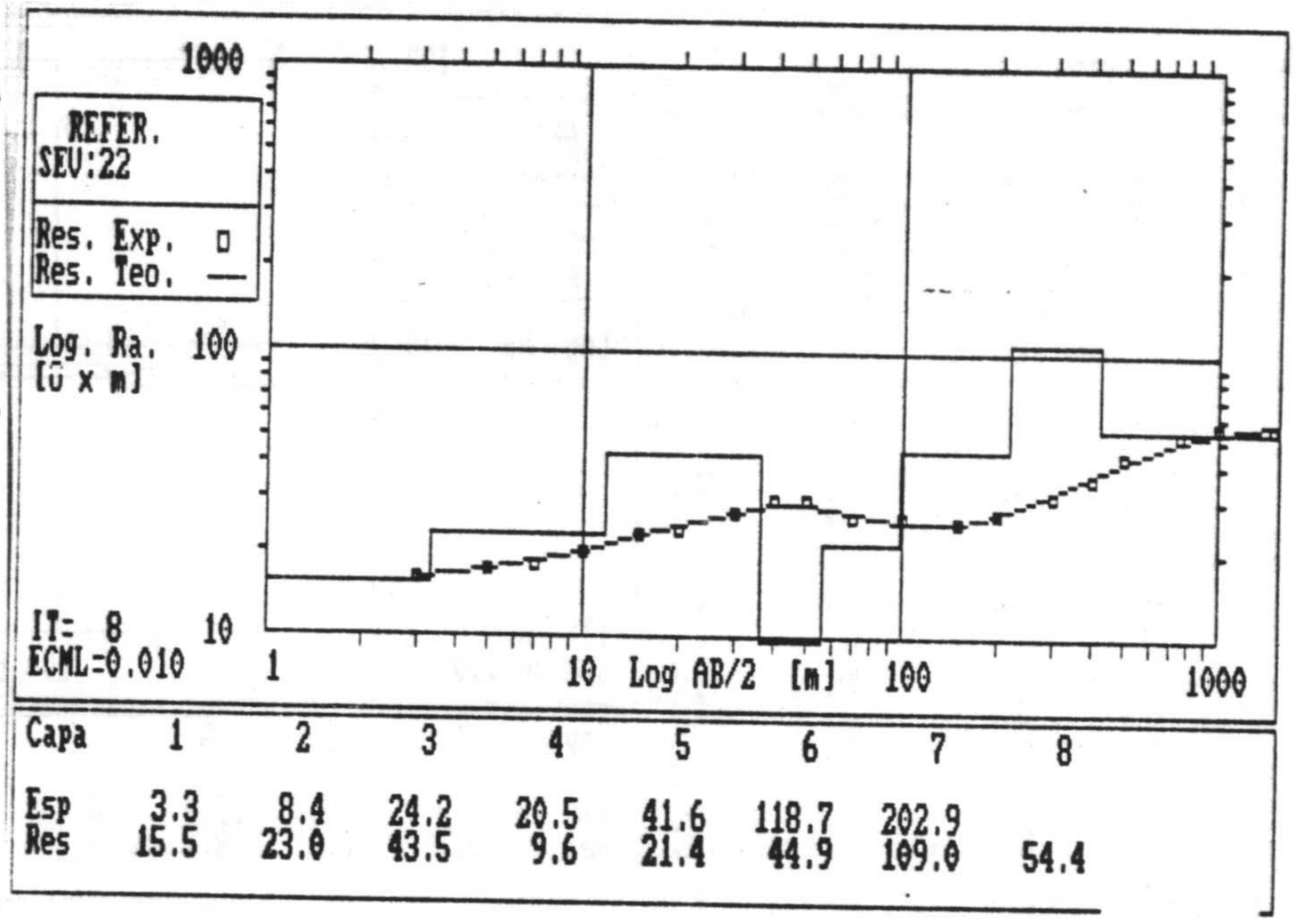
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	9.2	22.0	60.9	77.2	98.2	
Res	17.8	6.0	4.7	5.7	18.2	53.8	125.1

SEv: 22

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 8 ESPESOR	ITER= 8 RESISTIVIDAD
1	3.50	16.00	3.29	15.53
2	8.00	22.00	8.38	22.98
3	25.00	45.00	24.17	43.51
4	20.00	10.00	20.45	9.58
5	40.00	22.00	41.64	21.35
6	120.00	45.00	118.65	44.93
7	200.00	95.00	202.86	108.97
8		60.00		54.37

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 8 RES.MODELO
3.0	16.0	16.3	16.0
5.0	17.0	17.1	17.0
7.0	18.0	18.2	18.2
10.0	20.0	19.8	20.0
15.0	23.0	22.2	22.5
20.0	24.0	24.3	24.5
30.0	27.0	27.6	27.5
40.0	30.0	29.3	29.0
50.0	31.0	29.8	29.1
70.0	26.5	28.8	27.8
100.0	26.0	26.8	25.6
150.0	25.5	26.1	25.1
200.0	27.0	27.8	26.9
300.0	32.0	33.4	32.7
400.0	37.0	38.7	38.3
500.0	43.0	43.1	42.9
750.0	52.0	50.8	50.7
1000.0	56.0	55.1	54.8
1500.0	57.0	58.9	57.6

Error cuadr. medio log. 0.014 0.010

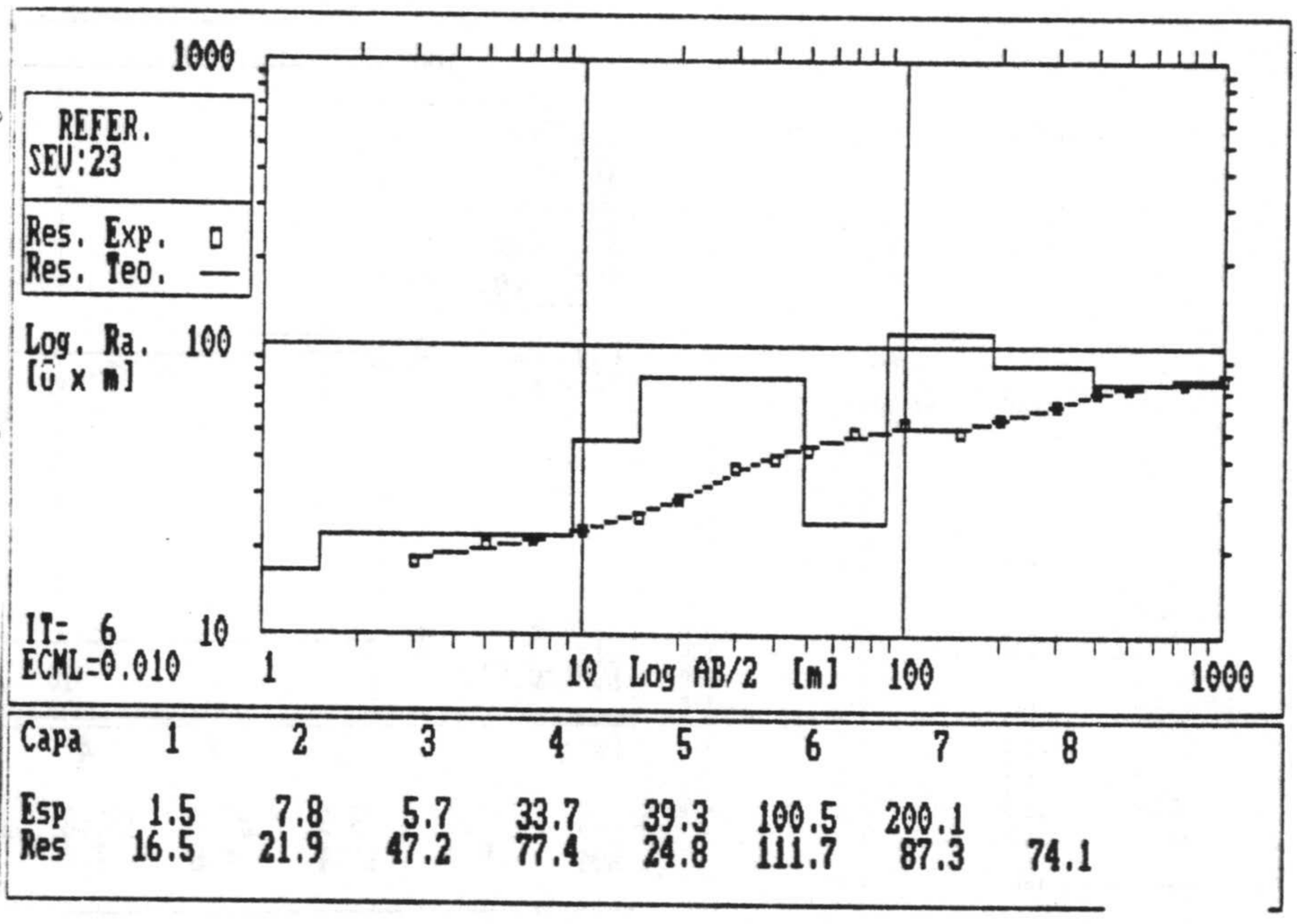


SEv: 23

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 6 ESPESOR	ITER= 6 RESISTIVIDAD
1	2.00	16.00	1.52	16.50
2	7.00	25.00	7.83	21.90
3	15.00	45.00	5.68	47.19
4	40.00	80.00	33.74	77.35
5	40.00	25.00	39.29	24.76
6	100.00	110.00	100.49	111.73
7	200.00	85.00	200.10	87.25
8		70.00		74.12

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 6 RES.MODELO
3.0	17.9	17.7	18.3
5.0	20.5	19.9	19.9
7.0	21.5	21.7	21.2
10.0	22.5	24.0	23.0
15.0	25.9	27.4	26.4
20.0	29.0	30.5	30.0
30.0	37.9	35.9	36.5
40.0	41.0	40.3	41.6
50.0	43.9	44.0	45.3
70.0	50.0	49.0	49.4
100.0	53.5	52.8	51.6
150.0	51.0	55.0	53.2
200.0	57.0	56.8	55.8
300.0	62.5	61.7	62.8
400.0	69.5	66.6	68.6
500.0	73.5	70.1	72.5
750.0	76.0	74.1	76.8
1000.0	77.0	74.8	77.8

Error cuadr. medio log. 0.017 0.010

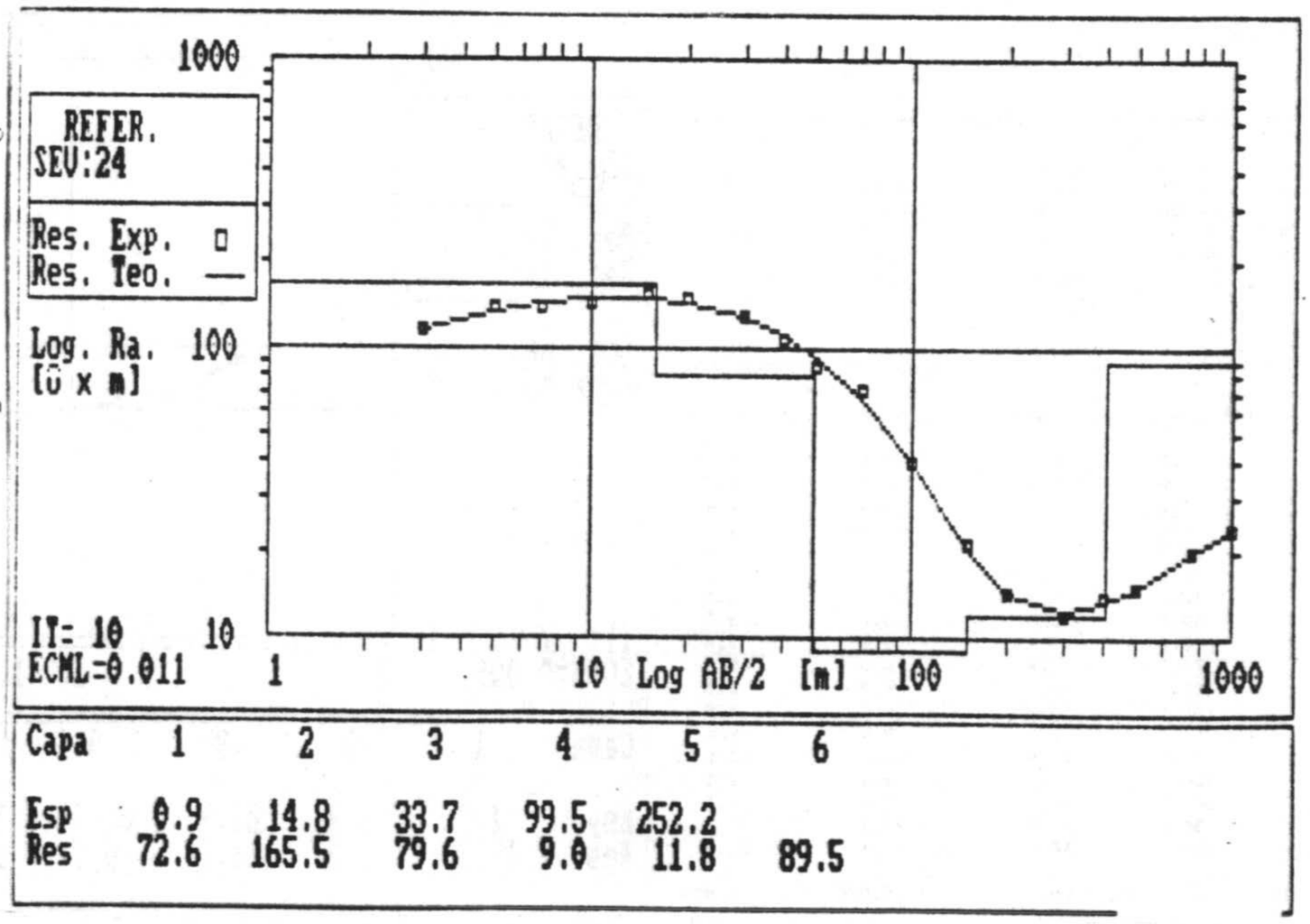


SEv: 24

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	70.00	0.91	72.59
2	13.00	180.00	14.84	165.49
3	35.00	75.00	33.73	79.62
4	100.00	8.00	99.53	8.97
5	250.00	15.00	252.16	11.78
6		85.00		89.49

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	114.0	112.1	114.4
5.0	137.0	135.4	133.9
7.0	140.0	147.9	143.8
10.0	144.0	156.5	150.3
15.0	155.0	157.4	151.2
20.0	150.0	149.9	145.7
30.0	129.0	127.4	128.2
40.0	108.0	106.1	110.0
50.0	88.0	88.6	93.8
70.0	72.0	61.9	67.2
100.0	40.0	37.0	40.8
150.0	21.2	19.0	20.7
200.0	14.4	13.5	14.2
300.0	12.1	12.6	12.3
400.0	13.8	14.4	13.5
500.0	14.8	16.3	15.1
750.0	19.5	21.2	19.5
1000.0	24.0	25.8	24.0

Error cuadr. medio log. 0.027 0.011

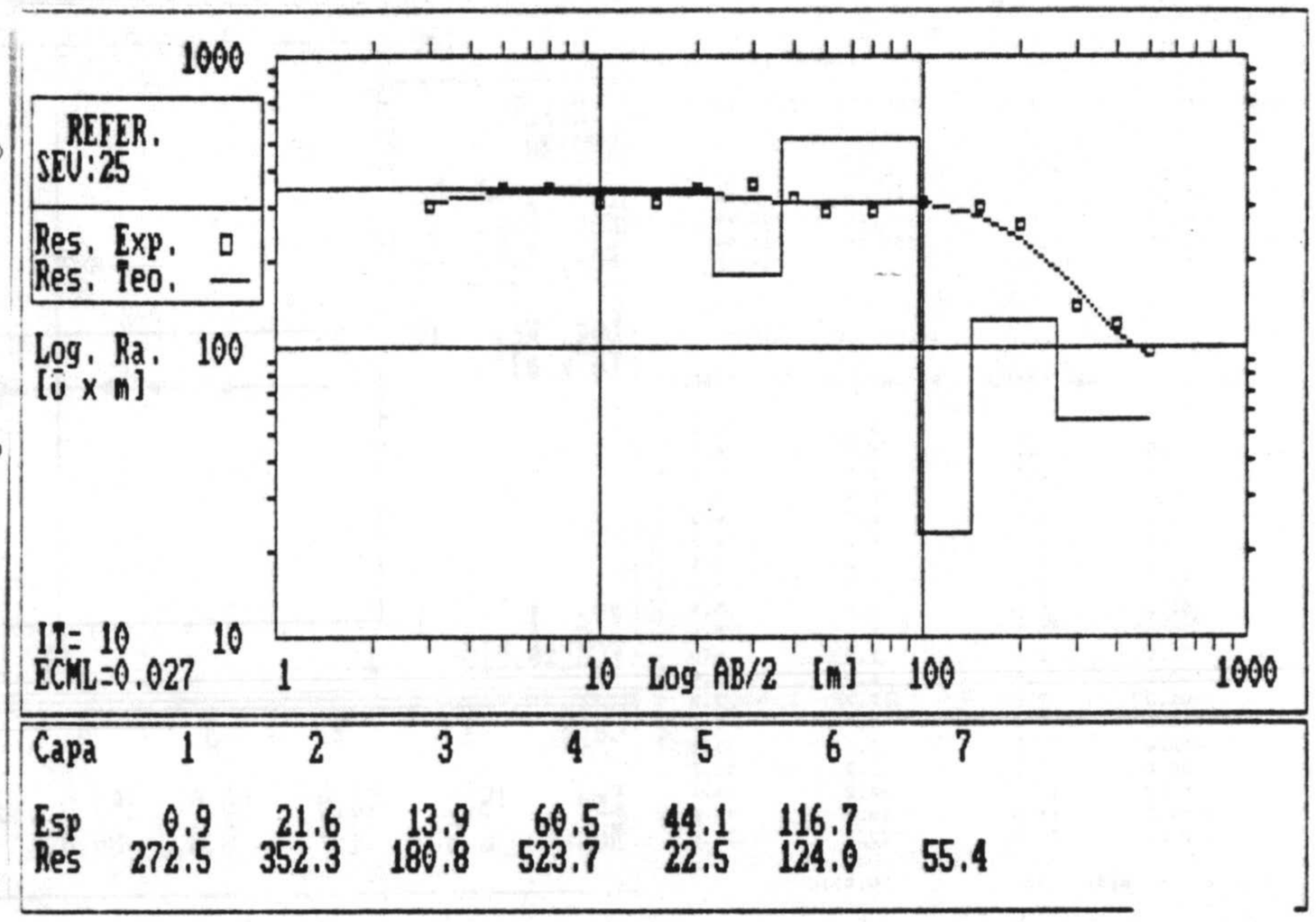


SEV: 25

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	3.00	315.00	0.88	272.50
2	22.00	360.00	21.61	352.29
3	20.00	200.00	13.91	180.83
4	65.00	500.00	60.48	523.65
5	45.00	25.00	44.13	22.53
6	100.00	95.00	116.66	124.00
7		55.00		55.41

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	306.0	318.5	319.7
5.0	358.0	326.4	336.2
7.0	350.0	333.4	342.2
10.0	320.0	340.4	344.8
15.0	321.0	345.4	344.5
20.0	358.0	345.5	341.3
30.0	360.0	337.9	329.9
40.0	330.0	325.5	318.1
50.0	290.0	315.6	312.5
70.0	290.0	306.9	311.8
100.0	315.0	303.6	312.4
150.0	300.0	285.9	285.7
200.0	265.0	248.9	239.4
300.0	140.0	171.1	157.2
400.0	119.0	118.8	111.0
500.0	96.0	94.2	92.0

Error cuadr. medio log. 0.032 0.027



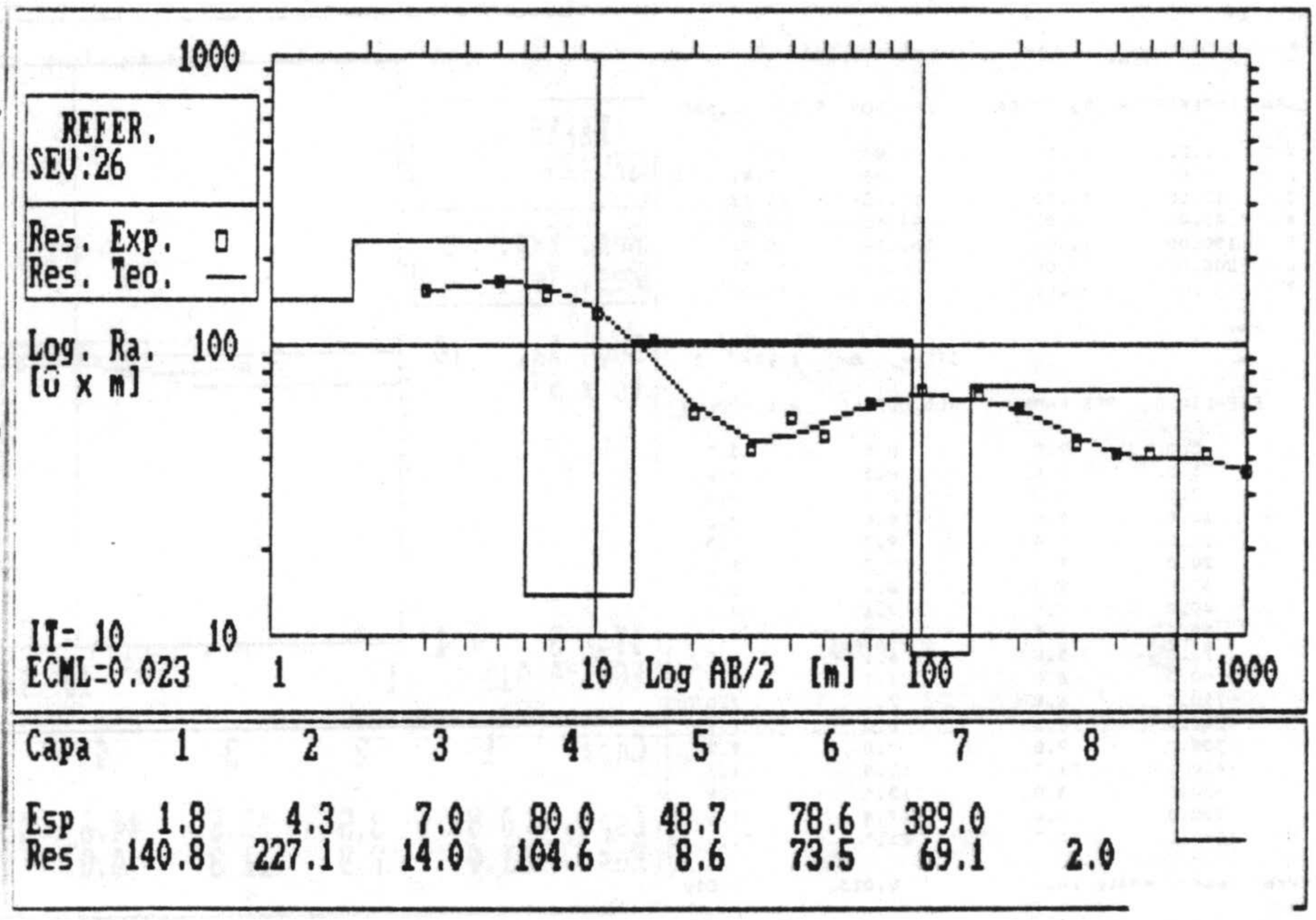
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	0.9	21.6	13.9	60.5	44.1	116.7	
Res	272.5	352.3	180.8	523.7	22.5	124.0	55.4

SEV: 26

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	110.00	1.78	140.75
2	4.00	235.00	4.26	227.09
3	16.00	29.00	6.99	13.98
4	80.00	105.00	80.00	104.64
5	60.00	35.00	48.71	8.60
6	100.00	25.00	78.57	73.46
7	400.00	45.00	388.98	69.12
8		25.00		1.98

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	155.0	157.6	155.5
5.0	165.0	171.1	165.5
7.0	150.0	161.4	160.1
10.0	130.0	130.6	134.7
15.0	105.0	84.2	88.9
20.0	59.0	60.1	62.7
30.0	44.0	46.2	46.2
40.0	57.0	48.8	48.6
50.0	49.0	53.4	53.4
70.0	62.0	61.6	61.6
100.0	70.0	68.7	67.3
150.0	67.0	70.9	66.1
200.0	61.0	67.3	60.0
300.0	46.0	56.2	48.3
400.0	42.0	47.7	42.7
500.0	42.0	43.1	41.4
750.0	42.0	38.6	40.6
1000.0	36.0	36.6	37.1

Error cuadr. medio log. 0.039 0.023



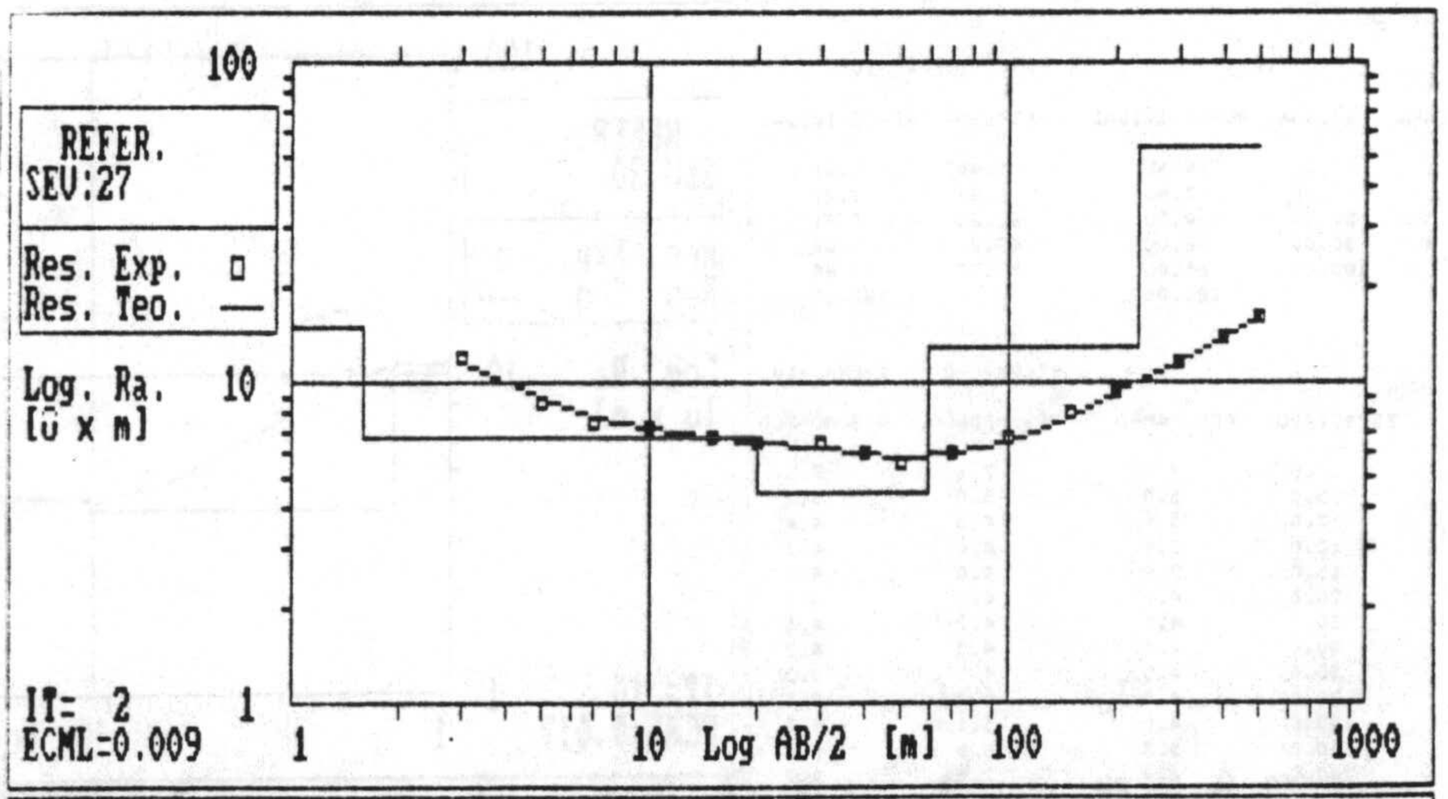
Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.8	4.3	7.0	80.0	48.7	78.6	389.0	
Res	140.8	227.1	14.0	104.6	8.6	73.5	69.1	2.0

SEV: 27

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 2 ESPESOR	ITER= 2 RESISTIVIDAD
1	1.80	14.00	1.58	15.11
2	16.00	6.50	18.24	6.67
3	40.00	4.50	40.02	4.58
4	170.00	14.00	170.10	12.80
5		55.00		54.82

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 2 RES.MODELO
3.0	12.0	11.5	11.6
5.0	8.8	9.1	9.0
7.0	7.6	7.9	7.8
10.0	7.3	7.1	7.1
15.0	6.7	6.7	6.8
20.0	6.6	6.5	6.6
30.0	6.5	6.2	6.3
40.0	6.0	5.9	6.0
50.0	5.7	5.8	5.9
70.0	6.0	6.0	6.0
100.0	6.7	6.6	6.6
150.0	8.0	8.0	7.9
200.0	9.3	9.4	9.2
300.0	11.5	12.0	11.6
400.0	13.6	14.4	13.9
500.0	15.9	16.7	16.1

Error cuadr. medio log. 0.014 0.009

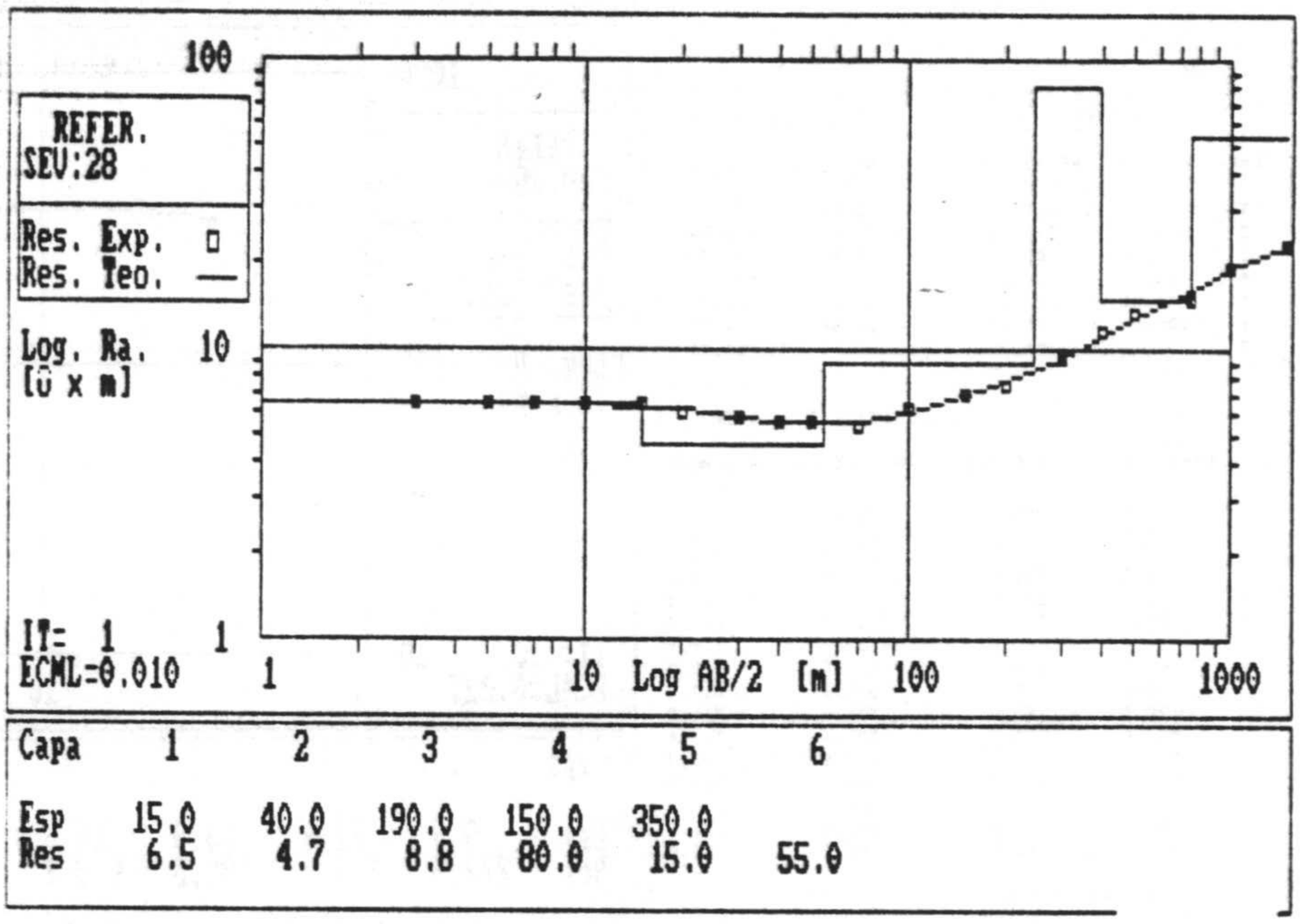


Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.6	18.2	40.0	170.1	
Res	15.1	6.7	4.6	12.8	54.8

SEv: 28

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 1	RESISTIVIDAD ITER= 1
1	15.00	6.50	15.00	6.50
2	40.00	4.50	39.98	4.65
3	190.00	9.00	190.01	8.84
4	150.00	80.00	149.99	79.99
5	350.00	15.00	350.00	15.04
6		55.00		55.02

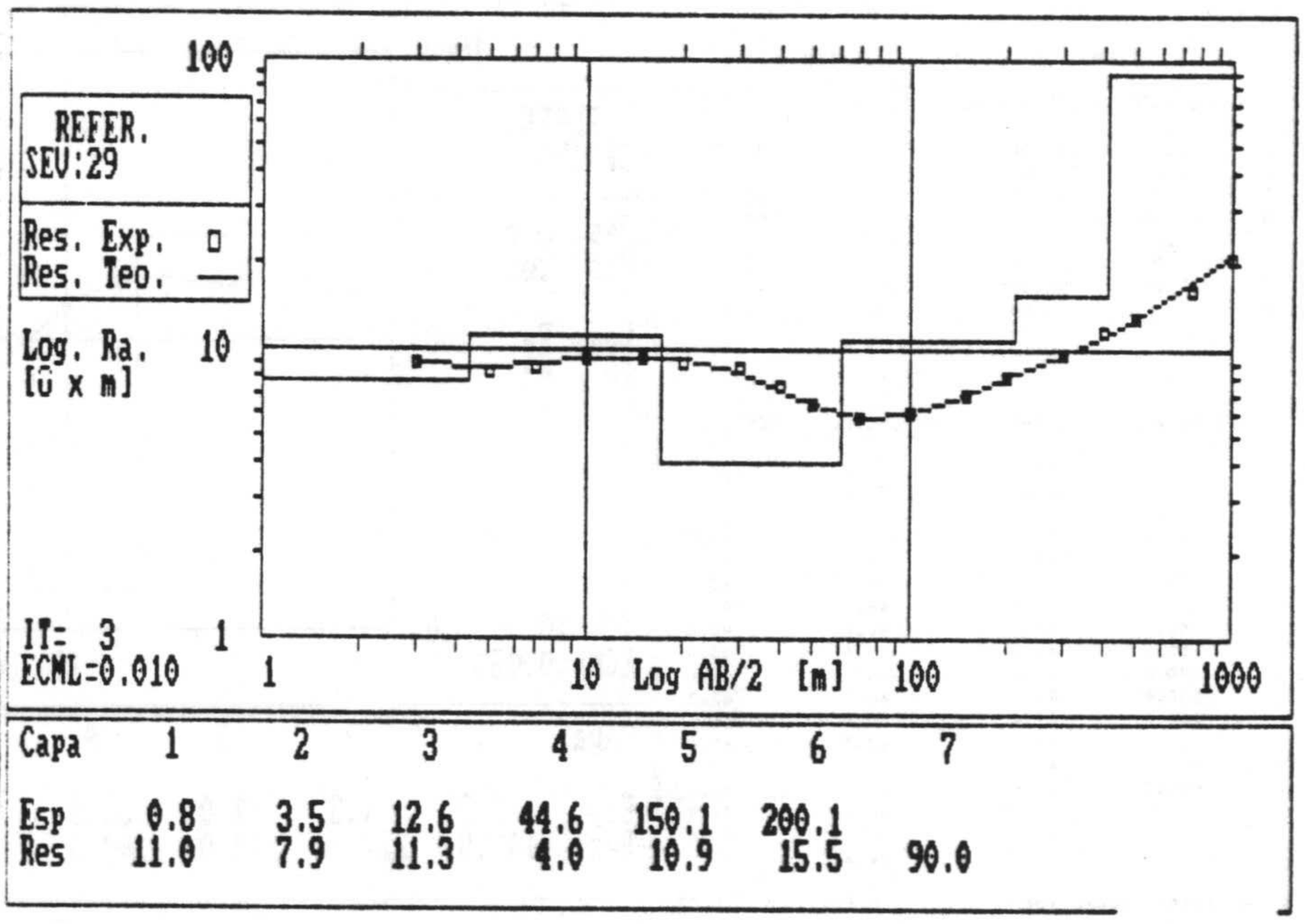
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 1
3.0	6.5	6.5	6.5
5.0	6.5	6.5	6.5
7.0	6.5	6.5	6.5
10.0	6.4	6.4	6.5
15.0	6.4	6.3	6.3
20.0	6.0	6.2	6.2
30.0	5.9	5.8	5.9
40.0	5.7	5.5	5.6
50.0	5.6	5.4	5.5
70.0	5.5	5.5	5.6
100.0	6.2	5.9	6.0
150.0	6.9	6.9	6.9
200.0	7.6	7.7	7.8
300.0	9.4	9.4	9.4
400.0	11.5	11.1	11.1
500.0	13.2	12.7	12.7
750.0	15.0	16.2	16.1
1000.0	19.0	18.8	18.8
1500.0	23.0	22.9	22.8
Error cuadr. medio log.		0.011	0.010



SEV: 29

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 3	RESISTIVIDAD ITER= 3
1	1.00	10.50	0.84	10.96
2	4.00	7.80	3.48	7.91
3	13.00	11.50	12.60	11.33
4	45.00	4.00	44.63	4.00
5	150.00	11.00	150.14	10.91
6	200.00	17.00	200.10	15.54
7		90.00		90.00

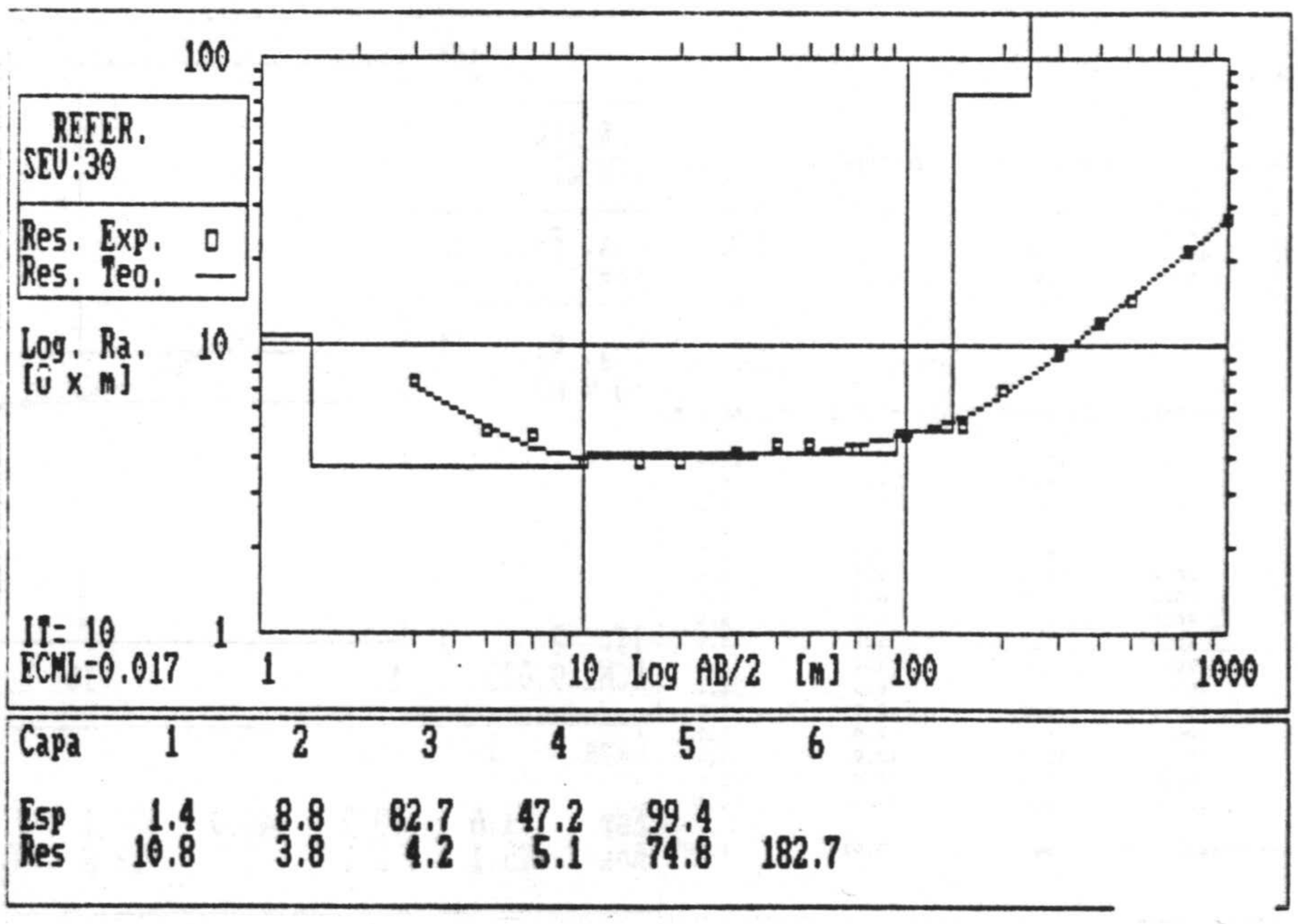
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 3
3.0	9.0	8.9	8.9
5.0	8.4	8.5	8.6
7.0	8.8	8.6	8.8
10.0	9.4	9.0	9.2
15.0	9.4	9.3	9.5
20.0	9.0	9.3	9.3
30.0	8.6	8.6	8.4
40.0	7.4	7.6	7.3
50.0	6.5	6.8	6.5
70.0	5.8	6.1	5.9
100.0	6.0	6.1	6.0
150.0	6.9	7.0	7.0
200.0	8.0	8.0	7.9
300.0	9.8	9.8	9.7
400.0	11.7	11.4	11.3
500.0	13.0	13.1	12.9
750.0	16.0	17.4	17.0
1000.0	20.7	21.5	21.0
Error cuadr. medio log.		0.013	0.010



SEV: 30

CAPA	ESPESOR ITER= 0	RESISTIVIDAD ITER= 0	ESPESOR ITER= 10	RESISTIVIDAD ITER= 10
1	1.20	14.50	1.44	10.81
2	12.00	3.80	8.84	3.79
3	80.00	4.50	82.68	4.21
4	50.00	6.00	47.23	5.06
5	100.00	65.00	99.37	74.84
6		180.00		182.65

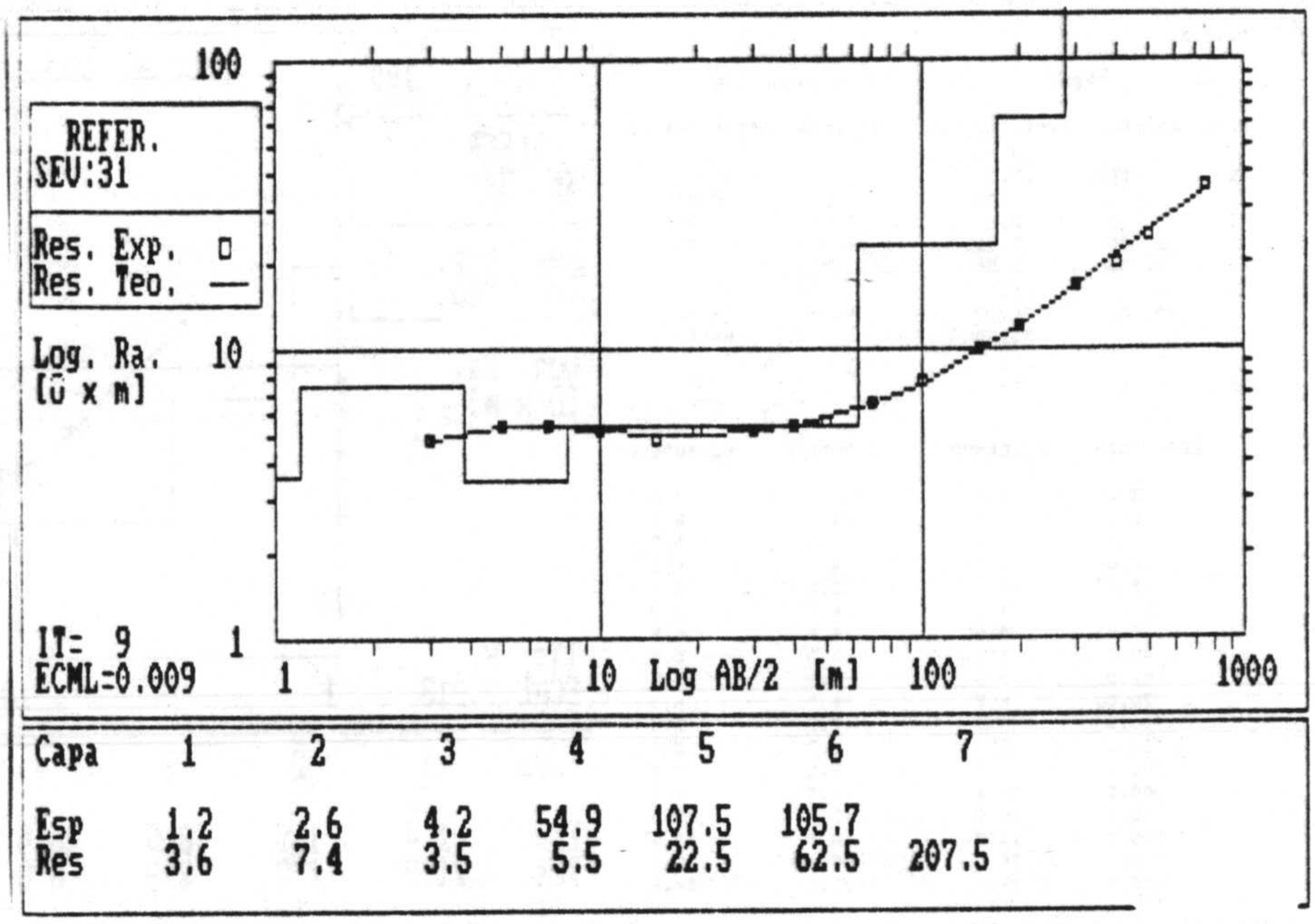
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 10
3.0	7.5	7.6	7.3
5.0	5.0	5.0	5.2
7.0	4.9	4.3	4.4
10.0	3.9	4.0	4.1
15.0	3.9	4.0	4.0
20.0	4.0	4.1	4.1
30.0	4.2	4.2	4.1
40.0	4.5	4.3	4.2
50.0	4.5	4.5	4.3
70.0	4.4	4.7	4.5
100.0	4.8	5.1	4.8
150.0	5.3	6.0	5.6
200.0	6.9	7.1	6.7
300.0	9.4	9.8	9.3
400.0	12.0	12.6	12.0
500.0	14.4	15.4	14.6
750.0	21.0	22.1	21.0
1000.0	26.9	28.3	27.0
Error cuadr. medio log.		0.026	0.017



SEV: 31

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 9)	RESISTIVIDAD (ITER= 9)
1	1.50	4.00	1.18	3.61
2	4.50	7.00	2.61	7.41
3	6.50	2.70	4.19	3.50
4	60.00	6.50	54.90	5.51
5	70.00	15.00	107.49	22.52
6	100.00	75.00	105.67	62.46
7		200.00		207.50

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 9)
3.0	4.8	4.8	4.8
5.0	5.4	5.3	5.4
7.0	5.5	5.5	5.4
10.0	5.2	5.4	5.2
15.0	4.9	4.9	5.0
20.0	5.2	4.8	5.0
30.0	5.3	4.9	5.2
40.0	5.4	5.3	5.5
50.0	5.6	5.6	5.8
70.0	6.4	6.4	6.4
100.0	7.9	7.4	7.6
150.0	10.0	9.4	9.9
200.0	12.0	11.5	12.2
300.0	16.5	15.9	16.7
400.0	20.0	20.4	21.1
500.0	25.0	24.7	25.5
750.0	36.0	34.7	35.7
Error cuadr. medio log.		0.020	0.009

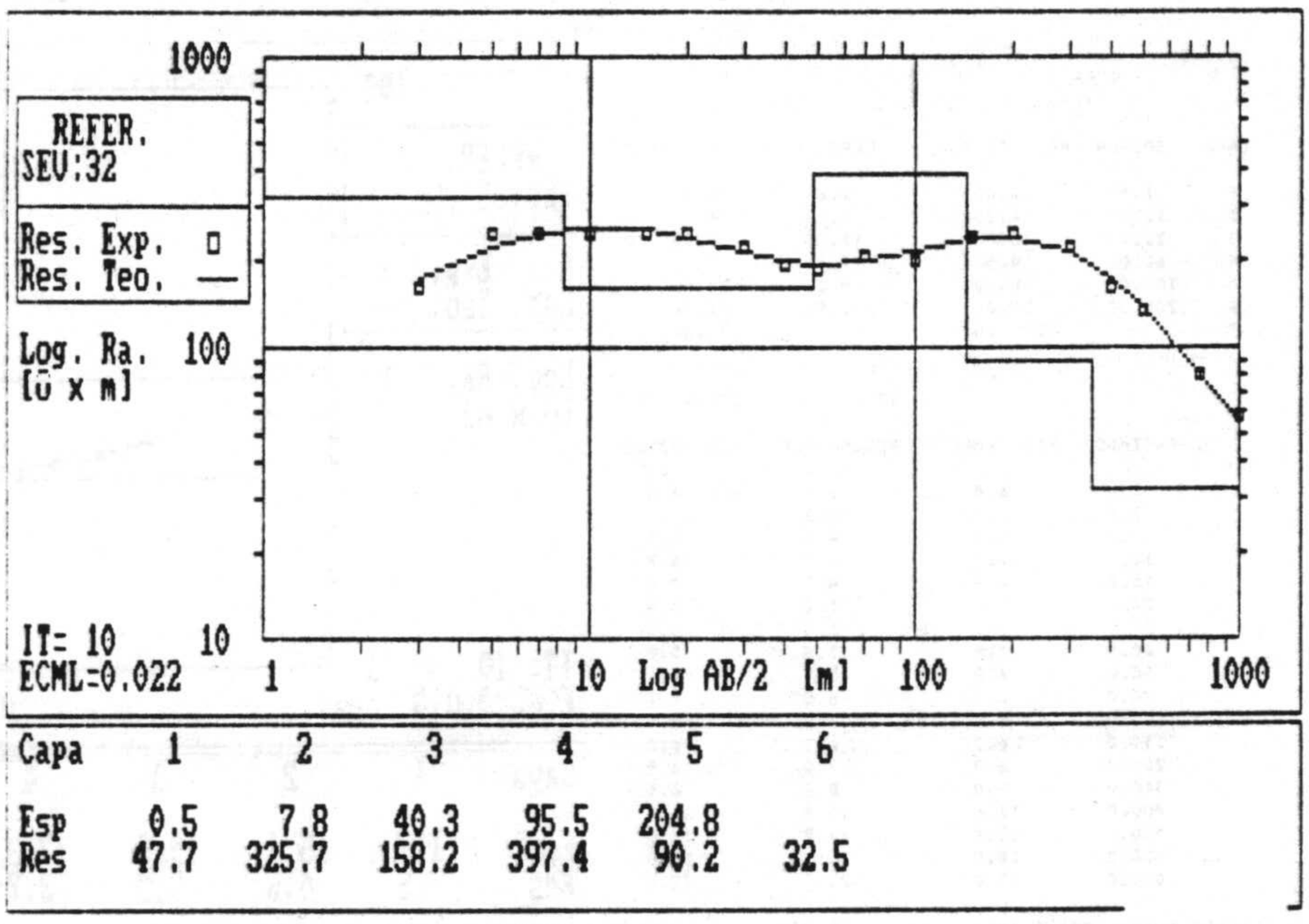


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.2	2.6	4.2	54.9	107.5	105.7	
Res	3.6	7.4	3.5	5.5	22.5	62.5	207.5

SEV: 32

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	0.50	50.00	0.45	47.70
2	7.00	335.00	7.83	325.69
3	40.00	155.00	40.26	158.24
4	110.00	400.00	95.49	397.35
5	150.00	70.00	204.81	90.24
6		40.00		32.48

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	160.0	170.8	173.9
5.0	250.0	217.8	220.0
7.0	245.0	242.9	244.5
10.0	243.0	257.1	259.4
15.0	249.0	250.8	255.4
20.0	246.0	234.1	240.5
30.0	219.0	204.7	211.7
40.0	192.0	190.1	195.9
50.0	182.0	187.0	191.5
70.0	205.0	194.5	196.9
100.0	201.0	214.4	214.7
150.0	240.0	238.7	236.1
200.0	242.0	243.6	238.7
300.0	220.0	218.8	212.2
400.0	162.0	177.9	172.9
500.0	135.0	139.2	136.4
750.0	81.0	81.3	79.5
1000.0	58.0	59.1	55.8
Error cuadr. medio log.		0.028	0.022

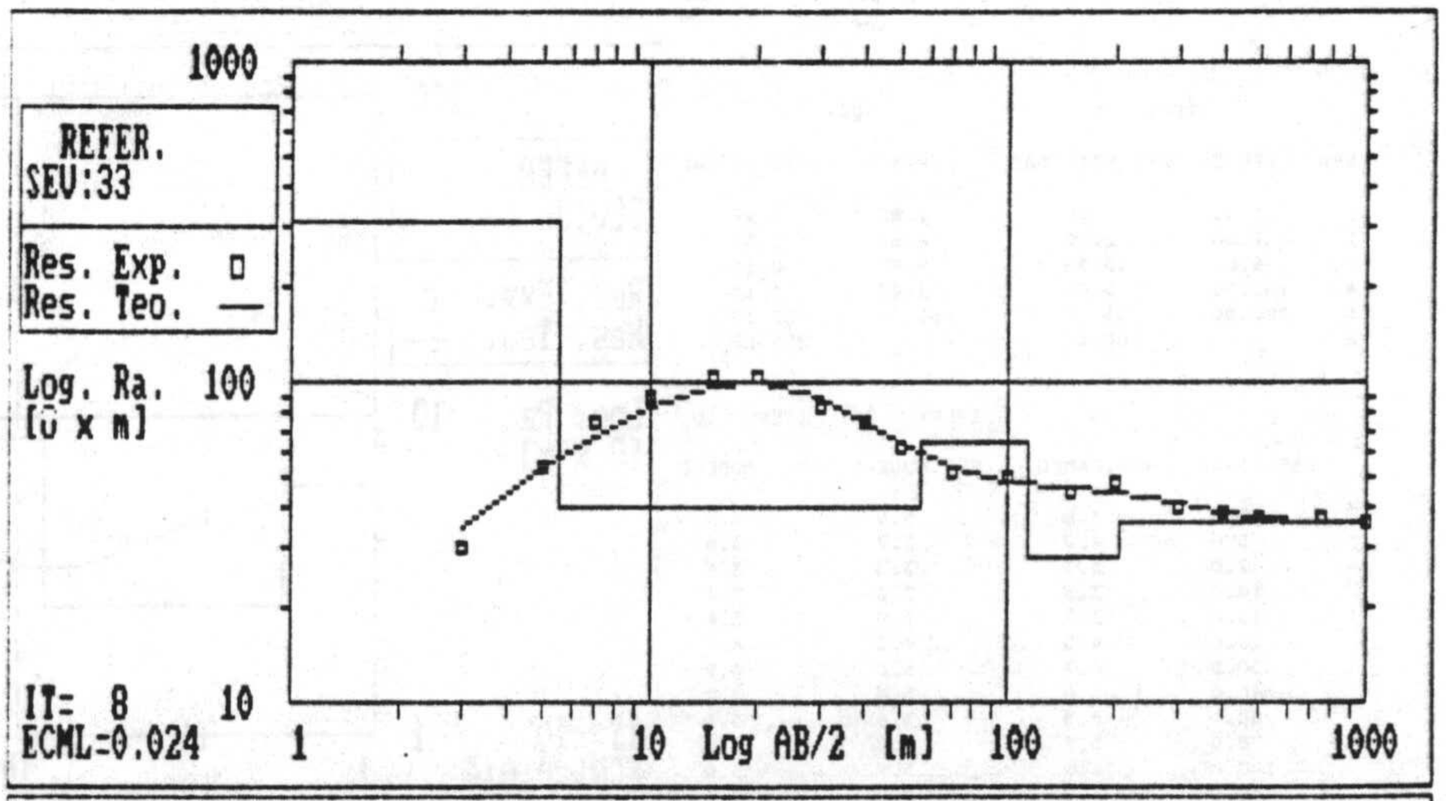


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.5	7.8	40.3	95.5	204.8	
Res	47.7	325.7	158.2	397.4	90.2	32.5

SEV: 33

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 8)	RESISTIVIDAD (ITER= 8)
1	0.80	11.00	0.80	10.54
2	5.00	300.00	4.78	315.08
3	60.00	40.00	51.29	40.70
4	60.00	35.00	56.30	65.88
5	100.00	65.00	93.33	28.48
6		35.00		36.62

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 8)
3.0	30.0	36.1	34.9
5.0	54.0	55.0	53.4
7.0	74.0	69.8	68.0
10.0	90.0	85.5	83.6
15.0	102.0	97.9	96.5
20.0	103.0	99.2	98.6
30.0	84.5	87.9	88.8
40.0	74.0	73.5	75.2
50.0	62.0	62.4	64.7
70.0	53.0	50.3	53.7
100.0	50.0	43.7	48.6
150.0	46.0	41.7	47.2
200.0	48.5	42.0	45.9
300.0	41.0	43.3	42.3
400.0	38.9	43.6	39.5
500.0	38.0	43.0	38.0
750.0	38.0	40.7	36.7
1000.0	37.0	39.0	36.5
Error cuadr. medio log.		0.037	0.024

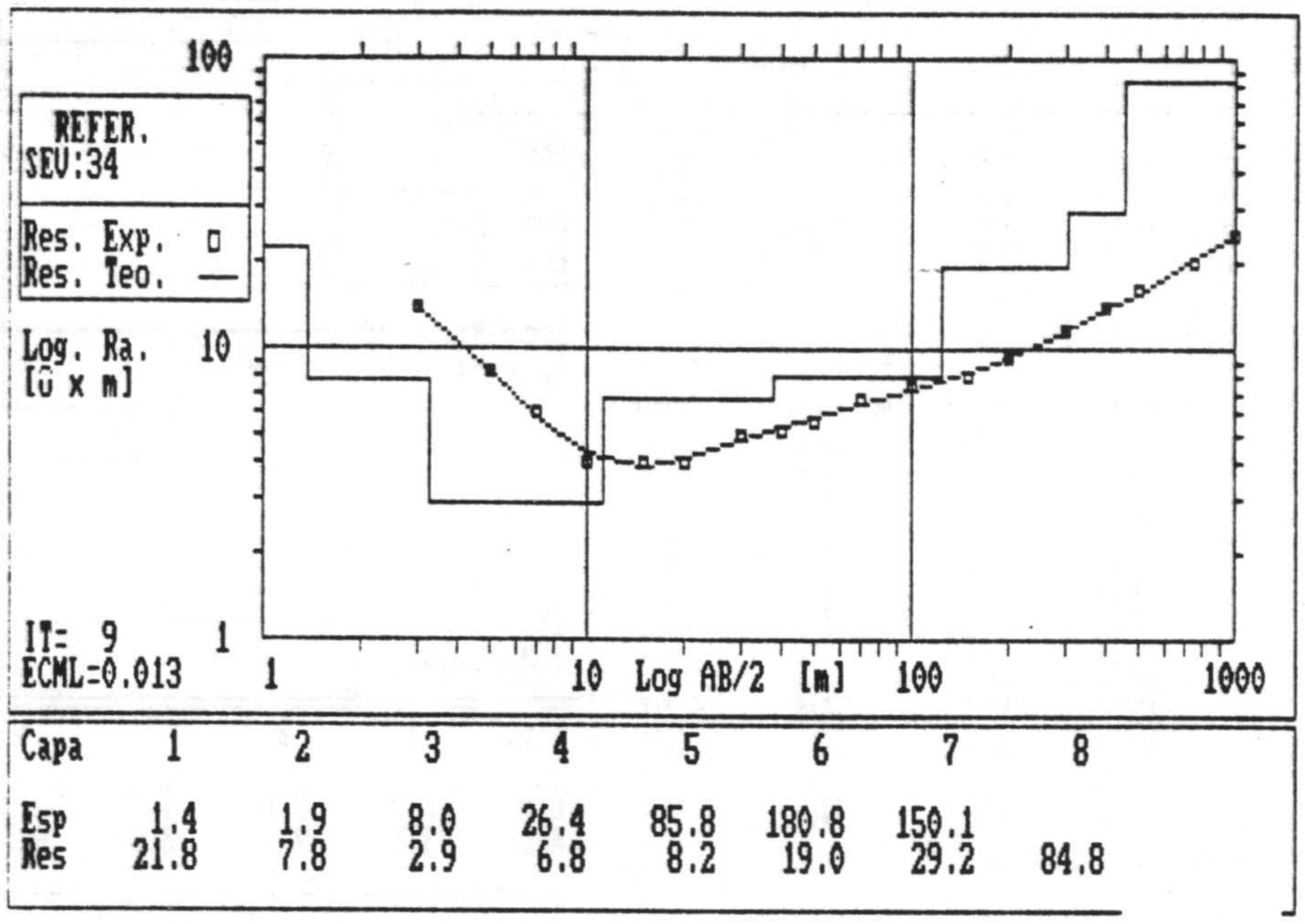


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.8	4.8	51.3	56.3	93.3	
Res	10.5	315.1	40.7	65.9	28.5	36.6

SEV: 34

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 9)	RESISTIVIDAD (ITER= 9)
1	1.50	19.00	1.38	21.80
2	2.00	7.00	1.87	7.83
3	7.00	2.50	7.97	2.90
4	30.00	7.00	26.37	6.80
5	80.00	8.50	85.83	8.18
6	180.00	16.00	180.80	19.01
7	150.00	30.00	150.06	29.22
8		55.00		84.83

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 9)
3.0	13.9	12.9	13.8
5.0	8.3	8.0	8.3
7.0	6.1	5.5	5.7
10.0	4.1	4.1	4.3
15.0	4.1	3.8	4.0
20.0	4.1	4.0	4.2
30.0	5.0	4.8	4.9
40.0	5.2	5.3	5.4
50.0	5.6	5.8	5.8
70.0	6.8	6.5	6.5
100.0	7.5	7.2	7.3
150.0	8.0	8.3	8.3
200.0	9.4	9.2	9.4
300.0	11.6	11.1	11.5
400.0	14.0	12.9	13.6
500.0	15.8	14.6	15.6
750.0	20.0	18.6	20.5
1000.0	24.8	22.2	24.9
Error cuadr. medio log.		0.030	0.013

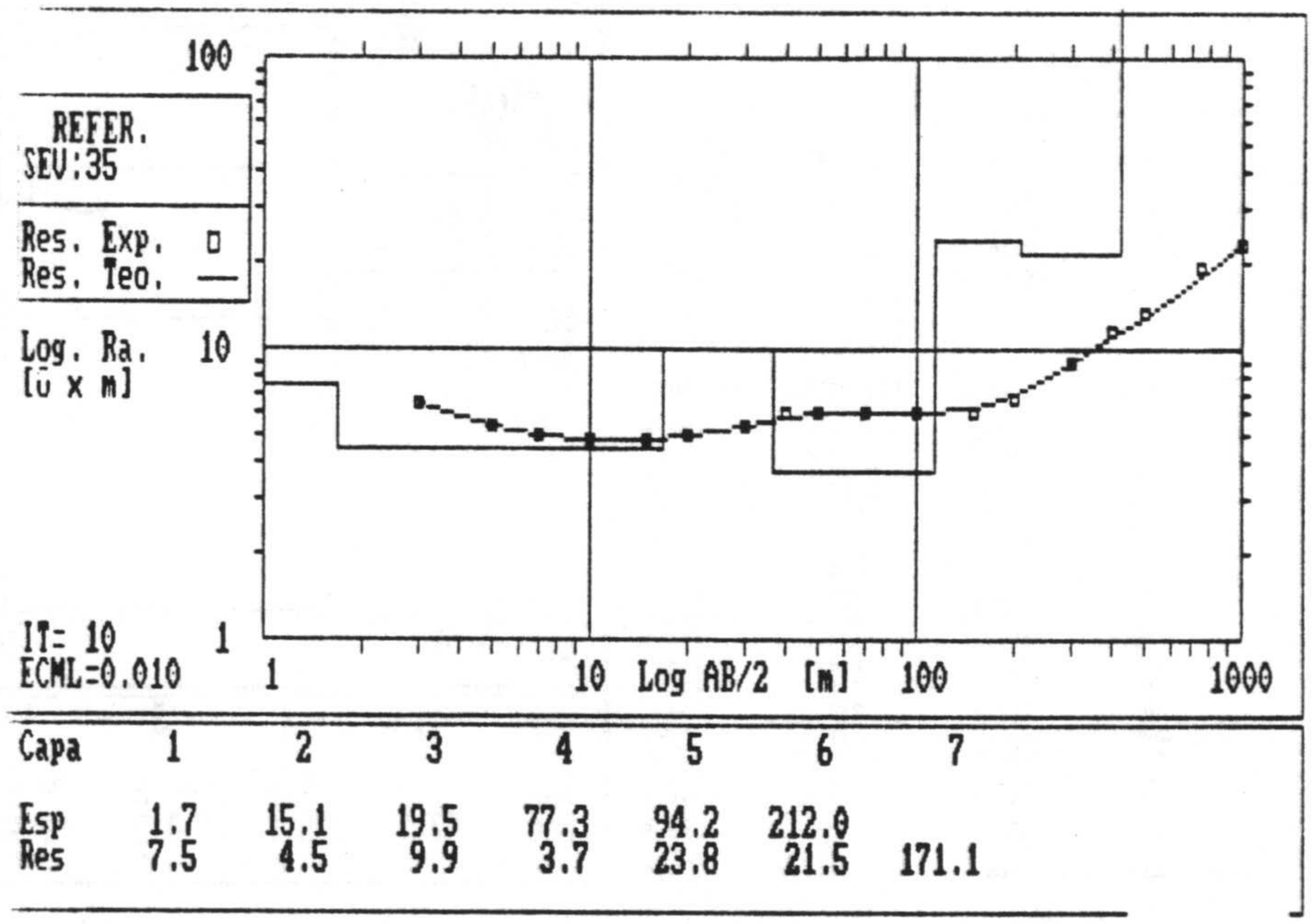


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.4	1.9	8.0	26.4	85.8	180.8	150.1	
Res	21.8	7.8	2.9	6.8	8.2	19.0	29.2	84.8

SEV: 35

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	8.00	1.68	7.49
2	12.00	4.30	15.14	4.48
3	20.00	8.00	19.50	9.86
4	60.00	4.50	77.30	3.73
5	100.00	8.00	94.21	23.82
6	200.00	25.00	211.96	21.48
7		200.00		171.08

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	6.4	6.4	6.4
5.0	5.5	5.3	5.5
7.0	5.1	4.9	5.1
10.0	4.9	4.7	4.8
15.0	4.8	4.7	4.8
20.0	5.0	5.0	5.0
30.0	5.5	5.4	5.5
40.0	5.9	5.8	5.8
50.0	6.0	5.9	6.1
70.0	6.1	6.0	6.1
100.0	6.2	6.0	6.0
150.0	6.0	6.3	6.2
200.0	6.8	7.0	6.9
300.0	9.0	8.8	8.9
400.0	11.6	10.8	11.0
500.0	13.4	12.9	13.0
750.0	18.9	18.2	18.0
1000.0	23.0	23.3	22.7
Error cuadr. medio log.		0.016	0.010

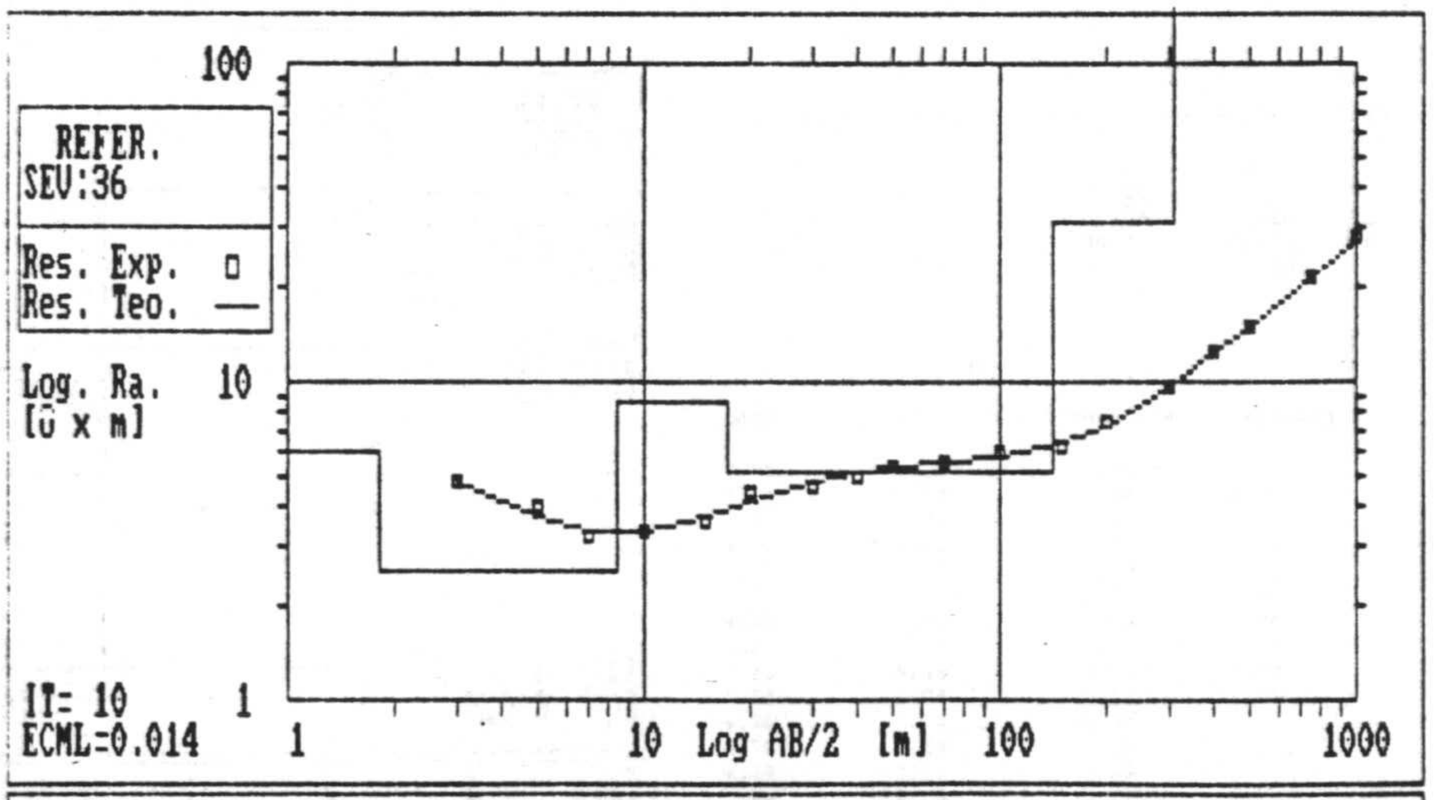


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.7	15.1	19.5	77.3	94.2	212.0	
Res	7.5	4.5	9.9	3.7	23.8	21.5	171.1

SEV: 36

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	7.00	1.82	5.98
2	7.00	2.60	6.61	2.58
3	8.00	10.50	8.87	8.59
4	100.00	5.00	123.07	5.15
5	200.00	25.00	168.71	32.13
6		200.00		255.68

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	4.8	5.0	4.9
5.0	4.0	3.7	3.8
7.0	3.3	3.3	3.4
10.0	3.5	3.3	3.4
15.0	3.7	3.8	3.8
20.0	4.5	4.3	4.2
30.0	4.7	5.0	4.9
40.0	5.0	5.4	5.2
50.0	5.5	5.6	5.4
70.0	5.7	5.7	5.6
100.0	6.0	5.9	5.8
150.0	6.2	6.7	6.4
200.0	7.4	7.7	7.4
300.0	9.8	10.3	9.7
400.0	12.4	12.9	12.4
500.0	14.6	15.5	15.0
750.0	21.0	22.0	21.6
1000.0	28.0	28.1	27.8
Error cuadr. medio log.		0.020	0.014

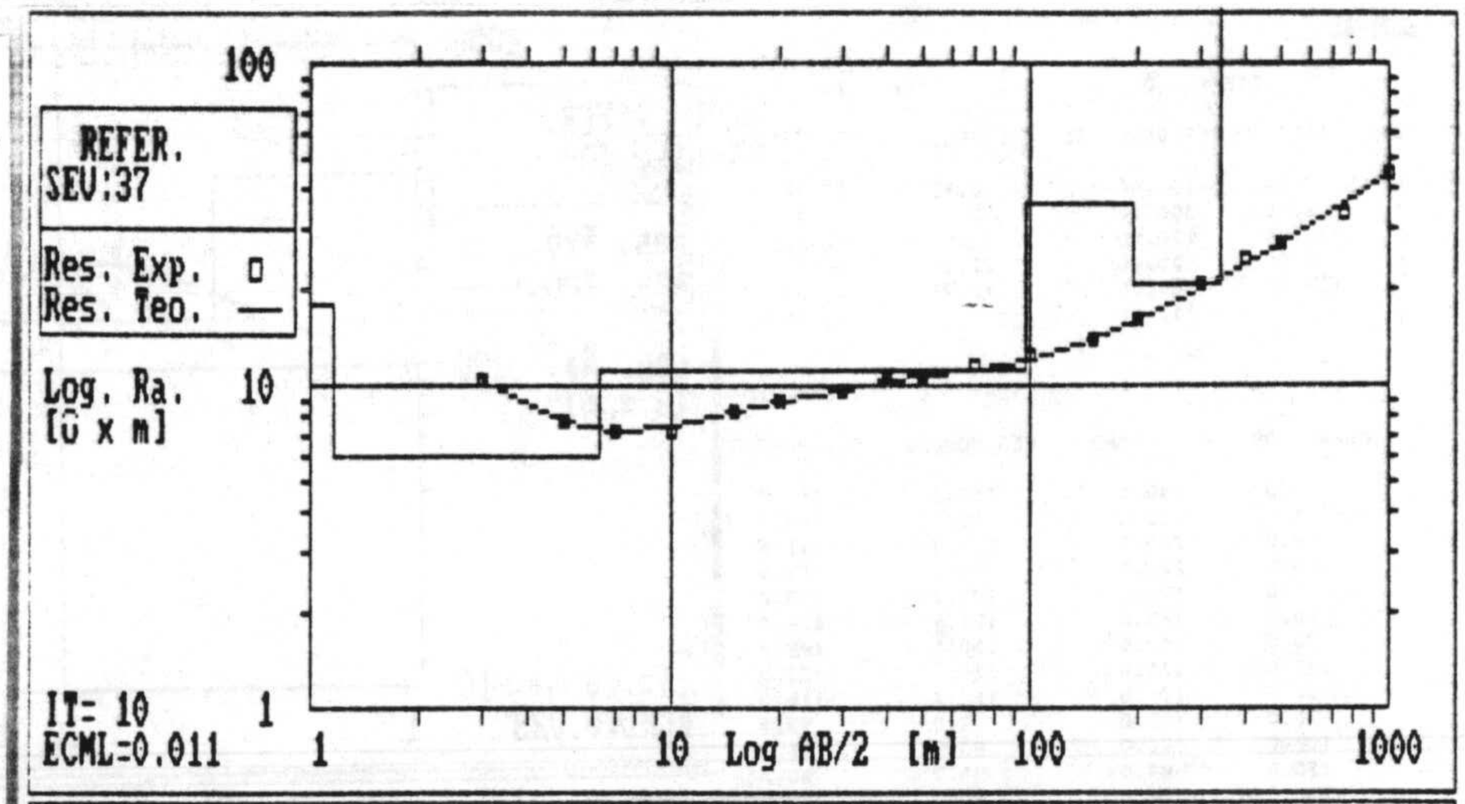


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.8	6.6	8.9	123.1	168.7	
Res	6.0	2.6	8.6	5.1	32.1	255.7

SEv: 37

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.50	15.00	1.16	17.85
2	4.00	5.00	5.12	6.00
3	95.00	11.00	90.83	11.01
4	100.00	45.00	96.11	36.37
5	150.00	35.00	148.11	20.19
6		100.00		237.55

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	10.4	10.4	10.3
5.0	7.7	7.6	7.7
7.0	7.2	6.9	7.2
10.0	7.3	7.1	7.4
15.0	8.3	8.0	8.2
20.0	9.0	8.7	8.9
30.0	9.5	9.6	9.7
40.0	10.2	10.2	10.3
50.0	10.6	10.6	10.6
70.0	11.5	11.2	11.2
100.0	12.4	12.1	12.2
150.0	13.6	14.1	14.0
200.0	16.0	16.4	16.1
300.0	20.5	20.9	19.9
400.0	24.5	24.9	23.4
500.0	27.1	28.5	26.9
750.0	34.0	36.5	35.9
1000.0	45.0	43.2	44.8
Error cuadr. medio log.		0.023	0.011

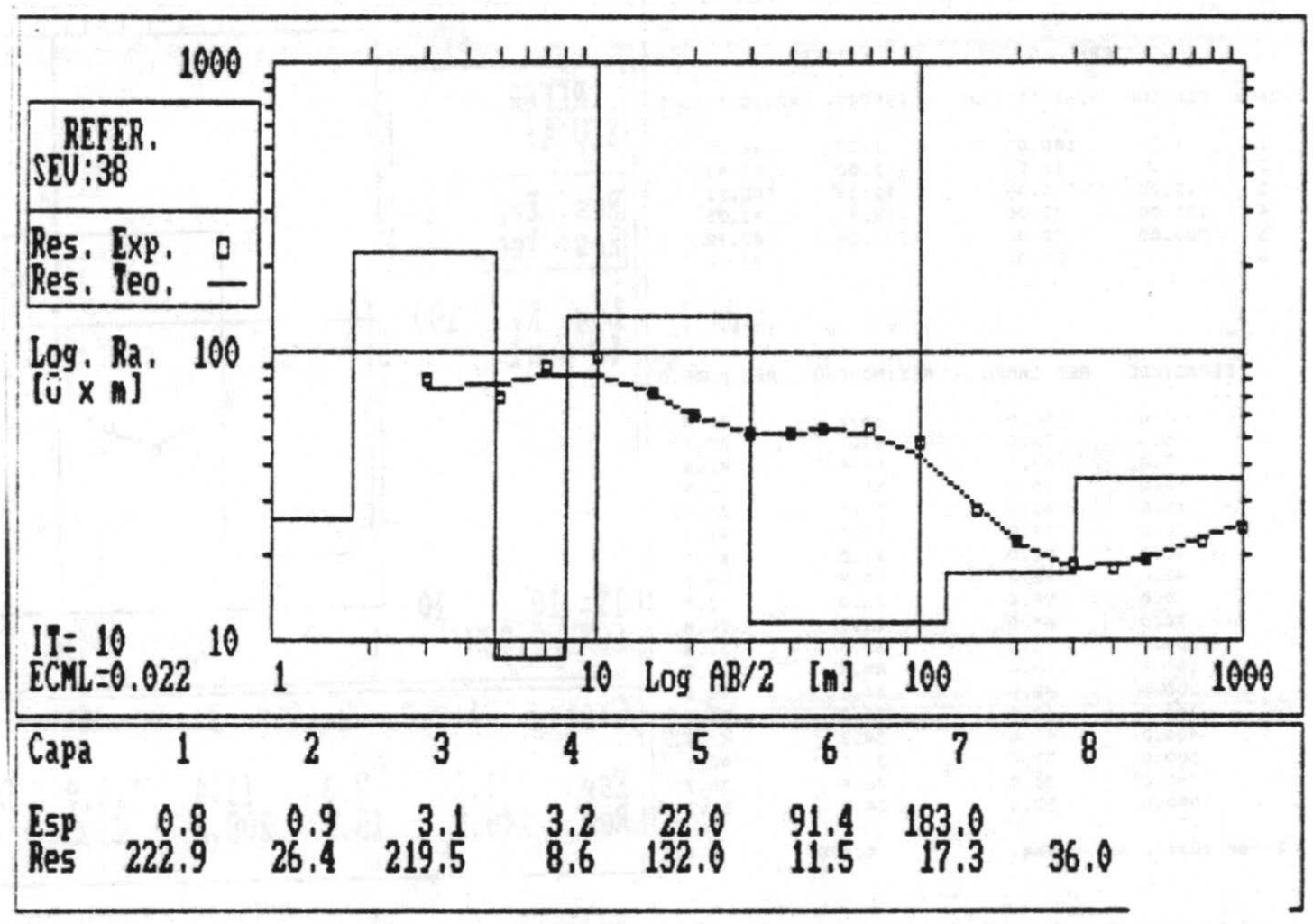


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.2	5.1	90.8	96.1	148.1	
Res	17.9	6.0	11.0	36.4	20.2	237.6

SEv: 38

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	150.00	0.83	222.89
2	2.00	50.00	0.94	26.43
3	5.00	120.00	3.09	219.47
4	5.00	16.00	3.24	8.58
5	40.00	80.00	21.96	132.03
6	100.00	9.00	91.36	11.46
7	150.00	22.00	182.95	17.32
8		35.00		36.04

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	80.0	82.5	76.1
5.0	70.0	72.6	78.2
7.0	90.0	74.2	85.0
10.0	95.0	75.0	84.4
15.0	72.0	68.2	71.4
20.0	59.5	60.6	60.7
30.0	51.5	52.5	52.5
40.0	53.0	51.5	53.3
50.0	55.0	52.2	54.4
70.0	54.7	51.2	52.7
100.0	48.0	44.5	44.0
150.0	28.0	31.1	29.7
200.0	22.0	23.0	22.1
300.0	18.5	17.4	17.6
400.0	18.0	17.8	18.2
500.0	18.8	19.2	19.4
750.0	22.3	22.7	22.7
1000.0	25.0	25.2	25.2
Error cuadr. medio log.		0.038	0.022

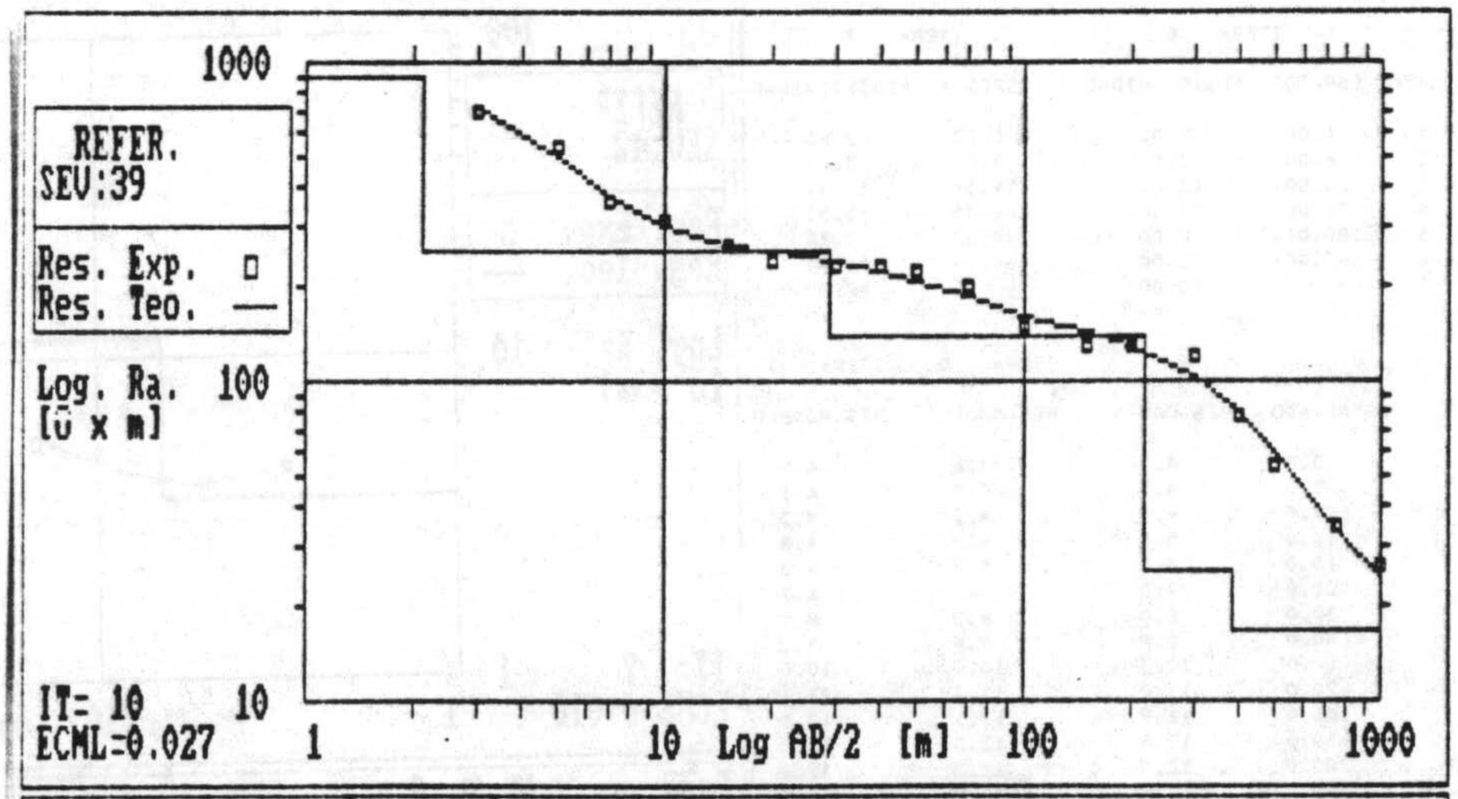


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.8	0.9	3.1	3.2	22.0	91.4	183.0	
Res	222.9	26.4	219.5	8.6	132.0	11.5	17.3	36.0

SEv: 39

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	1000.00	2.12	913.97
2	35.00	240.00	26.60	250.57
3	190.00	120.00	188.82	135.93
4	150.00	25.00	166.16	25.05
5		20.00		16.40

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	700.0	761.8	730.9
5.0	540.0	501.9	510.4
7.0	370.0	367.3	384.8
10.0	320.0	287.1	303.6
15.0	265.0	253.8	265.5
20.0	240.0	244.8	253.6
30.0	230.0	234.5	238.7
40.0	230.0	224.0	223.2
50.0	220.0	212.0	207.9
70.0	195.0	188.4	183.5
100.0	150.0	161.3	160.5
150.0	130.0	135.3	141.3
200.0	130.0	119.8	128.2
300.0	119.0	96.7	103.8
400.0	78.0	76.4	80.4
500.0	55.0	59.6	60.9
750.0	35.0	36.3	34.1
1000.0	26.0	27.6	24.5
Error cuadr. medio log.		0.039	0.027

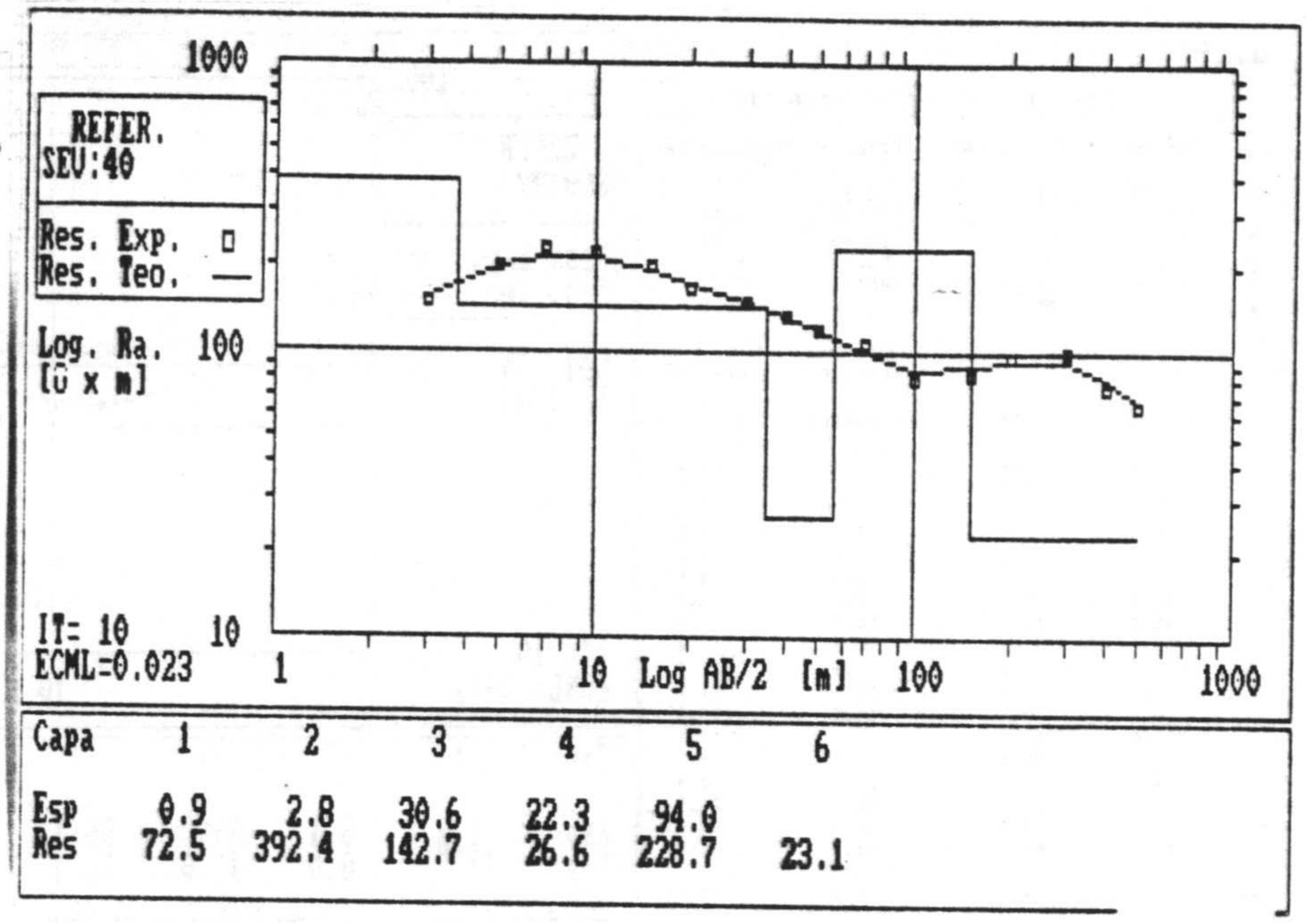


Capa	1	2	3	4	5
Esp	2.1	26.6	188.8	166.2	
Res	914.0	250.6	135.9	25.0	16.4

SEV: 40

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.20	100.00	0.92	72.52
2	6.00	300.00	2.79	392.41
3	30.00	120.00	30.59	142.72
4	30.00	35.00	22.29	26.58
5	120.00	205.00	93.99	228.69
6		11.00		23.08

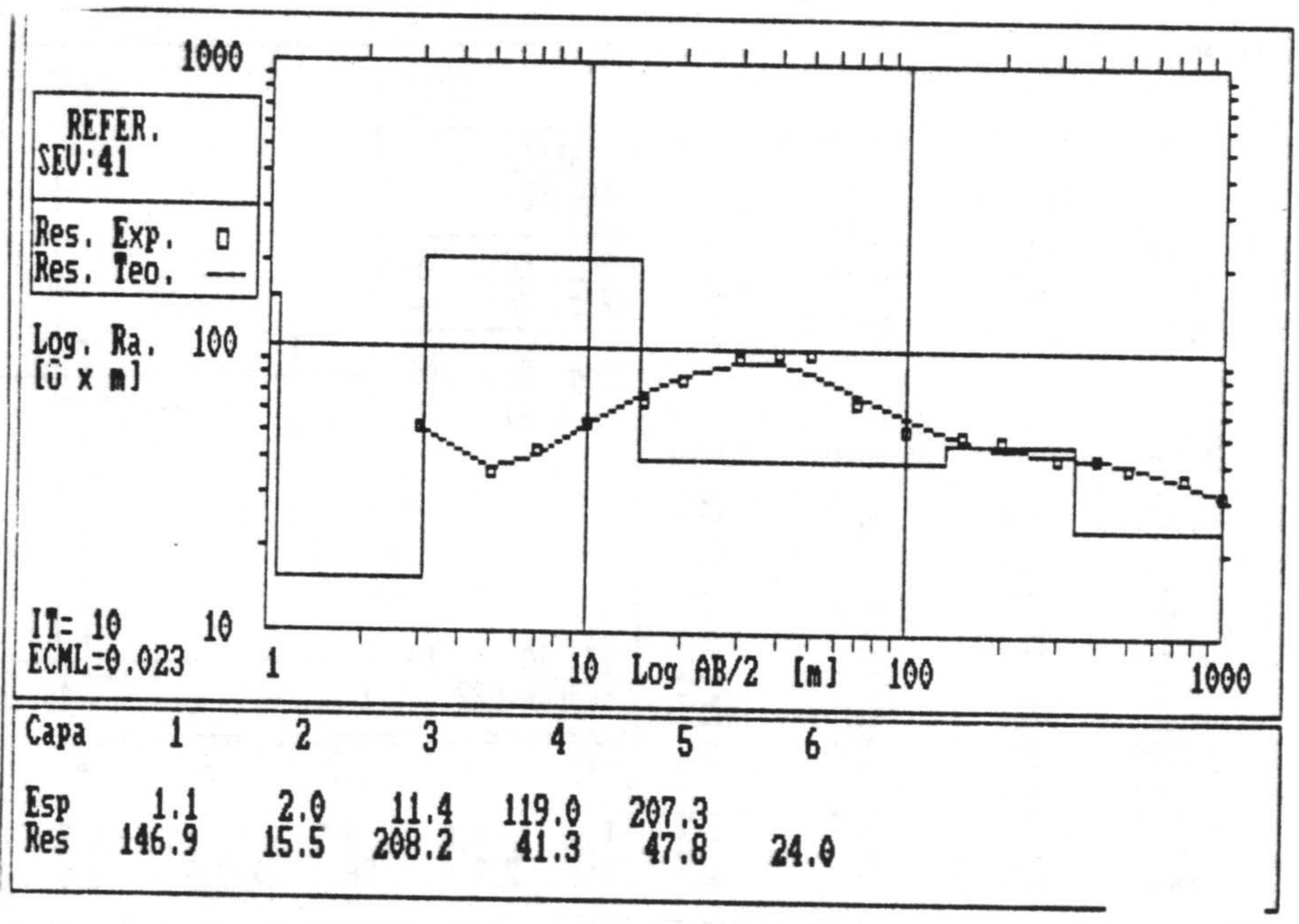
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	148.0	155.3	153.7
5.0	200.0	193.3	195.3
7.0	225.0	212.9	211.6
10.0	220.0	220.8	212.0
15.0	195.0	207.2	193.2
20.0	163.0	185.9	174.6
30.0	150.0	150.5	149.4
40.0	135.0	128.0	132.5
50.0	120.0	112.4	118.0
70.0	107.0	94.0	98.5
100.0	80.0	83.9	86.8
150.0	84.0	85.7	88.3
200.0	98.0	90.7	93.0
300.0	100.0	91.7	92.5
400.0	75.0	81.9	82.0
500.0	65.0	66.3	68.3
Error cuadr. medio log.		0.031	0.023



SEV: 41

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.30	140.00	1.07	146.89
2	2.00	16.00	2.00	15.47
3	12.00	200.00	11.38	208.21
4	125.00	45.00	118.97	41.25
5	200.00	30.00	207.29	47.78
6		20.00		23.98

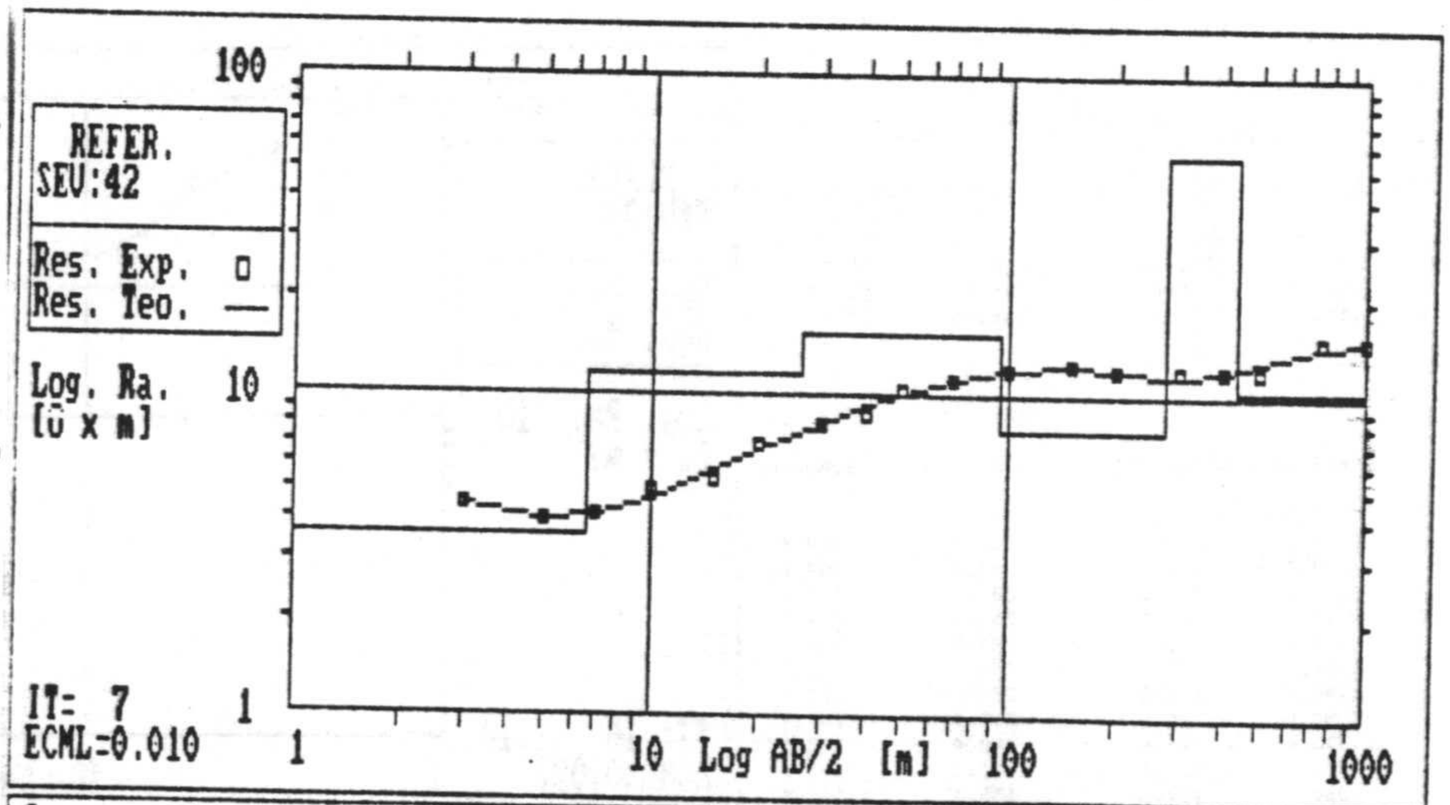
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	52.0	65.6	51.8
5.0	36.0	42.7	37.2
7.0	43.5	44.4	42.6
10.0	55.0	55.3	54.9
15.0	65.0	71.5	71.0
20.0	79.0	81.9	81.2
30.0	92.0	91.2	89.9
40.0	98.0	90.9	89.0
50.0	98.0	86.0	83.5
70.0	65.0	74.1	70.8
100.0	53.0	60.5	57.4
150.0	50.0	49.4	47.8
200.0	48.0	44.1	44.8
300.0	42.0	38.3	43.2
400.0	42.0	34.2	41.9
500.0	39.0	31.1	40.1
750.0	36.0	26.4	35.2
1000.0	32.0	24.0	31.7
Error cuadr. medio log.		0.070	0.023



SEV: 42

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 7)	RESISTIVIDAD (ITER= 7)
1	0.80	9.00	0.73	8.63
2	6.00	3.50	5.88	3.65
3	20.00	13.00	19.54	11.54
4	70.00	15.00	68.45	15.57
5	180.00	8.00	179.23	7.78
6	160.00	55.00	160.39	56.40
7		10.00		10.32

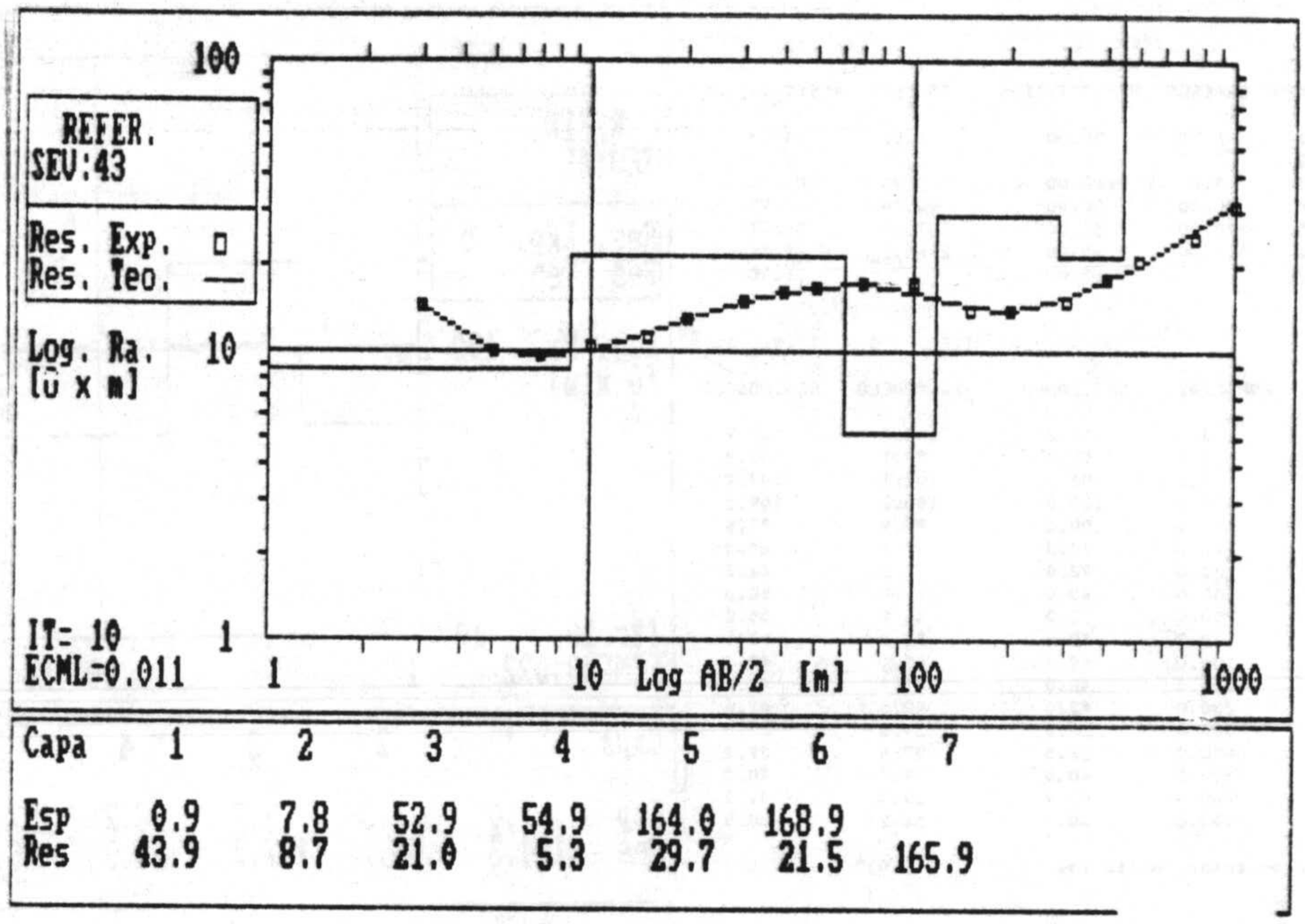
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 7)
3.0	4.5	4.6	4.5
5.0	4.1	4.0	4.1
7.0	4.2	4.2	4.3
10.0	5.0	4.7	4.8
15.0	5.5	5.7	5.8
20.0	7.0	6.7	6.7
30.0	8.0	8.3	8.1
40.0	8.8	9.4	9.2
50.0	10.3	10.2	10.0
70.0	11.0	11.3	11.1
100.0	11.9	12.1	12.0
150.0	12.5	12.3	12.3
200.0	12.0	12.2	12.1
300.0	11.8	11.8	11.7
400.0	11.9	12.1	12.0
500.0	12.1	12.8	12.7
750.0	14.8	14.3	14.4
1000.0	15.0	15.0	15.1
Error cuadr. medio log.		0.012	0.010



SEV: 43

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	35.00	0.87	43.92
2	5.00	7.50	7.78	8.70
3	80.00	19.00	52.93	21.02
4	70.00	5.00	54.92	5.29
5	170.00	55.00	164.04	29.69
6	170.00	25.00	168.91	21.53
7		150.00		165.86

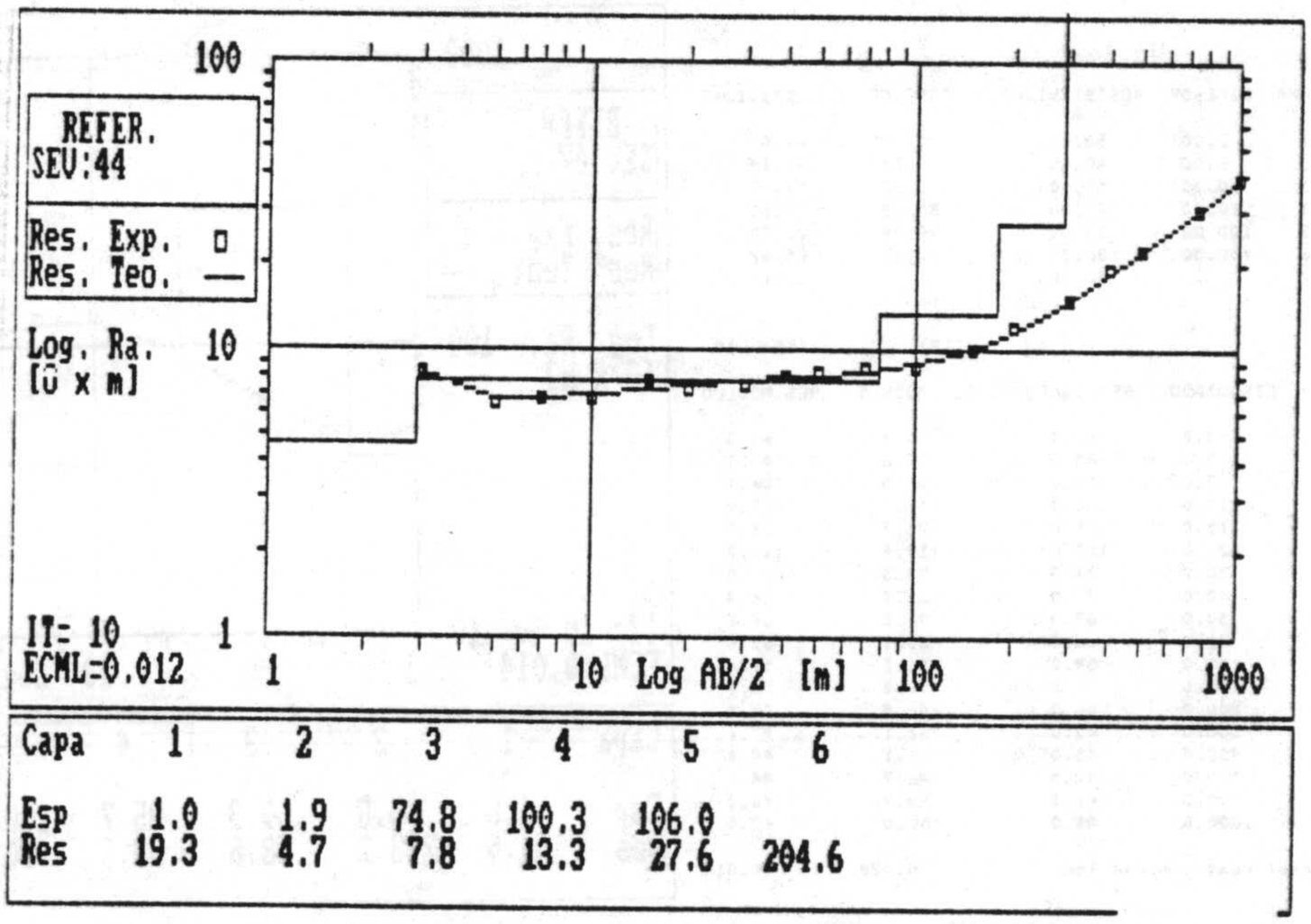
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	14.5	14.1	14.5
5.0	10.0	9.6	10.1
7.0	9.5	9.3	9.6
10.0	10.4	10.1	10.1
15.0	11.0	11.9	11.4
20.0	13.0	13.3	12.7
30.0	14.8	15.1	14.7
40.0	16.0	16.1	16.0
50.0	16.4	16.7	16.8
70.0	17.0	17.2	17.1
100.0	17.0	16.8	16.2
150.0	13.9	15.3	14.4
200.0	14.0	14.4	13.9
300.0	15.1	14.8	15.2
400.0	18.0	16.8	17.5
500.0	20.8	19.3	20.0
750.0	25.0	25.4	26.2
1000.0	32.0	31.1	32.2
Error cuadr. medio log.		0.020	0.011



SEV: 44

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	17.00	0.98	19.33
2	2.00	5.00	1.88	4.67
3	70.00	7.80	74.84	7.82
4	100.00	15.00	100.35	13.25
5	100.00	30.00	105.98	27.60
6		170.00		204.63

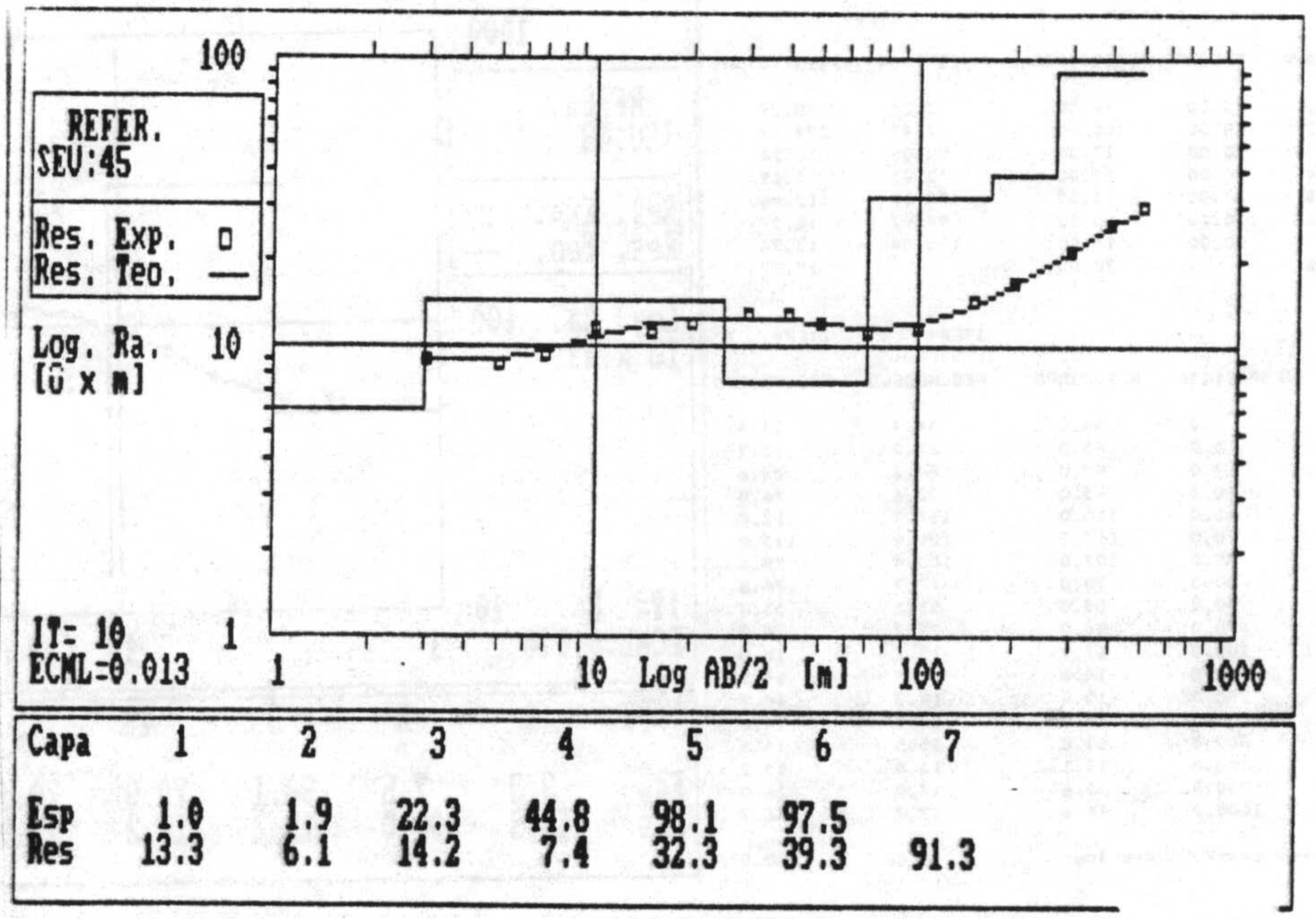
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	8.5	8.4	8.5
5.0	6.5	6.8	6.6
7.0	6.8	6.7	6.6
10.0	6.8	7.0	7.0
15.0	7.7	7.4	7.4
20.0	7.2	7.6	7.6
30.0	7.5	7.8	7.8
40.0	8.1	7.9	7.9
50.0	8.4	8.1	8.0
70.0	8.6	8.4	8.3
100.0	8.7	9.2	8.9
150.0	10.0	10.7	10.2
200.0	11.8	12.4	11.6
300.0	15.0	16.0	14.9
400.0	19.0	19.8	18.4
500.0	22.0	23.6	22.1
750.0	30.0	32.8	31.0
1000.0	39.0	41.2	39.3
Error cuadr. medio log.		0.021	0.012



SEV: 45

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	10.00	0.99	13.32
2	3.00	7.00	1.95	6.13
3	20.00	17.00	22.31	14.15
4	45.00	6.50	44.78	7.42
5	100.00	15.00	98.12	32.31
6	100.00	30.00	97.47	39.30
7		75.00		91.28

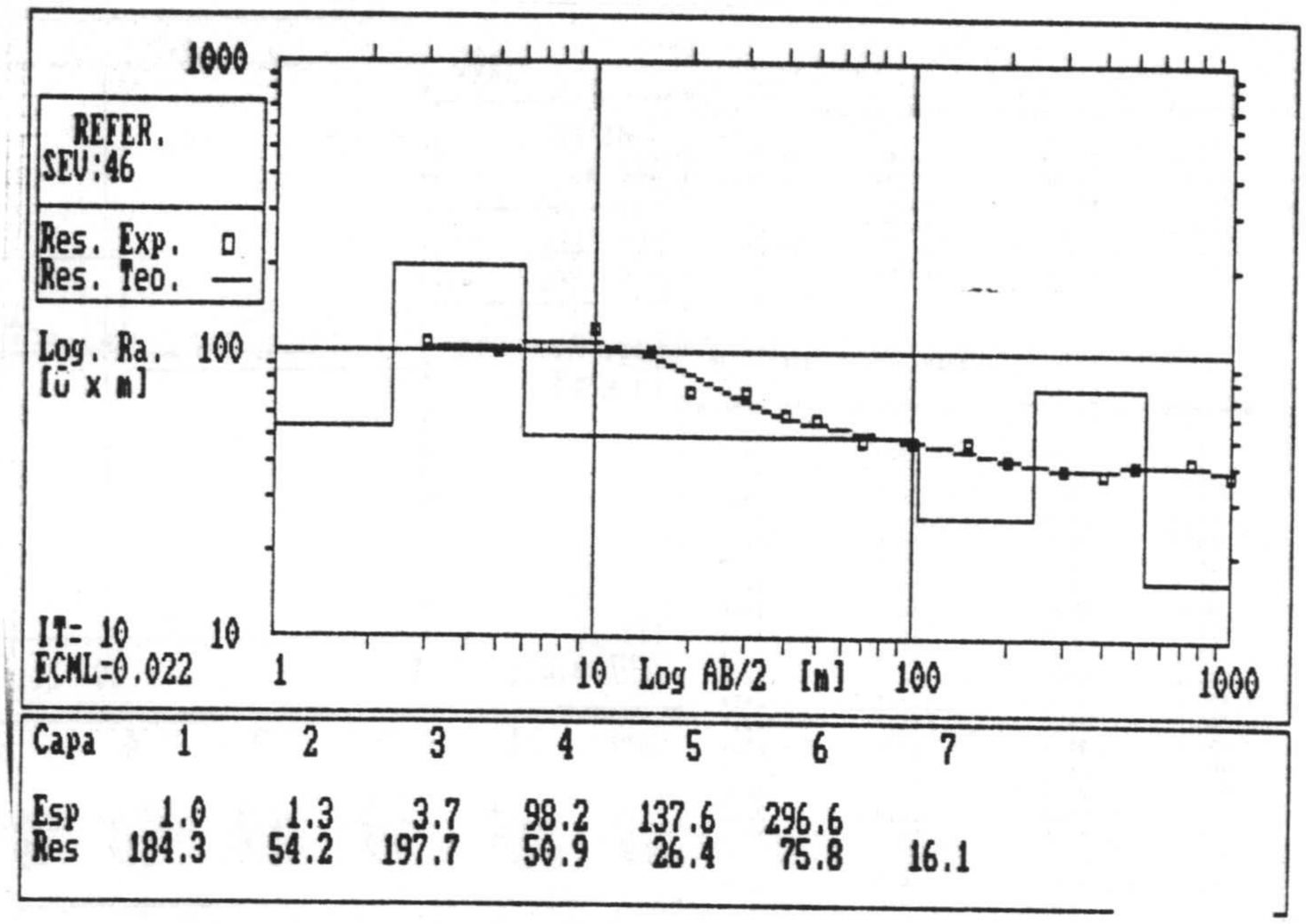
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	9.0	9.4	9.0
5.0	8.7	9.1	8.8
7.0	9.4	9.3	9.6
10.0	11.5	10.1	10.7
15.0	11.1	11.5	11.8
20.0	12.0	12.4	12.4
30.0	13.0	13.1	12.6
40.0	12.7	12.9	12.3
50.0	12.0	12.2	11.8
70.0	11.3	11.1	11.4
100.0	11.5	10.3	11.8
150.0	14.5	10.9	14.0
200.0	16.3	12.3	16.6
300.0	21.5	15.5	21.5
400.0	26.0	18.8	26.0
500.0	30.0	21.8	30.0
Error cuadr. medio log.		0.079	0.013



SE.: 46

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	140.00	1.01	184.34
2	2.50	80.00	1.35	54.24
3	5.00	160.00	3.73	197.73
4	90.00	50.00	98.24	50.95
5	150.00	30.00	137.65	26.37
6	300.00	65.00	296.62	75.84
7		15.00		16.08

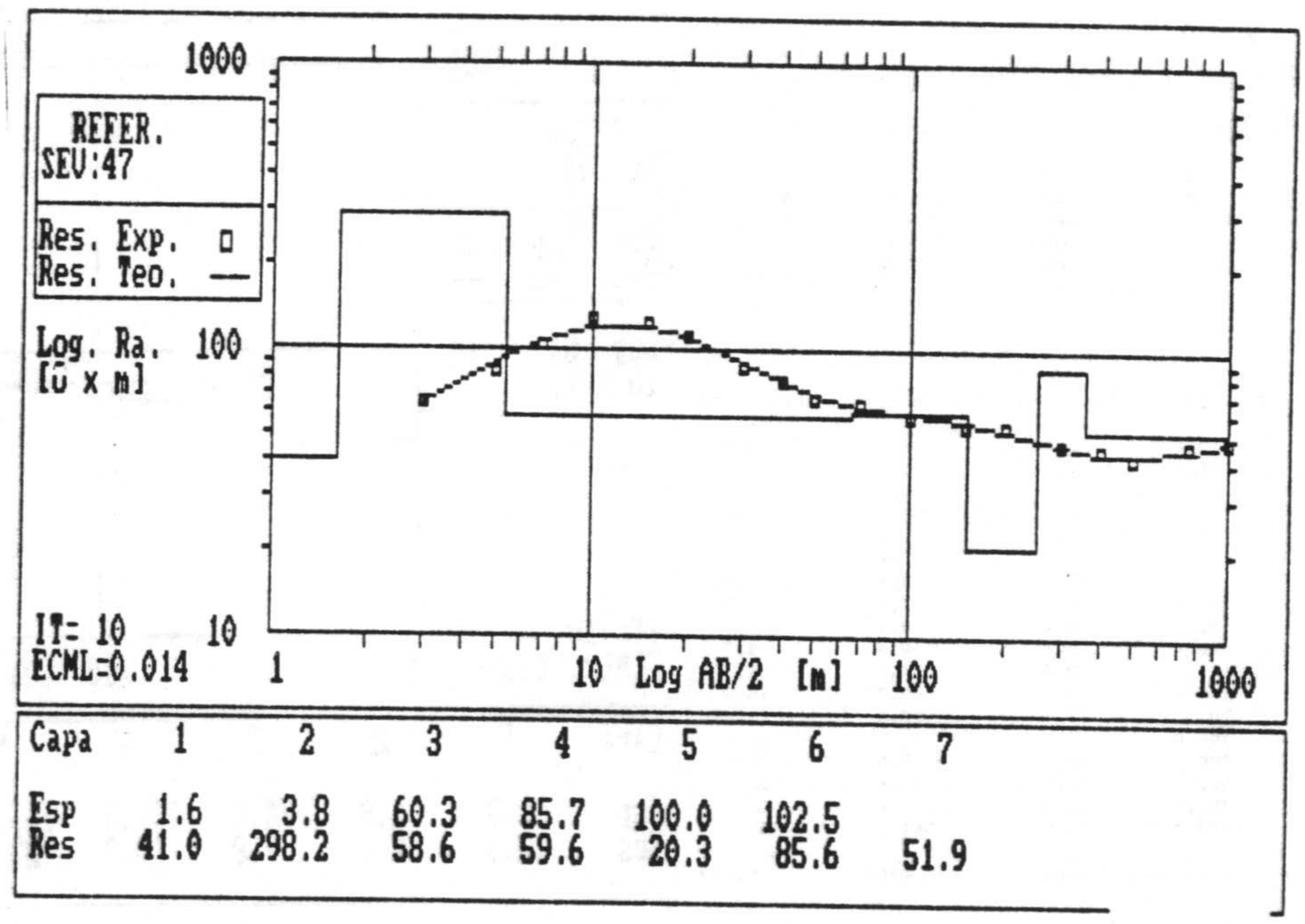
		ITER= 0	ITER= 10
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	3.0	107.0	103.7	104.9
	5.0	99.0	99.1	101.9
	7.0	103.0	102.3	107.7
	10.0	120.0	105.2	109.2
	15.0	100.0	99.9	97.8
	20.0	73.0	89.9	84.5
	30.0	72.0	72.3	66.8
	40.0	60.0	62.0	58.8
	50.0	58.0	56.9	55.2
	70.0	48.0	52.2	52.1
	100.0	49.0	49.1	49.6
	150.0	48.0	45.4	45.7
	200.0	42.0	42.5	42.6
	300.0	39.0	39.6	39.3
	400.0	38.5	39.4	39.3
	500.0	40.0	39.9	40.3
	750.0	42.0	39.3	41.2
	1000.0	38.0	36.2	38.8
Error cuadr. medio log.			0.030	0.022



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	1.3	3.7	98.2	137.6	296.6	
Res	184.3	54.2	197.7	50.9	26.4	75.8	16.1

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	50.00	1.61	41.01
2	6.00	240.00	3.81	298.19
3	60.00	55.00	60.32	58.62
4	90.00	45.00	85.69	59.61
5	100.00	33.00	99.98	20.28
6	100.00	80.00	102.45	85.62
7		50.00		51.89

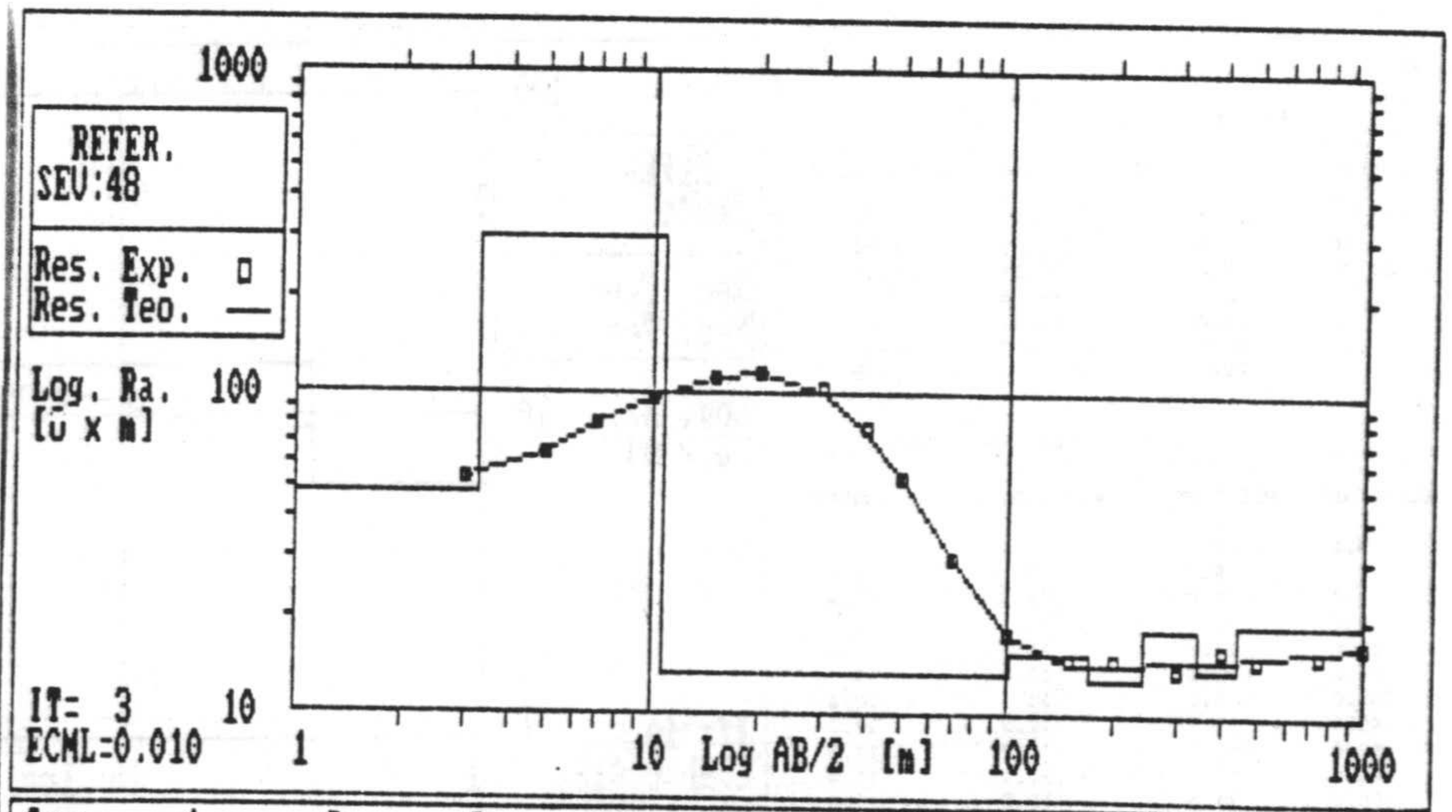
		ITER= 0	ITER= 10
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	3.0	65.0	65.9	64.3
	5.0	84.0	87.6	89.1
	7.0	104.0	104.5	106.1
	10.0	130.0	119.7	119.0
	15.0	125.0	125.7	119.8
	20.0	110.0	119.4	110.7
	30.0	87.0	98.3	90.0
	40.0	77.0	81.3	76.4
	50.0	67.0	71.0	69.2
	70.0	66.0	60.9	62.8
	100.0	59.0	55.1	59.4
	150.0	55.0	50.9	56.1
	200.0	54.0	48.4	52.8
	300.0	47.0	46.1	47.1
	400.0	45.0	46.1	44.4
	500.0	42.5	46.9	44.1
	750.0	46.5	48.9	46.0
	1000.0	48.0	50.0	47.9
Error cuadr. medio log.			0.028	0.014



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.6	3.8	60.3	85.7	100.0	102.5	
Res	41.0	298.2	58.6	59.6	20.3	85.6	51.9

	ITER= 0		ITER= 3	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	48.00	3.27	48.29
2	8.00	300.00	7.47	299.98
3	90.00	12.00	90.08	13.24
4	70.00	17.00	70.03	15.19
5	70.00	15.00	70.10	12.88
6	100.00	20.00	99.97	18.57
7	100.00	15.00	100.04	13.94
8		20.00		19.27

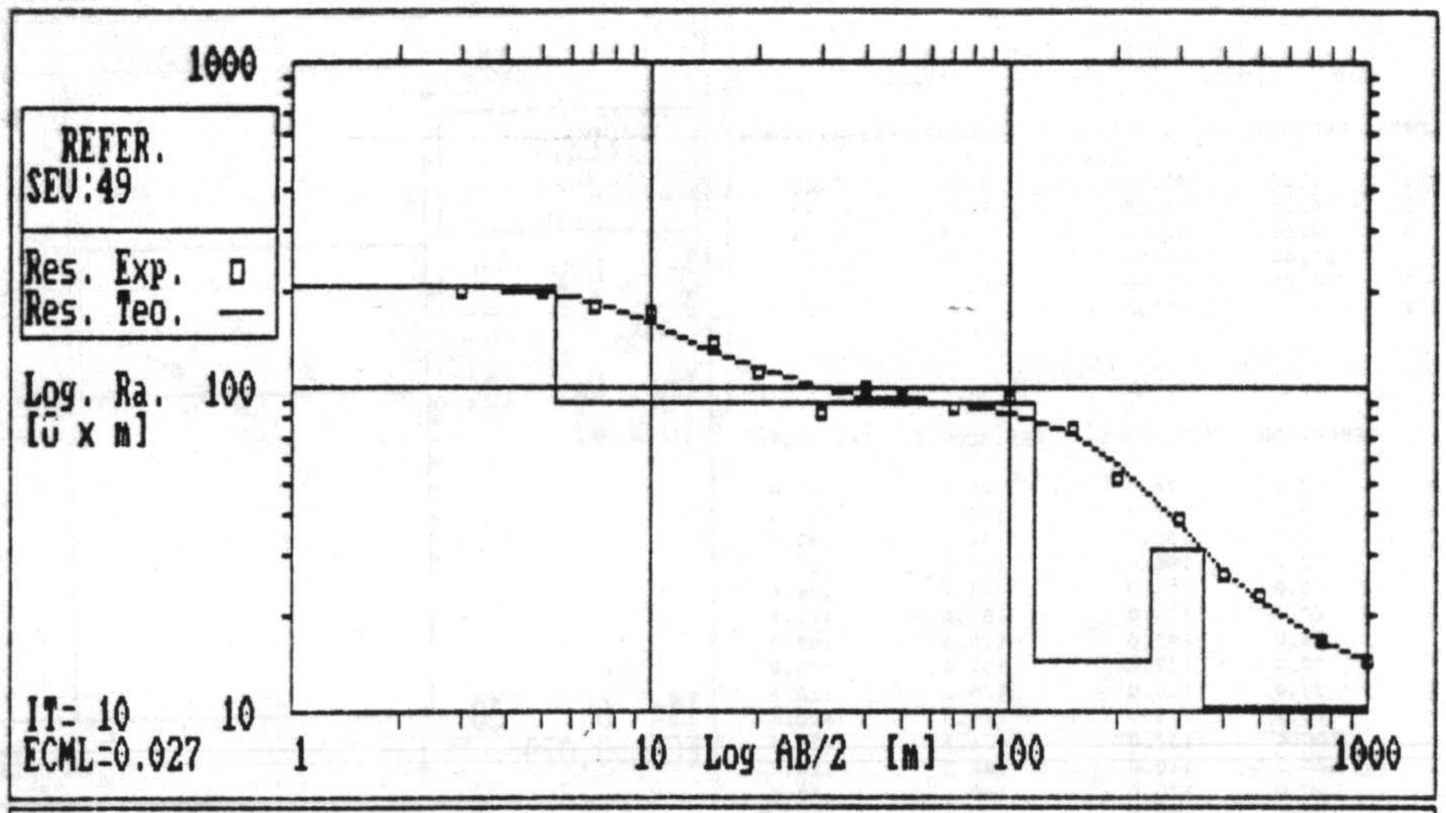
		ITER= 0	ITER= 3
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	3.0	54.0	54.4	53.4
	5.0	65.0	69.0	65.9
	7.0	80.0	84.2	79.6
	10.0	95.0	102.6	96.8
	15.0	110.0	119.4	112.8
	20.0	113.5	121.4	115.0
	30.0	102.0	103.4	98.6
	40.0	78.0	77.7	74.8
	50.0	55.0	55.1	53.8
	70.0	30.0	29.7	30.2
	100.0	17.9	17.1	18.0
	150.0	14.6	13.9	14.5
	200.0	15.0	14.2	14.4
	300.0	14.0	15.0	14.6
	400.0	15.8	15.5	14.8
	500.0	15.1	16.0	15.2
	750.0	15.6	17.0	16.0
	1000.0	16.6	17.7	16.7
Error cuadr. medio log.			0.023	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	3.3	7.5	90.1	70.0	70.1	100.0	100.0	
Res	48.3	300.0	13.2	15.2	12.9	18.6	13.9	19.3

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	6.00	200.00	5.48	207.51
2	100.00	92.00	111.25	90.26
3	125.00	30.00	130.55	14.36
4	100.00	19.00	103.40	32.04
5		13.00		10.26

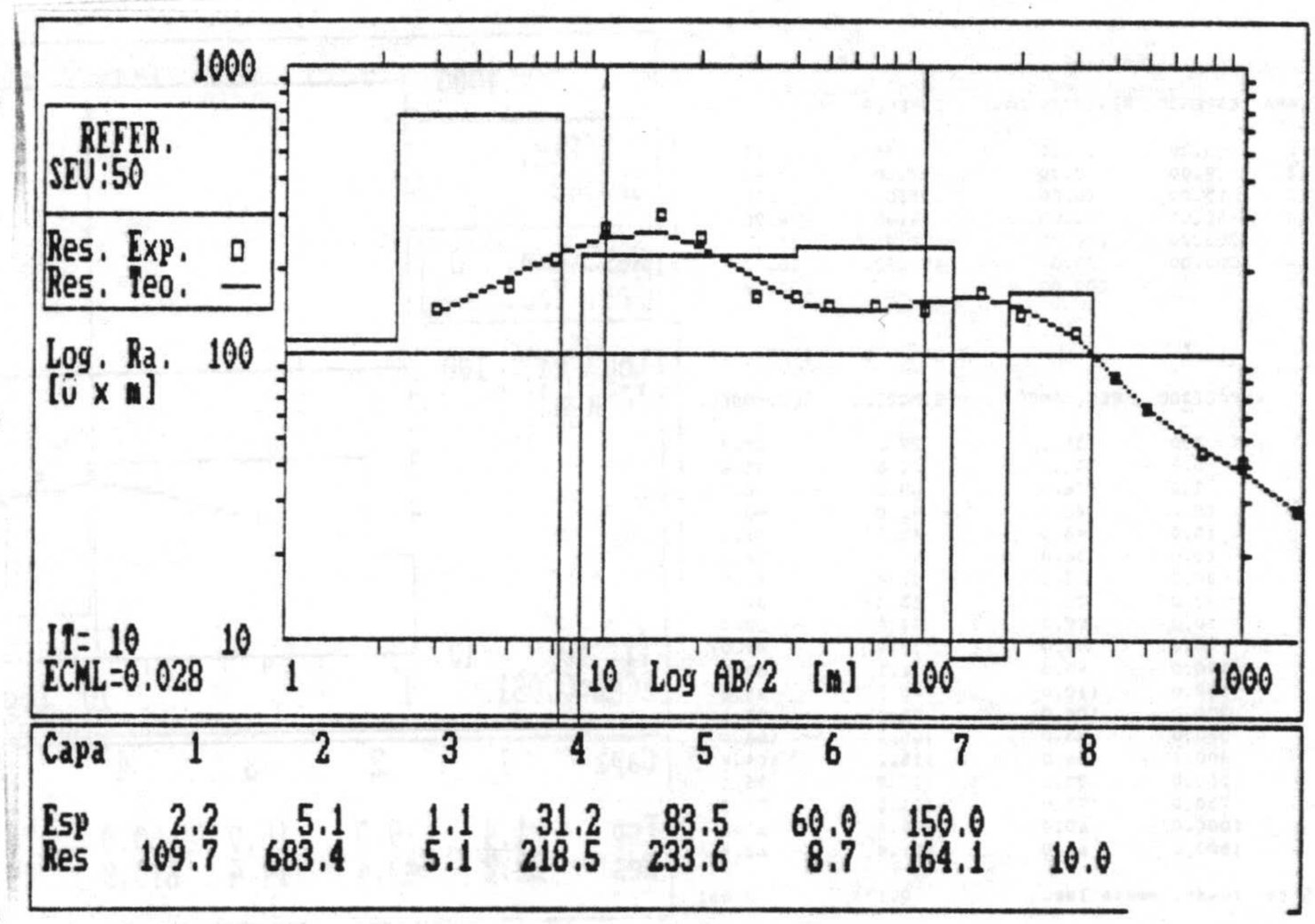
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	195.0	197.8	204.4
5.0	200.0	192.3	196.8
7.0	180.0	182.1	183.4
10.0	170.0	163.3	160.7
15.0	140.0	136.0	130.9
20.0	110.0	118.9	113.9
30.0	85.0	102.9	99.3
40.0	100.0	97.1	94.4
50.0	94.0	94.4	92.1
70.0	87.0	90.9	88.9
100.0	94.0	85.5	83.7
150.0	75.0	74.1	71.4
200.0	53.0	62.2	58.3
300.0	39.0	43.6	38.2
400.0	26.5	32.2	27.3
500.0	22.5	25.6	22.1
750.0	16.5	18.3	16.7
1000.0	14.5	15.8	14.5
Error cuadr. medio log.		0.043	0.027



Capa	1	2	3	4	5
Esp	5.5	111.3	130.6	103.4	
Res	207.5	90.3	14.4	32.0	10.3

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	3.00	130.00	2.22	109.71
2	6.00	660.00	5.06	683.38
3	1.00	5.00	1.07	5.10
4	15.00	195.00	31.24	218.52
5	60.00	225.00	83.50	233.58
6	60.00	60.00	60.00	8.74
7	150.00	100.00	150.00	164.11
8		25.00		10.02

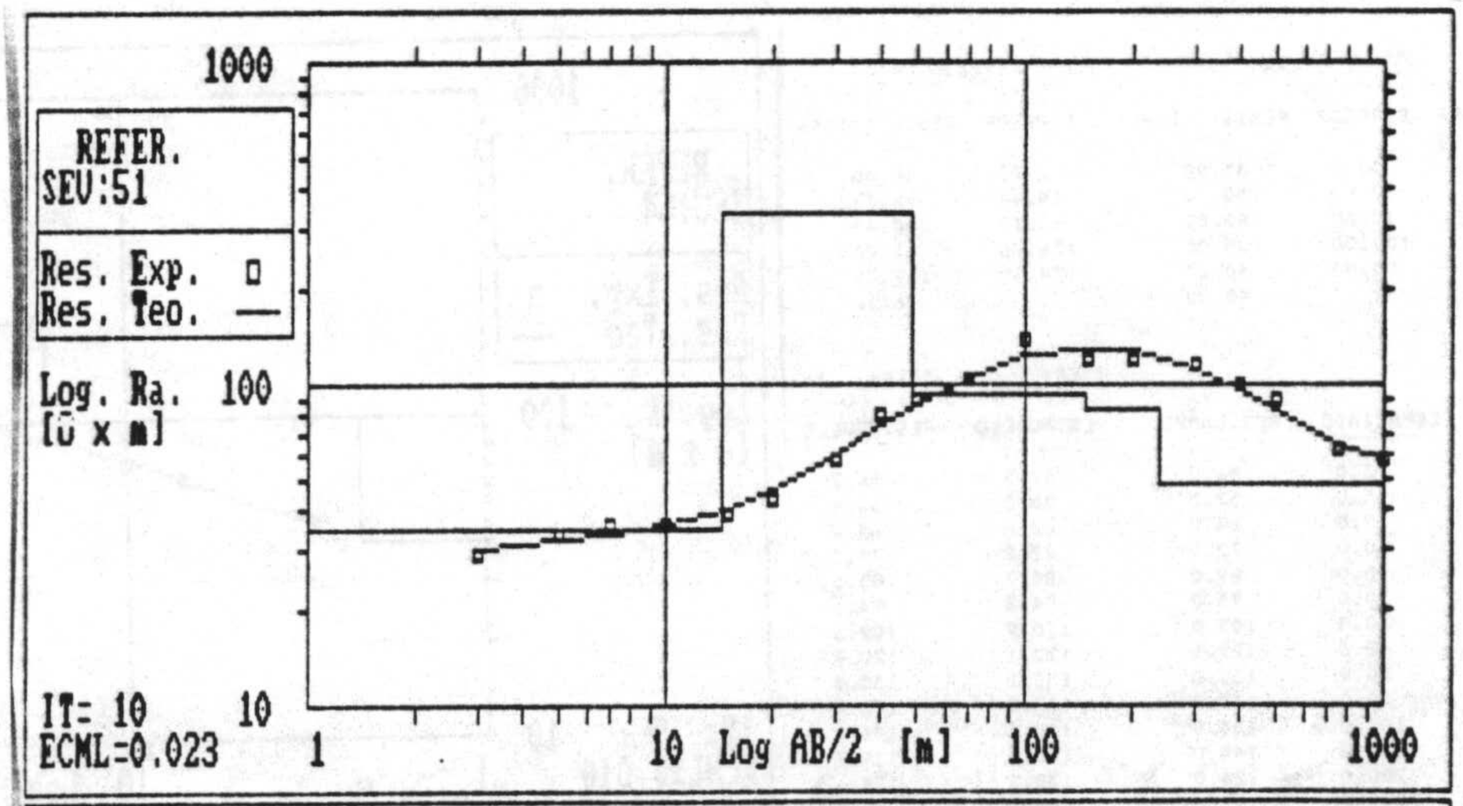
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	145.0	146.3	140.5
5.0	170.0	179.9	186.8
7.0	210.0	213.1	223.9
10.0	270.0	249.0	256.2
15.0	300.0	269.4	261.9
20.0	255.0	258.8	239.5
30.0	160.0	211.2	184.9
40.0	158.0	172.5	152.3
50.0	150.0	154.7	142.2
70.0	146.0	145.7	143.3
100.0	145.0	150.0	155.5
150.0	168.0	149.4	161.1
200.0	140.0	138.4	150.1
300.0	120.0	112.1	113.9
400.0	85.0	91.5	83.4
500.0	65.0	76.0	65.6
750.0	45.0	51.8	47.3
1000.0	42.0	39.7	39.5
1500.0	28.0	30.3	28.6
Error cuadr. medio log.		0.052	0.028



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	2.2	5.1	1.1	31.2	83.5	60.0	150.0	
Res	109.7	683.4	5.1	218.5	233.6	8.7	164.1	10.0

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	28.00	0.57	17.87
2	11.00	33.00	13.76	35.04
3	40.00	280.00	34.51	334.79
4	100.00	100.00	97.96	93.58
5	100.00	80.00	89.12	84.10
6		45.00		48.76

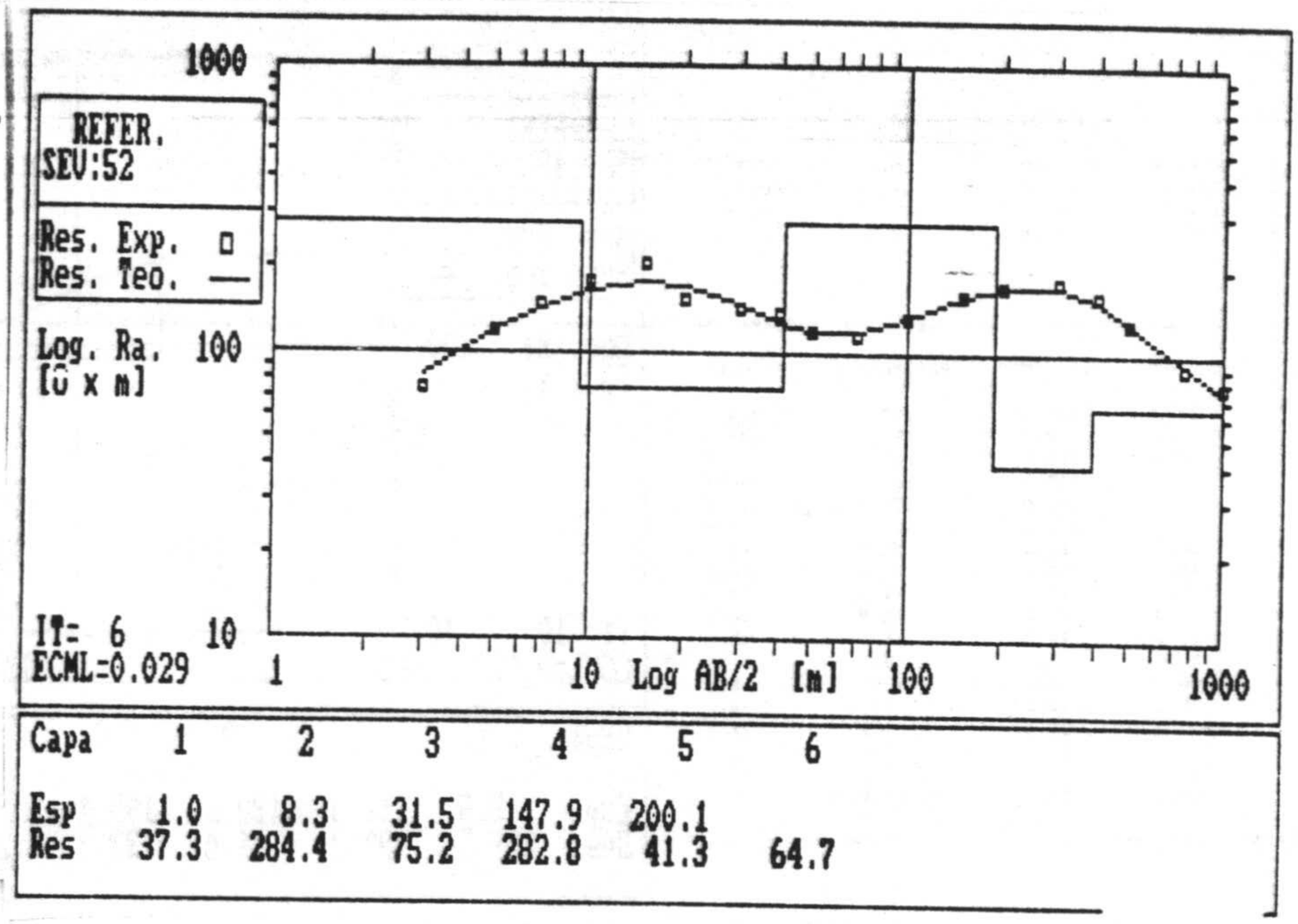
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	29.0	30.1	30.0
5.0	34.1	31.7	32.9
7.0	36.0	33.0	34.4
10.0	36.1	35.2	36.3
15.0	39.0	40.6	40.5
20.0	44.0	47.4	46.3
30.0	58.0	62.7	60.1
40.0	79.9	77.1	74.0
50.0	90.0	89.3	86.2
70.0	103.0	107.9	105.1
100.0	140.0	124.2	122.0
150.0	121.0	132.0	130.9
200.0	120.0	128.5	127.9
300.0	114.0	111.8	111.9
400.0	101.0	95.1	95.7
500.0	90.0	82.0	83.3
750.0	62.0	63.2	65.7
1000.0	58.0	55.0	58.1
Error cuadr. medio log.		0.027	0.023



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.6	13.8	34.5	98.0	89.1	
Res	17.9	35.0	334.8	93.6	84.1	48.8

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 6 RESISTIVIDAD
1	1.00	40.00	1.01	37.29
2	10.00	270.00	8.27	284.40
3	40.00	80.00	31.49	75.25
4	150.00	280.00	147.95	282.76
5	200.00	45.00	200.05	41.30
6		60.00		64.69

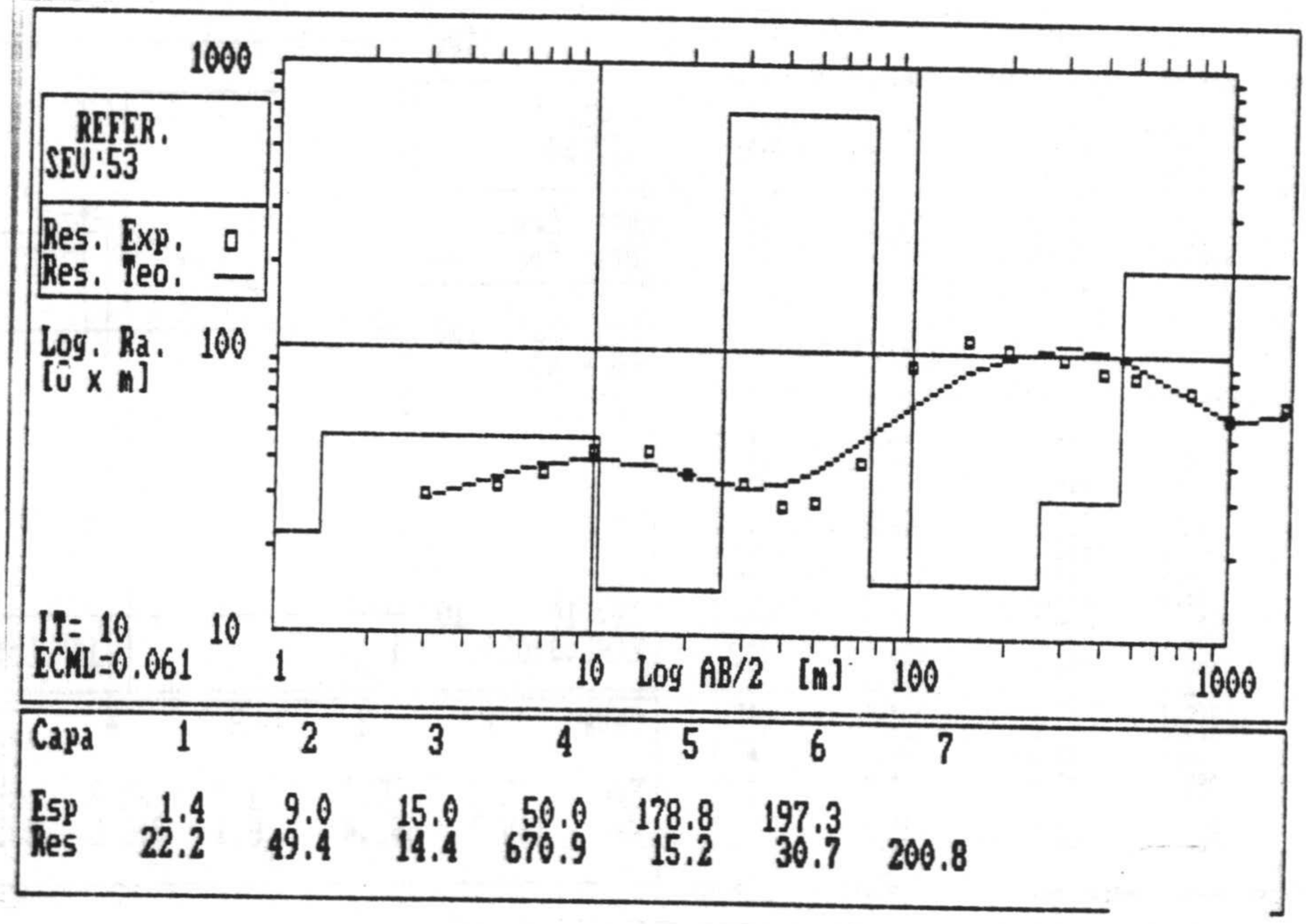
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 6 RES.MODELO
3.0	74.0	88.0	83.9
5.0	120.0	122.8	118.4
7.0	150.0	146.8	142.4
10.0	180.0	169.4	164.4
15.0	204.0	183.8	176.4
20.0	154.0	181.4	171.9
30.0	145.0	159.5	148.4
40.0	137.0	137.4	128.8
50.0	120.0	124.6	120.3
70.0	115.0	117.6	120.4
100.0	132.0	126.1	135.0
150.0	160.0	147.3	158.7
200.0	170.0	160.7	170.8
300.0	180.0	165.4	170.1
400.0	159.0	153.0	152.5
500.0	130.0	134.7	130.9
750.0	90.0	97.5	92.8
1000.0	78.0	78.8	76.2
Error cuadr. medio log.		0.037	0.029



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.0	8.3	31.5	147.9	200.1	
Res	37.3	284.4	75.2	282.8	41.3	64.7

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	3.00	27.00	1.39	22.22
2	9.00	70.00	9.00	49.43
3	15.00	10.00	15.00	14.38
4	50.00	700.00	50.00	670.90
5	200.00	100.00	178.81	15.17
6	200.00	25.00	197.32	30.72
7		200.00		200.78

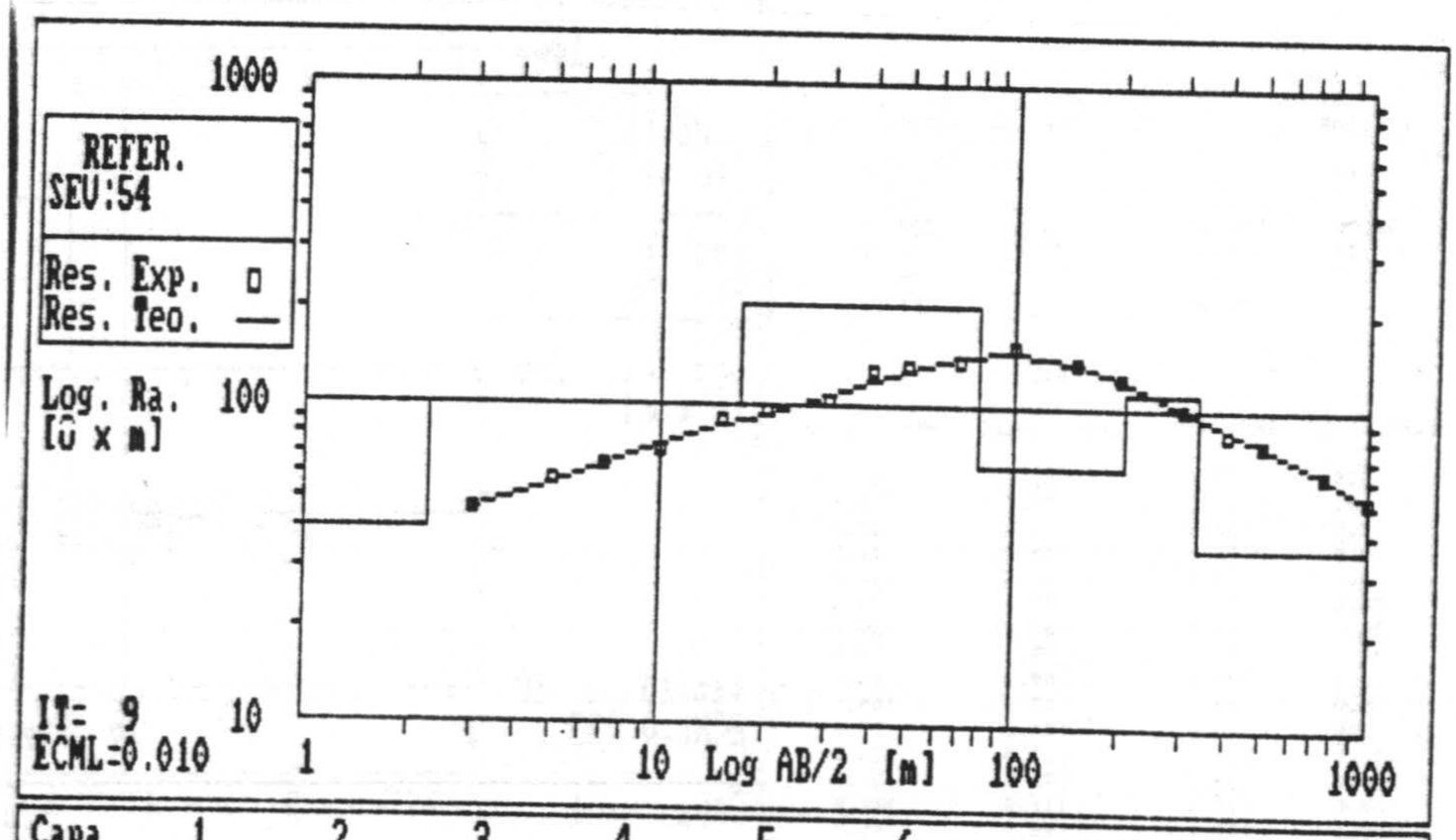
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	31.0	29.2	29.7
5.0	33.0	33.8	35.6
7.0	36.0	38.3	38.9
10.0	43.0	43.0	40.7
15.0	43.0	45.5	39.3
20.0	36.0	43.8	36.5
30.0	33.5	37.4	32.9
40.0	28.0	33.3	34.0
50.0	29.0	33.4	38.3
70.0	40.0	38.8	49.0
100.0	90.0	51.1	64.9
150.0	110.0	70.3	85.2
200.0	104.0	85.3	98.1
300.0	95.0	105.2	108.0
400.0	86.0	115.2	104.4
500.0	85.0	117.9	94.3
750.0	75.0	111.8	71.3
1000.0	60.0	104.4	61.5
1500.0	67.0	101.4	62.9
Error cuadr. medio log.		0.126	0.061



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.4	9.0	15.0	50.0	178.8	197.3	
Res	22.2	49.4	14.4	670.9	15.2	30.7	200.8

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 9 RESISTIVIDAD
1	3.00	45.00	2.23	40.00
2	10.00	100.00	14.44	98.77
3	70.00	180.00	63.12	204.44
4	100.00	100.00	126.46	65.74
5	100.00	60.00	124.00	109.70
6		45.00		36.16

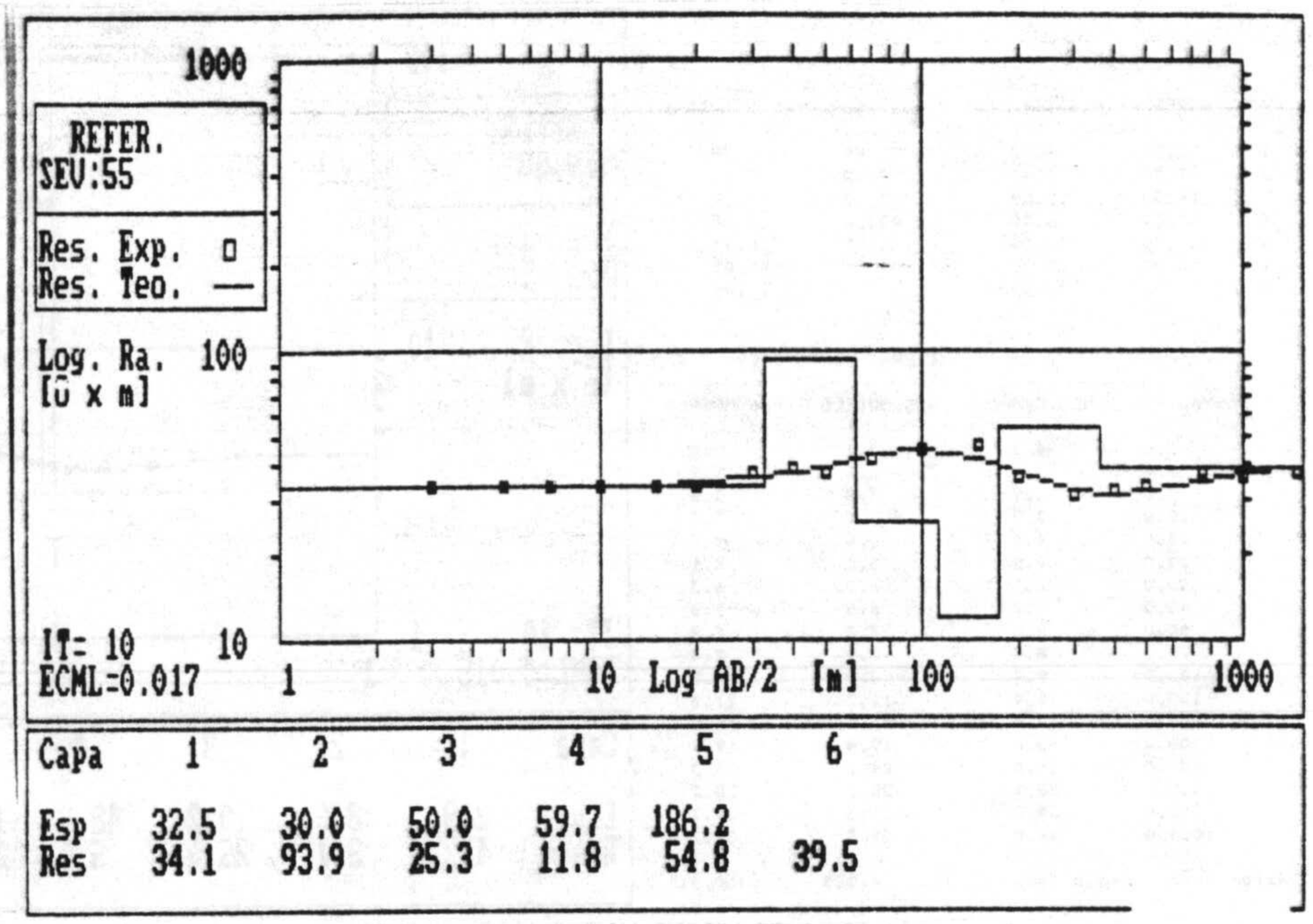
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	46.2	48.5	46.7
5.0	57.5	55.3	56.4
7.0	64.0	62.6	64.8
10.0	72.0	72.2	74.3
15.0	89.0	84.7	85.5
20.0	95.0	94.8	94.1
30.0	105.0	110.9	108.6
40.0	127.5	123.1	120.7
50.0	131.0	132.1	130.5
70.0	138.0	143.0	143.2
100.0	154.5	148.2	148.9
150.0	140.0	142.5	139.7
200.0	126.0	130.5	124.6
300.0	99.0	106.1	99.9
400.0	85.0	87.3	85.6
500.0	78.0	74.5	76.5
750.0	62.5	58.3	61.6
1000.0	53.0	52.0	52.8
Error cuadr. medio log.		0.020	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.2	14.4	63.1	126.5	124.0	
Res	40.0	98.8	204.4	65.7	109.7	36.2

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	18.00	34.00	32.49	34.09
2	30.00	55.00	30.00	93.93
3	50.00	65.00	50.00	25.32
4	100.00	13.00	59.70	11.79
5	200.00	65.00	186.19	54.83
6		30.00		39.51

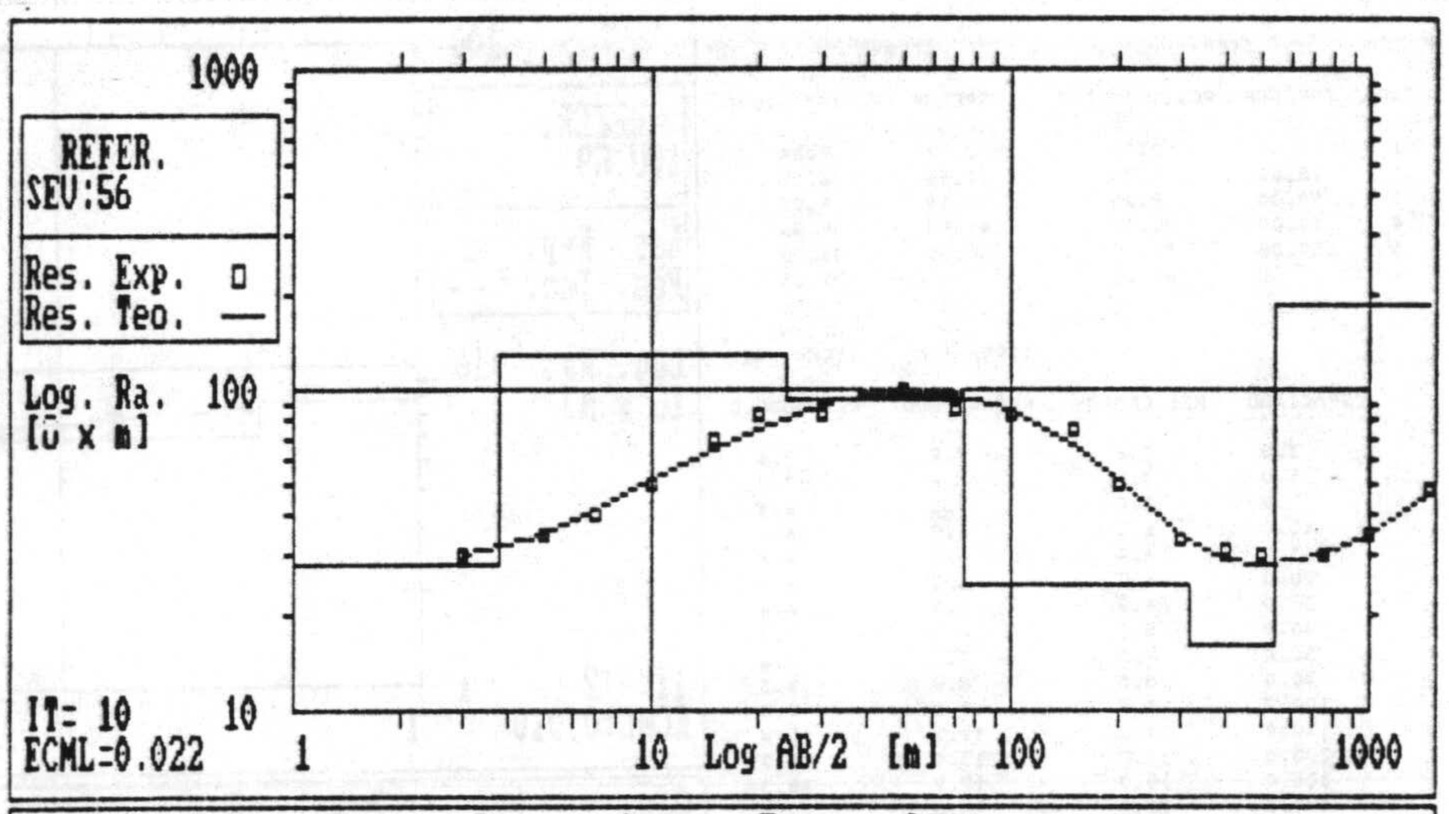
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	34.0	34.1	34.2
5.0	34.0	34.1	34.1
7.0	34.0	34.1	34.1
10.0	34.2	34.2	34.1
15.0	34.5	34.8	34.3
20.0	34.2	35.9	34.8
30.0	38.0	38.5	36.1
40.0	39.5	41.1	37.9
50.0	38.0	43.2	39.9
70.0	42.0	46.2	43.2
100.0	46.0	47.5	44.9
150.0	47.0	44.6	42.0
200.0	36.0	40.1	37.7
300.0	32.0	33.4	32.3
400.0	32.2	31.4	31.5
500.0	33.5	31.7	32.5
750.0	37.5	33.7	35.5
1000.0	36.0	34.6	37.4
1500.0	38.5	34.2	38.9
Error cuadr. medio log.		0.034	0.017



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	32.5	30.0	50.0	59.7	186.2	
Res	34.1	93.9	25.3	11.8	54.8	39.5

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	4.00	30.00	3.77	28.36
2	20.00	150.00	20.00	130.74
3	80.00	75.00	50.12	94.74
4	150.00	20.00	240.36	24.81
5	200.00	25.00	232.66	16.06
6		200.00		186.66

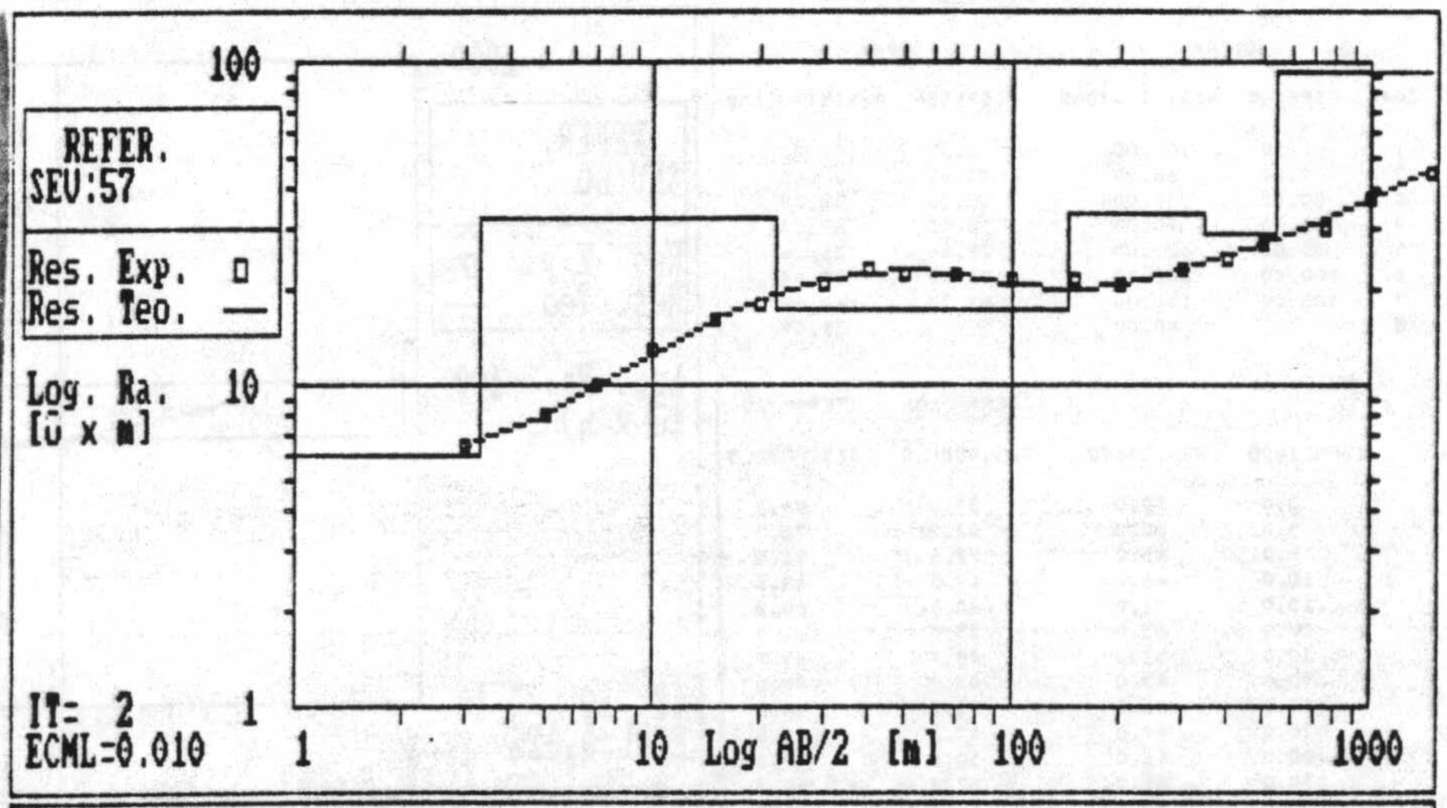
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	31.0	32.0	30.5
5.0	35.0	36.8	35.5
7.0	40.0	43.6	42.0
10.0	50.0	54.0	52.0
15.0	70.0	68.9	65.9
20.0	84.0	80.0	76.0
30.0	85.0	93.5	88.6
40.0	95.0	99.3	94.8
50.0	99.0	100.5	97.2
70.0	87.0	96.6	95.6
100.0	85.0	86.1	85.9
150.0	75.0	68.7	66.4
200.0	50.0	55.4	51.6
300.0	34.0	39.5	35.6
400.0	32.0	33.6	29.8
500.0	30.0	33.4	28.3
750.0	30.0	39.8	30.6
1000.0	35.0	48.5	35.7
1500.0	48.0	65.1	47.6
Error cuadr. medio log.		0.065	0.022



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.8	20.0	50.1	240.4	232.7	
Res	28.4	130.7	94.7	24.8	16.1	186.7

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 2 ESPESOR	ITER= 2 RESISTIVIDAD
1	3.50	6.00	3.30	5.94
2	19.00	33.00	18.83	32.57
3	120.00	18.00	120.24	17.09
4	200.00	35.00	200.05	33.92
5	200.00	30.00	200.07	29.25
6		95.00		94.73

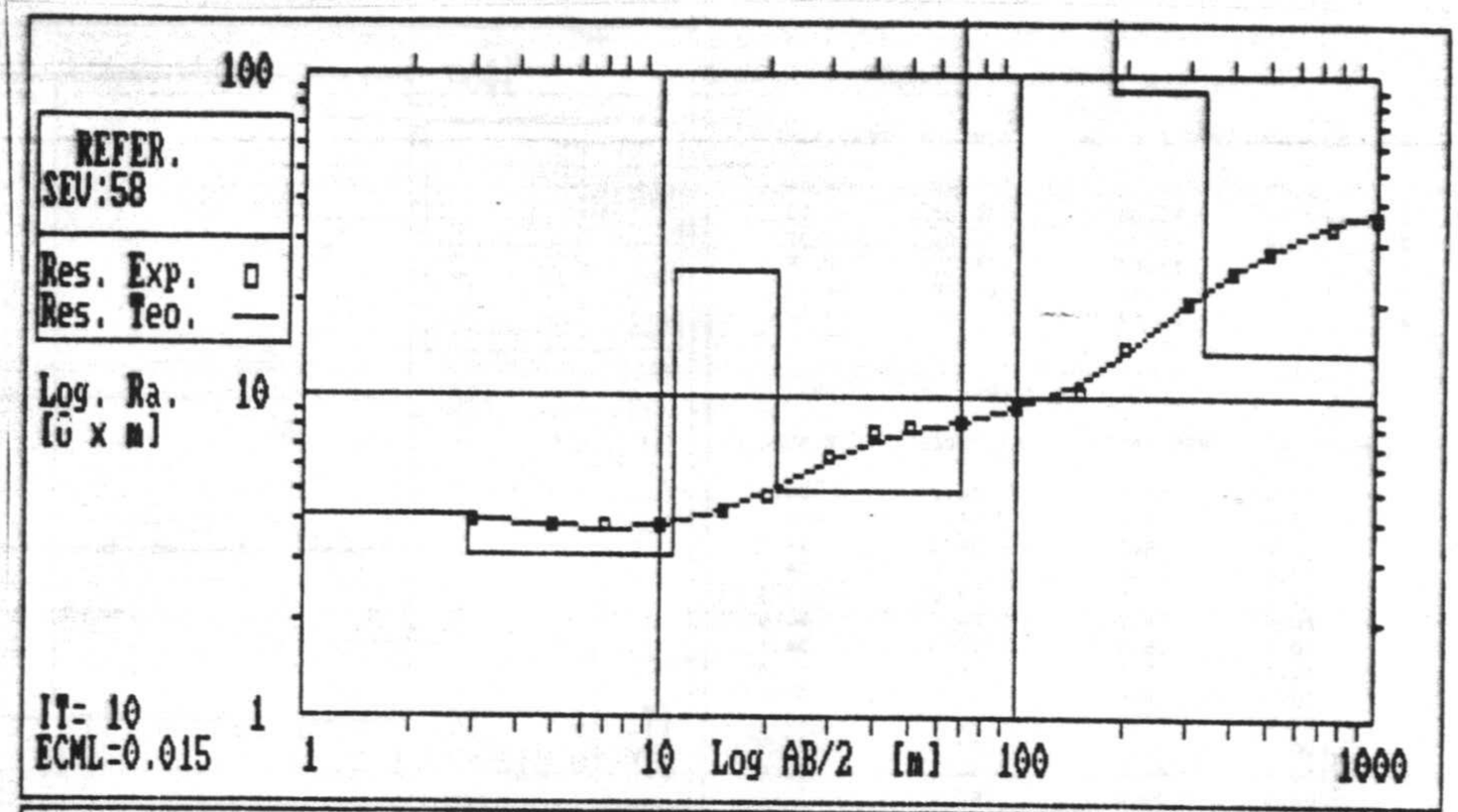
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 2 RES.MODELO
3.0	6.5	6.6	6.6
5.0	8.0	7.9	8.1
7.0	10.0	9.6	9.9
10.0	13.0	12.1	12.5
15.0	16.0	15.5	15.8
20.0	18.0	18.0	18.3
30.0	20.5	21.0	21.1
40.0	22.5	22.4	22.3
50.0	22.0	22.8	22.5
70.0	22.0	22.6	22.0
100.0	21.0	21.7	20.8
150.0	21.0	21.0	20.1
200.0	20.5	21.5	20.5
300.0	22.5	23.7	22.7
400.0	25.0	26.1	25.1
500.0	27.5	28.3	27.3
750.0	31.0	33.6	32.6
1000.0	38.0	38.6	37.5
1500.0	46.0	47.5	46.3
Error cuadr. medio log.		0.017	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.3	18.8	120.2	200.1	200.1	
Res	5.9	32.6	17.1	33.9	29.2	94.7

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	4.50	2.89	4.18
2	9.00	3.40	7.98	3.12
3	14.00	13.00	10.22	25.00
4	55.00	6.00	48.26	5.05
5	100.00	200.00	112.95	220.91
6	150.00	75.00	149.31	89.85
7		35.00		13.90

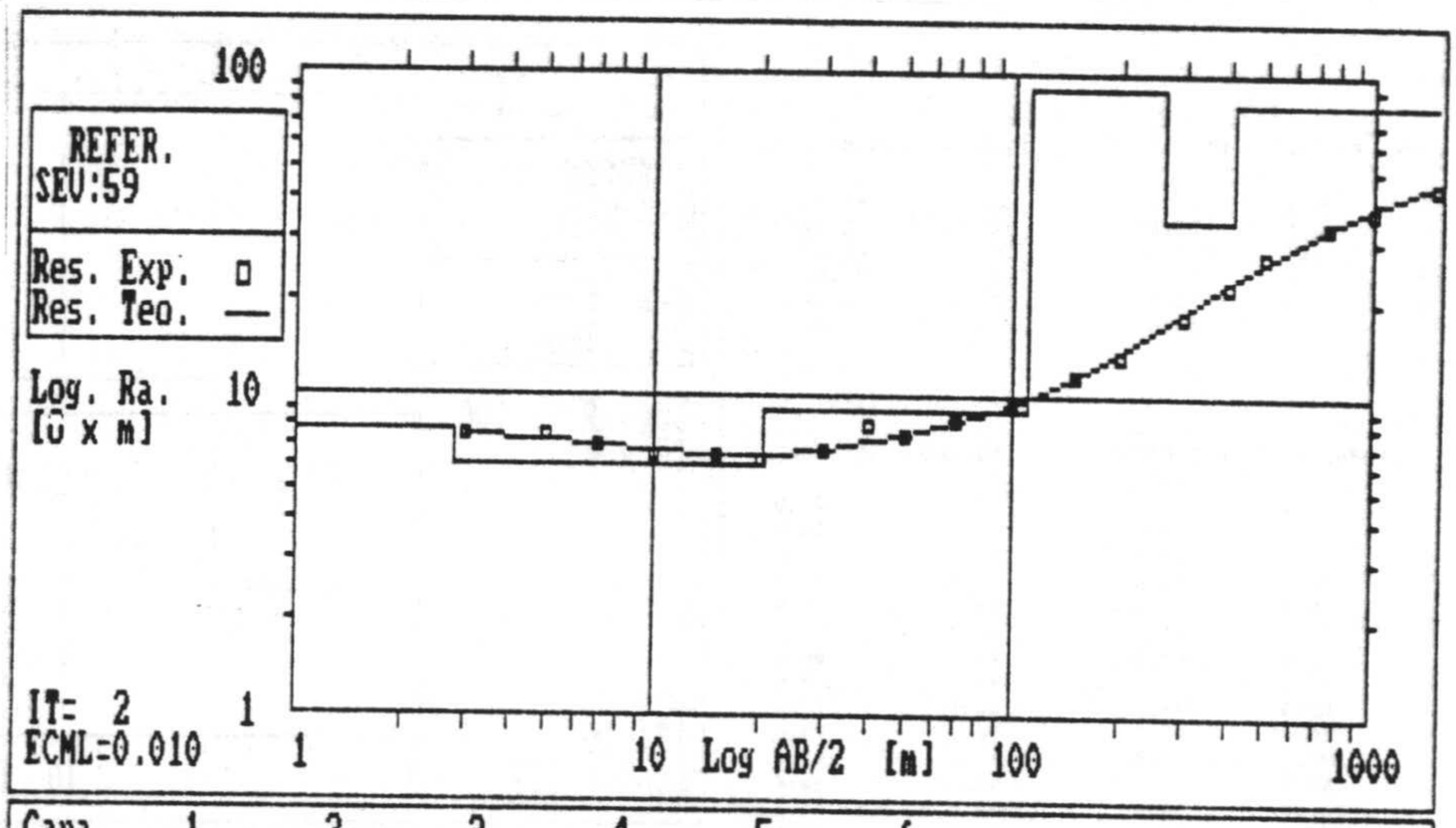
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	4.1	4.1	4.1
5.0	3.9	3.8	3.9
7.0	3.9	3.8	3.8
10.0	3.9	3.9	3.9
15.0	4.4	4.4	4.4
20.0	4.8	5.0	5.1
30.0	6.5	6.0	6.3
40.0	7.7	6.8	7.2
50.0	8.0	7.2	7.8
70.0	8.4	7.9	8.4
100.0	9.4	8.9	9.2
150.0	10.4	11.2	11.3
200.0	14.5	13.9	14.0
300.0	20.0	19.4	19.5
400.0	25.0	24.1	24.3
500.0	28.9	28.1	28.2
750.0	34.2	35.3	34.7
1000.0	36.0	39.3	37.2
Error cuadr. medio log.		0.025	0.015



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.9	8.0	10.2	48.3	112.9	149.3	
Res	4.2	3.1	25.0	5.0	220.9	89.9	13.9

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 2)	RESISTIVIDAD (ITER= 2)
1	4.00	8.00	2.79	7.84
2	18.00	5.70	17.56	6.02
3	90.00	9.00	90.50	9.07
4	150.00	90.00	149.98	89.86
5	150.00	35.00	150.05	34.70
6		80.00		79.65

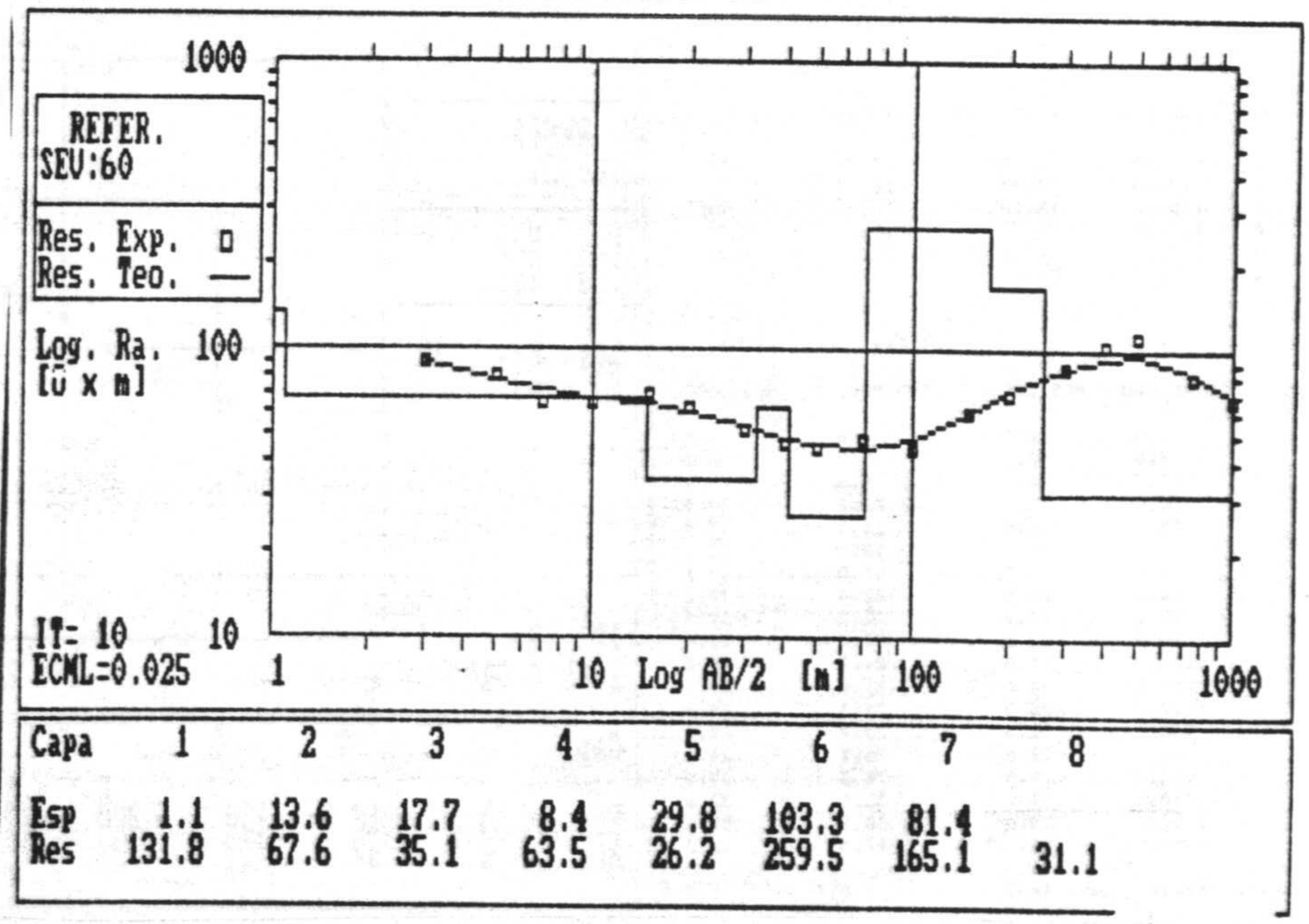
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 2)
3.0	7.6	7.9	7.6
5.0	7.4	7.6	7.2
7.0	7.0	7.3	6.9
10.0	6.5	6.8	6.6
15.0	6.4	6.4	6.4
20.0	6.3	6.3	6.5
30.0	6.8	6.5	6.8
40.0	8.1	6.9	7.2
50.0	7.5	7.2	7.6
70.0	8.5	8.0	8.3
100.0	9.4	9.1	9.4
150.0	11.5	11.1	11.4
200.0	13.2	13.4	13.7
300.0	18.0	17.9	18.3
400.0	22.0	22.0	22.5
500.0	27.0	25.6	26.1
750.0	34.0	32.9	33.4
1000.0	38.0	38.5	39.0
1500.0	46.0	46.9	47.3
Error cuadr. medio log.		0.017	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.8	17.6	90.5	150.0	150.0	
Res	7.8	6.0	9.1	89.9	34.7	79.6

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	100.00	1.09	131.81
2	9.00	68.00	13.62	67.65
3	20.00	35.00	17.70	35.09
4	25.00	70.00	8.43	63.53
5	30.00	25.00	29.80	26.16
6	100.00	200.00	103.28	259.48
7	100.00	150.00	81.36	165.09
8		40.00		31.09

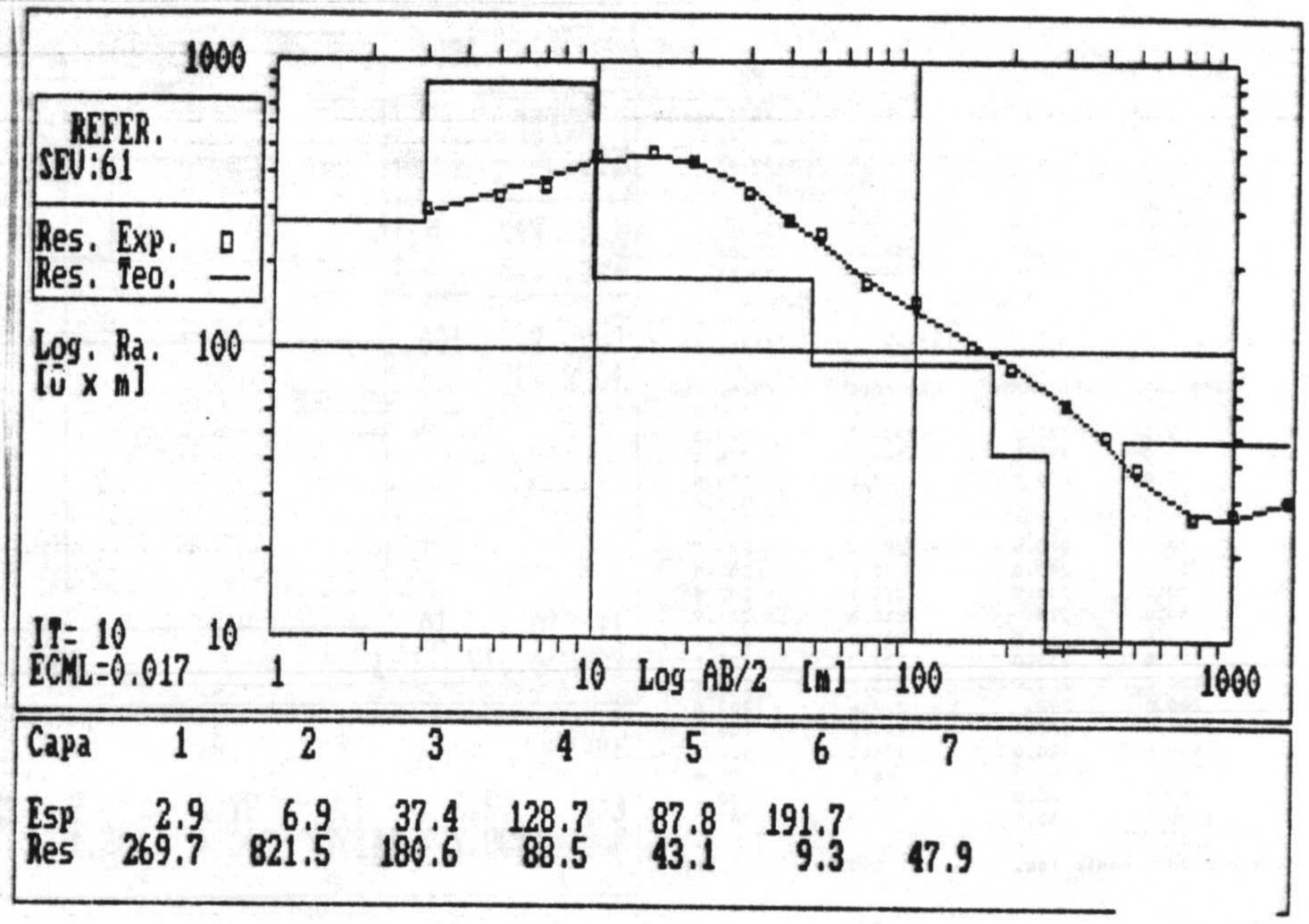
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	90.0	87.0	91.3
5.0	80.0	77.2	76.5
7.0	65.0	72.1	71.5
10.0	66.0	67.3	68.4
15.0	71.0	60.9	64.8
20.0	63.0	55.5	61.0
30.0	52.0	48.4	53.9
40.0	47.0	45.9	49.0
50.0	46.0	45.7	46.3
70.0	49.0	47.2	45.5
100.0	46.0	50.6	49.5
150.0	61.0	57.4	60.7
200.0	69.0	64.7	71.6
300.0	86.0	77.2	87.2
400.0	103.0	84.6	94.6
500.0	112.0	87.0	95.7
750.0	80.0	81.7	84.9
1000.0	67.0	72.2	70.3
Error cuadr. medio log.		0.041	0.025



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.1	13.6	17.7	8.4	29.8	103.3	81.4	
Res	131.8	67.6	35.1	63.5	26.2	259.5	165.1	31.1

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	4.00	300.00	2.94	269.68
2	8.00	800.00	6.93	821.52
3	30.00	130.00	37.45	180.62
4	125.00	115.00	128.67	88.46
5	120.00	35.00	87.83	43.13
6	200.00	7.00	191.73	9.29
7		55.00		47.86

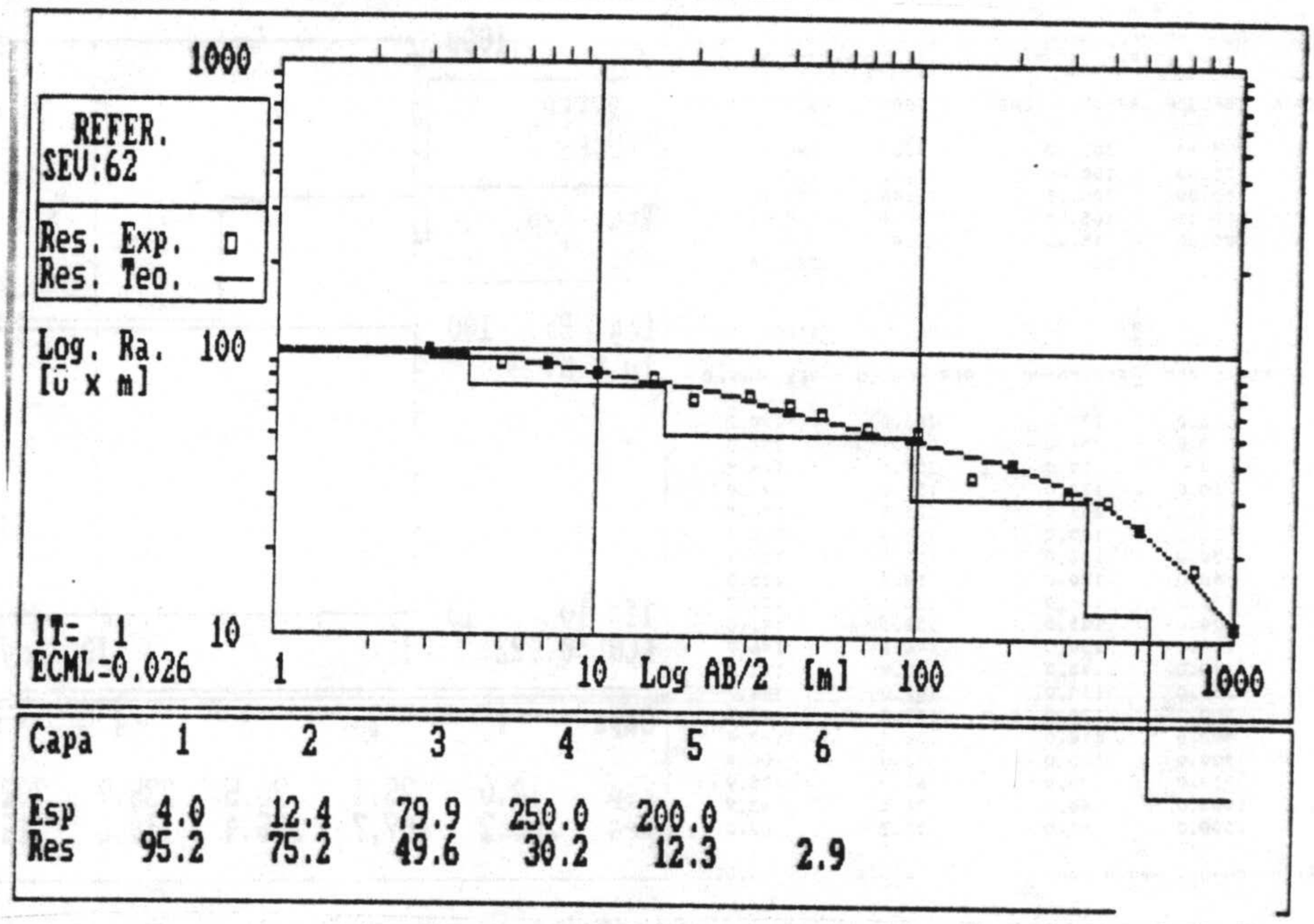
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	300.0	310.7	295.4
5.0	340.0	340.2	347.8
7.0	365.0	376.2	398.3
10.0	478.0	421.6	449.7
15.0	490.0	454.2	472.2
20.0	450.0	441.6	447.8
30.0	350.0	363.6	361.8
40.0	280.0	282.7	287.3
50.0	255.0	224.8	237.3
70.0	170.0	164.9	180.2
100.0	150.0	131.8	139.2
150.0	102.0	113.4	107.1
200.0	87.0	99.8	88.7
300.0	66.0	73.9	64.7
400.0	50.0	52.6	47.9
500.0	39.0	38.1	37.0
750.0	26.0	24.8	27.3
1000.0	27.0	23.2	26.6
1500.0	31.0	27.5	30.7
Error cuadr. medio log.		0.038	0.017



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.9	6.9	37.4	128.7	87.8	191.7	
Res	269.7	821.5	180.6	88.5	43.1	9.3	47.9

	ITER= 0		ITER= 1	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	95.00	3.96	95.20
2	12.00	75.00	12.40	75.21
3	80.00	50.00	79.86	49.62
4	250.00	30.00	250.04	30.18
5	200.00	12.00	200.00	12.30
6		4.00		2.86

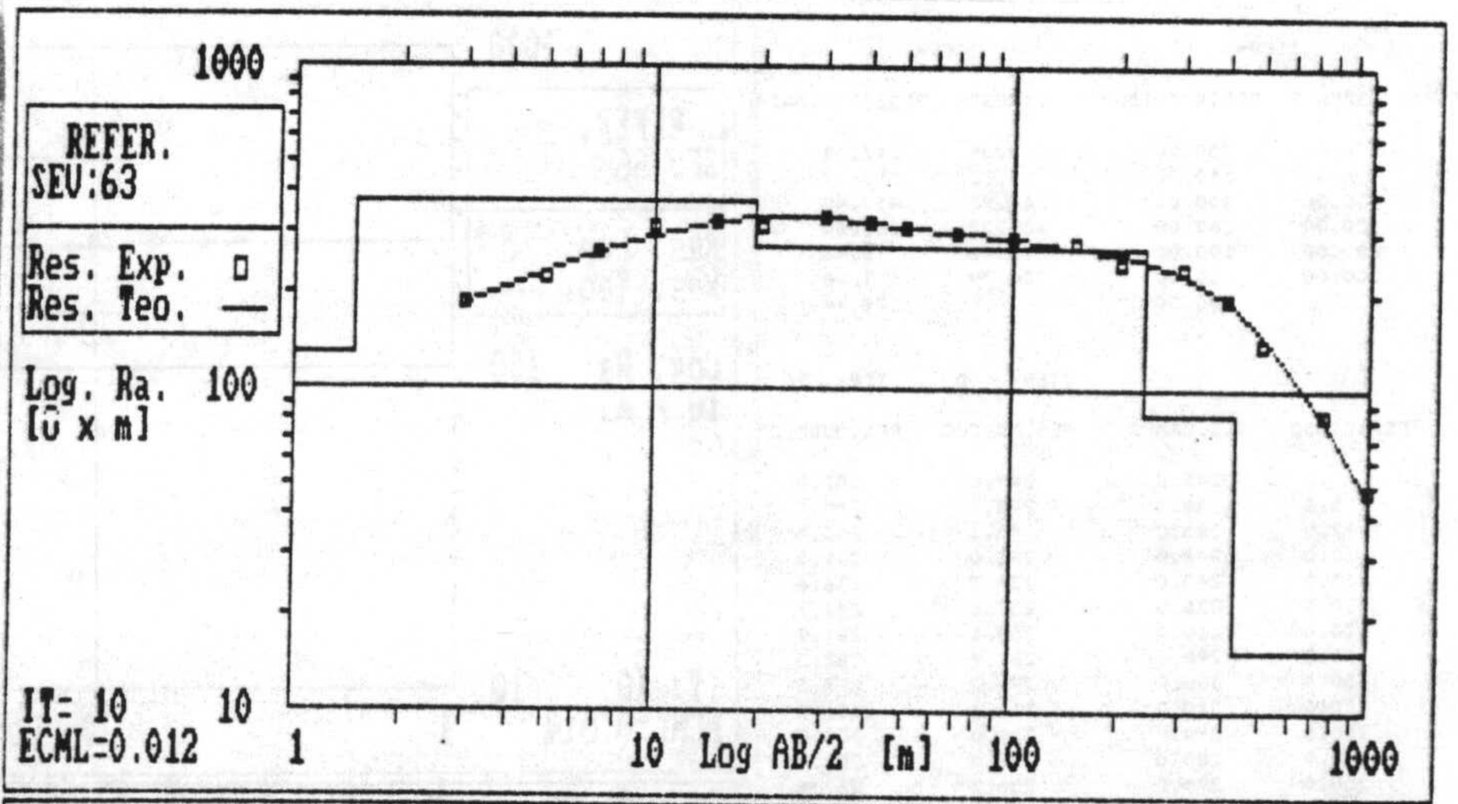
		ITER= 0	ITER= 1
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	100.0	92.9	94.1
5.0	90.0	89.0	91.7
7.0	90.0	85.0	88.4
10.0	85.0	80.5	83.9
15.0	80.0	75.4	78.2
20.0	68.0	71.5	73.8
30.0	70.0	65.0	66.7
40.0	64.0	60.1	61.4
50.0	60.0	56.8	57.8
70.0	55.0	52.8	53.2
100.0	52.0	49.1	49.2
150.0	37.0	44.2	44.3
200.0	40.0	40.0	40.1
300.0	32.0	33.6	33.7
400.0	31.0	29.0	29.0
500.0	25.0	25.0	24.9
750.0	18.0	16.9	16.5
1000.0	11.0	11.8	11.0
Error cuadr. medio log.		0.034	0.026



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	4.0	12.4	79.9	250.0	200.0	
Res	95.2	75.2	49.6	30.2	12.3	2.9

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	140.00	1.48	130.53
2	30.00	350.00	17.70	376.95
3	200.00	270.00	215.44	275.19
4	150.00	75.00	186.37	83.18
5		25.00		15.50

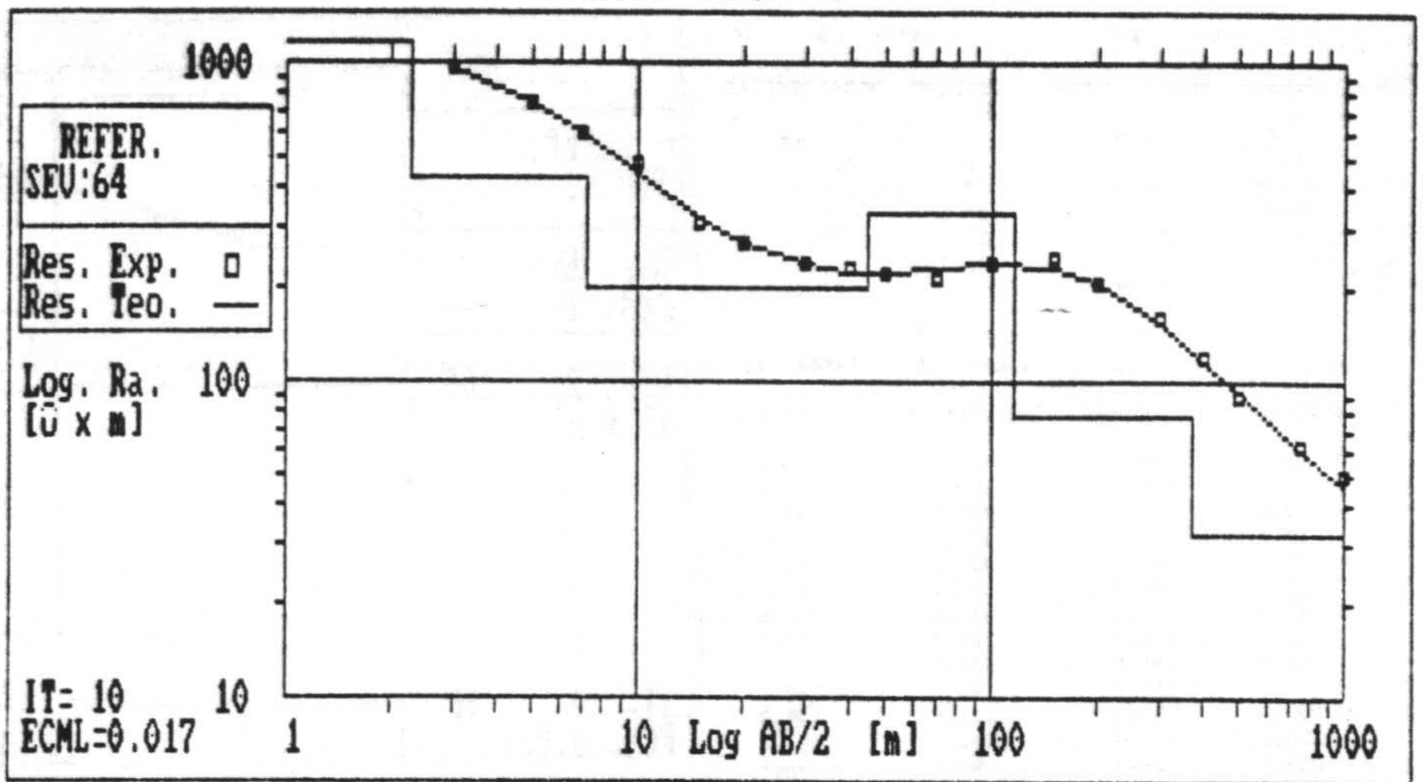
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	185.0	187.9	182.9
5.0	223.0	232.2	232.2
7.0	267.0	262.1	266.0
10.0	320.0	289.8	298.0
15.0	322.0	313.2	325.1
20.0	320.0	324.1	336.1
30.0	340.0	331.1	338.0
40.0	330.0	330.0	330.0
50.0	320.0	325.2	320.3
70.0	305.0	313.0	304.4
100.0	290.0	296.2	289.1
150.0	280.0	276.1	274.2
200.0	250.0	258.5	260.2
300.0	235.0	221.4	227.2
400.0	190.0	181.3	189.1
500.0	140.0	142.9	151.1
750.0	85.0	78.4	81.0
1000.0	48.0	50.5	47.2
Error cuadr. medio log.		0.033	0.012



Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.5	17.7	215.4	186.4	
Res	130.5	376.9	275.2	83.2	15.5

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.40	1200.00	2.28	1138.69
2	7.50	400.00	4.91	441.72
3	30.00	180.00	37.19	200.36
4	100.00	310.00	70.79	335.10
5	150.00	65.00	254.49	77.81
6		45.00		32.35

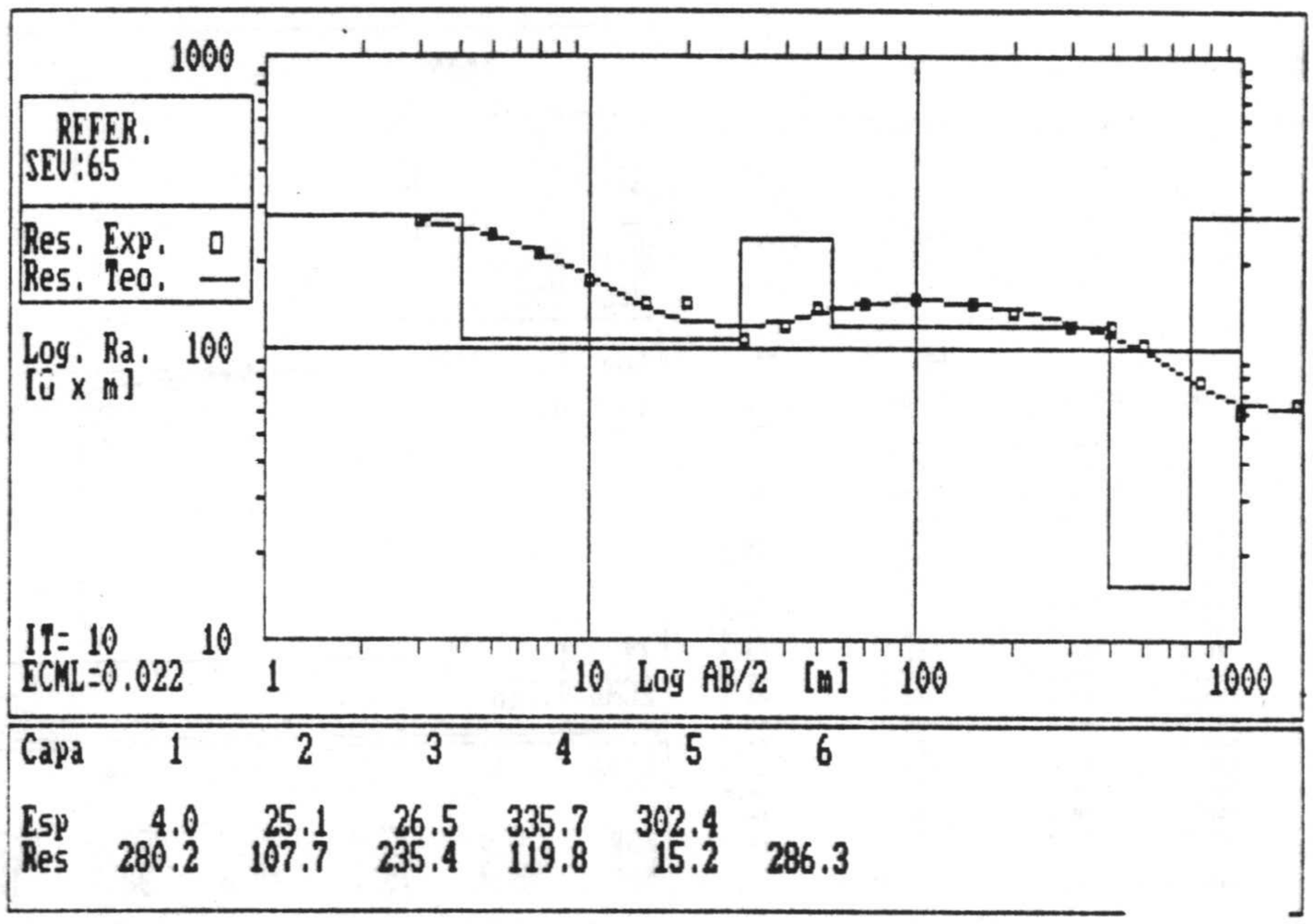
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	970.0	1034.3	980.5
5.0	750.0	788.9	758.5
7.0	600.0	614.3	596.8
10.0	480.0	468.0	450.8
15.0	320.0	354.9	331.1
20.0	270.0	297.6	275.8
30.0	240.0	240.5	233.0
40.0	230.0	220.0	222.4
50.0	220.0	215.8	221.9
70.0	210.0	221.0	228.1
100.0	235.0	232.2	235.9
150.0	250.0	233.9	229.9
200.0	202.0	217.6	207.8
300.0	160.0	169.1	156.4
400.0	120.0	126.1	117.1
500.0	90.0	96.9	91.6
750.0	63.0	64.1	60.1
1000.0	50.0	53.9	47.7
Error cuadr. medio log.		0.035	0.017



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.3	4.9	37.2	70.8	254.5	
Res	1138.7	441.7	200.4	335.1	77.8	32.4

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	3.50	300.00	4.02	280.17
2	25.00	100.00	25.11	107.69
3	50.00	220.00	26.48	235.42
4	300.00	105.00	335.69	119.81
5	300.00	15.00	302.43	15.17
6		300.00		286.34

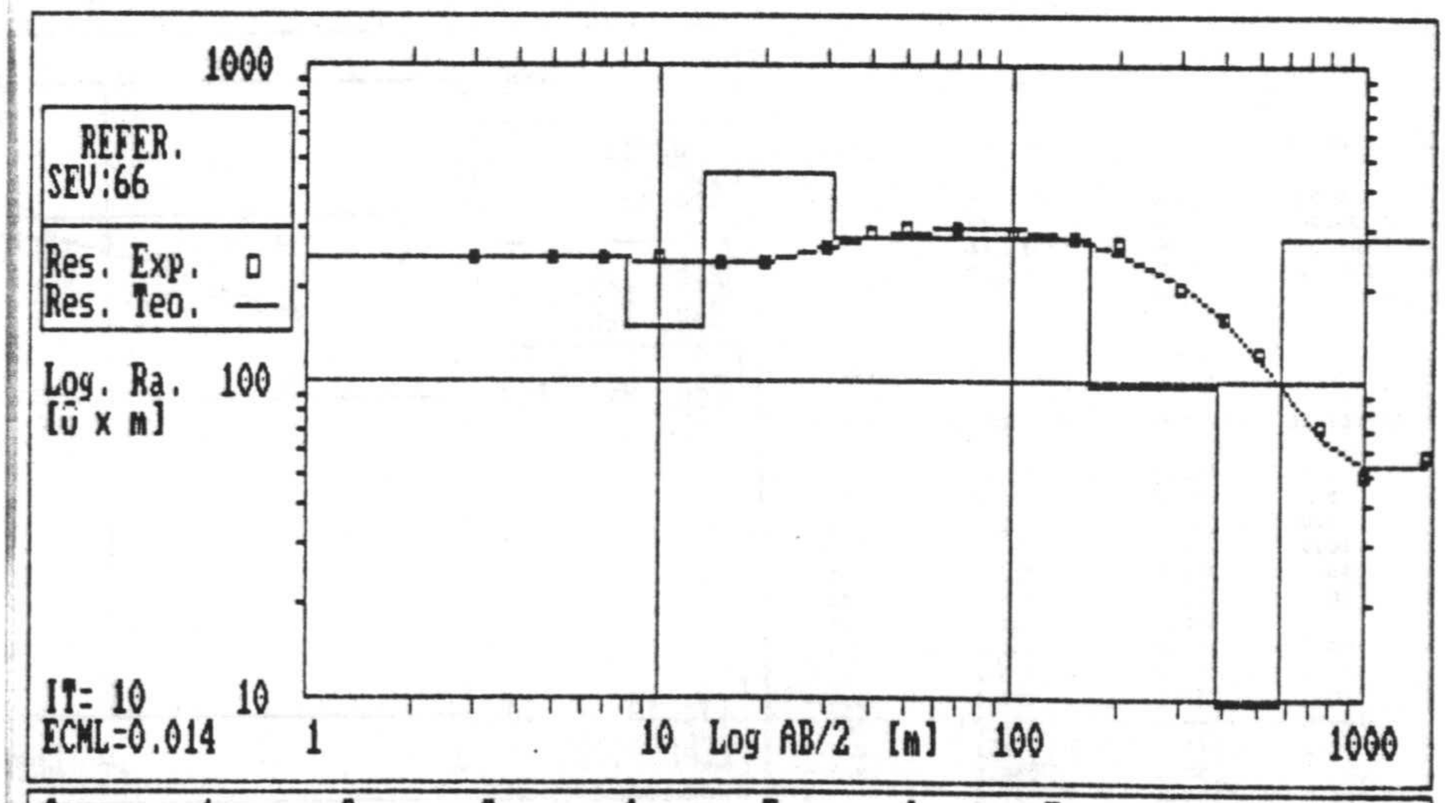
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	270.0	283.2	270.2
5.0	250.0	245.7	246.2
7.0	215.0	204.2	214.9
10.0	170.0	159.8	176.0
15.0	143.0	125.5	140.4
20.0	145.0	114.3	126.3
30.0	108.0	112.9	121.4
40.0	120.0	118.8	125.8
50.0	136.0	126.1	131.7
70.0	145.0	138.5	141.0
100.0	150.0	148.6	146.7
150.0	145.0	148.9	143.7
200.0	134.0	141.0	136.7
300.0	120.0	122.3	123.7
400.0	118.0	106.3	112.4
500.0	105.0	92.0	100.4
750.0	78.0	67.9	75.9
1000.0	60.0	58.3	63.9
1500.0	65.0	59.7	62.0
Error cuadr. medio log.		0.036	0.022



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	4.0	25.1	26.5	335.7	302.4	
Res	280.2	107.7	235.4	119.8	15.2	286.3

CAPA	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 0 RESISTIVIDAD	ITER= 10 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	8.00	250.00	8.09	247.19
2	6.00	150.00	5.22	150.77
3	30.00	450.00	17.95	450.49
4	120.00	260.00	135.22	282.84
5	200.00	100.00	213.06	96.46
6	200.00	10.00	200.79	9.48
7		300.00		279.94

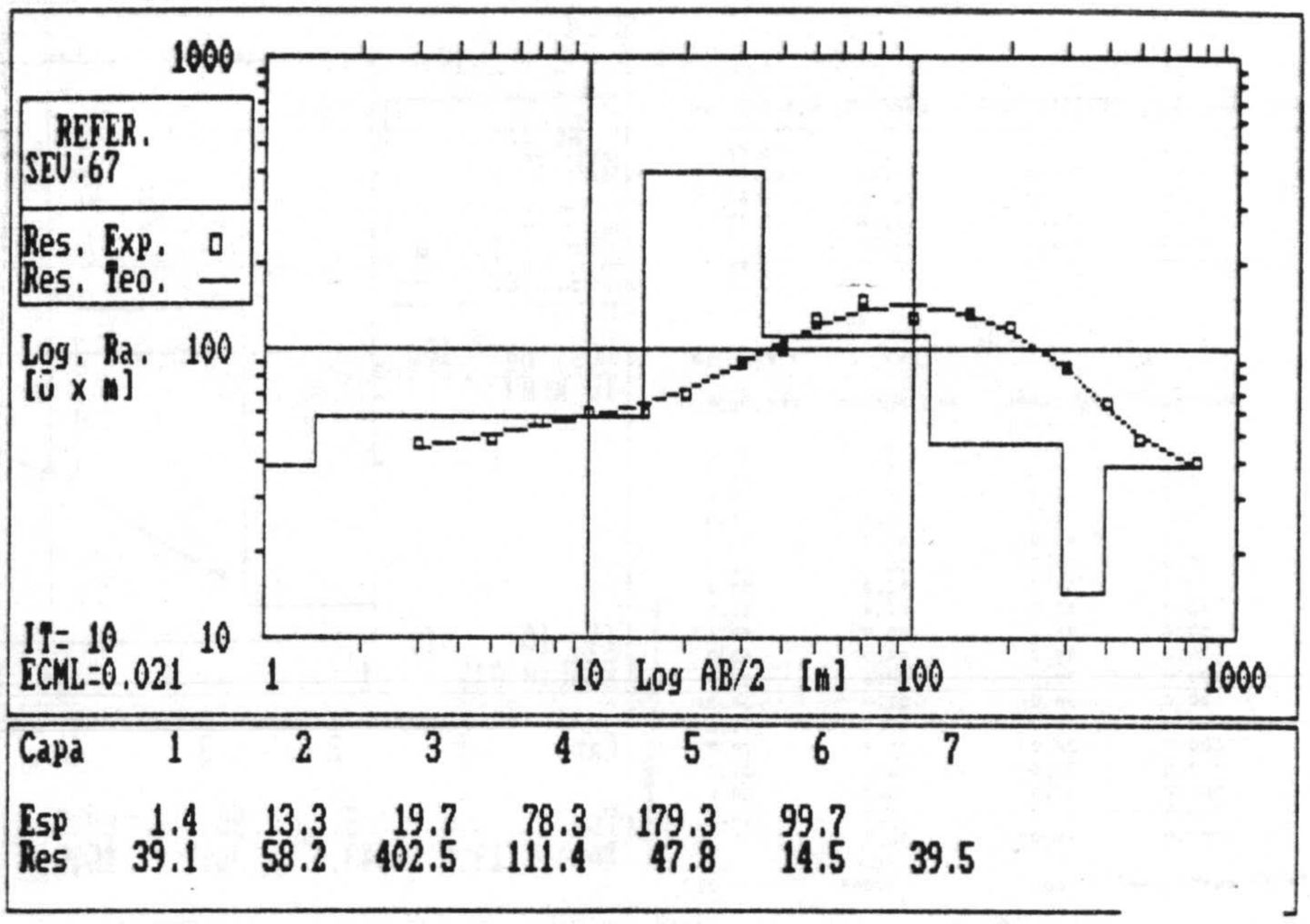
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	245.0	249.8	247.0
5.0	245.0	248.1	245.7
7.0	245.0	245.3	243.5
10.0	242.0	240.0	239.5
15.0	240.0	234.7	236.6
20.0	235.0	237.6	241.1
30.0	260.0	258.1	261.7
40.0	290.0	281.9	282.3
50.0	300.0	299.2	295.5
70.0	310.0	315.6	306.2
100.0	290.0	314.0	302.8
150.0	285.0	288.0	282.9
200.0	275.0	256.3	257.4
300.0	195.0	197.9	204.8
400.0	160.0	150.4	157.8
500.0	122.0	113.2	119.2
750.0	73.0	66.5	68.4
1000.0	50.0	53.7	53.3
1500.0	58.0	58.0	55.2
Error cuadr. medio log.		0.019	0.014



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	8.1	5.2	18.0	135.2	213.1	200.8	
Res	247.2	150.8	450.5	282.8	96.5	9.5	279.9

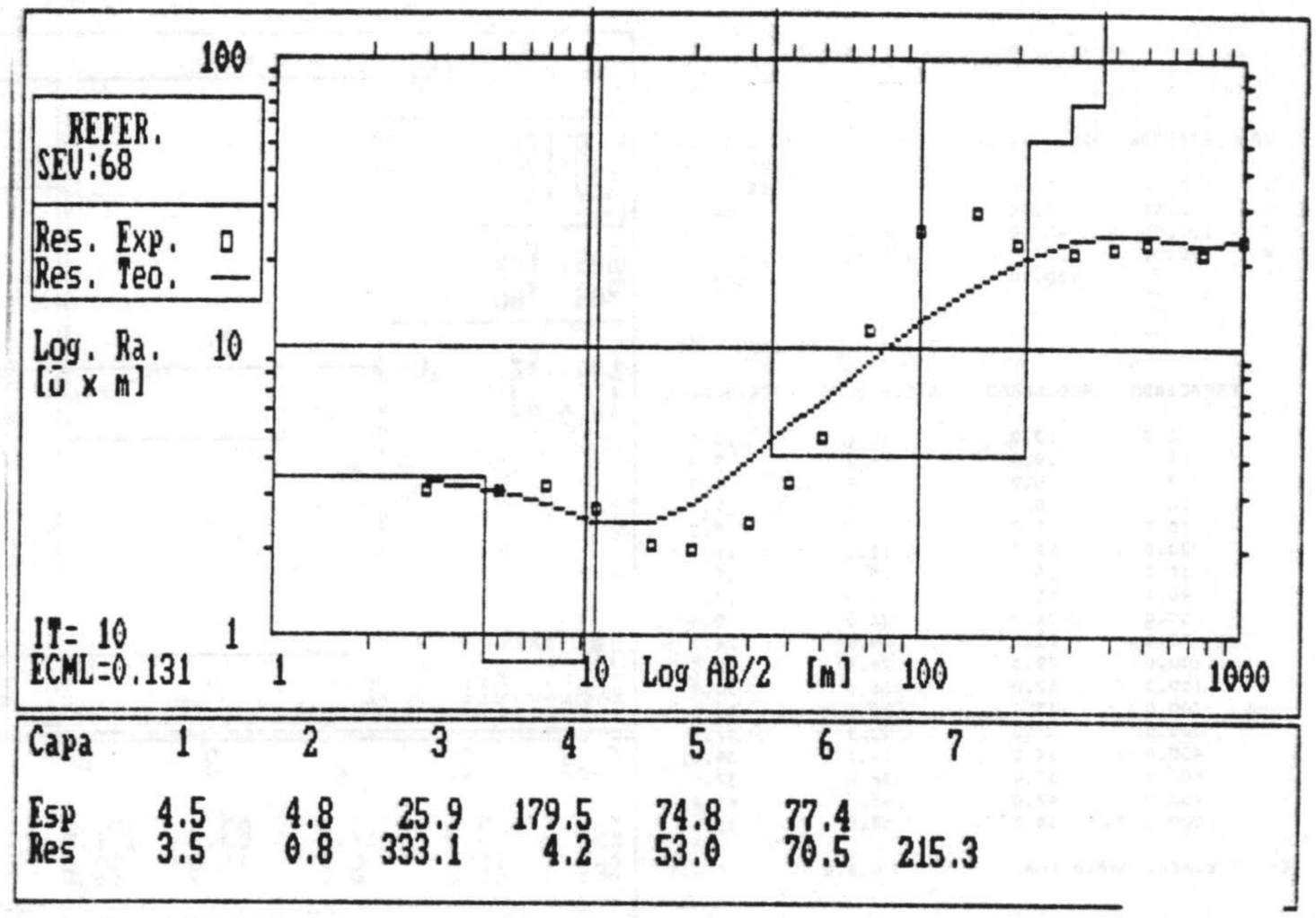
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	2.00	45.00	1.44	39.11
2	13.00	60.00	13.25	58.18
3	20.00	400.00	19.75	402.54
4	60.00	110.00	78.29	111.41
5	200.00	75.00	179.31	47.76
6	100.00	10.00	99.66	14.52
7		20.00		39.49

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	46.4	48.3	45.6
5.0	48.0	52.0	50.6
7.0	57.0	54.9	53.7
10.0	61.0	58.7	57.5
15.0	60.0	65.5	64.2
20.0	70.0	73.6	72.3
30.0	90.0	91.7	90.6
40.0	100.0	108.5	107.4
50.0	130.0	121.8	120.7
70.0	150.0	138.3	137.1
100.0	130.0	145.7	144.4
150.0	135.0	137.1	134.7
200.0	120.0	121.7	117.1
300.0	87.0	93.6	85.1
400.0	65.0	73.0	63.6
500.0	48.0	57.6	51.1
750.0	40.0	36.5	39.5
Error cuadr. medio log.		0.040	0.021



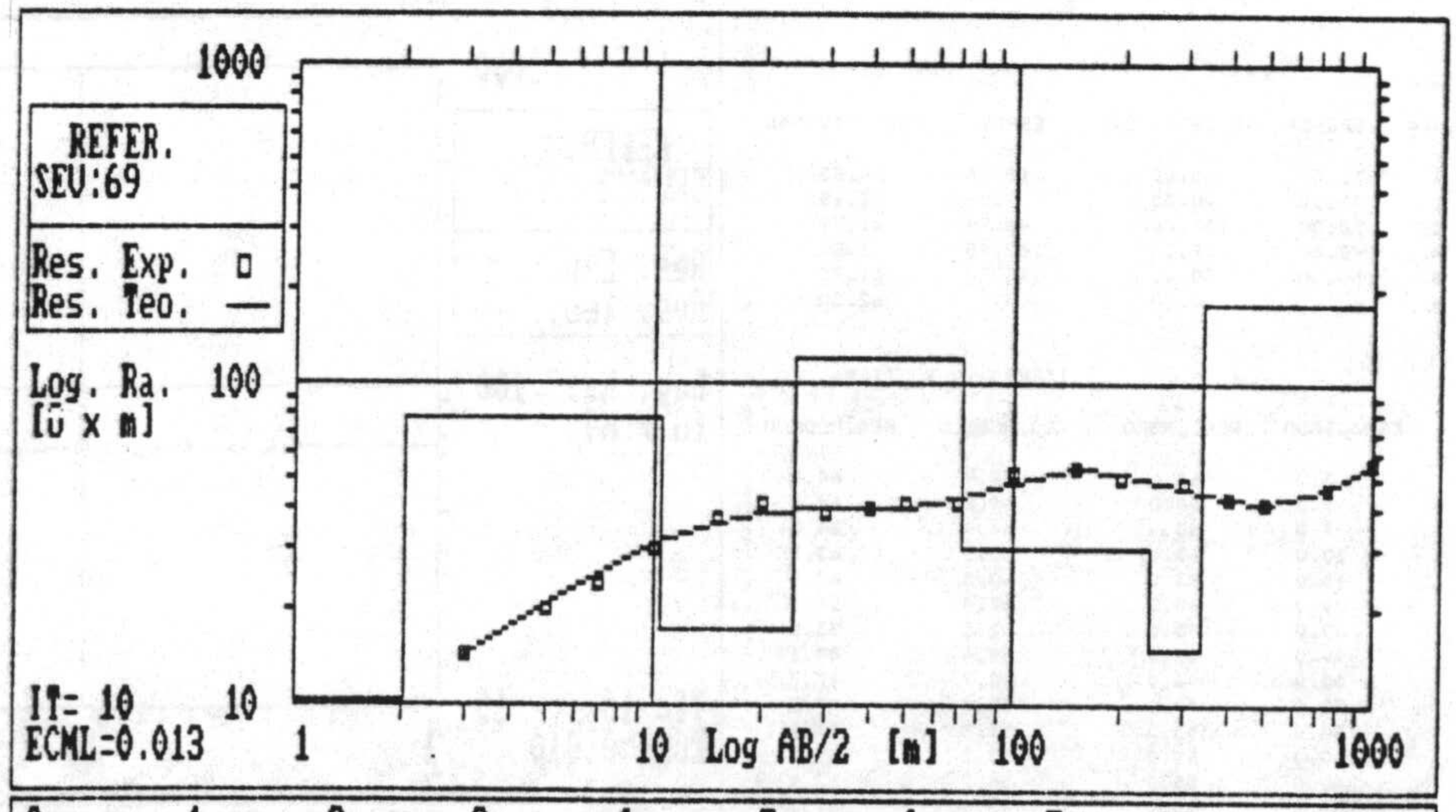
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	6.00	3.20	4.52	3.54
2	8.00	1.00	4.77	0.80
3	40.00	300.00	25.86	333.06
4	250.00	7.00	179.46	4.19
5	100.00	15.00	74.77	53.03
6	100.00	10.00	77.35	70.45
7		100.00		215.30

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	3.2	3.2	3.5
5.0	3.2	3.1	3.2
7.0	3.2	2.9	2.8
10.0	2.8	2.6	2.5
15.0	2.0	2.4	2.5
20.0	2.0	2.4	2.9
30.0	2.5	3.1	4.1
40.0	3.4	4.0	5.3
50.0	4.8	4.9	6.6
70.0	11.5	6.8	9.0
100.0	25.5	9.4	12.3
150.0	29.0	13.3	16.6
200.0	23.0	16.4	19.8
300.0	21.0	21.1	23.5
400.0	22.0	23.9	24.7
500.0	23.0	25.2	24.4
750.0	21.0	25.3	23.0
1000.0	24.0	24.7	23.3
Error cuadr. medio log.		0.154	0.131



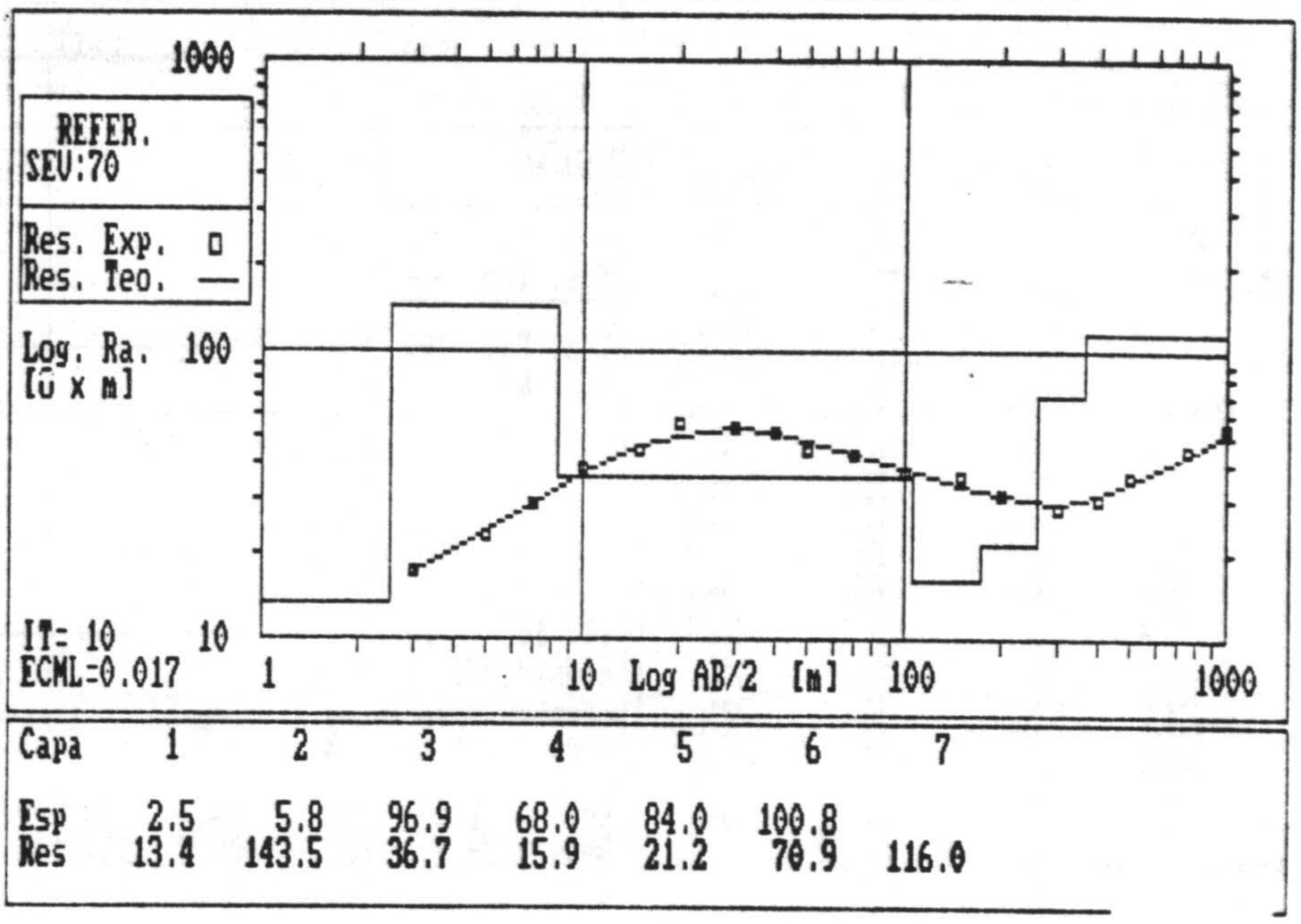
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.50	9.00	2.03	10.39
2	14.00	55.00	8.45	76.41
3	30.00	35.00	14.09	17.15
4	60.00	85.00	47.21	118.75
5	160.00	35.00	169.45	30.10
6	100.00	12.00	95.75	14.64
7		200.00		177.28

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	14.5	14.7	14.4
5.0	20.0	20.9	20.2
7.0	24.0	25.7	25.3
10.0	31.0	31.1	31.1
15.0	38.0	36.9	37.0
20.0	42.0	40.3	39.6
30.0	39.0	43.2	40.4
40.0	40.0	43.9	40.1
50.0	42.0	44.2	40.9
70.0	42.0	45.5	44.2
100.0	52.0	48.2	49.5
150.0	55.0	51.3	53.5
200.0	50.0	51.6	52.8
300.0	49.0	48.2	47.4
400.0	43.0	44.3	43.0
500.0	42.0	42.9	42.1
750.0	47.0	46.4	47.1
1000.0	56.0	54.1	55.5
Error cuadr. medio log.		0.023	0.013



CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	12.00	2.50	13.41
2	10.00	90.00	5.78	143.47
3	55.00	38.00	96.90	36.67
4	100.00	25.00	67.98	15.87
5	100.00	10.00	84.01	21.21
6	100.00	60.00	100.77	70.91
7		200.00		116.02

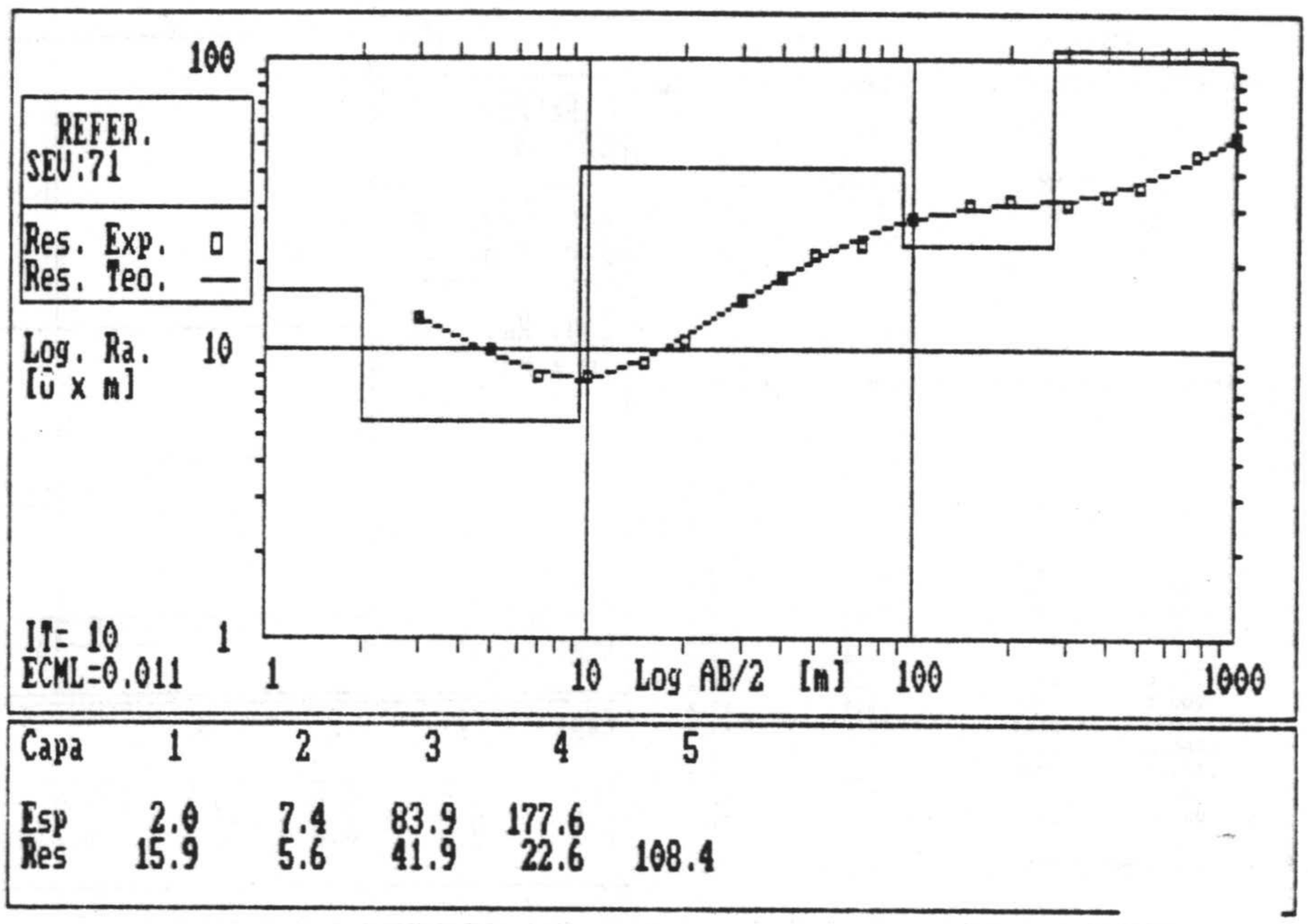
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	17.0	16.7	16.9
5.0	23.0	23.7	23.4
7.0	29.0	29.9	29.8
10.0	39.0	37.4	37.8
15.0	45.0	45.7	46.7
20.0	57.0	50.2	51.4
30.0	54.0	52.8	53.5
40.0	53.0	51.4	51.5
50.0	46.0	48.8	48.6
70.0	44.0	44.0	43.7
100.0	38.0	38.6	38.9
150.0	36.0	32.8	34.3
200.0	32.0	29.3	31.6
300.0	28.0	25.9	29.7
400.0	31.0	26.2	31.4
500.0	37.0	28.7	34.8
750.0	46.0	37.5	44.2
1000.0	54.0	46.7	52.7
Error cuadr. medio log.		0.044	0.017



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.5	5.8	96.9	68.0	84.0	100.8	
Res	13.4	143.5	36.7	15.9	21.2	70.9	116.0

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	15.00	2.01	15.89
2	6.00	5.00	7.38	5.57
3	100.00	40.00	83.86	41.87
4	200.00	22.00	177.58	22.63
5		150.00		108.39

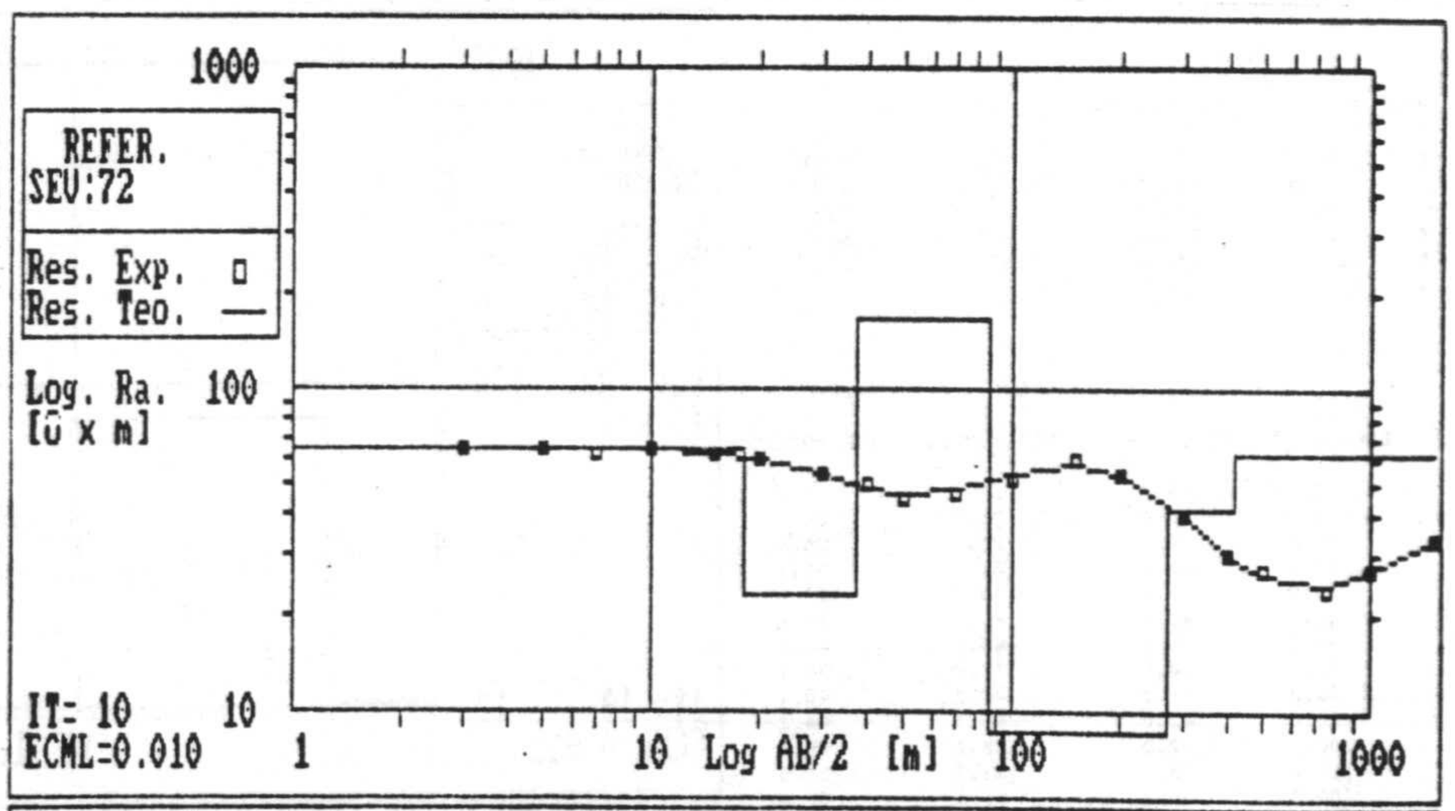
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	13.0	12.2	13.0
5.0	10.0	9.1	9.8
7.0	8.0	7.8	8.3
10.0	8.2	7.8	7.9
15.0	9.0	9.5	9.2
20.0	10.7	11.6	11.1
30.0	15.0	15.4	14.8
40.0	18.0	18.5	17.9
50.0	21.0	21.0	20.4
70.0	23.0	24.8	24.3
100.0	28.0	28.4	28.0
150.0	32.0	31.3	30.9
200.0	33.0	32.3	32.0
300.0	32.0	32.8	32.9
400.0	34.0	34.1	34.6
500.0	37.0	36.8	37.5
750.0	47.0	45.7	45.9
1000.0	54.0	54.9	53.7
Error cuadr. medio log.		0.020	0.011



Capa	1	2	3	4	5
Esp	2.0	7.4	83.9	177.6	
Res	15.9	5.6	41.9	22.6	108.4

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	12.00	65.00	18.15	64.85
2	40.00	40.00	19.09	23.18
3	50.00	150.00	48.99	162.79
4	190.00	9.00	182.98	8.80
5	150.00	30.00	148.70	41.95
6		60.00		62.38

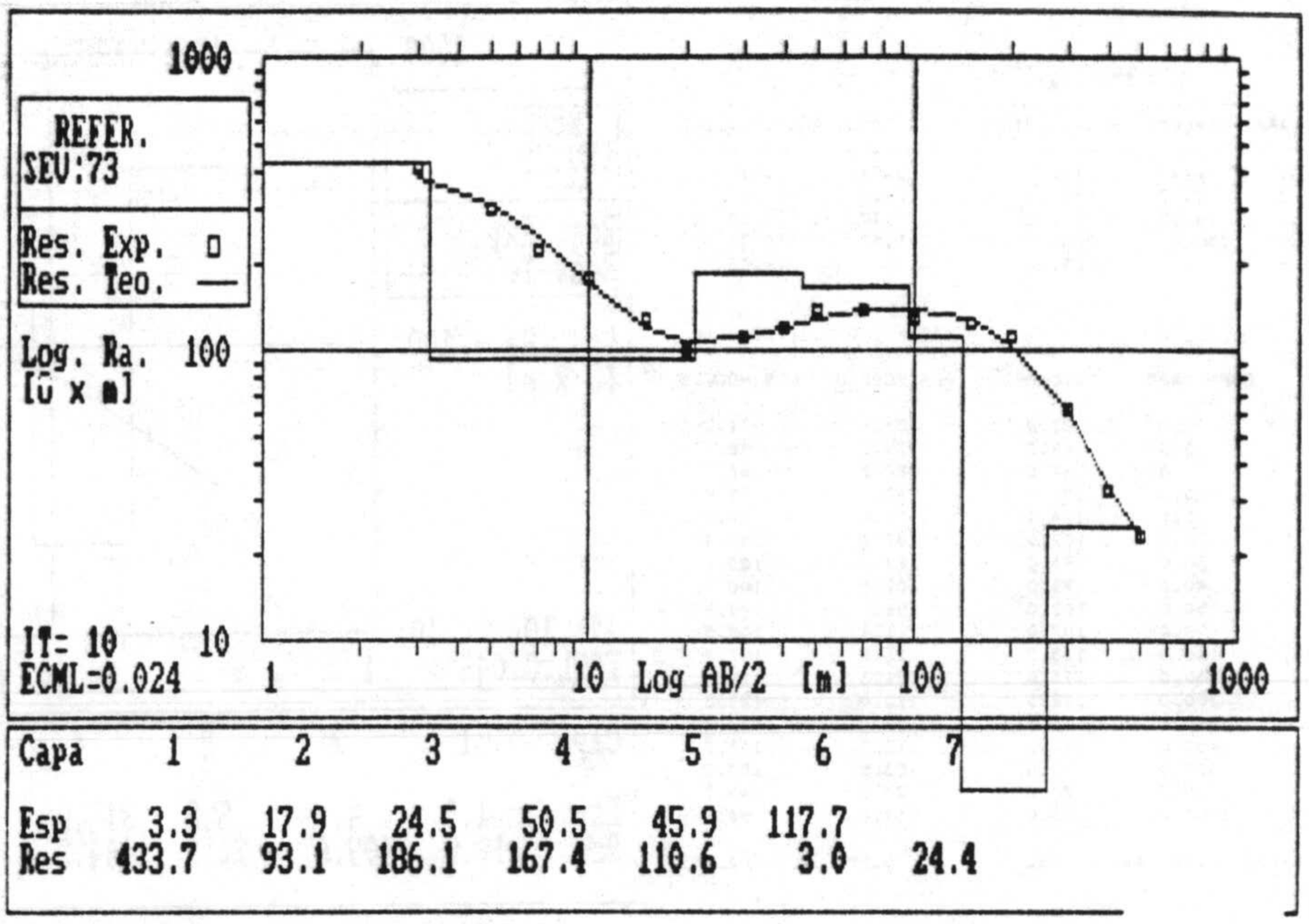
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	64.0	64.9	64.8
5.0	64.0	64.8	64.8
7.0	63.0	64.4	64.6
10.0	65.0	63.3	63.9
15.0	63.0	60.5	62.0
20.0	60.0	57.4	59.5
30.0	55.0	52.3	53.6
40.0	50.0	49.4	49.1
50.0	46.0	48.7	47.7
70.0	47.0	50.4	49.2
100.0	53.0	54.5	54.2
150.0	61.0	57.3	57.4
200.0	55.0	54.2	53.9
300.0	40.0	42.0	41.2
400.0	30.0	31.3	30.8
500.0	27.0	25.9	26.0
750.0	23.8	23.3	24.5
1000.0	27.5	25.7	27.4
1500.0	34.0	32.0	34.2
Error cuadr. medio log.		0.019	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	18.1	19.1	49.0	183.0	148.7	
Res	64.9	23.2	162.8	8.8	41.9	62.4

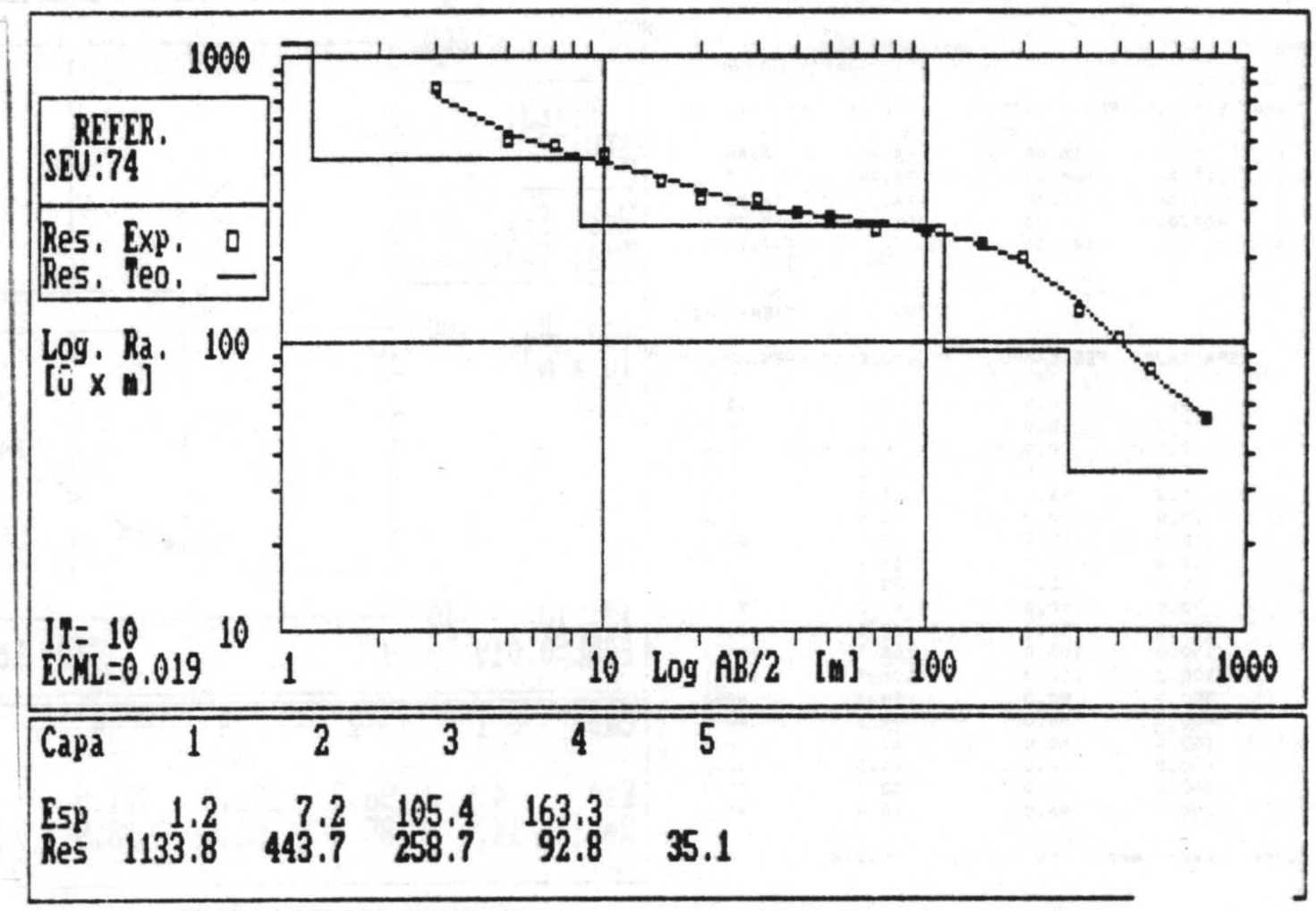
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	3.00	450.00	3.26	433.67
2	20.00	97.00	17.86	93.13
3	30.00	200.00	24.48	186.08
4	50.00	150.00	50.54	167.35
5	50.00	100.00	45.89	110.58
6	100.00	5.00	117.74	3.02
7		10.00		24.37

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	420.0	403.3	396.7
5.0	310.0	313.4	319.8
7.0	220.0	232.5	242.7
10.0	180.0	161.8	169.0
15.0	130.0	119.6	121.0
20.0	99.0	110.2	109.2
30.0	110.0	113.5	112.1
40.0	119.0	121.4	120.3
50.0	138.0	128.5	127.3
70.0	138.0	137.8	136.4
100.0	130.0	141.3	139.7
150.0	125.0	129.8	127.8
200.0	110.0	108.2	105.3
300.0	63.0	66.1	62.2
400.0	33.0	37.9	34.4
500.0	22.5	23.9	22.6
Error cuadr. medio log.		0.028	0.024



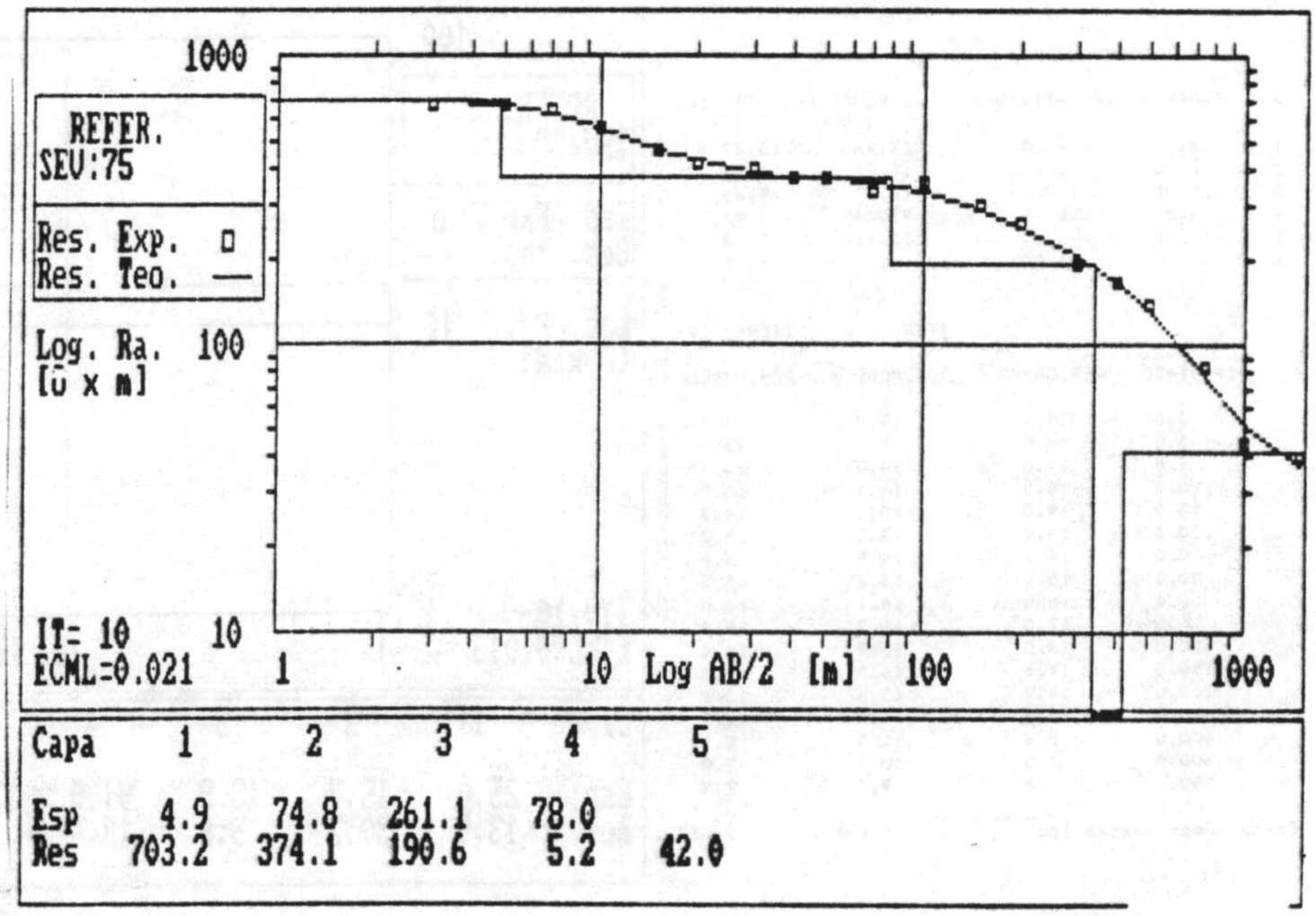
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.50	1100.00	1.23	1133.78
2	10.00	400.00	7.18	443.68
3	110.00	250.00	105.44	258.67
4	100.00	100.00	163.33	92.77
5		40.00		35.08

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	775.0	772.4	727.2
5.0	500.0	555.1	542.9
7.0	480.0	467.3	475.2
10.0	458.0	415.6	427.4
15.0	365.0	377.2	376.5
20.0	320.0	349.4	340.5
30.0	315.0	309.0	298.6
40.0	286.0	285.3	279.9
50.0	270.0	271.9	270.6
70.0	245.0	257.1	259.8
100.0	250.0	243.0	246.3
150.0	220.0	217.8	218.4
200.0	200.0	188.9	187.8
300.0	130.0	136.6	136.2
400.0	104.0	99.4	101.2
500.0	80.0	76.6	78.9
750.0	55.0	53.9	54.0
Error cuadr. medio log.		0.023	0.019



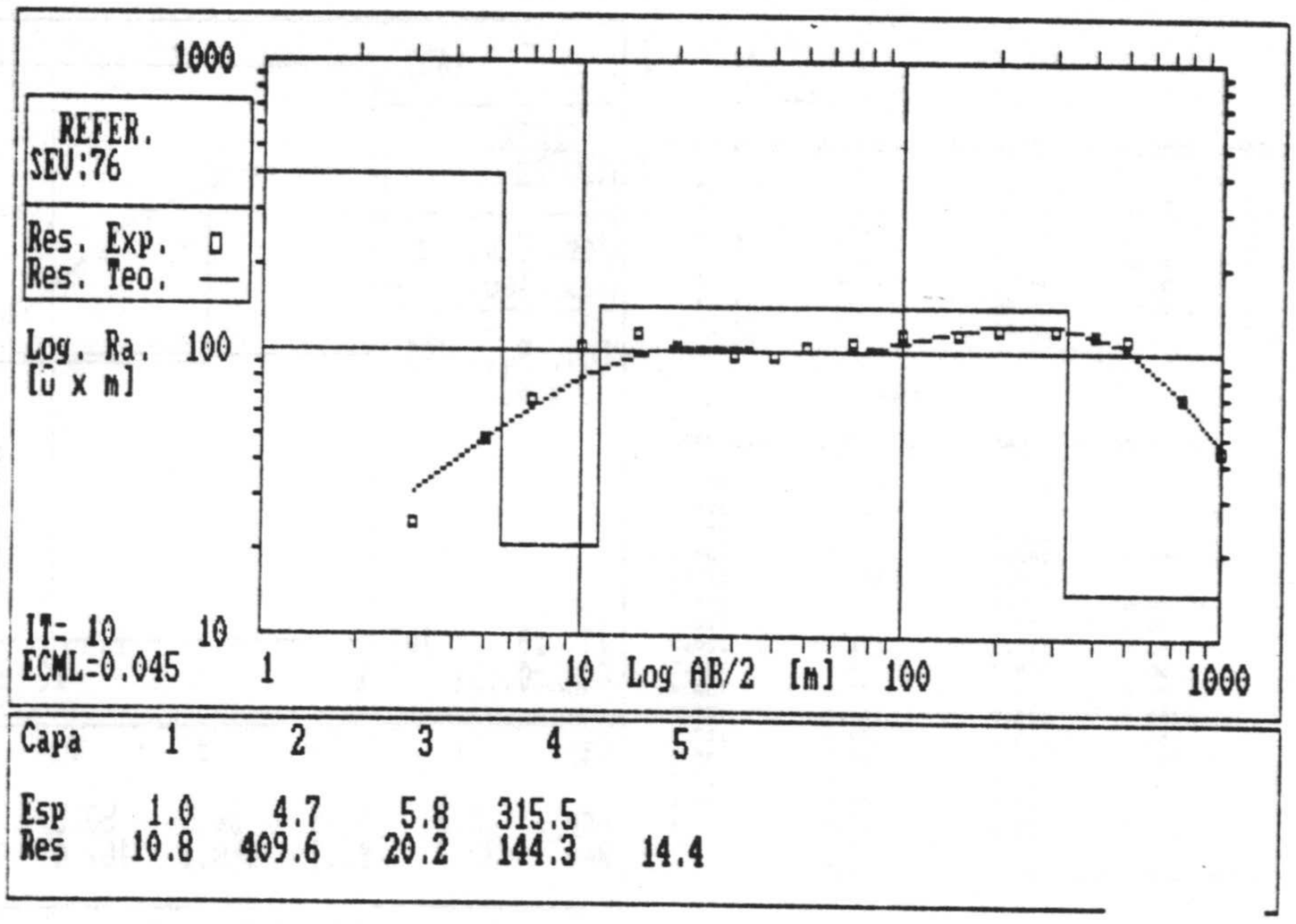
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	6.00	680.00	4.85	703.16
2	100.00	370.00	74.76	374.07
3	300.00	150.00	261.14	190.60
4	100.00	5.00	77.99	5.25
5		50.00		41.99

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	670.0	673.9	691.9
5.0	670.0	658.7	664.1
7.0	650.0	630.6	620.2
10.0	560.0	578.8	553.6
15.0	465.0	502.8	474.6
20.0	418.0	453.7	431.7
30.0	401.0	405.6	395.7
40.0	380.0	387.2	382.8
50.0	378.0	378.2	375.5
70.0	344.0	366.6	362.1
100.0	360.0	348.8	338.2
150.0	300.0	310.2	294.5
200.0	260.0	270.2	257.0
300.0	189.0	206.3	203.6
400.0	165.0	163.4	165.1
500.0	140.0	131.5	132.0
750.0	84.0	79.8	76.5
1000.0	46.0	55.1	51.8
1500.0	40.0	39.7	37.9
Error cuadr. medio log.		0.027	0.021



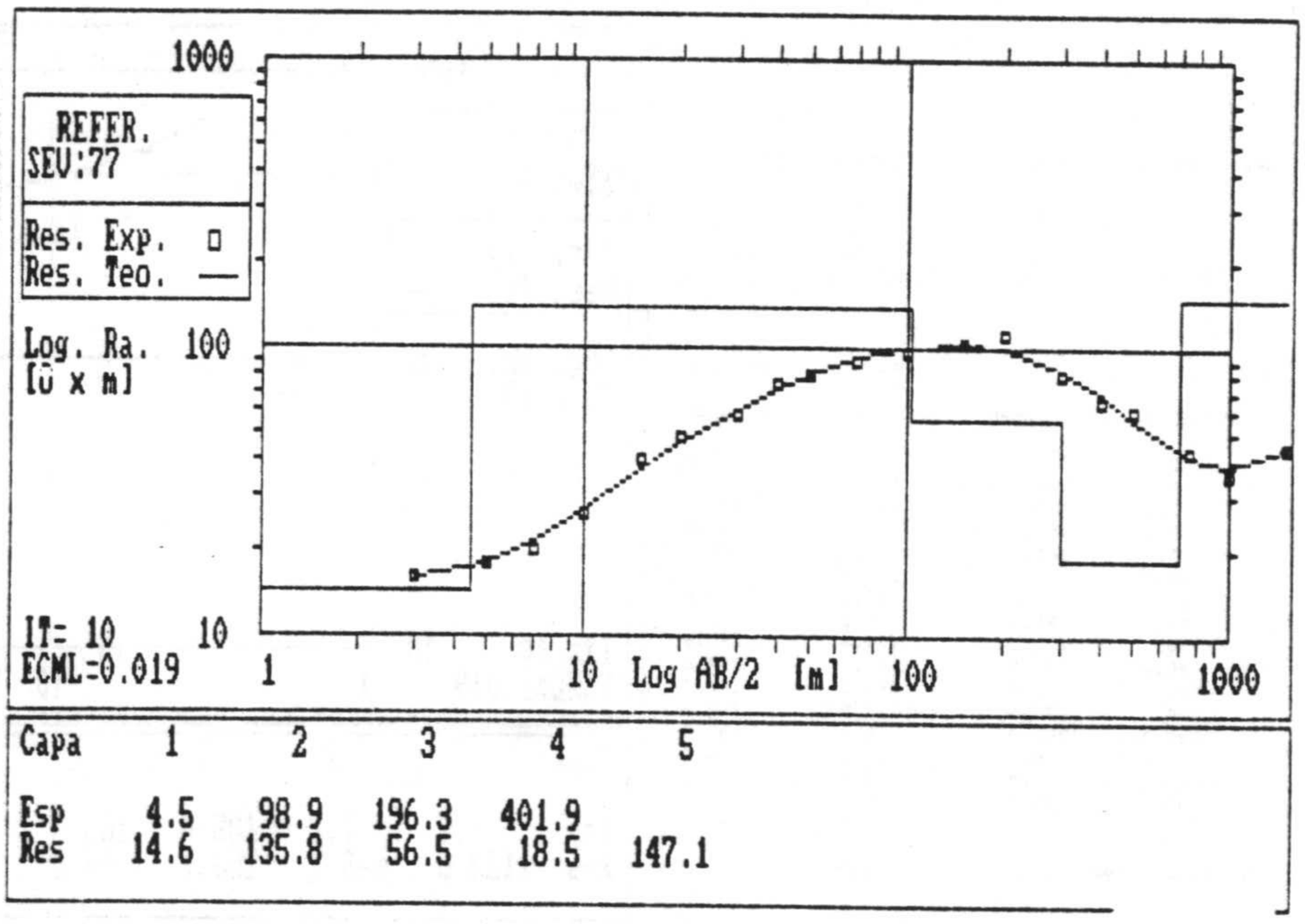
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.00	10.00	0.96	10.80
2	8.00	160.00	4.69	409.60
3	10.00	80.00	5.77	20.20
4	350.00	130.00	315.52	144.33
5		25.00		14.38

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	25.0	25.9	31.2
5.0	48.0	39.2	48.7
7.0	67.0	50.2	63.2
10.0	104.0	63.3	79.9
15.0	114.0	78.4	97.0
20.0	102.0	87.8	104.4
30.0	95.0	97.6	105.1
40.0	95.0	102.5	100.9
50.0	102.0	106.1	98.9
70.0	107.0	111.4	100.5
100.0	113.7	116.8	107.9
150.0	115.0	121.3	118.3
200.0	118.5	122.4	123.3
300.0	119.2	119.8	123.3
400.0	117.0	113.2	115.7
500.0	112.0	103.5	103.3
750.0	70.0	77.0	69.7
1000.0	45.0	57.6	46.3
Error cuadr. medio log.		0.090	0.045



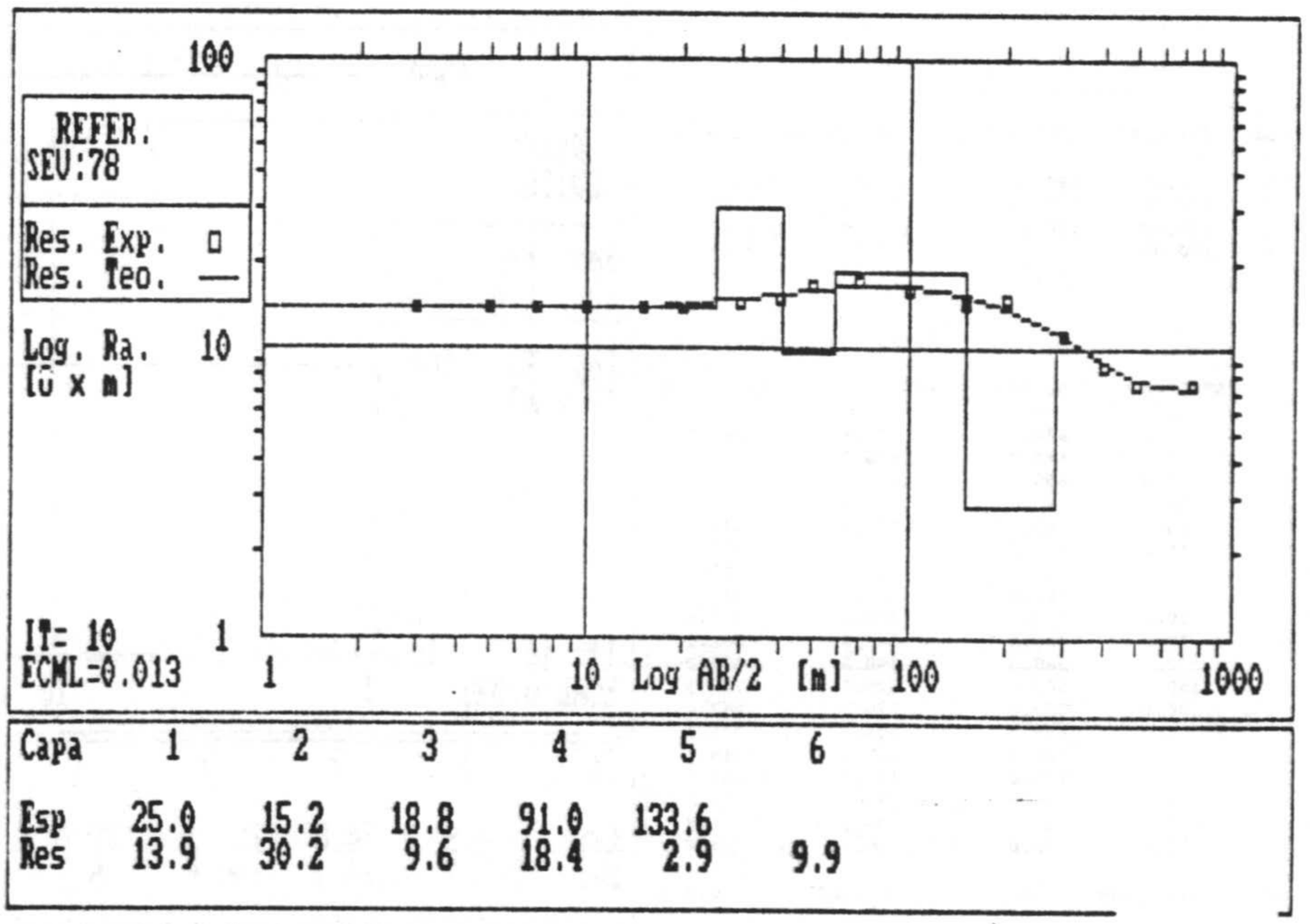
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	5.00	15.00	4.46	14.58
2	105.00	140.00	98.94	135.79
3	200.00	70.00	196.32	56.53
4	400.00	15.00	401.90	18.48
5		140.00		147.13

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	16.0	15.9	15.7
5.0	18.0	17.8	18.1
7.0	20.0	20.8	21.6
10.0	26.5	26.2	27.7
15.0	41.0	35.5	37.5
20.0	48.0	43.9	46.2
30.0	59.0	57.9	60.5
40.0	74.0	69.1	71.5
50.0	82.0	78.0	80.1
70.0	90.0	91.0	92.1
100.0	97.0	102.3	101.7
150.0	105.0	108.7	104.9
200.0	110.0	106.9	100.1
300.0	80.0	94.3	84.1
400.0	64.0	79.2	68.7
500.0	60.0	65.3	56.6
750.0	44.0	44.8	42.2
1000.0	37.0	38.2	39.4
1500.0	46.0	40.4	45.1
Error cuadr. medio log.		0.036	0.019



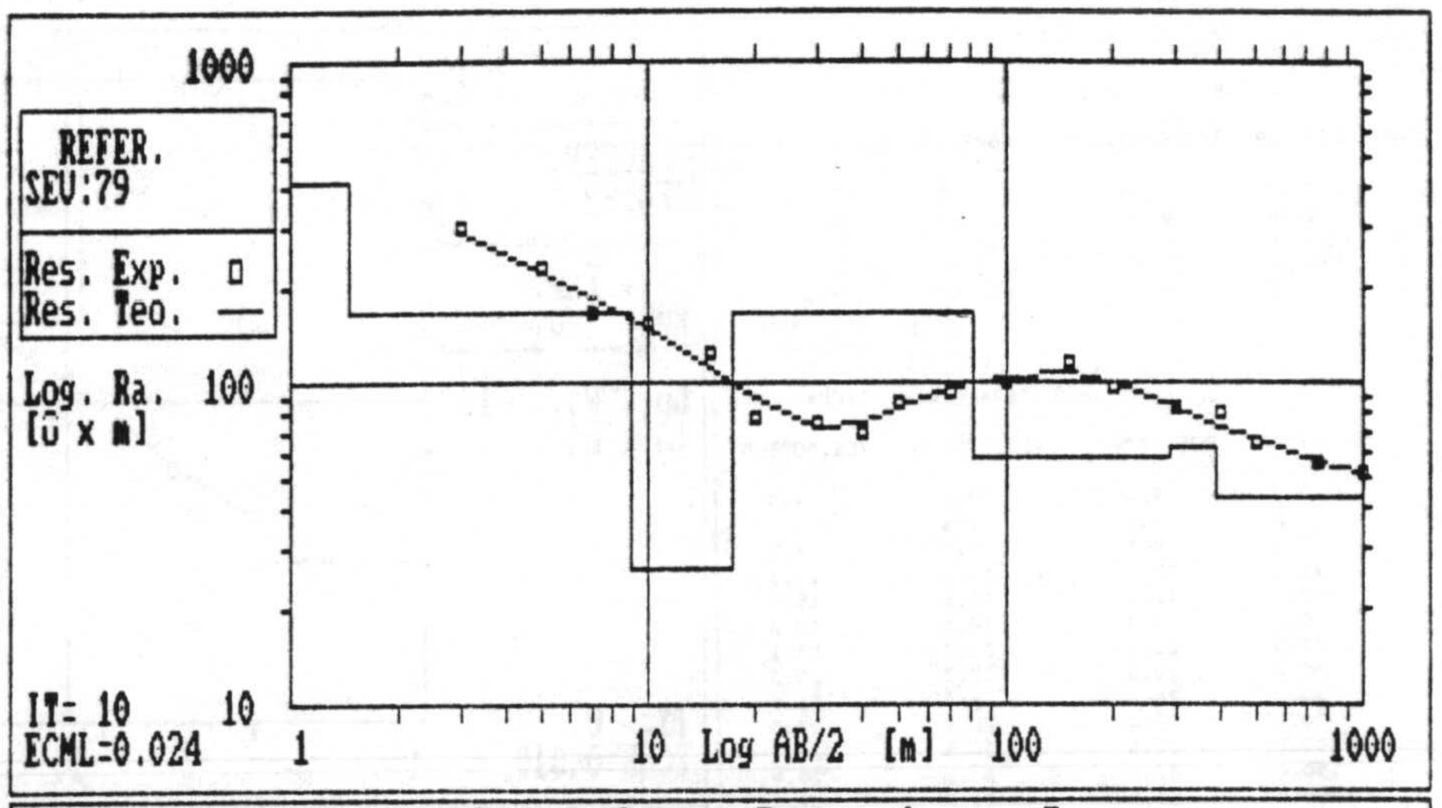
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	25.00	14.00	24.96	13.87
2	16.00	28.00	15.21	30.22
3	25.00	12.00	18.77	9.64
4	95.00	20.00	91.04	18.43
5	150.00	5.00	133.61	2.88
6		11.00		9.95

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	14.0	14.0	13.9
5.0	14.0	14.0	13.9
7.0	14.0	14.0	13.9
10.0	14.0	14.0	13.9
15.0	14.0	14.1	14.0
20.0	14.0	14.3	14.2
30.0	14.1	14.9	14.8
40.0	15.0	15.6	15.5
50.0	16.8	16.1	16.0
70.0	17.0	16.7	16.4
100.0	16.0	16.9	16.3
150.0	14.5	16.5	15.3
200.0	14.9	15.6	13.9
300.0	11.0	13.4	11.1
400.0	8.8	11.5	8.9
500.0	7.5	10.4	7.8
750.0	7.4	9.5	7.3
Error cuadr. medio log.		0.058	0.013



CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	3.00	310.00	1.44	420.39
2	7.00	110.00	7.48	168.25
3	12.00	40.00	8.39	26.77
4	70.00	150.00	63.46	166.31
5	200.00	70.00	204.52	59.09
6	100.00	35.00	100.03	63.10
7		50.00		43.66

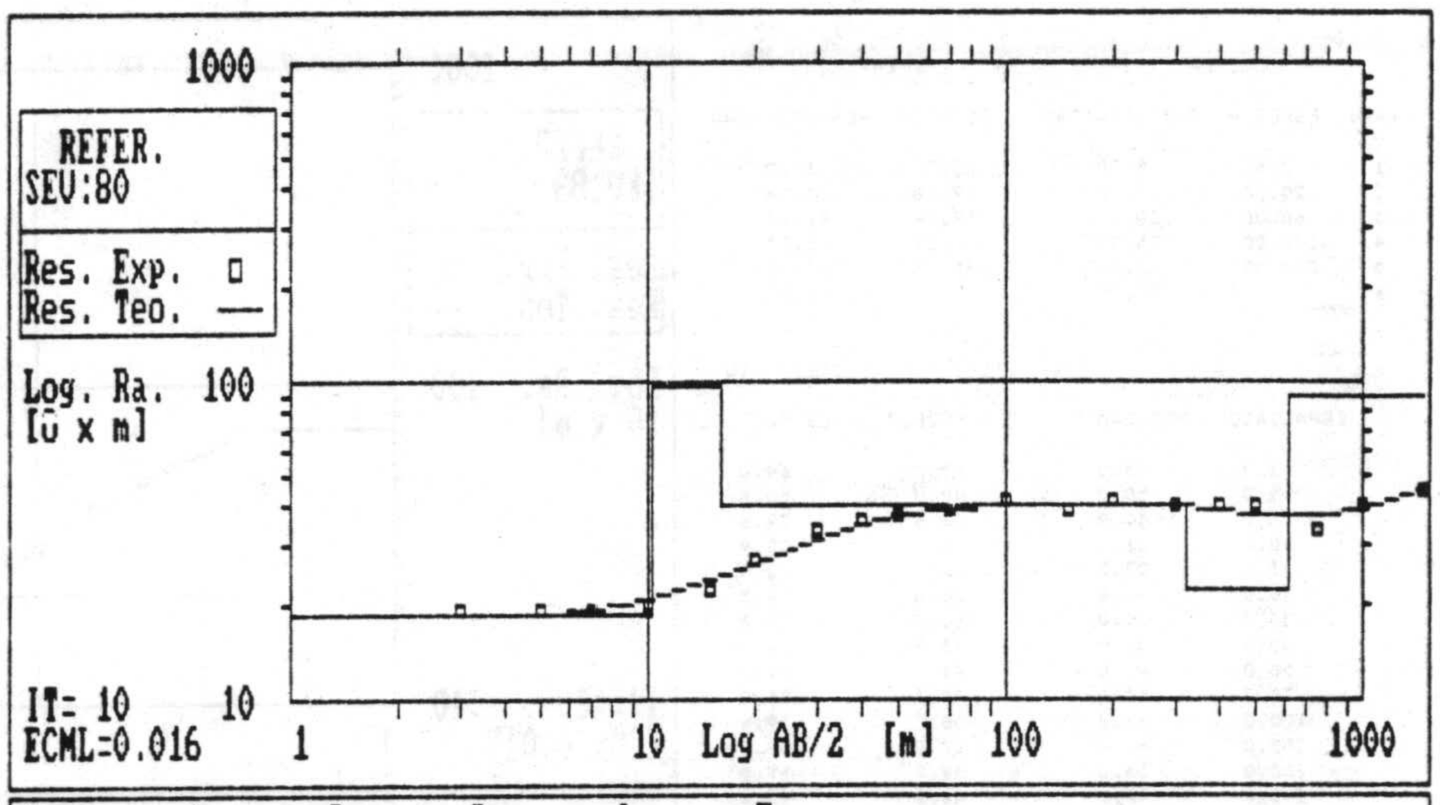
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	300.0	285.3	297.6
5.0	230.0	236.9	218.6
7.0	163.0	191.0	182.2
10.0	153.0	143.7	150.2
15.0	125.0	102.3	112.4
20.0	79.0	83.7	89.5
30.0	76.0	72.5	72.8
40.0	70.0	75.1	75.7
50.0	88.0	80.9	82.6
70.0	93.0	91.9	95.1
100.0	99.0	102.0	105.3
150.0	116.0	105.8	106.5
200.0	98.0	102.1	100.1
300.0	83.0	89.4	84.6
400.0	81.0	78.0	73.4
500.0	64.0	69.7	66.5
750.0	57.0	58.5	57.2
1000.0	53.0	54.1	52.7
Error cuadr. medio log.		0.034	0.024



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.4	7.5	8.4	63.5	204.5	100.0	
Res	420.4	168.3	26.8	166.3	59.1	63.1	43.7

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	12.00	19.00	10.31	18.40
2	15.00	75.00	5.79	96.12
3	300.00	40.00	306.11	41.04
4	300.00	18.00	299.63	21.92
5		150.00		88.78

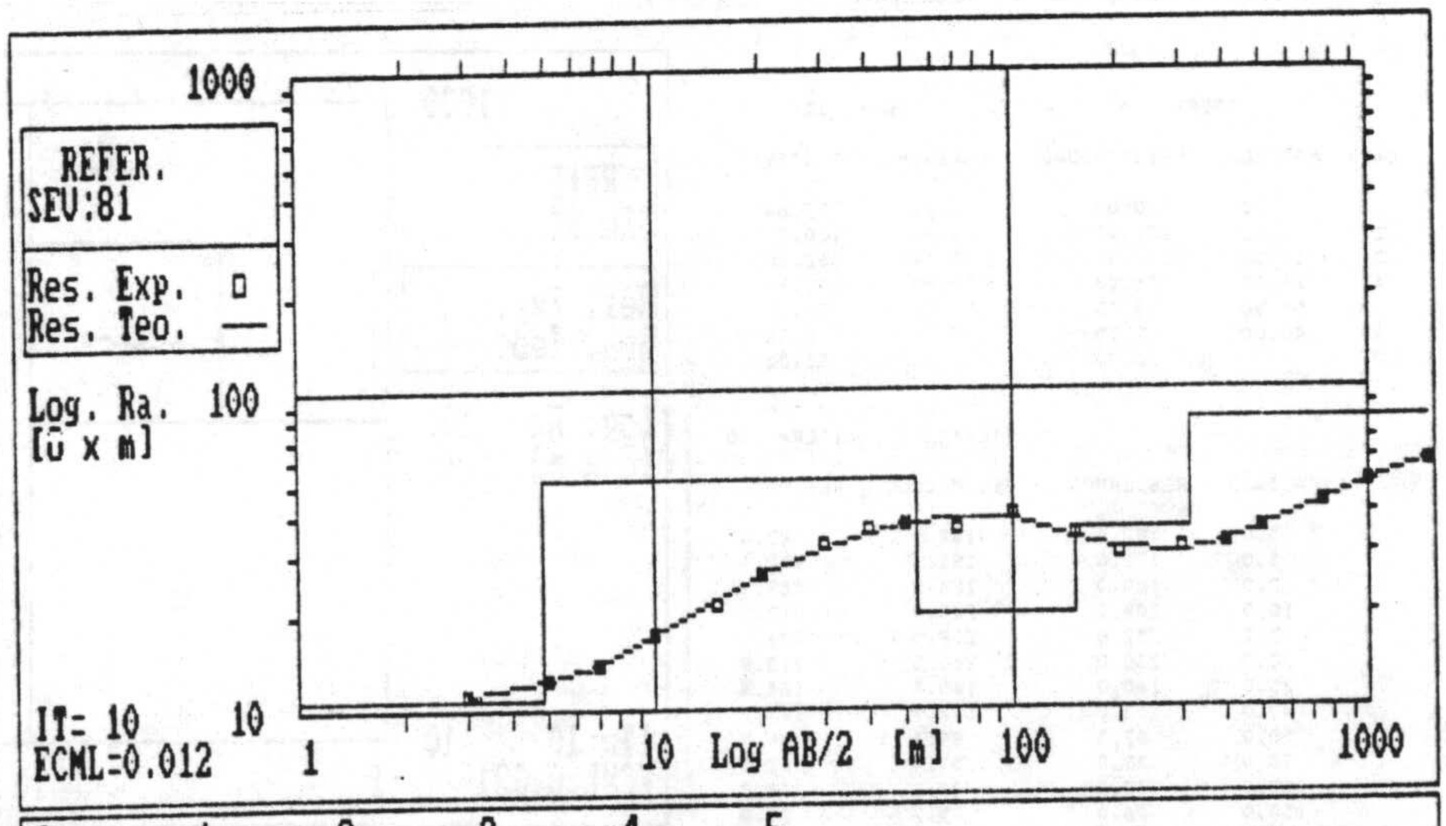
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	19.0	19.1	18.5
5.0	19.0	19.2	18.7
7.0	19.0	19.5	19.2
10.0	20.0	20.3	20.4
15.0	22.0	22.6	23.4
20.0	27.0	25.4	26.6
30.0	34.0	30.8	31.9
40.0	36.0	35.0	35.5
50.0	38.0	37.9	37.7
70.0	39.0	41.0	39.9
100.0	42.0	42.4	41.0
150.0	39.0	42.1	41.2
200.0	42.0	41.3	41.0
300.0	41.0	39.8	40.2
400.0	40.5	38.3	39.1
500.0	40.5	36.9	38.0
750.0	34.5	36.0	37.2
1000.0	40.0	38.2	38.8
1500.0	46.0	46.7	44.8
Error cuadr. medio log.		0.022	0.016



Capa	1	2	3	4	5
Esp	10.3	5.8	306.1	299.6	
Res	18.4	96.1	41.0	21.9	88.8

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	5.00	11.00	4.89	10.72
2	70.00	50.00	49.34	52.08
3	100.00	14.00	94.38	19.93
4	150.00	45.00	166.34	35.95
5		100.00		79.98

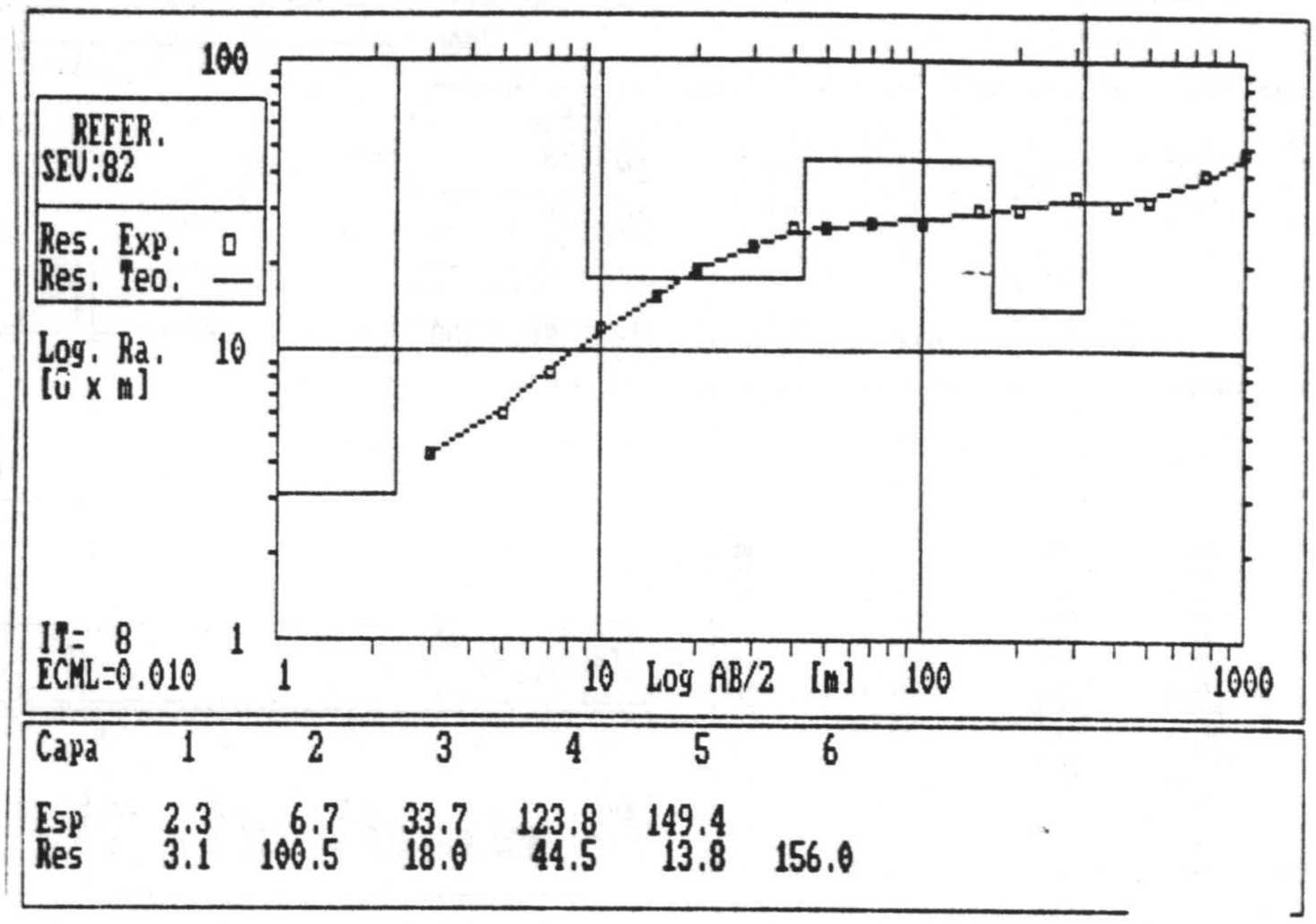
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	11.0	11.4	11.2
5.0	12.5	12.4	12.2
7.0	14.0	14.1	14.0
10.0	17.0	17.0	17.0
15.0	21.0	21.8	21.9
20.0	26.0	25.7	26.0
30.0	33.0	31.4	31.8
40.0	37.0	35.1	35.5
50.0	38.0	37.6	37.8
70.0	37.0	40.0	39.6
100.0	40.0	39.8	38.6
150.0	35.0	35.7	34.5
200.0	30.5	32.0	31.8
300.0	32.0	29.0	30.9
400.0	32.5	30.7	33.2
500.0	36.5	33.9	36.3
750.0	43.0	42.8	43.8
1000.0	50.0	50.5	49.9
1500.0	58.0	61.8	58.3
Error cuadr. medio log.		0.020	0.012



Capa	1	2	3	4	5
Esp	4.9	49.3	94.4	166.3	
Res	10.7	52.1	19.9	36.0	80.0

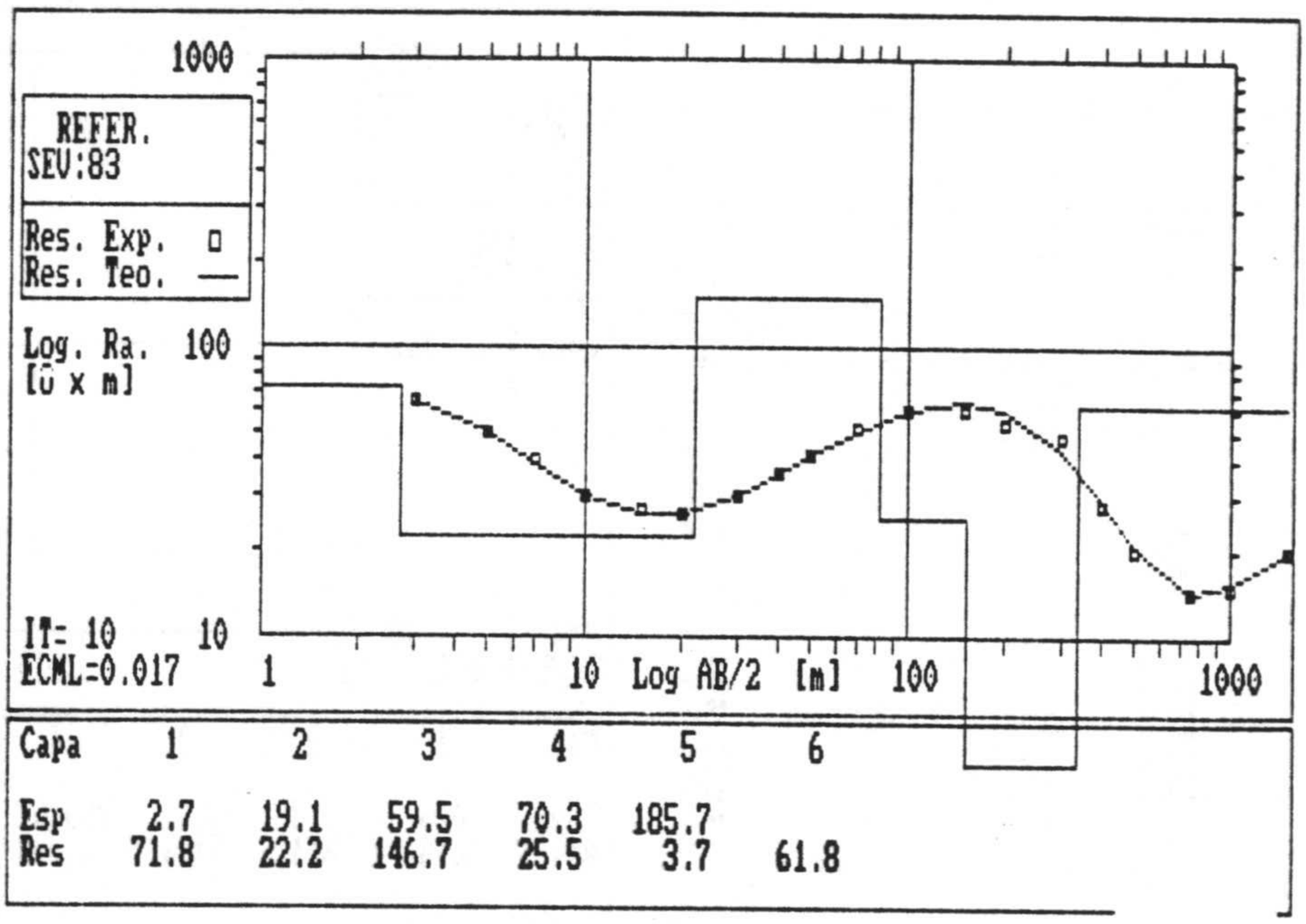
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 8)	RESISTIVIDAD (ITER= 8)
1	2.50	3.50	2.33	3.13
2	3.00	100.00	6.68	100.52
3	35.00	30.00	33.71	17.99
4	130.00	35.00	123.81	44.54
5	150.00	15.00	149.44	13.83
6		150.00		155.98

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 8)
3.0	4.4	4.6	4.3
5.0	6.1	6.6	6.4
7.0	8.5	8.7	8.5
10.0	12.0	11.6	11.5
15.0	15.3	15.5	15.7
20.0	19.0	18.5	18.8
30.0	23.0	22.7	23.1
40.0	26.5	25.3	25.3
50.0	26.5	26.9	26.4
70.0	27.0	28.9	27.3
100.0	27.5	30.5	28.1
150.0	30.0	31.5	29.9
200.0	31.0	31.7	31.3
300.0	33.9	31.3	32.5
400.0	32.0	31.4	32.9
500.0	32.5	33.0	34.0
750.0	40.0	39.8	39.9
1000.0	48.0	47.8	47.3
Error cuadr. medio log.		0.020	0.010



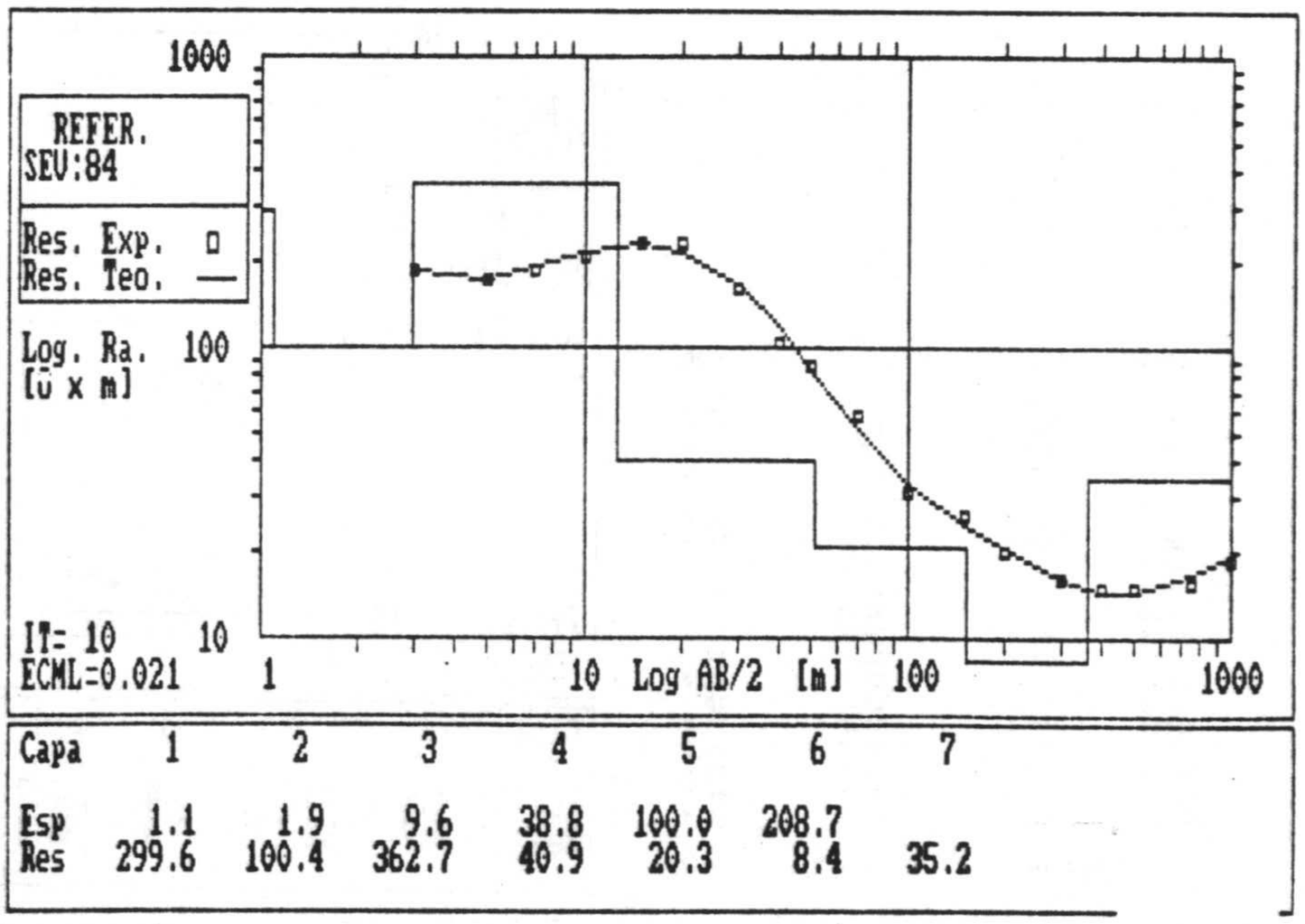
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	2.50	75.00	2.71	71.80
2	20.00	23.00	19.08	22.16
3	60.00	130.00	59.48	146.68
4	100.00	35.00	70.31	25.55
5	200.00	3.50	185.74	3.69
6		88.00		61.83

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	65.0	65.2	64.0
5.0	50.0	49.8	50.4
7.0	40.0	38.8	39.6
10.0	31.0	30.5	30.9
15.0	27.0	26.6	26.4
20.0	26.0	26.8	26.5
30.0	30.0	30.7	30.8
40.0	36.0	35.9	36.4
50.0	42.0	41.1	41.9
70.0	53.0	49.7	51.0
100.0	60.0	58.2	59.8
150.0	61.0	62.8	64.0
200.0	55.0	59.9	59.8
300.0	49.5	46.2	43.8
400.0	28.0	32.4	29.4
500.0	20.0	22.9	20.6
750.0	14.5	15.1	14.5
1000.0	15.0	15.0	15.2
1500.0	20.0	19.8	20.0
Error cuadr. medio log.		0.024	0.017



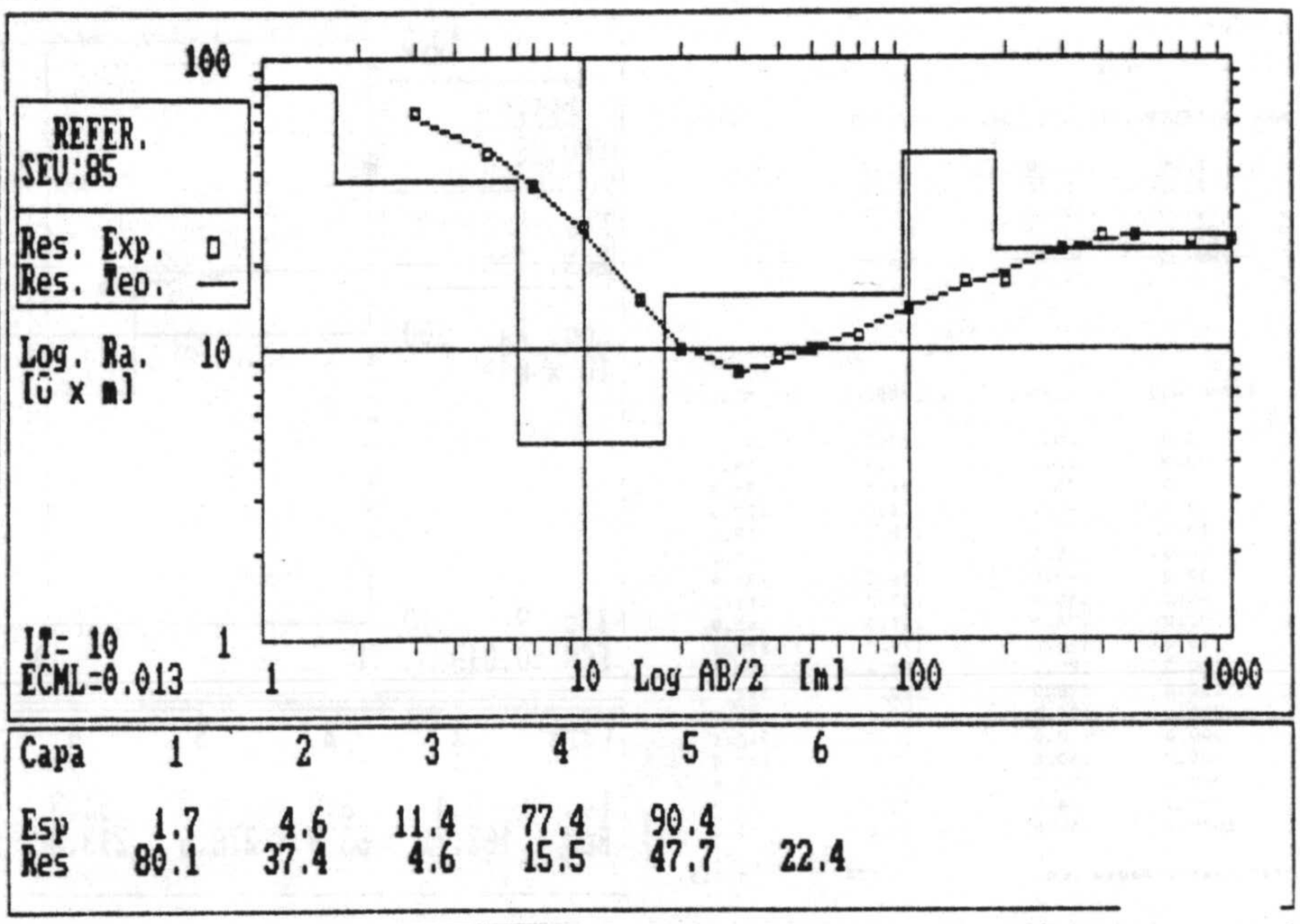
CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.00	300.00	1.10	299.60
2	2.00	120.00	1.86	100.37
3	11.00	330.00	9.59	362.68
4	65.00	35.00	38.80	40.91
5	100.00	15.00	100.00	20.31
6	140.00	7.50	208.75	8.38
7		30.00		35.20

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	182.0	187.1	182.6
5.0	171.0	181.1	172.3
7.0	185.0	196.9	189.1
10.0	208.0	218.0	213.1
15.0	232.0	228.5	226.2
20.0	230.0	215.5	213.9
30.0	160.0	165.5	164.6
40.0	103.0	117.7	117.7
50.0	87.5	84.1	84.9
70.0	58.0	51.4	52.0
100.0	32.0	34.6	34.2
150.0	26.0	25.7	24.8
200.0	19.5	21.0	20.5
300.0	16.0	15.9	15.9
400.0	14.8	14.4	14.3
500.0	15.0	14.5	14.4
750.0	15.2	16.7	16.6
1000.0	18.5	18.9	19.1
Error cuadr. medio log.		0.024	0.021



CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	1.80	85.00	1.70	80.09
2	5.00	30.00	4.56	37.39
3	13.00	5.00	11.43	4.63
4	80.00	15.00	77.45	15.55
5	100.00	55.00	90.37	47.65
6		21.00		22.43

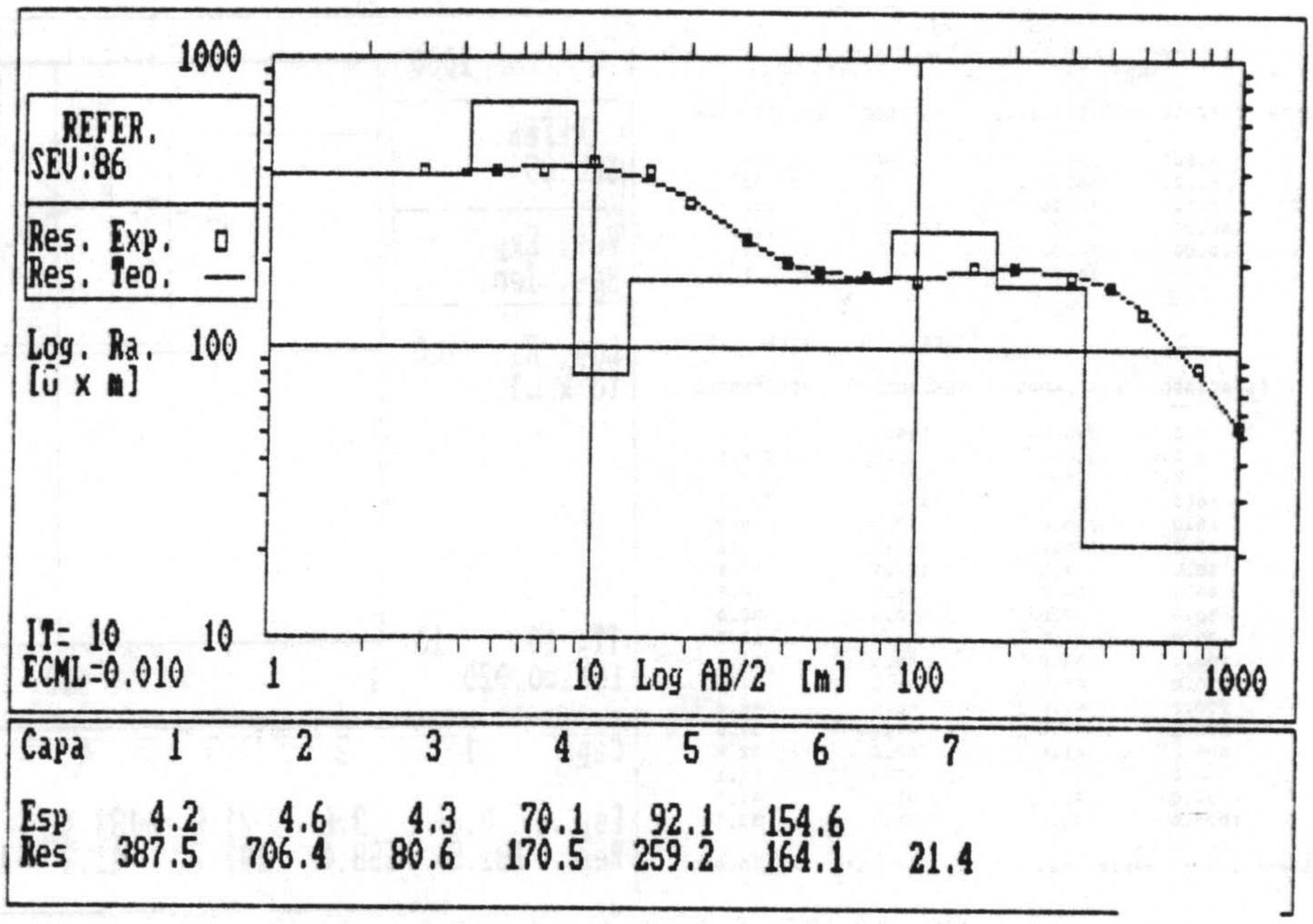
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	64.0	64.9	63.5
5.0	47.0	45.5	47.8
7.0	37.0	33.8	36.9
10.0	26.0	23.4	25.5
15.0	15.0	14.2	14.7
20.0	10.0	10.3	10.2
30.0	8.5	8.3	8.3
40.0	9.3	8.9	9.1
50.0	10.0	9.7	10.0
70.0	11.0	11.3	11.7
100.0	14.0	13.2	13.6
150.0	17.0	15.9	16.3
200.0	17.2	18.2	18.5
300.0	22.0	21.7	21.8
400.0	25.0	23.8	23.5
500.0	24.8	24.7	24.3
750.0	24.0	24.9	24.7
1000.0	24.0	24.2	24.3
Error cuadr. medio log.		0.021	0.013



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.7	4.6	11.4	77.4	90.4	
Res	80.1	37.4	4.6	15.5	47.7	22.4

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	5.00	400.00	4.15	387.50
2	5.00	700.00	4.60	706.41
3	7.00	80.00	4.28	80.56
4	55.00	170.00	70.08	170.47
5	100.00	280.00	92.13	259.23
6	150.00	170.00	154.65	164.14
7		20.00		21.38

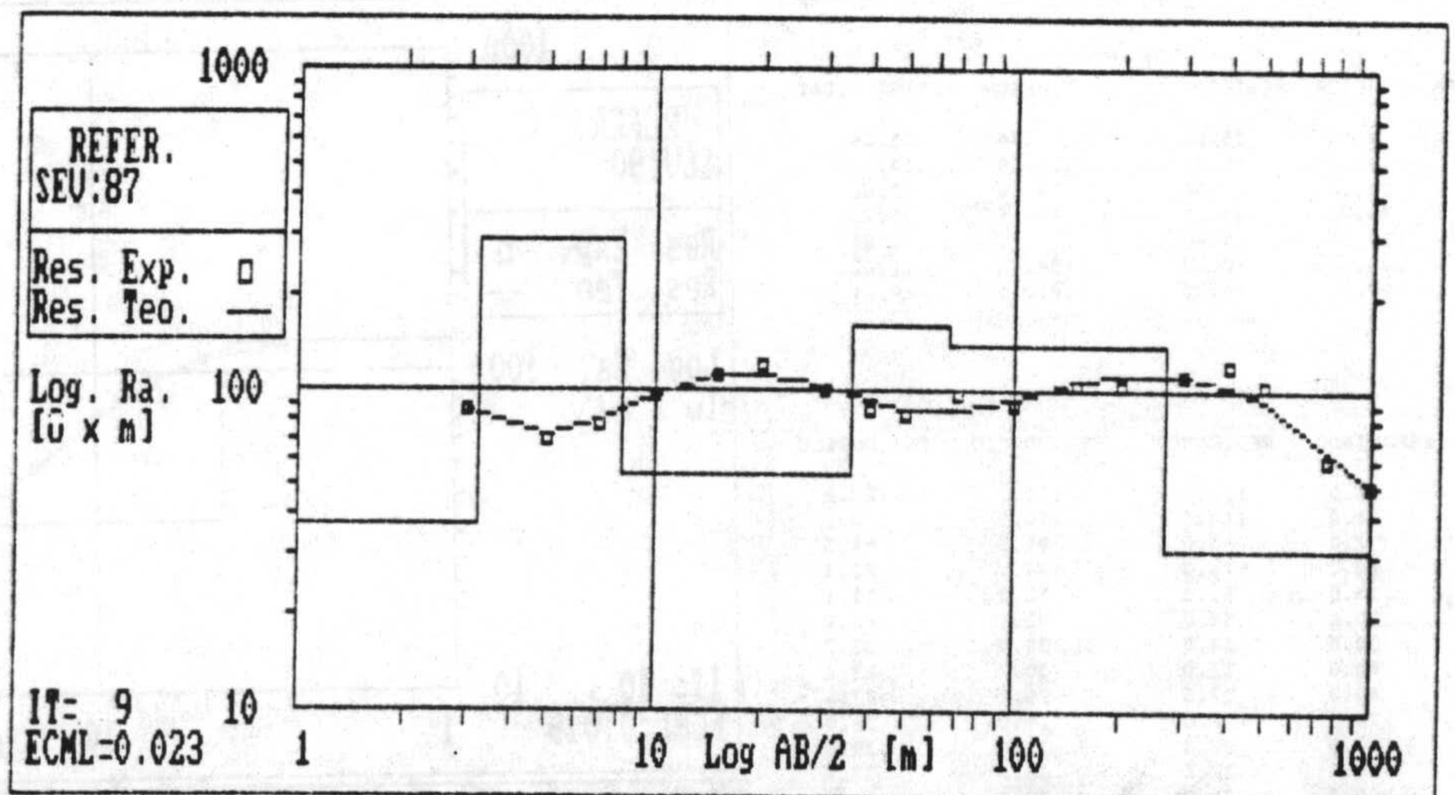
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	402.0	403.2	393.5
5.0	400.0	411.1	407.7
7.0	400.0	421.1	421.7
10.0	430.0	426.2	424.6
15.0	404.0	397.0	384.2
20.0	320.0	345.5	327.7
30.0	238.0	252.2	240.2
40.0	200.0	200.6	198.4
50.0	182.0	180.7	183.0
70.0	179.0	171.9	175.6
100.0	171.0	179.2	178.7
150.0	189.0	192.4	185.8
200.0	192.0	197.9	188.6
300.0	180.0	191.7	181.6
400.0	165.0	171.1	162.8
500.0	135.0	144.2	138.3
750.0	87.0	85.7	84.5
1000.0	55.0	53.8	54.6
Error cuadr. medio log.		0.018	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	4.2	4.6	4.3	70.1	92.1	154.6	
Res	387.5	706.4	80.6	170.5	259.2	164.1	21.4

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 9 RESISTIVIDAD
1	1.00	250.00	0.97	242.17
2	2.50	35.00	2.26	37.65
3	6.00	300.00	4.84	299.08
4	30.00	50.00	27.26	53.93
5	70.00	180.00	20.24	160.27
6	200.00	120.00	200.00	137.41
7		25.00		31.39

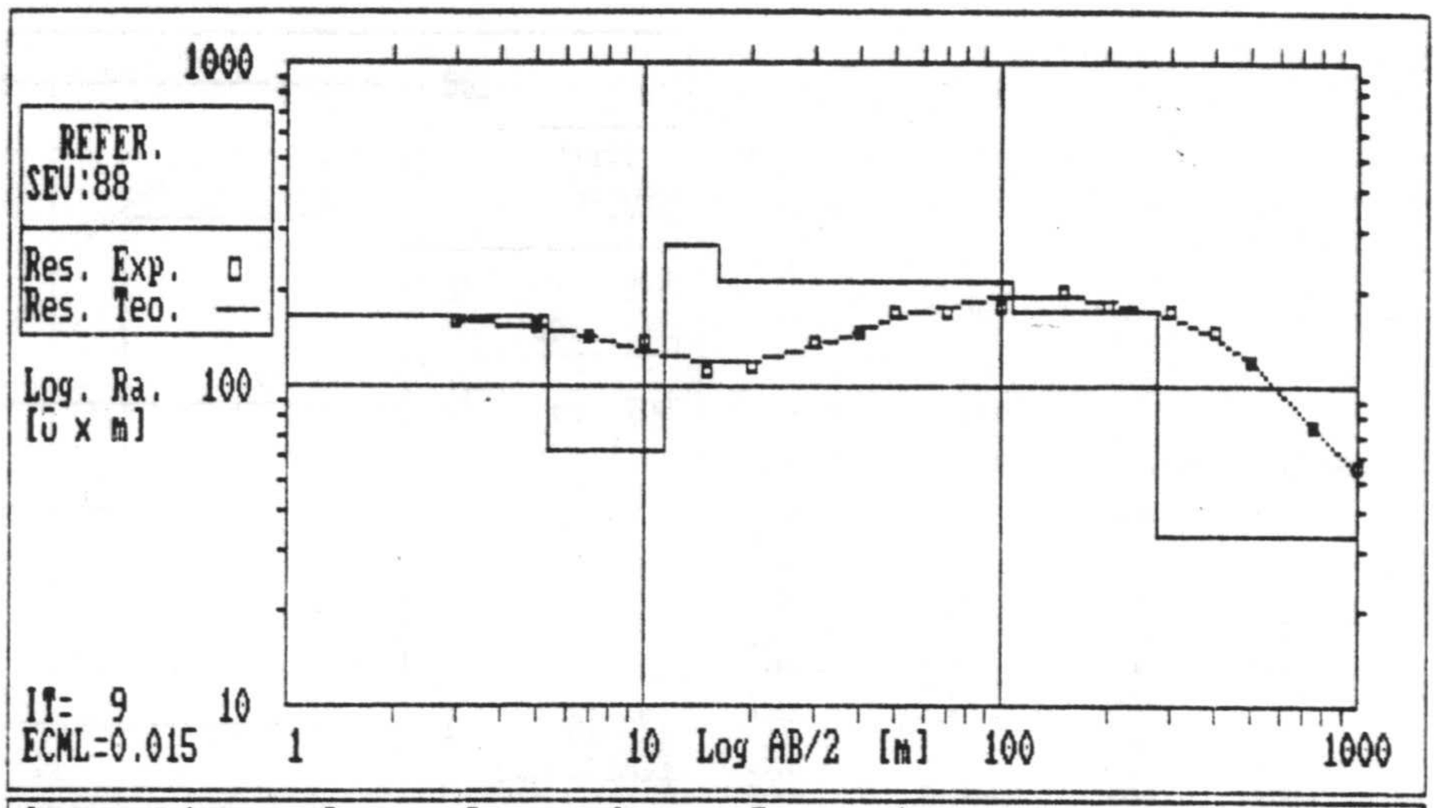
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	86.0	86.7	86.6
5.0	70.0	65.2	71.2
7.0	79.0	73.1	80.9
10.0	95.0	89.3	96.8
15.0	110.0	106.1	109.8
20.0	119.5	111.9	111.4
30.0	100.0	107.7	102.3
40.0	88.0	97.8	92.1
50.0	83.0	90.7	87.3
70.0	95.0	86.7	86.9
100.0	90.0	92.0	94.3
150.0	104.0	104.7	105.9
200.0	104.0	112.0	111.6
300.0	110.0	113.8	111.6
400.0	119.0	106.5	103.4
500.0	102.0	95.1	91.7
750.0	60.0	67.4	65.9
1000.0	50.0	49.9	51.1
Error cuadr. medio log.		0.033	0.023



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	2.3	4.8	27.3	30.2	200.0	
Res	242.2	37.7	299.1	53.9	160.3	137.4	31.4

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 9 RESISTIVIDAD
1	5.00	160.00	5.38	162.72
2	8.00	75.00	5.99	63.77
3	20.00	280.00	4.71	278.63
4	80.00	180.00	91.32	213.27
5	180.00	150.00	168.16	173.46
6		34.00		33.77

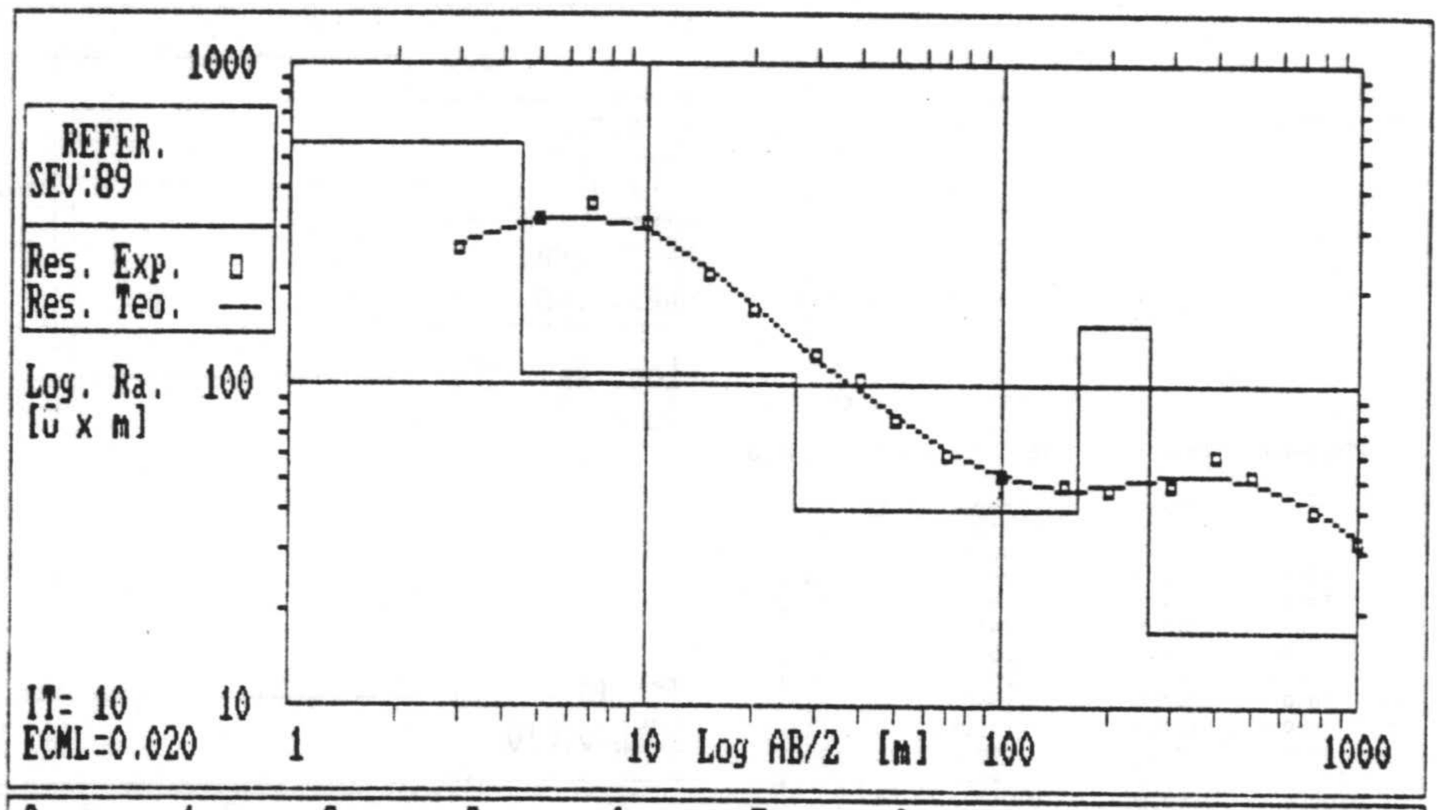
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	160.0	157.7	160.5
5.0	152.0	151.4	154.5
7.0	145.0	141.5	144.5
10.0	140.0	128.0	130.3
15.0	112.0	118.0	119.1
20.0	115.0	119.6	120.2
30.0	140.0	136.2	135.4
40.0	150.0	153.2	151.2
50.0	171.0	165.3	163.0
70.0	170.0	178.9	178.1
100.0	180.0	184.6	188.5
150.0	198.0	180.4	191.7
200.0	181.0	171.6	186.7
300.0	170.0	151.3	167.1
400.0	150.0	130.2	142.8
500.0	118.0	109.7	118.4
750.0	74.0	73.0	75.2
1000.0	56.0	54.8	55.0
Error cuadr. medio log.		0.024	0.015



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	5.4	6.0	4.7	91.3	168.2	
Res	162.7	63.8	278.6	213.3	173.5	33.8

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	0.80	160.00	0.84	131.49
2	5.00	450.00	3.63	558.03
3	15.00	110.00	21.63	107.66
4	180.00	43.00	137.42	41.26
5	110.00	150.00	96.77	151.81
6		10.00		17.29

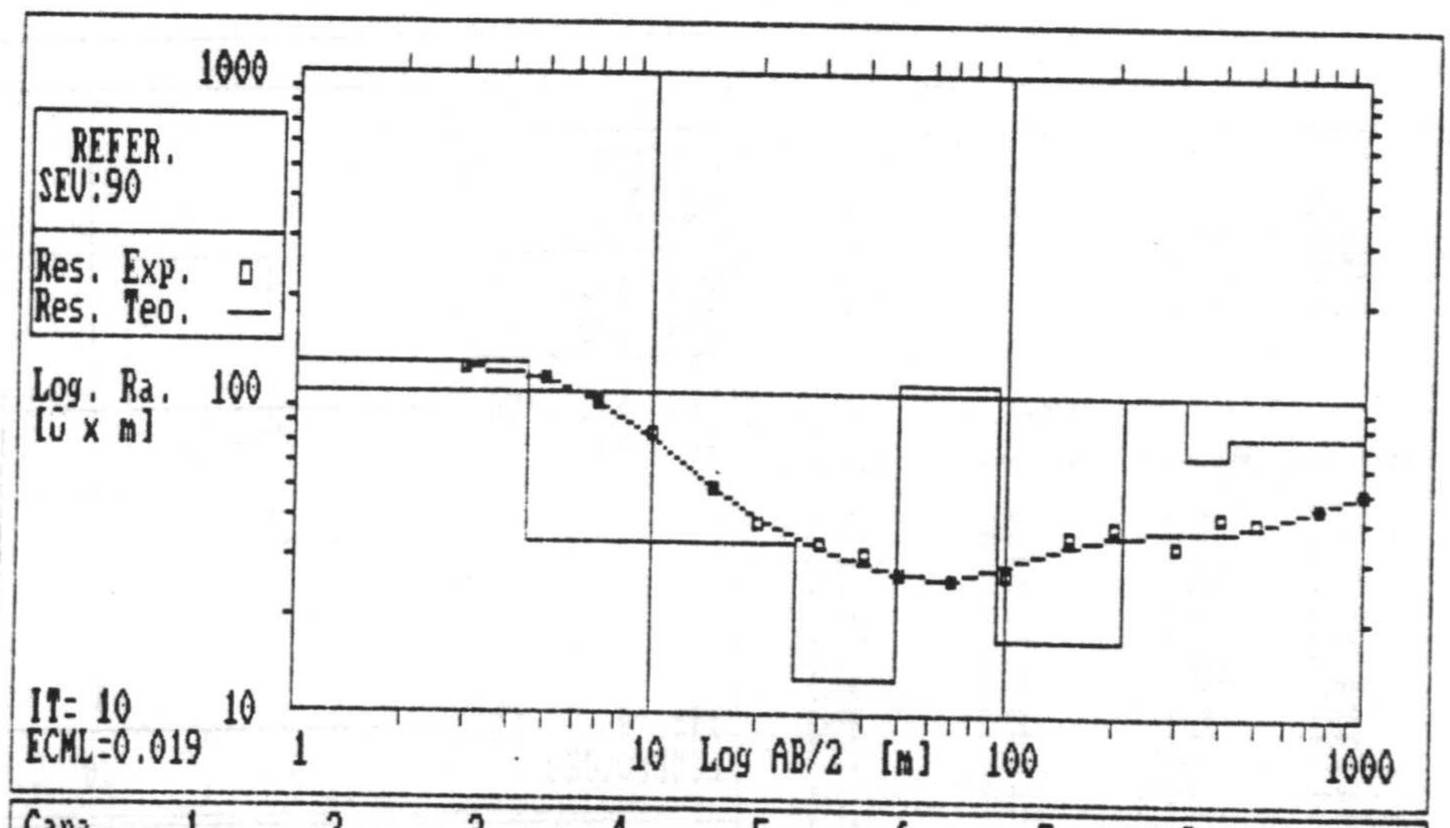
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	260.0	288.5	270.5
5.0	330.0	332.9	326.1
7.0	365.0	337.7	333.6
10.0	320.0	309.0	302.2
15.0	220.0	239.0	228.9
20.0	170.0	183.0	175.6
30.0	124.0	117.9	119.8
40.0	104.0	86.9	94.9
50.0	77.0	70.8	80.0
70.0	61.0	56.0	63.2
100.0	53.0	48.6	52.0
150.0	49.0	46.3	47.6
200.0	47.0	46.8	48.4
300.0	49.0	49.2	51.8
400.0	61.0	50.6	52.9
500.0	53.0	49.6	51.1
750.0	41.0	41.2	41.9
1000.0	33.0	31.6	33.7
Error cuadr. medio log.		0.037	0.020



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.8	3.6	21.6	137.4	96.8	
Res	131.5	558.0	107.7	41.3	151.8	17.3

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	4.50	125.00	4.44	125.36
2	18.00	35.00	20.88	34.22
3	30.00	18.00	24.28	13.02
4	70.00	85.00	45.19	105.70
5	130.00	15.00	117.51	16.85
6	100.00	90.00	104.43	101.22
7	100.00	60.00	101.11	64.01
8		110.00		73.72

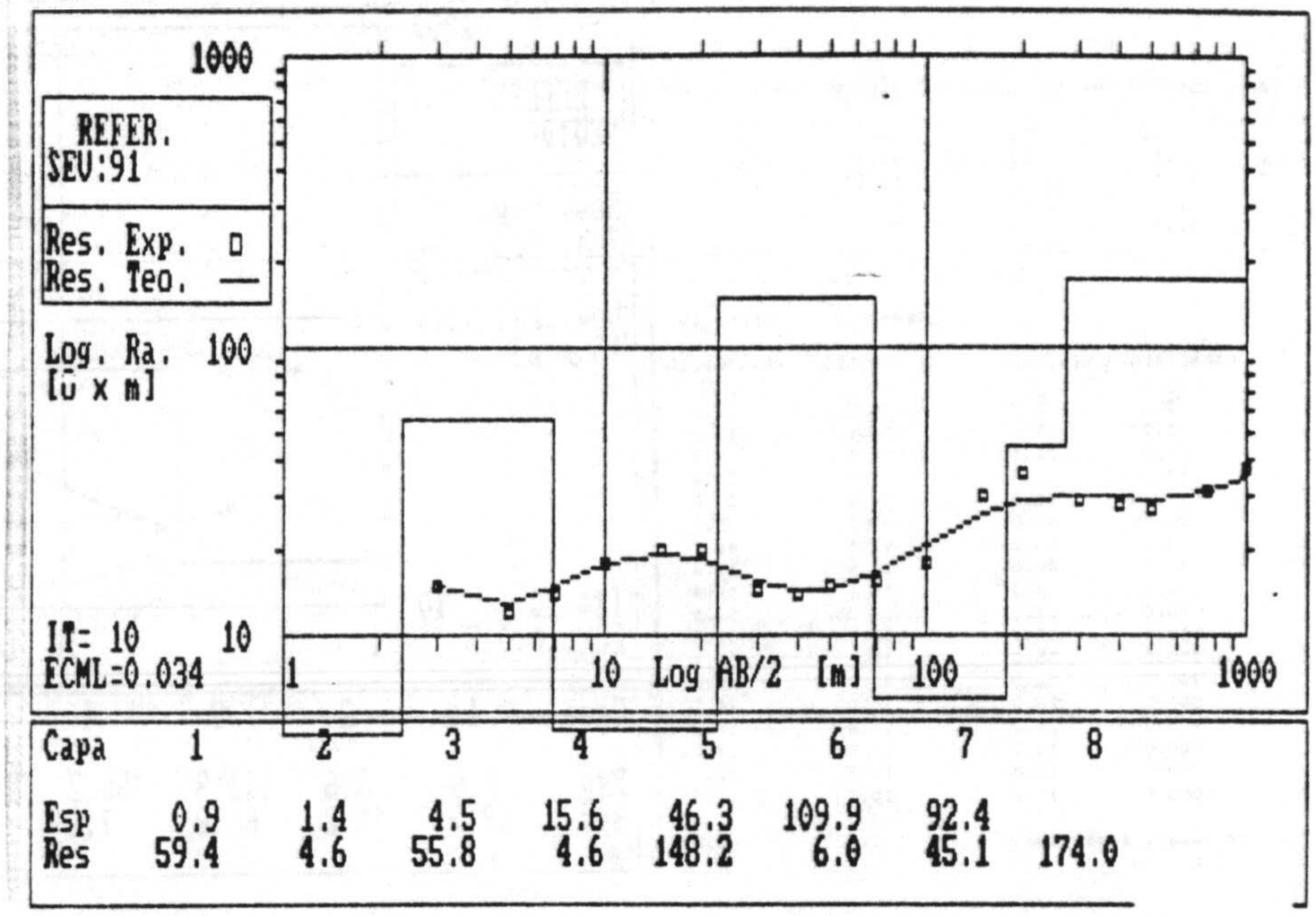
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	120.0	120.7	120.8
5.0	110.0	110.5	110.1
7.0	93.0	95.3	94.3
10.0	76.0	74.1	72.8
15.0	51.0	52.3	51.1
20.0	39.0	42.1	41.1
30.0	34.0	34.0	33.2
40.0	32.0	30.7	29.6
50.0	27.5	29.1	27.6
70.0	26.0	29.0	26.8
100.0	27.0	31.8	29.0
150.0	37.0	36.6	33.5
200.0	39.0	39.0	36.0
300.0	34.0	39.3	37.4
400.0	42.5	38.5	38.2
500.0	40.0	39.0	39.8
750.0	45.0	43.7	45.1
1000.0	50.0	50.0	50.0
Error cuadr. medio log.		0.028	0.019



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	4.4	20.9	24.3	45.2	117.5	104.4	101.1	
Res	125.4	34.2	13.0	105.7	16.9	101.2	64.0	73.7

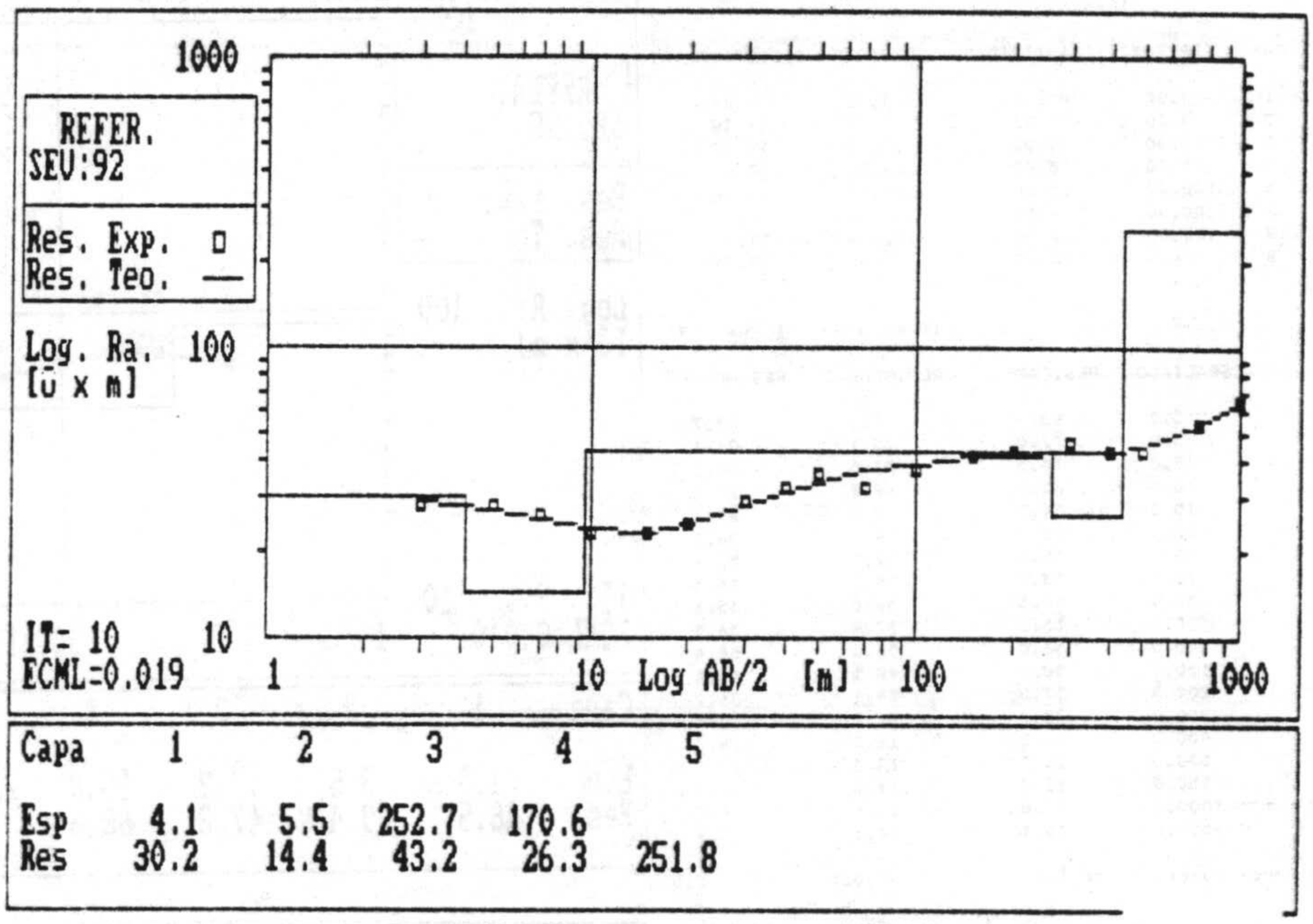
	ITER= 9		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	18.00	0.90	59.25
2	3.00	10.00	1.44	4.59
3	7.00	25.00	4.52	55.78
4	60.00	11.00	15.61	4.62
5	50.00	120.00	46.26	148.20
6	100.00	20.00	109.93	5.96
7	100.00	35.00	92.44	45.06
8		110.00		174.01

		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	15.0	14.9	15.0
5.0	12.0	13.5	12.7
7.0	14.0	13.7	14.9
10.0	18.0	14.8	17.6
15.0	19.5	16.0	18.9
20.0	20.0	16.3	18.2
30.0	14.5	15.5	15.6
40.0	14.0	14.6	14.1
50.0	14.6	14.1	14.4
70.0	15.5	14.2	16.5
100.0	18.0	15.8	20.8
150.0	30.0	19.7	26.3
200.0	37.0	23.3	29.3
300.0	29.5	28.6	31.0
400.0	28.5	32.2	30.1
500.0	27.0	35.2	29.4
750.0	32.0	42.2	31.1
1000.0	37.5	48.7	35.8
Error cuadr. medio log.		0.090	0.034



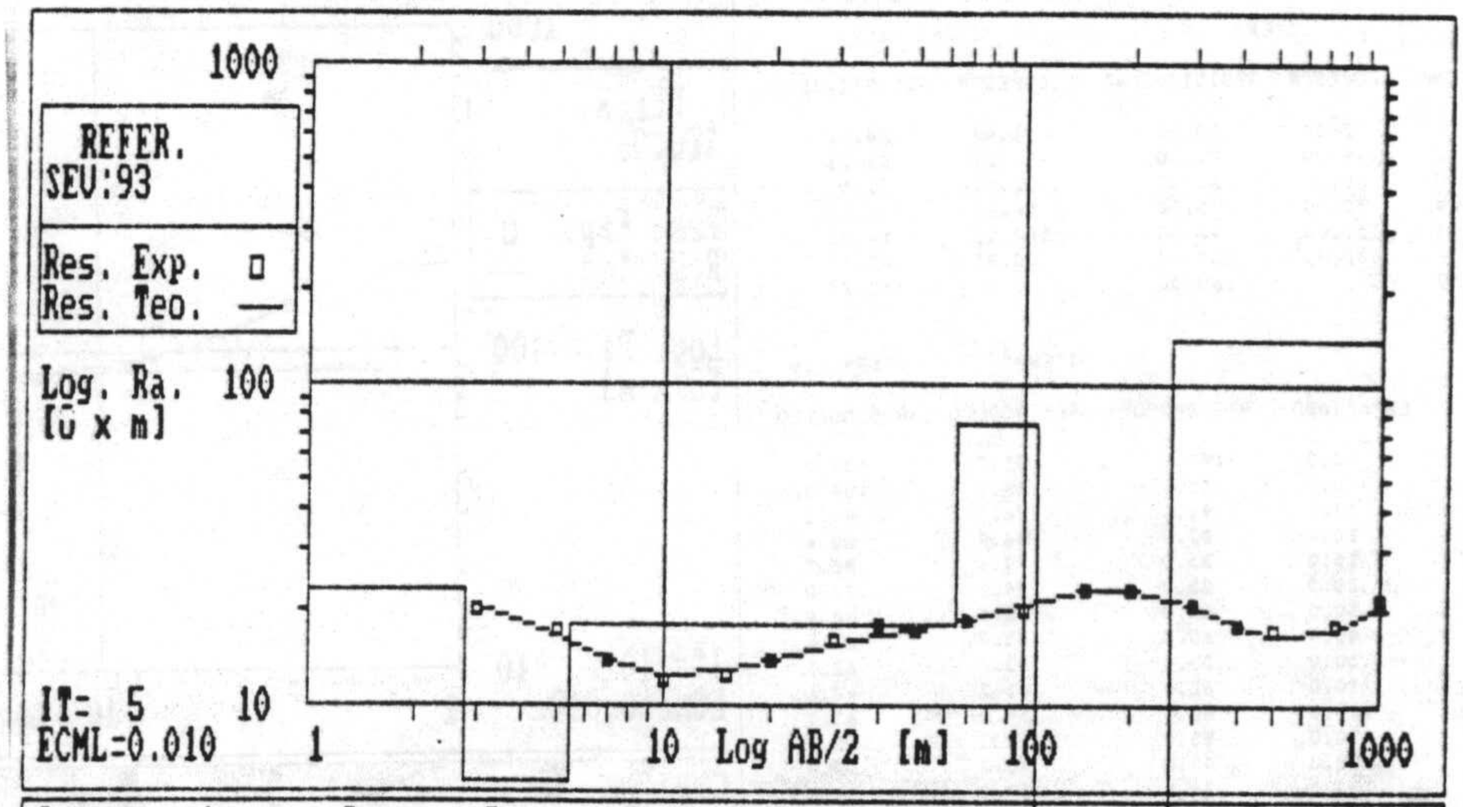
	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	4.00	30.00	4.10	30.16
2	6.00	14.00	5.52	14.44
3	200.00	47.00	252.67	43.24
4	160.00	20.00	170.56	26.30
5		250.00		251.78

		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	28.5	29.2	29.5
5.0	28.9	27.3	27.7
7.0	26.0	25.0	25.6
10.0	23.0	22.8	23.5
15.0	23.0	22.5	23.2
20.0	25.0	24.2	24.7
30.0	29.5	28.6	28.7
40.0	33.0	32.4	32.0
50.0	36.0	35.1	34.3
70.0	33.0	38.7	37.3
100.0	38.0	41.7	39.7
150.0	42.0	43.8	41.5
200.0	44.0	44.3	42.4
300.0	47.0	43.9	43.2
400.0	43.0	43.5	44.1
500.0	43.0	44.8	45.9
750.0	54.0	52.8	54.0
1000.0	65.0	63.2	64.1
Error cuadr. medio log.		0.023	0.019



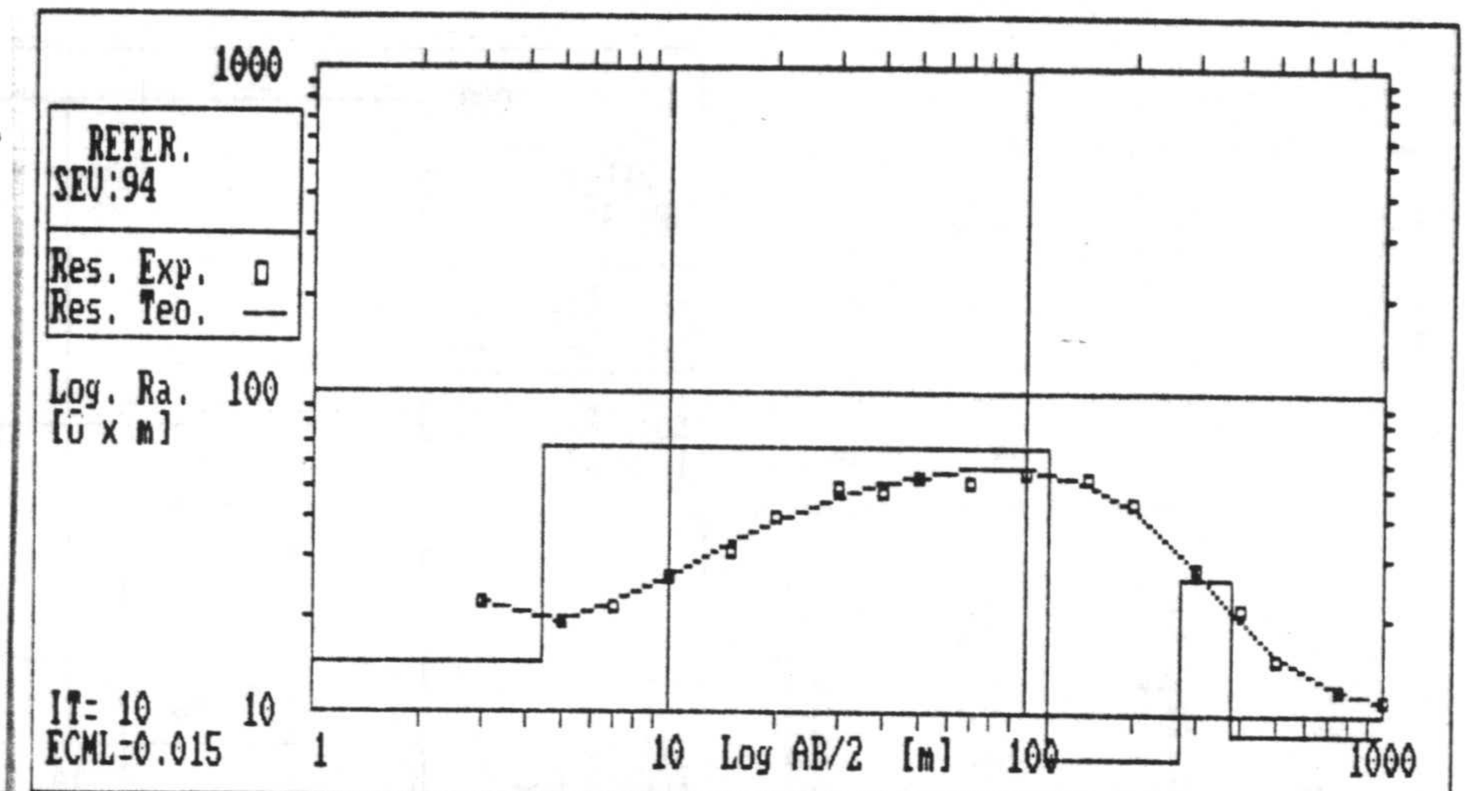
	ITER=		ITER= 5	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	22.00	2.79	22.68
2	3.00	6.50	2.66	5.84
3	50.00	18.00	59.89	18.01
4	40.00	75.00	43.56	75.78
5	150.00	6.00	150.44	3.90
6		140.00		139.13

		ITER= 0	ITER= 5
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	20.0	20.2	20.4
5.0	17.0	16.9	16.4
7.0	14.0	14.4	13.8
10.0	12.0	12.8	12.4
15.0	12.5	12.9	12.8
20.0	14.0	13.9	13.8
30.0	16.0	15.6	15.5
40.0	17.5	16.7	16.5
50.0	17.0	17.7	17.3
70.0	18.5	19.4	18.7
100.0	20.0	21.7	20.6
150.0	22.5	23.7	22.6
200.0	23.0	23.8	22.9
300.0	20.2	21.7	20.7
400.0	18.0	19.9	17.8
500.0	17.0	19.9	16.5
750.0	17.6	23.5	17.4
1000.0	21.0	28.8	20.7
Error cuadr. medio log.		0.060	0.010



	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	0.80	80.00	0.78	68.94
2	2.50	11.00	3.59	14.22
3	90.00	65.00	111.27	66.76
4	150.00	20.00	155.21	7.33
5	100.00	5.00	104.18	25.98
6		11.00		8.65

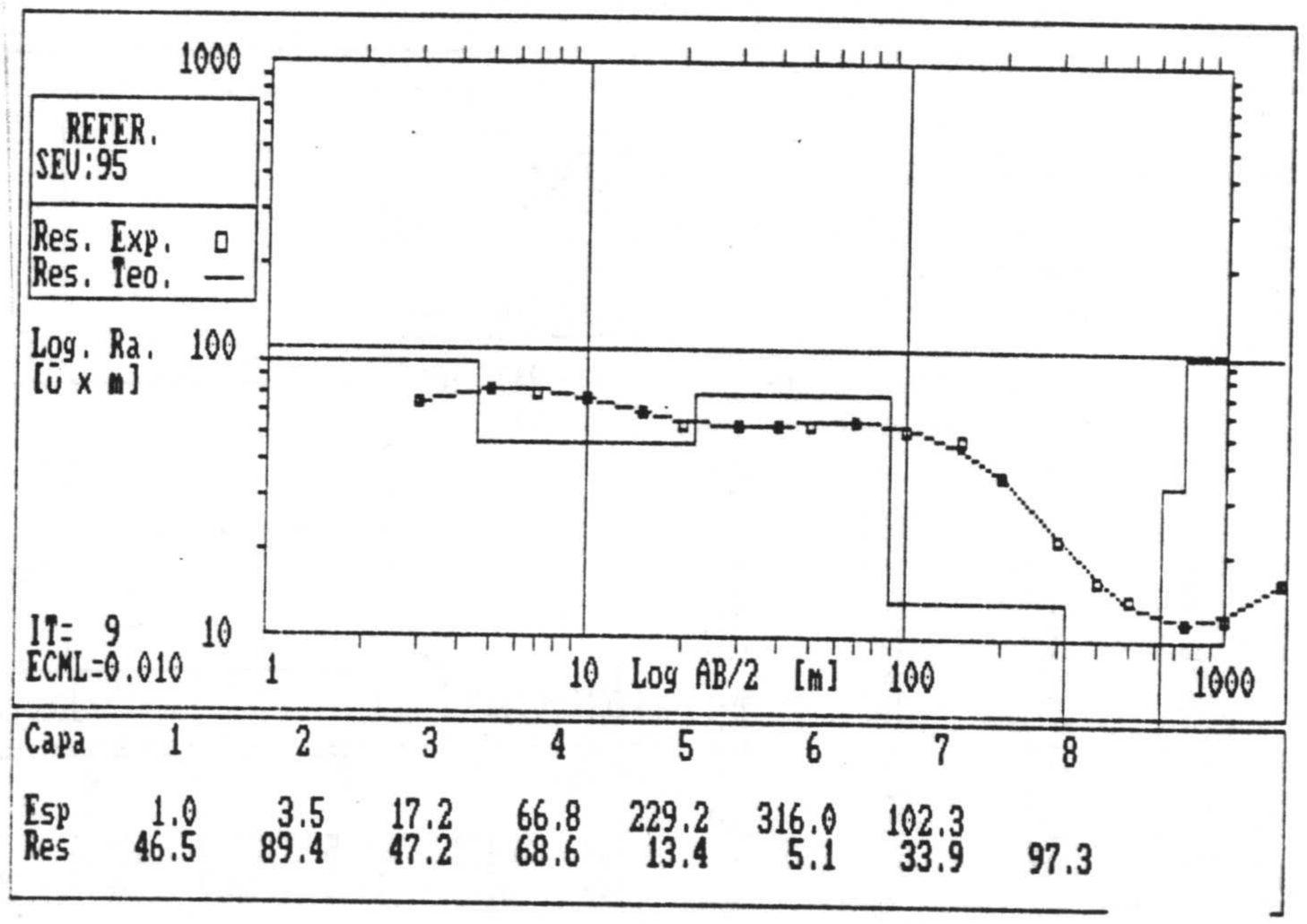
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	22.0	20.8	22.0
5.0	19.0	18.6	19.3
7.0	21.5	22.1	21.8
10.0	26.5	27.7	26.6
15.0	32.0	34.9	33.6
20.0	41.0	40.3	39.1
30.0	50.0	47.5	46.7
40.0	49.0	51.8	51.4
50.0	54.0	54.5	54.4
70.0	53.0	56.8	57.5
100.0	57.0	56.2	57.8
150.0	55.0	50.0	52.4
200.0	46.0	42.2	44.0
300.0	28.0	29.0	28.9
400.0	21.0	20.6	19.7
500.0	15.0	15.9	15.5
750.0	12.0	11.7	12.1
1000.0	11.2	10.7	11.2
Error cuadr. medio log.		0.023	0.015



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.8	3.6	111.3	155.2	104.2	
Res	68.9	14.2	66.8	7.3	26.0	8.6

	ITER= 0		ITER= 9	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	45.00	0.96	46.46
2	4.00	95.00	3.55	89.38
3	12.00	40.00	17.22	47.19
4	75.00	70.00	66.82	68.55
5	170.00	15.00	229.17	13.36
6	300.00	4.50	316.00	5.11
7	100.00	40.00	102.26	33.91
8		120.00		97.29

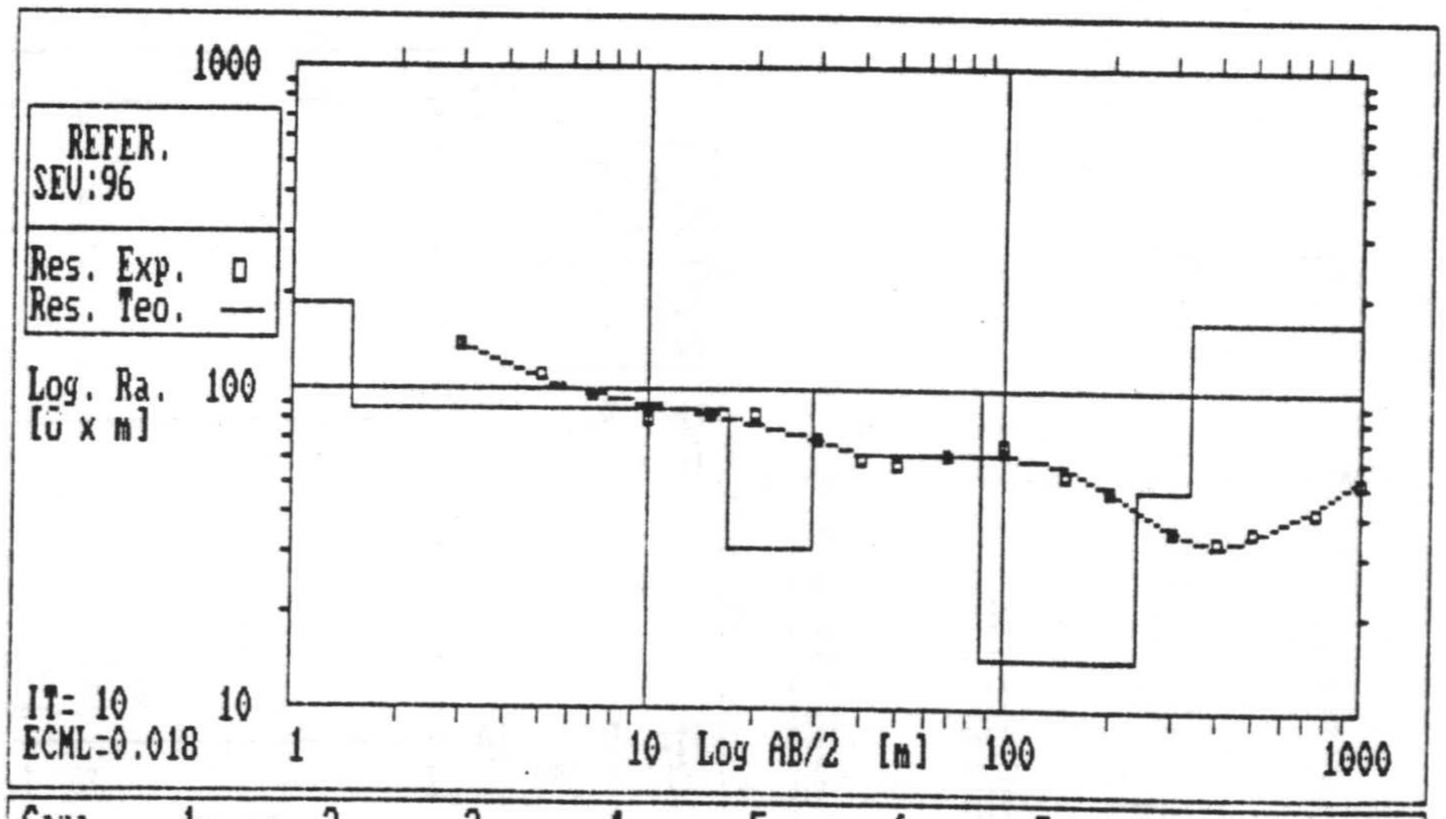
		ITER= 0	ITER= 9
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	65.0	65.2	65.2
5.0	72.0	73.1	71.5
7.0	70.5	73.5	71.3
10.0	68.0	68.8	67.1
15.0	59.8	59.8	60.1
20.0	55.0	54.7	56.1
30.0	55.0	52.5	53.8
40.0	53.7	54.1	54.5
50.0	54.5	56.0	55.6
70.0	55.3	57.9	56.5
100.0	53.0	56.7	54.4
150.0	48.0	48.5	45.4
200.0	37.0	39.1	36.0
300.0	22.0	24.8	22.9
400.0	16.2	16.8	16.3
500.0	14.0	13.1	13.3
750.0	11.7	11.0	11.5
1000.0	12.0	12.1	12.2
1500.0	16.1	16.5	15.9
Error cuadr. medio log.		0.021	0.010



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.0	3.5	17.2	66.8	229.2	316.0	102.3	
Res	46.5	89.4	47.2	68.6	13.4	5.1	33.9	97.3

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	150.00	1.47	184.52
2	9.00	80.00	15.21	85.26
3	40.00	60.00	12.51	31.52
4	52.00	70.00	56.85	101.15
5	150.00	18.00	149.59	14.42
6	100.00	50.00	100.87	47.97
7		160.00		163.23

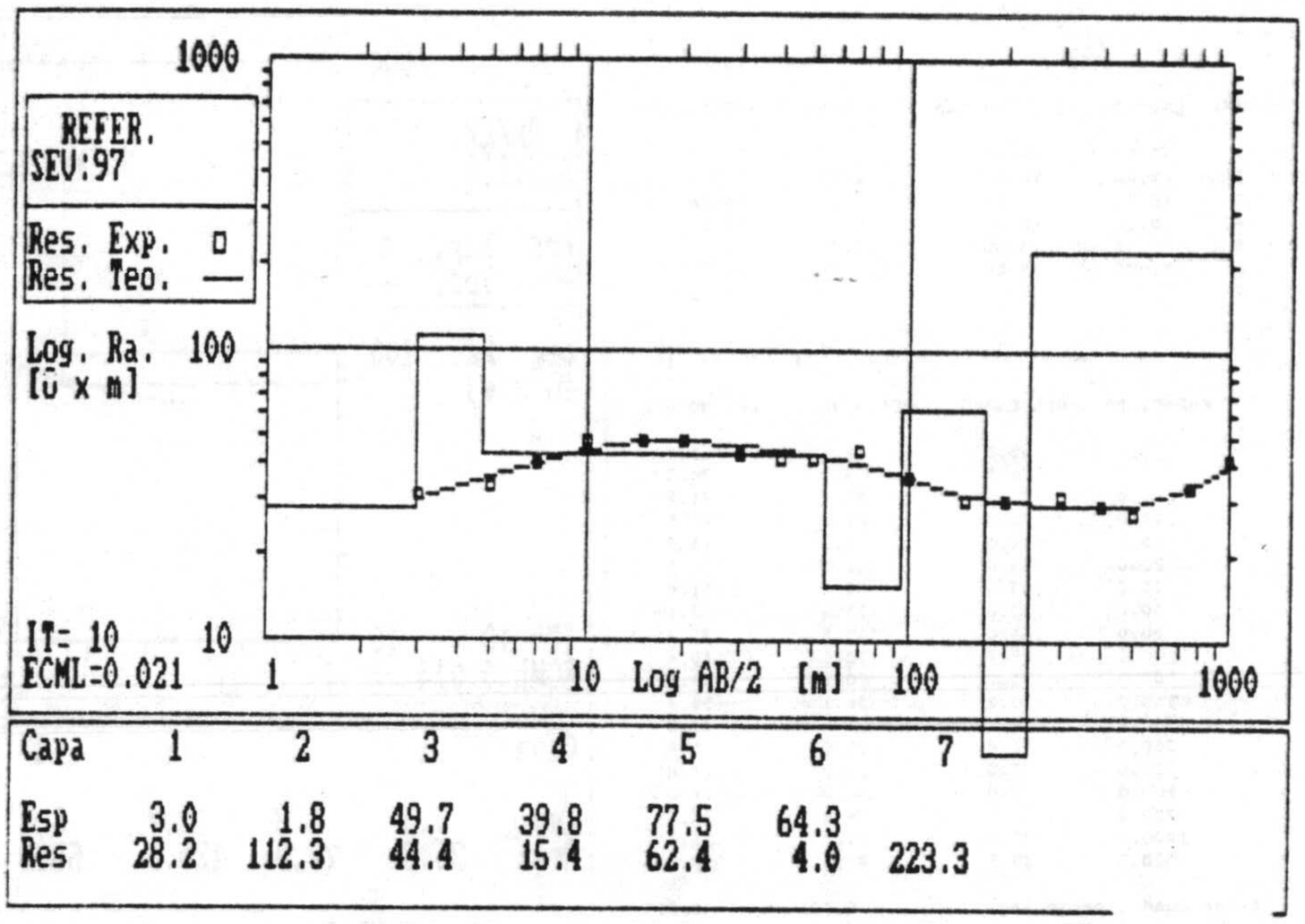
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	140.0	131.2	139.0
5.0	110.0	109.6	109.0
7.0	96.0	96.5	96.3
10.0	82.0	86.4	88.6
15.0	85.0	78.6	82.7
20.0	85.0	74.2	77.8
30.0	69.0	68.6	68.9
40.0	60.0	65.4	63.6
50.0	58.0	63.7	62.1
70.0	62.0	61.7	62.6
100.0	68.0	59.0	63.3
150.0	55.0	52.3	57.3
200.0	49.0	45.7	48.8
300.0	36.0	37.4	36.5
400.0	34.0	36.2	33.2
500.0	36.0	38.8	34.9
750.0	42.0	49.2	44.2
1000.0	53.0	59.5	54.1
Error cuadr. medio log.		0.034	0.018



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.5	15.2	12.5	56.9	149.6	100.9	
Res	184.5	85.3	31.5	101.2	14.4	48.0	163.2

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	29.00	2.96	28.23
2	3.00	95.00	1.76	112.31
3	45.00	40.00	49.68	44.36
4	75.00	20.00	39.79	15.36
5	95.00	45.00	77.50	62.45
6	60.00	4.00	64.26	4.05
7		200.00		223.31

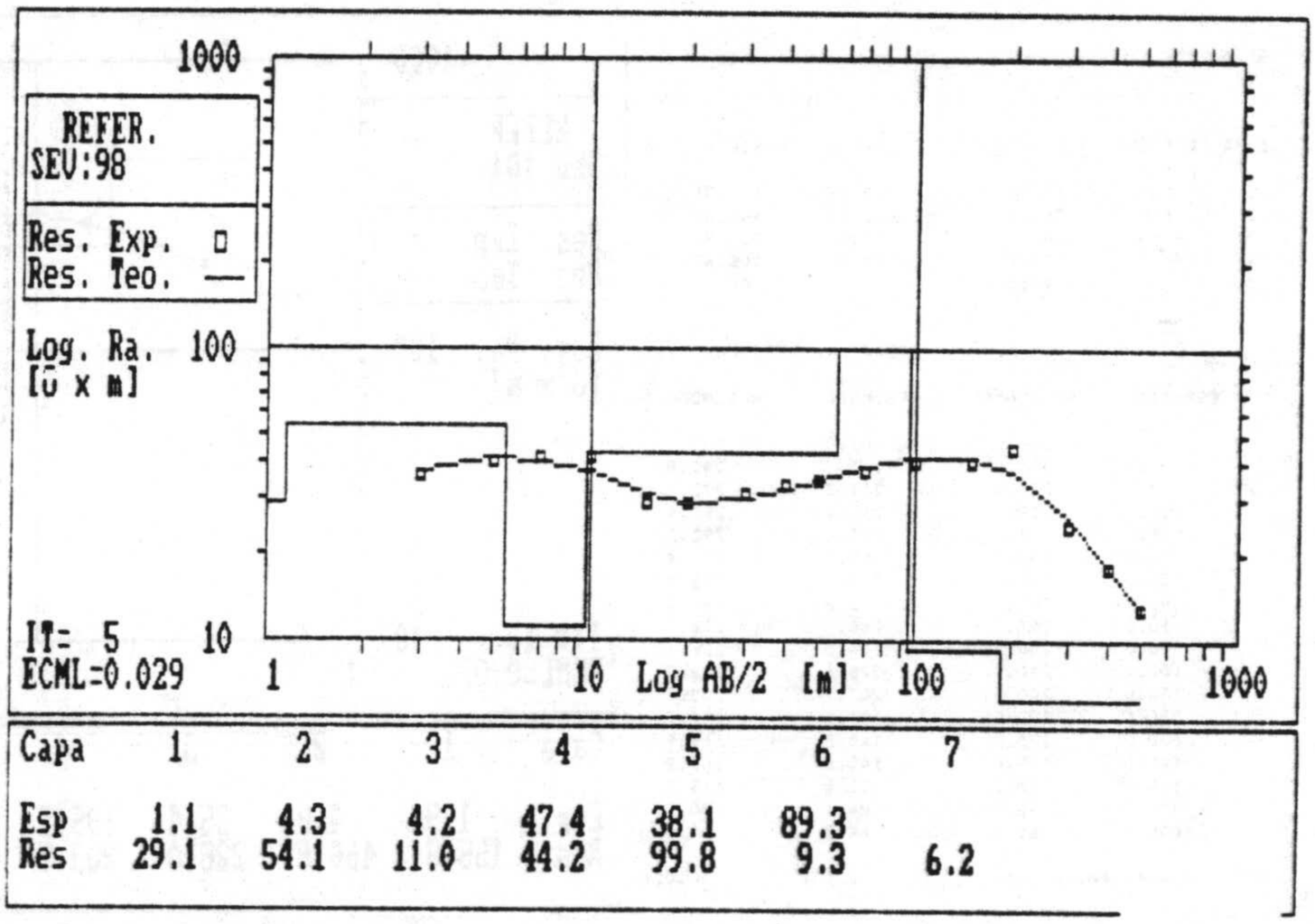
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	32.0	31.6	31.0
5.0	34.0	36.8	36.3
7.0	41.0	41.6	41.0
10.0	48.0	46.3	45.4
15.0	49.0	48.6	47.9
20.0	48.5	48.0	48.0
30.0	44.0	45.0	46.5
40.0	42.0	42.5	45.0
50.0	42.0	40.5	43.5
70.0	46.0	37.1	40.3
100.0	36.0	33.0	36.0
150.0	30.0	29.1	32.1
200.0	30.0	27.6	30.7
300.0	32.0	27.0	29.7
400.0	29.0	27.1	29.0
500.0	27.5	27.8	29.4
750.0	34.0	32.5	34.2
1000.0	42.0	38.9	41.2
Error cuadr. medio log.		0.035	0.021



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	3.0	1.8	49.7	39.8	77.5	64.3	
Res	28.2	112.3	44.4	15.4	62.4	4.0	223.3

	ITER= 0		ITER= 5	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	38.00	1.14	29.14
2	7.00	42.00	4.35	54.12
3	5.00	13.00	4.23	11.01
4	50.00	45.00	47.41	44.18
5	40.00	100.00	38.13	99.79
6	90.00	15.00	89.26	9.32
7		4.00		6.18

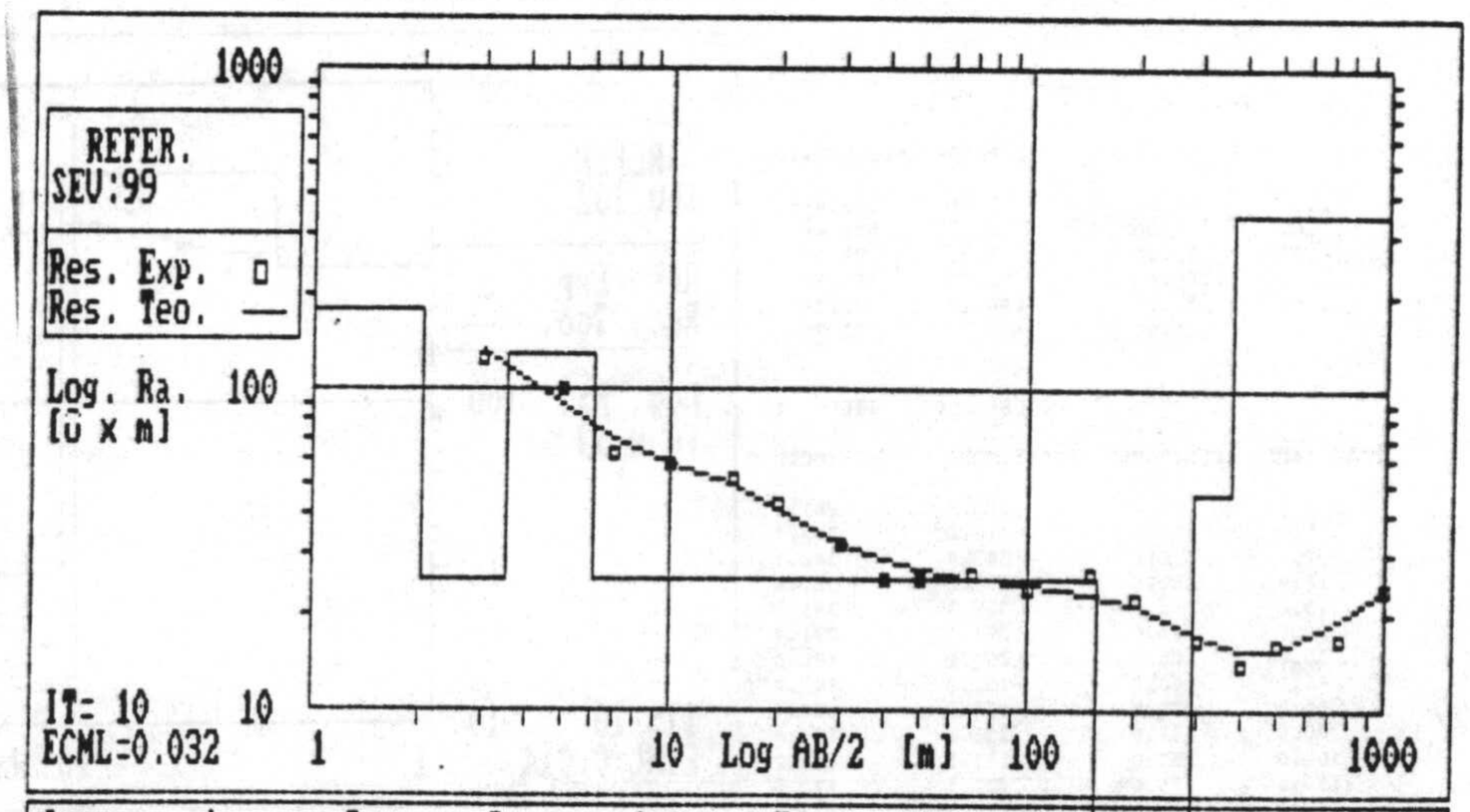
		ITER= 0	ITER= 5
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	36.0	39.2	38.1
5.0	41.0	39.8	41.9
7.0	42.0	39.4	41.2
10.0	41.7	37.5	37.2
15.0	29.0	33.7	31.4
20.0	29.0	31.4	29.2
30.0	32.0	30.9	30.4
40.0	34.0	32.9	33.3
50.0	35.0	35.0	35.7
70.0	38.0	38.6	39.2
100.0	41.0	42.0	42.1
150.0	40.0	43.1	41.8
200.0	46.0	40.0	37.5
300.0	24.5	29.7	26.5
400.0	17.5	20.2	17.8
500.0	13.0	13.8	13.1
Error cuadr. medio log.		0.040	0.029



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.1	4.3	4.2	47.4	38.1	89.3	
Res	29.1	54.1	11.0	44.2	99.8	9.3	6.2

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	170.00	2.03	176.62
2	2.00	38.00	1.47	25.23
3	5.00	70.00	2.61	127.42
4	150.00	25.00	149.94	25.09
5	160.00	5.00	132.56	4.08
6	100.00	30.00	82.70	47.20
7		300.00		353.64

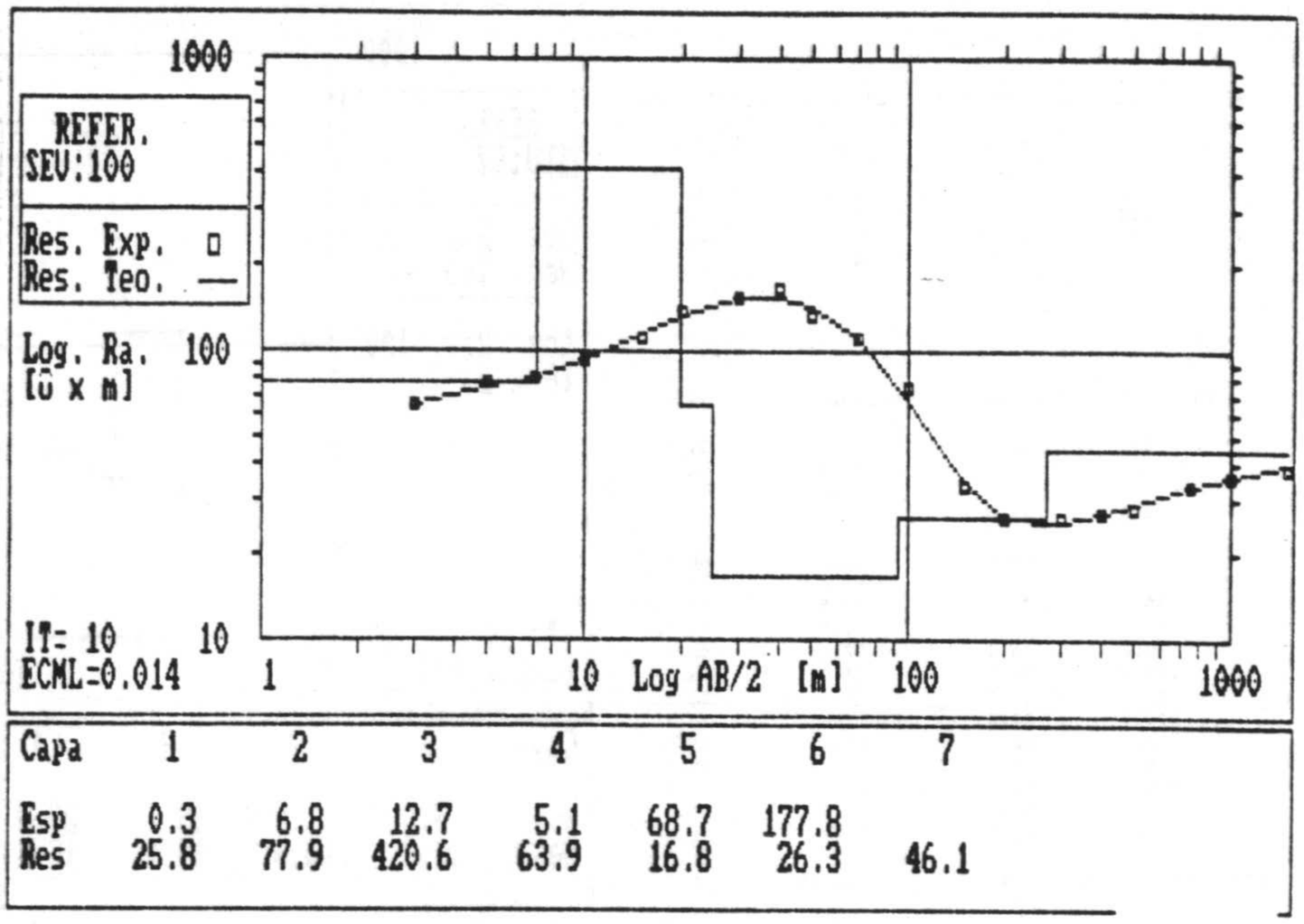
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	125.0	129.9	132.2
5.0	100.0	88.4	88.3
7.0	62.0	68.9	69.4
10.0	59.0	57.2	58.6
15.0	53.0	48.9	49.7
20.0	44.3	42.7	42.5
30.0	33.0	34.0	33.1
40.0	25.6	29.7	29.0
50.0	25.1	27.8	27.3
70.0	26.7	26.1	25.9
100.0	23.5	25.0	25.0
150.0	26.2	23.3	23.2
200.0	22.4	21.3	21.1
300.0	16.8	17.4	17.2
400.0	13.9	15.3	15.1
500.0	15.9	15.2	15.3
750.0	16.4	18.3	18.9
1000.0	24.0	23.1	24.0
Error cuadr. medio log.		0.035	0.032



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.0	1.5	2.6	149.9	132.6	82.7	
Res	176.6	25.2	127.4	25.1	4.1	47.2	353.6

CAPA	ESPESOR (ITER= 0)	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	0.50	28.00	0.34	25.79
2	7.00	90.00	6.75	77.92
3	12.00	400.00	12.69	420.56
4	20.00	60.00	5.07	63.85
5	75.00	15.00	68.71	16.85
6	150.00	29.00	177.84	26.31
7		48.00		46.12

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	65.0	66.6	65.9
5.0	76.5	78.5	74.3
7.0	82.0	87.4	81.8
10.0	92.0	100.0	93.9
15.0	110.0	120.2	115.0
20.0	138.0	136.5	132.1
30.0	153.0	154.4	151.4
40.0	163.0	155.6	153.1
50.0	134.0	145.5	143.1
70.0	109.7	113.0	110.4
100.0	75.0	70.1	68.1
150.0	33.8	36.1	35.6
200.0	26.3	26.0	26.3
300.0	26.4	25.0	25.4
400.0	27.0	27.8	27.6
500.0	28.0	30.2	29.6
750.0	33.7	34.6	33.5
1000.0	37.0	37.7	36.4
1500.0	39.9	41.6	40.0
Error cuadr. medio log.		0.021	0.014

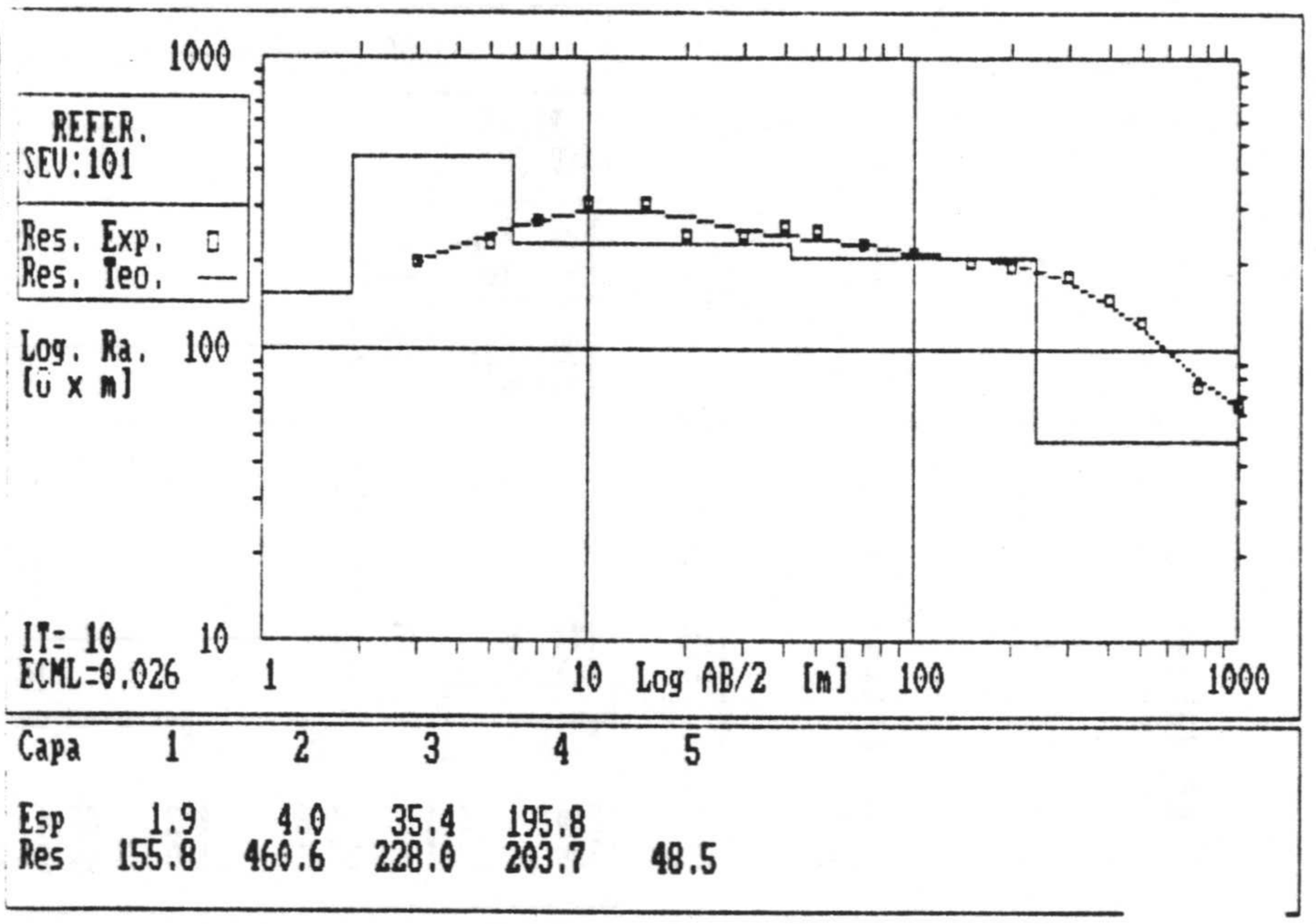


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	0.3	6.8	12.7	5.1	68.7	177.8	
Res	25.8	77.9	420.6	63.9	16.8	26.3	46.1

SEV: 101

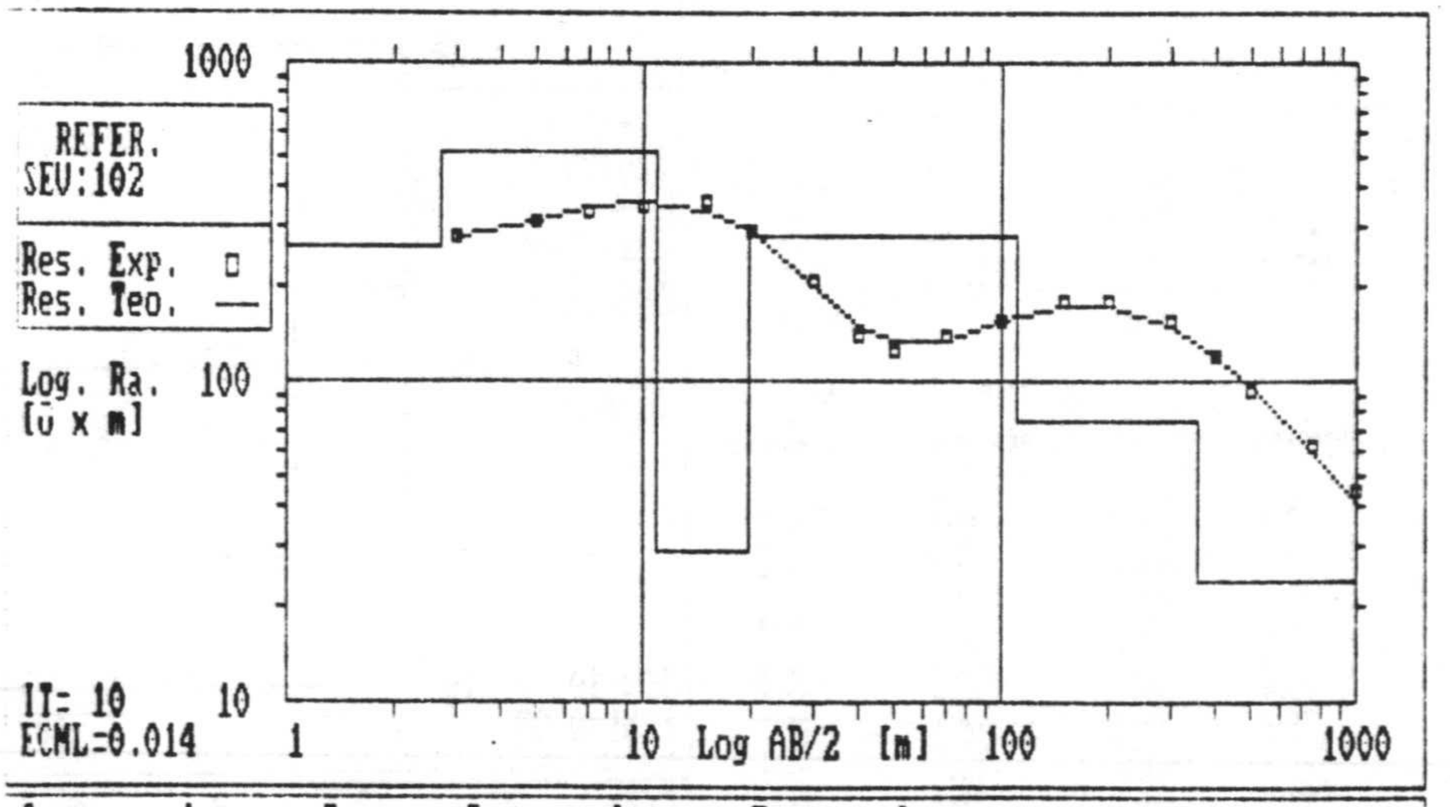
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD (ITER= 0)	ESPESOR (ITER= 10)	RESISTIVIDAD (ITER= 10)
1	1.00	170.00	1.89	155.79
2	8.00	390.00	3.98	460.62
3	60.00	240.00	35.41	227.99
4	240.00	170.00	195.82	203.67
5		40.00		48.51

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	200.0	201.0	195.1
5.0	225.0	241.3	241.8
7.0	270.0	271.3	272.3
10.0	319.0	297.9	292.9
15.0	321.0	312.1	293.2
20.0	245.0	309.2	281.4
30.0	250.0	290.1	258.4
40.0	260.0	272.6	244.4
50.0	255.0	260.7	236.1
70.0	230.0	244.8	226.1
100.0	210.0	228.6	216.7
150.0	200.0	207.7	205.7
200.0	190.0	191.1	194.7
300.0	175.0	165.8	169.9
400.0	150.0	143.8	142.9
500.0	125.0	122.8	118.2
750.0	76.0	84.1	80.1
1000.0	65.0	64.2	64.1
Error cuadr. medio log.		0.038	0.026



Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.9	4.0	35.4	195.8	
Res	155.8	460.6	228.0	203.7	48.5

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO (ITER= 0)	RES.MODELO (ITER= 10)
3.0	285.0	275.8	285.9
5.0	320.0	316.0	319.7
7.0	338.0	343.4	346.5
10.0	350.0	359.2	363.8
15.0	360.0	339.7	341.7
20.0	295.0	294.1	291.7
30.0	205.0	204.2	198.0
40.0	140.0	151.3	147.0
50.0	123.0	133.7	132.4
70.0	138.0	132.6	134.4
100.0	153.0	151.5	154.2
150.0	175.0	172.5	172.0
200.0	175.0	175.7	171.6
300.0	154.0	156.4	149.2
400.0	120.0	127.1	121.5
500.0	94.0	100.4	97.4
750.0	63.0	62.2	59.7
1000.0	45.0	47.7	42.9
Error cuadr. medio log.		0.031	0.014

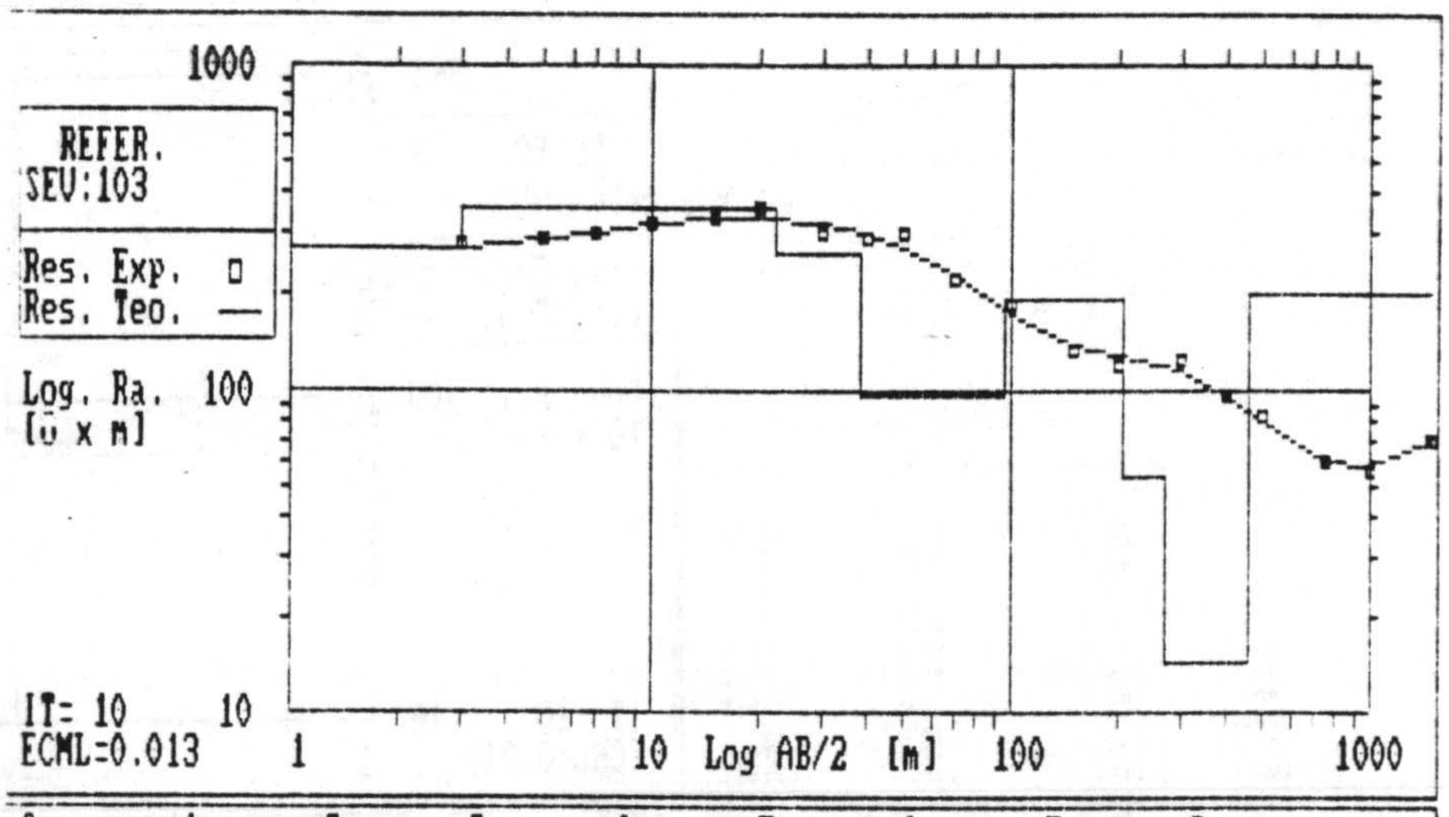


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.7	8.2	8.8	91.4	244.2	
Res	266.5	516.5	29.3	288.8	75.4	23.7

SEV: 103

	ITER= 1		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	4.00	280.00	3.00	271.08
2	12.00	360.00	19.18	368.44
3	28.00	270.00	16.07	267.05
4	80.00	150.00	58.08	95.78
5	125.00	90.00	108.94	188.28
6	100.00	75.00	65.20	53.55
7	200.00	16.00	187.70	14.39
8		150.00		200.71

		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	280.0	283.5	277.8
5.0	290.0	293.3	292.8
7.0	300.0	305.9	308.1
10.0	330.0	322.5	324.8
15.0	340.0	338.2	338.1
20.0	360.0	341.4	340.2
30.0	310.0	329.7	328.6
40.0	290.0	309.9	306.1
50.0	300.0	289.2	277.9
70.0	220.0	252.4	225.6
100.0	182.0	210.9	174.4
150.0	134.0	167.8	140.2
200.0	120.0	141.4	128.9
300.0	122.0	109.4	115.3
400.0	95.0	88.6	97.6
500.0	83.0	73.9	80.4
750.0	60.0	57.5	60.2
1000.0	56.0	55.2	57.8
1500.0	71.0	63.8	69.6
Error cuadr. medio log.		0.040	0.013

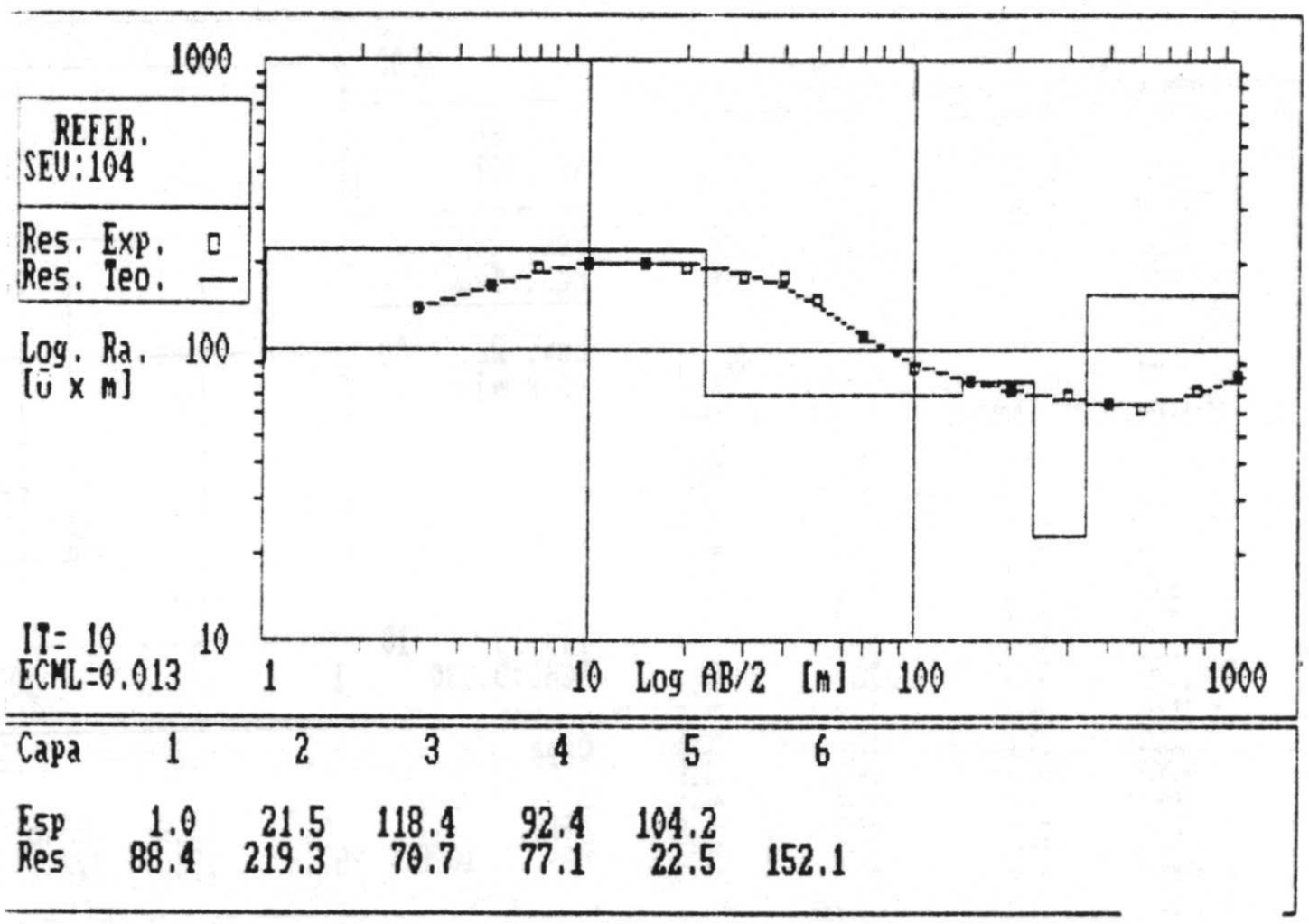


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	3.0	19.2	16.1	58.1	108.9	65.2	187.7	
Res	271.1	368.4	267.0	95.8	188.3	53.6	14.4	200.7

SEV: 104

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.10	95.00	1.01	88.44
2	21.00	220.00	21.54	219.28
3	115.00	75.00	118.38	70.68
4	100.00	45.00	92.25	77.09
5	100.00	30.00	104.21	22.55
6		150.00		152.12

		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	138.0	140.4	138.7
5.0	165.0	168.3	167.2
7.0	189.0	183.9	182.9
10.0	200.0	195.9	195.0
15.0	200.0	202.7	201.5
20.0	190.0	201.5	199.8
30.0	180.0	187.8	184.7
40.0	179.0	167.5	163.2
50.0	150.0	147.0	142.0
70.0	110.0	117.1	111.5
100.0	86.0	93.2	89.2
150.0	77.0	77.5	76.6
200.0	73.0	70.4	71.4
300.0	70.0	62.7	68.0
400.0	65.0	60.0	65.1
500.0	62.0	61.4	64.9
750.0	72.0	70.6	70.9
1000.0	81.0	80.9	79.7
Error cuadr. medio log.		0.020	0.013

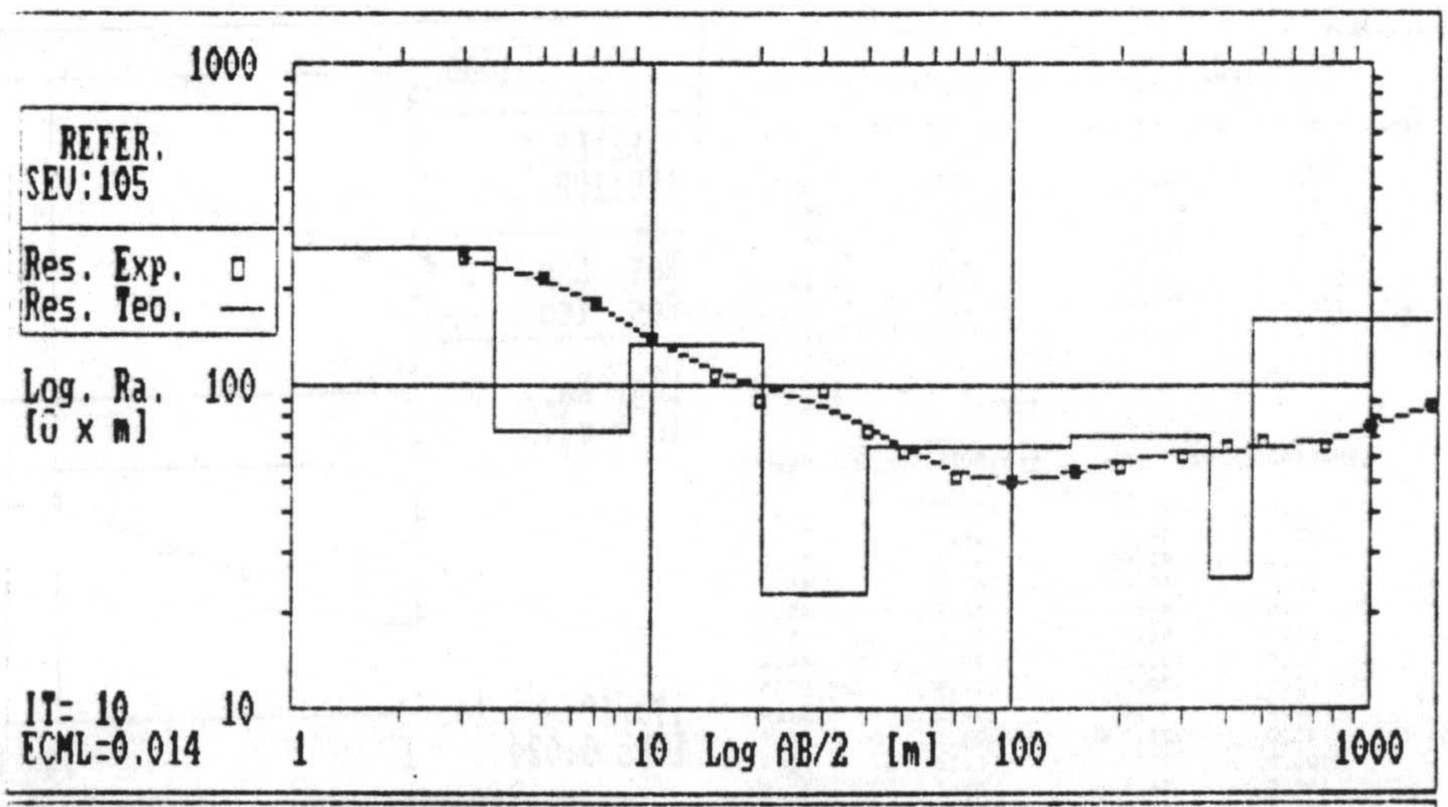


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.0	21.5	118.4	92.4	104.2	
Res	88.4	219.3	70.7	77.1	22.5	152.1

SEV: 105

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	270.00	3.65	264.78
2	8.00	90.00	5.01	72.19
3	10.00	120.00	11.54	133.44
4	25.00	30.00	19.38	23.19
5	100.00	85.00	104.86	65.90
6	200.00	75.00	209.14	70.06
7	100.00	50.00	114.41	21.41
8		150.00		157.17

		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	250.0	247.6	249.5
5.0	215.0	204.9	216.0
7.0	180.0	165.5	177.8
10.0	139.0	130.2	138.0
15.0	109.0	106.5	109.5
20.0	90.0	97.4	99.1
30.0	95.0	85.9	87.0
40.0	75.0	74.6	74.2
50.0	62.0	65.9	63.8
70.0	53.0	58.0	53.5
100.0	51.0	57.2	50.6
150.0	55.0	63.0	54.3
200.0	57.0	67.8	57.8
300.0	60.0	73.0	61.7
400.0	66.0	75.5	63.3
500.0	68.0	77.7	64.3
750.0	66.0	84.2	68.2
1000.0	74.0	91.5	74.0
1500.0	86.0	104.8	87.3
Error cuadr. medio log.		0.056	0.014



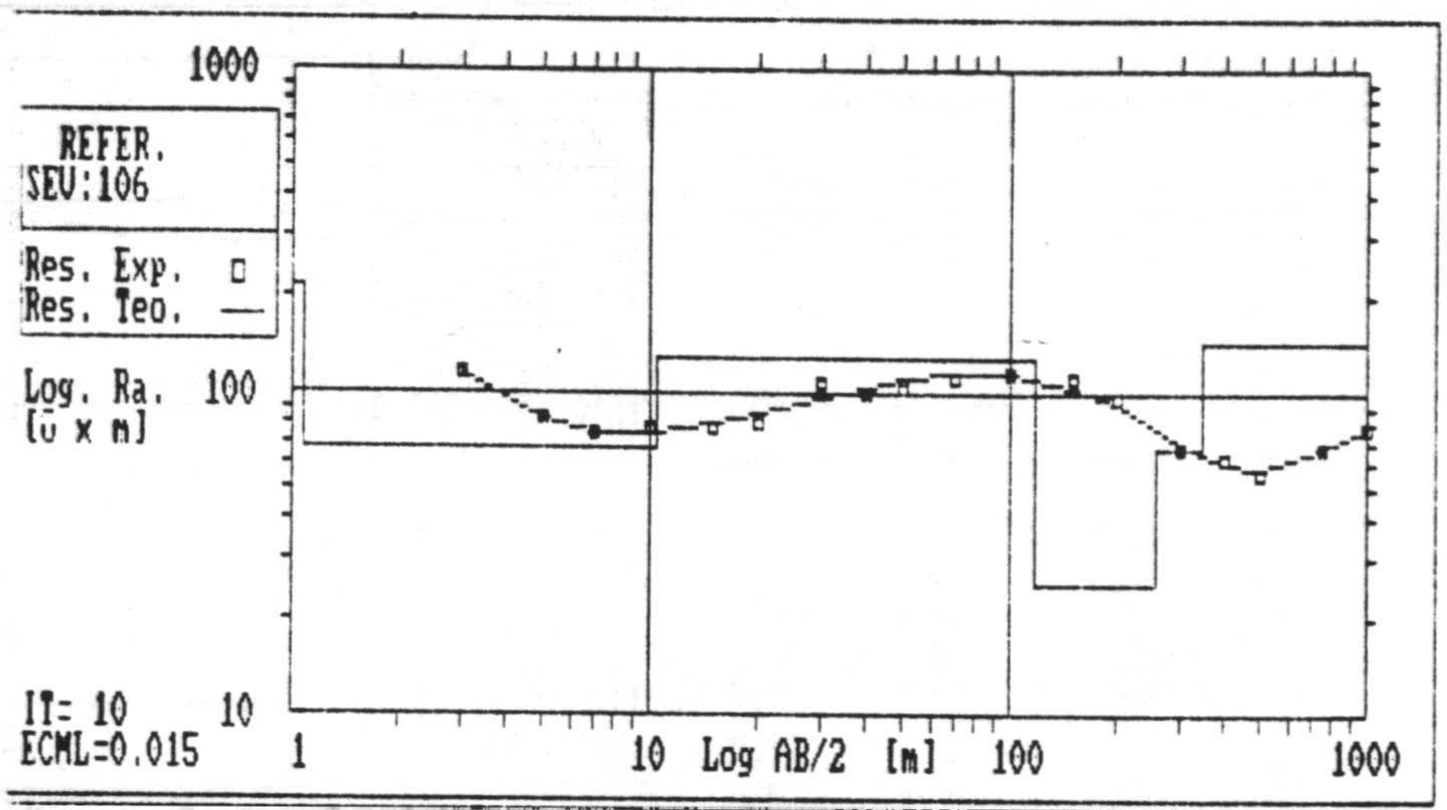
Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	3.6	5.0	11.5	19.4	104.9	209.1	114.4	
Res	264.8	72.2	133.4	23.2	65.9	70.1	25.4	157.2

SEv: 106

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	200.00	1.07	214.49
2	9.00	70.00	9.31	68.35
3	100.00	130.00	105.94	129.86
4	150.00	30.00	138.76	25.32
5	100.00	40.00	90.54	67.57
6		140.00		143.54

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	114.0	106.3	113.7
5.0	83.0	81.8	83.0
7.0	74.0	76.4	75.7
10.0	77.0	76.5	74.9
15.0	78.0	81.7	79.7
20.0	82.0	88.0	85.9
30.0	106.0	99.1	97.1
40.0	100.0	106.6	104.8
50.0	102.0	111.2	109.8
70.0	113.0	115.6	114.8
100.0	114.0	115.0	115.1
150.0	110.0	104.3	105.5
200.0	97.0	90.2	92.1
300.0	67.0	67.7	69.8
400.0	62.0	57.2	59.5
500.0	57.0	55.6	58.4
750.0	67.0	62.4	66.2
1000.0	77.0	72.0	76.4

Error cuadr. medio log. 0.022 0.015



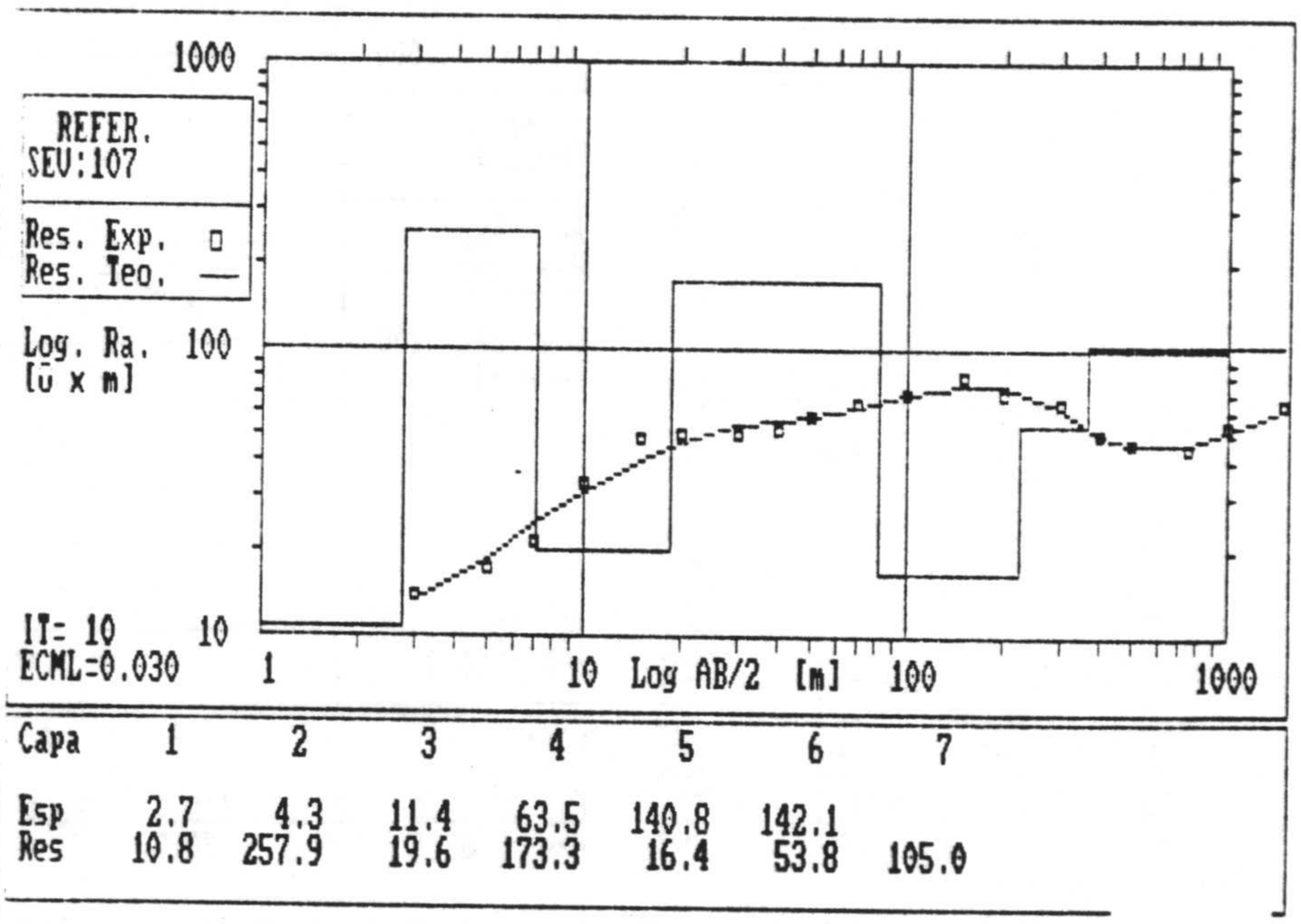
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.1	9.3	105.9	138.8	90.5	
Res	214.5	68.3	129.9	25.3	67.6	143.5

SEv: 107

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.50	11.00	2.72	10.76
2	5.00	250.00	4.35	257.90
3	30.00	45.00	11.38	19.60
4	80.00	140.00	63.55	173.35
5	150.00	20.00	140.84	16.39
6	150.00	35.00	141.07	53.81
7		170.00		105.03

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	14.0	14.3	13.5
5.0	17.0	20.3	18.8
7.0	23.0	26.3	24.3
10.0	34.0	33.9	31.7
15.0	45.0	43.1	41.1
20.0	50.0	48.9	47.3
30.0	58.0	55.0	54.0
40.0	53.0	57.5	56.8
50.0	58.0	59.2	59.0
70.0	65.0	61.9	63.7
100.0	70.0	68.8	70.5
150.0	80.0	74.8	76.0
200.0	70.0	74.7	74.1
300.0	65.0	65.4	62.0
400.0	50.0	55.1	51.3
500.0	46.5	49.3	46.5
750.0	46.0	47.7	46.8
1000.0	54.0	52.6	52.0
1500.0	64.0	64.8	63.7

Error cuadr. medio log. 0.037 0.030



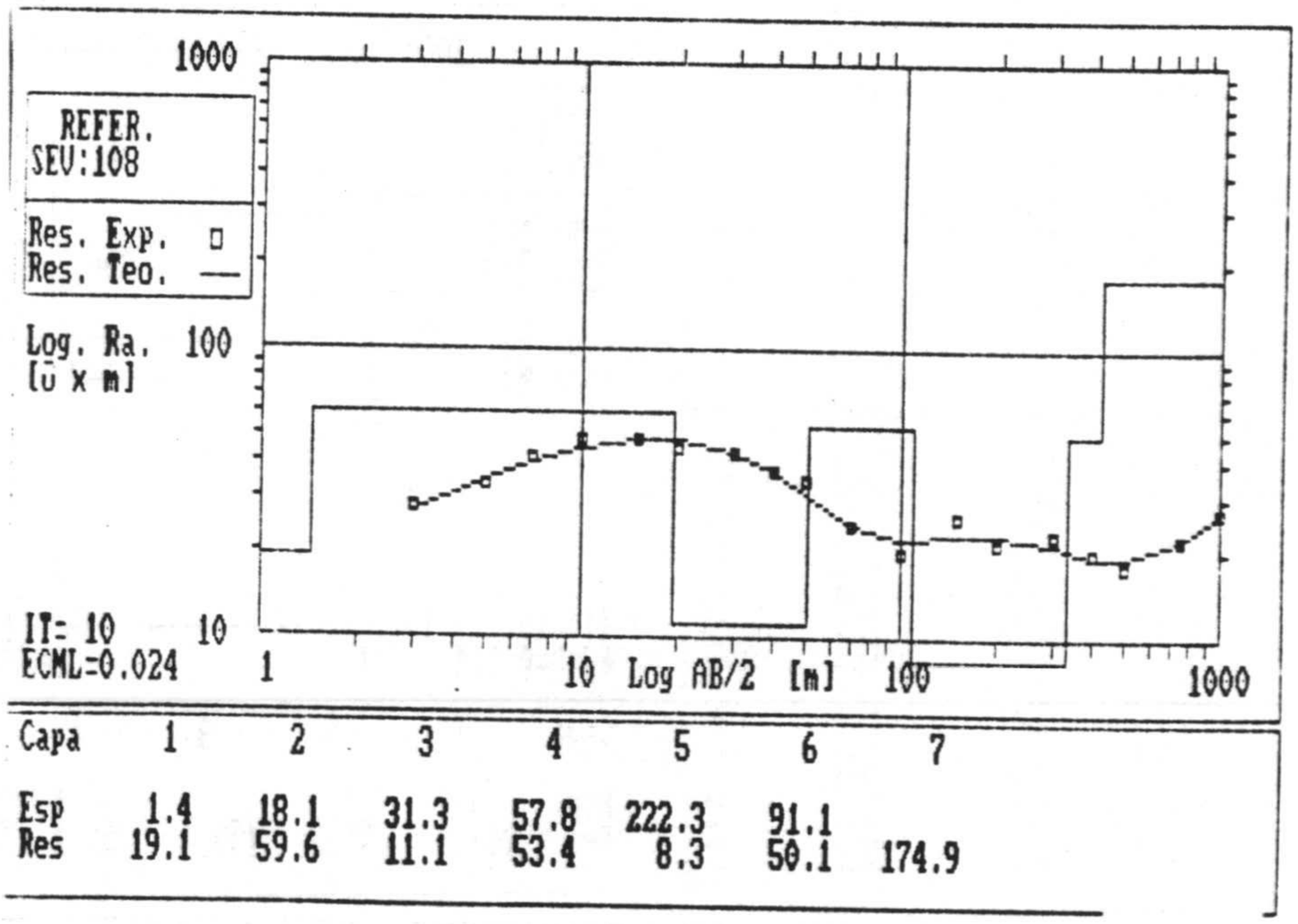
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.7	4.3	11.4	63.5	140.8	142.1	
Res	10.8	257.9	19.6	173.3	16.4	53.8	105.0

SEv: 108

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	24.00	1.42	19.10
2	15.00	65.00	18.10	59.60
3	55.00	15.00	31.28	11.10
4	100.00	35.00	57.76	53.37
5	250.00	10.00	222.28	8.26
6	100.00	50.00	91.15	50.10
7		150.00		174.86

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	28.0	29.1	27.9
5.0	34.0	36.3	35.7
7.0	42.0	41.8	41.0
10.0	49.0	47.1	45.8
15.0	49.0	50.8	49.2
20.0	46.0	50.6	49.2
30.0	43.0	44.9	44.4
40.0	38.0	37.4	37.5
50.0	35.0	31.1	31.4
70.0	25.0	24.1	24.9
100.0	20.0	20.8	22.4
150.0	26.0	21.1	23.0
200.0	21.5	22.0	23.2
300.0	22.5	22.0	21.3
400.0	20.0	20.9	19.3
500.0	18.0	20.4	19.1
750.0	22.0	22.0	22.1
1000.0	27.5	25.7	27.0

Error cuadr. medio log. 0.033 0.024

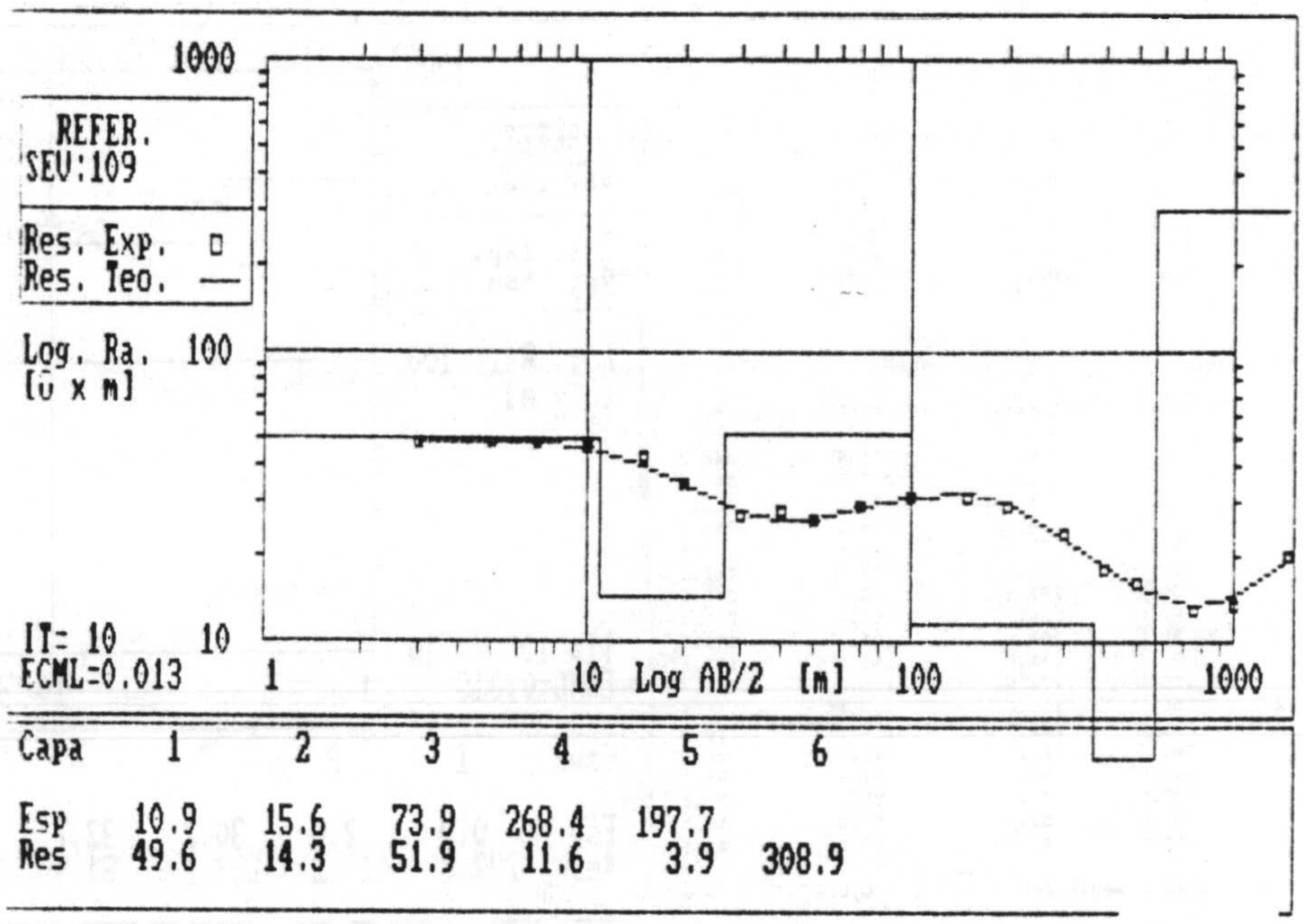


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.4	18.1	31.3	57.8	222.3	91.1	
Res	19.1	59.6	11.1	53.4	8.3	50.1	174.9

SEV: 109

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	10.00	50.00	10.90	49.58
2	20.00	18.00	15.59	14.29
3	70.00	55.00	73.88	51.88
4	300.00	11.00	268.41	11.58
5	200.00	4.00	197.67	3.88
6		300.00		308.89

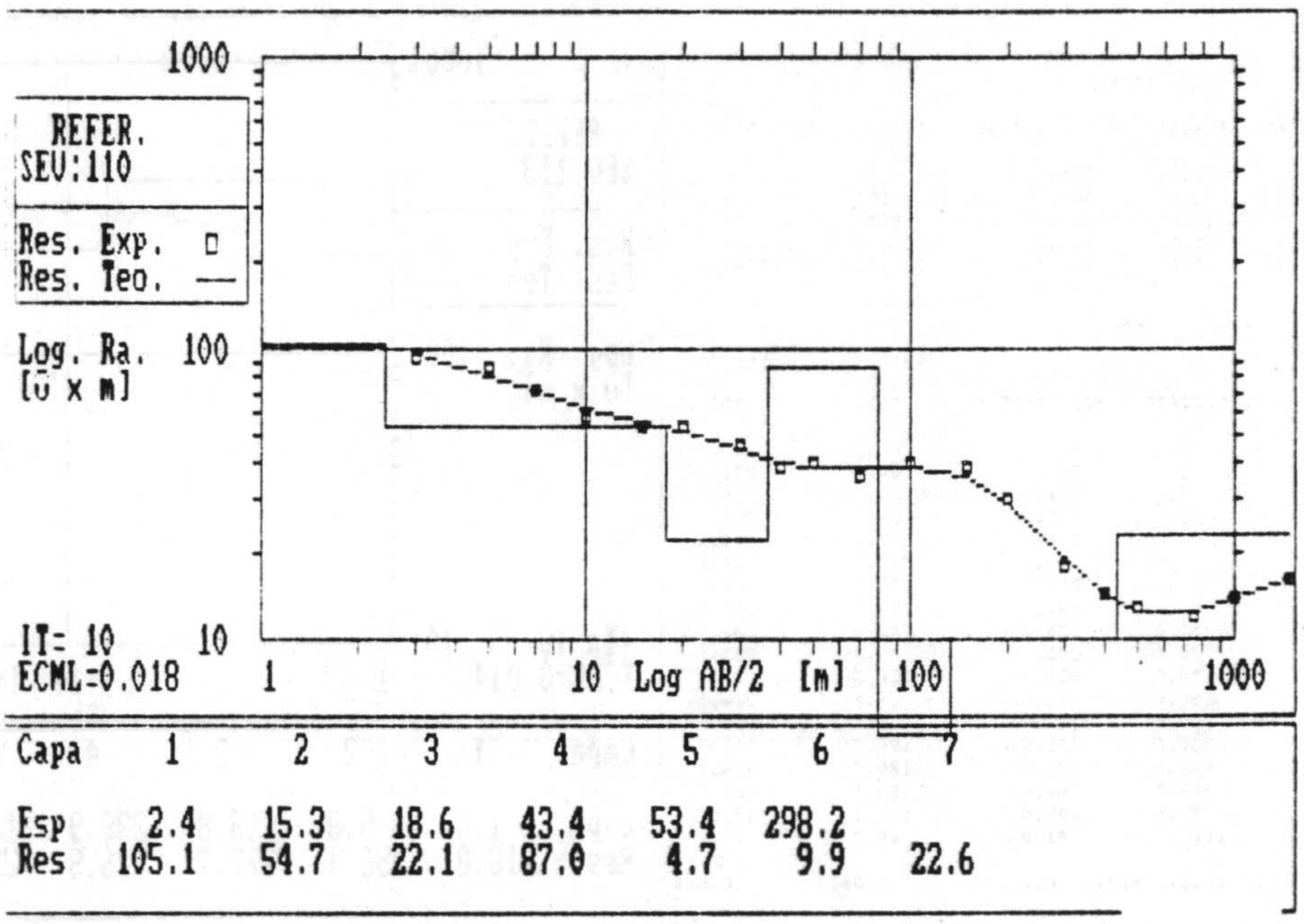
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	48.0	49.9	49.5
5.0	48.0	49.4	49.1
7.0	47.9	48.5	48.3
10.0	47.8	46.2	46.1
15.0	44.0	40.8	40.9
20.0	35.0	35.8	35.7
30.0	27.5	29.4	28.6
40.0	28.0	27.5	26.4
50.0	26.0	28.0	26.8
70.0	29.5	30.4	29.2
100.0	31.9	33.2	32.1
150.0	32.0	33.4	32.5
200.0	29.5	30.5	30.0
300.0	23.5	23.3	23.3
400.0	18.0	17.9	18.1
500.0	16.0	14.9	15.2
750.0	13.0	12.9	13.2
1000.0	13.5	13.9	14.2
1500.0	15.5	16.5	15.2
Error cuadr. medio log.		0.018	0.013



SEV: 110

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	100.00	2.41	105.12
2	10.00	54.00	15.34	54.74
3	40.00	34.00	18.56	22.12
4	40.00	75.00	43.42	87.00
5	60.00	20.00	53.45	4.72
6	300.00	6.00	298.16	9.89
7		30.00		22.58

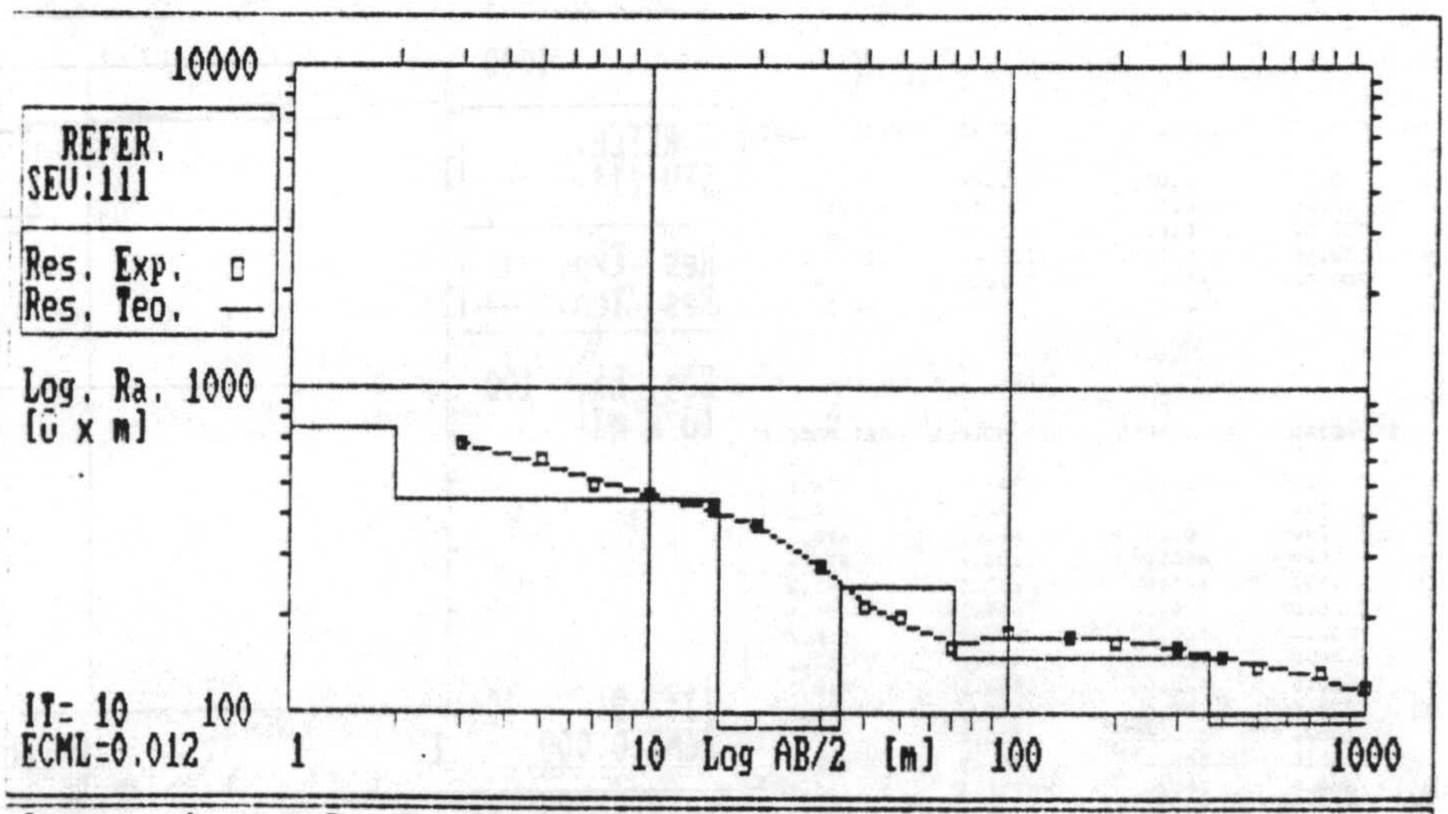
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	92.0	94.9	95.8
5.0	87.5	84.8	81.8
7.0	72.5	75.2	71.4
10.0	58.0	65.1	62.5
15.0	54.8	55.9	55.7
20.0	55.0	50.7	51.6
30.0	46.2	44.5	45.3
40.0	39.0	41.2	41.0
50.0	40.0	39.8	39.4
70.0	36.0	39.4	39.2
100.0	40.0	39.8	39.7
150.0	39.0	37.8	35.9
200.0	30.3	33.1	29.6
300.0	18.0	22.9	19.2
400.0	14.3	15.9	14.1
500.0	13.0	12.8	12.5
750.0	12.1	11.4	12.6
1000.0	14.0	12.7	13.9
1500.0	16.0	15.8	16.1
Error cuadr. medio log.		0.036	0.018



SEV: 111

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ITER= 0 ESPESOR	ITER= 10 RESISTIVIDAD
1	2.00	700.00	1.97	746.60
2	10.00	400.00	13.65	452.25
3	50.00	150.00	18.31	89.71
4	50.00	250.00	36.42	248.66
5	250.00	130.00	292.61	149.98
6		110.00		94.46

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	668.0	666.4	667.4
5.0	600.0	600.9	577.9
7.0	498.0	536.9	521.5
10.0	470.0	465.5	473.4
15.0	420.0	387.7	421.8
20.0	385.0	332.2	372.0
30.0	279.0	255.6	280.9
40.0	210.0	211.5	218.2
50.0	195.0	189.8	187.7
70.0	161.0	174.2	168.1
100.0	178.0	172.7	168.8
150.0	170.0	175.3	171.9
200.0	165.0	172.9	166.8
300.0	161.0	161.1	158.9
400.0	149.0	149.6	150.4
500.0	136.0	141.1	142.9
750.0	135.0	126.4	127.7
1000.0	120.0	122.1	117.5
Error cuadr. medio log.		0.026	0.012

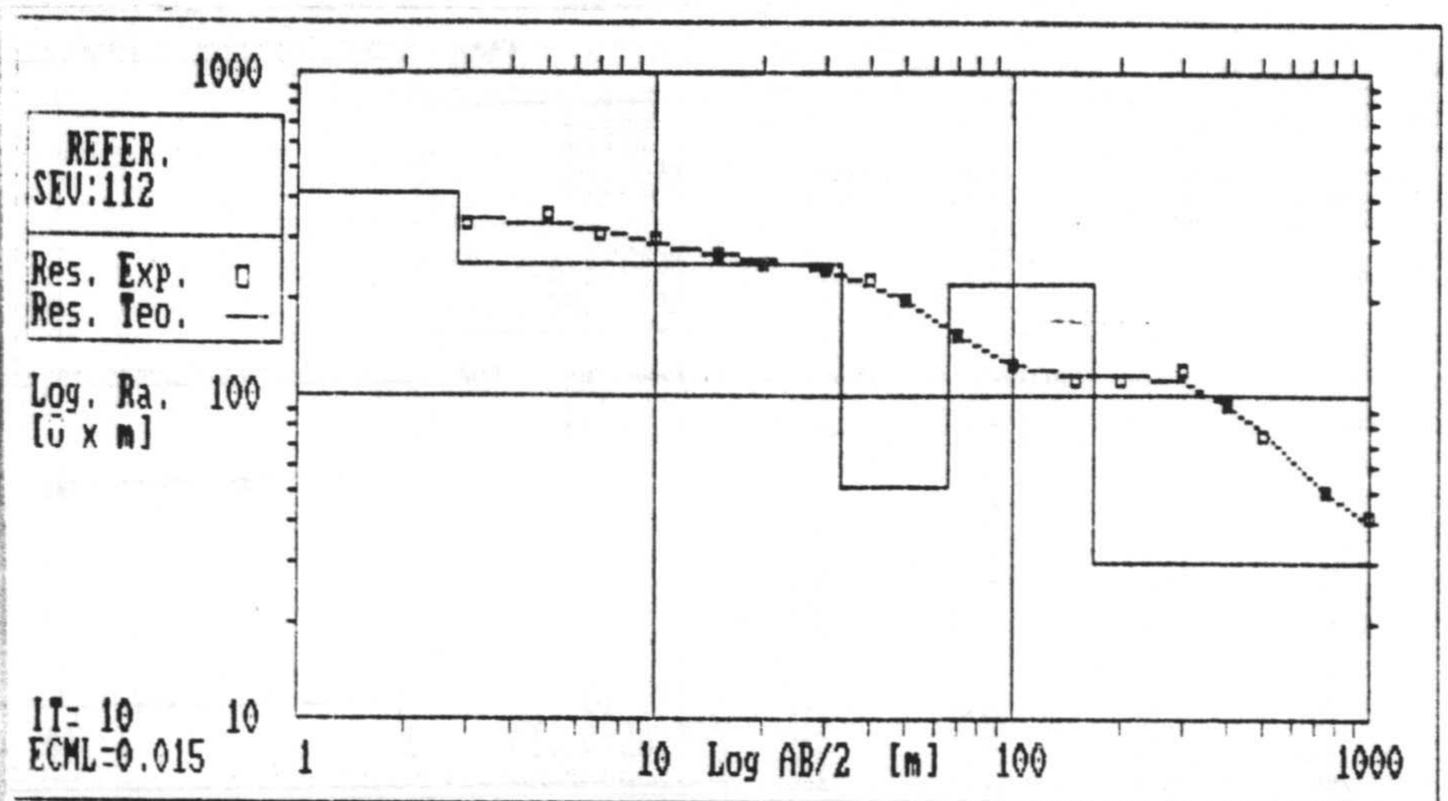


SE.: 111

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 10	
1	1.00	300.00	0.88	291.55
2	3.00	380.00	1.96	415.21
3	24.00	250.00	30.20	259.19
4	70.00	90.00	32.74	51.86
5	120.00	200.00	101.48	224.27
6		25.00		30.75

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	339.0	335.9	346.7
5.0	361.0	339.7	341.9
7.0	315.0	328.1	325.7
10.0	306.0	306.2	299.6
15.0	270.0	276.4	275.9
20.0	255.0	259.9	262.3
30.0	245.0	233.6	241.2
40.0	230.0	209.4	220.1
50.0	200.0	185.9	195.0
70.0	155.0	151.9	155.6
100.0	126.0	126.6	125.7
150.0	111.0	117.1	115.9
200.0	112.0	117.0	116.4
300.0	120.0	112.8	110.0
400.0	93.0	99.6	94.2
500.0	76.0	83.3	77.6
750.0	51.0	53.0	51.3
1000.0	42.0	39.0	40.5

Error cuadr. medio log. 0.026 0.015



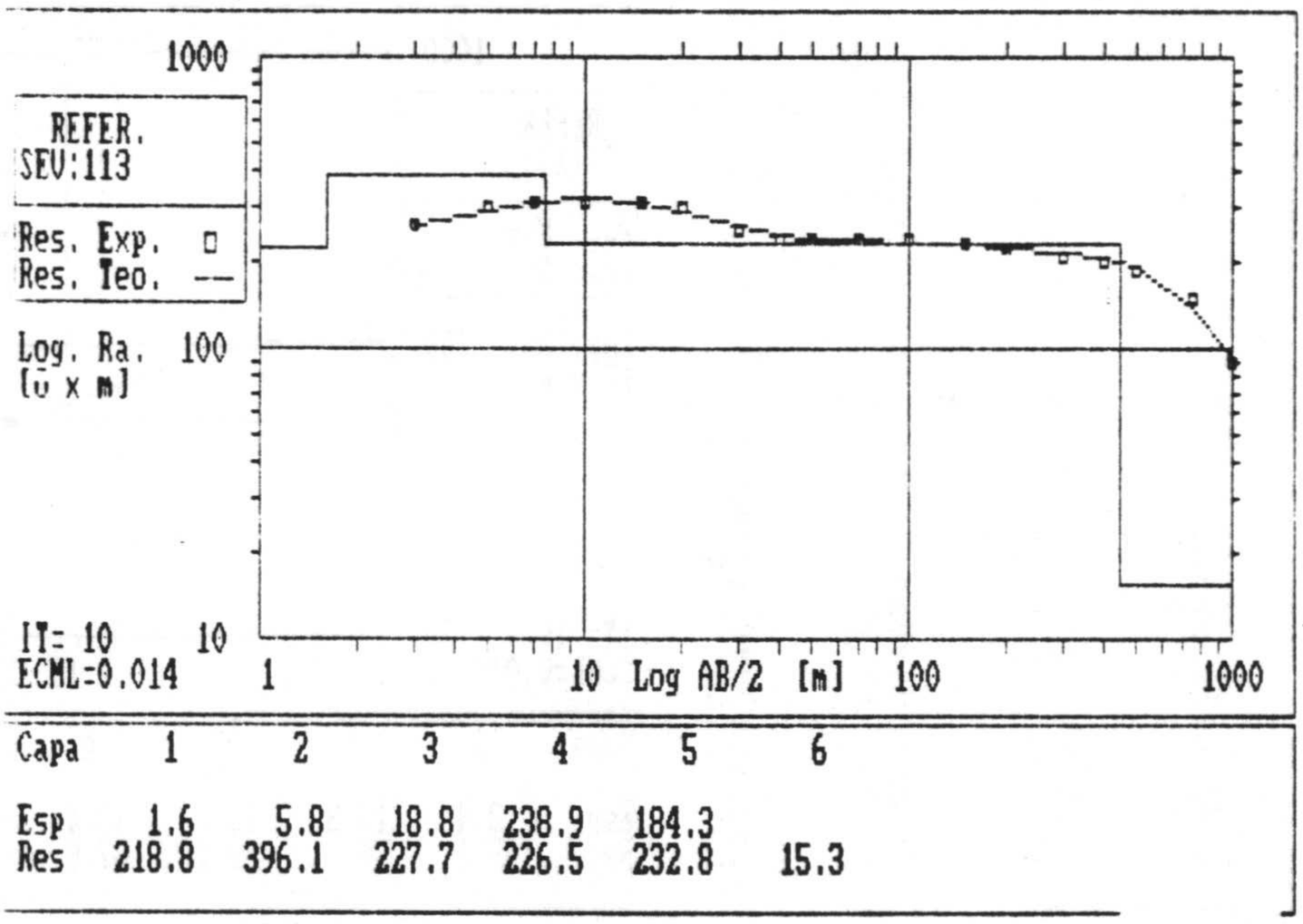
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.9	2.0	30.2	32.7	101.5	
Res	292.6	415.2	259.2	51.9	224.3	30.8

SE.: 113

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 10	
1	1.50	215.00	1.61	218.78
2	6.00	400.00	5.85	396.08
3	10.00	260.00	18.75	227.71
4	200.00	220.00	238.91	226.50
5	150.00	200.00	184.32	232.84
6		20.00		15.34

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	260.0	263.5	260.4
5.0	300.0	304.4	298.5
7.0	316.0	316.0	316.5
10.0	320.0	326.2	326.2
15.0	318.0	317.4	315.7
20.0	310.0	310.2	294.1
30.0	255.0	279.3	264.5
40.0	240.0	259.1	248.4
50.0	235.0	247.0	240.3
70.0	240.0	234.4	233.0
100.0	239.0	226.3	229.4
150.0	231.0	219.8	226.5
200.0	220.0	214.0	223.4
300.0	205.0	199.7	215.7
400.0	195.0	180.3	204.8
500.0	186.0	156.5	186.9
750.0	148.0	100.1	138.7
1000.0	91.0	64.3	93.7

Error cuadr. medio log. 0.067 0.014



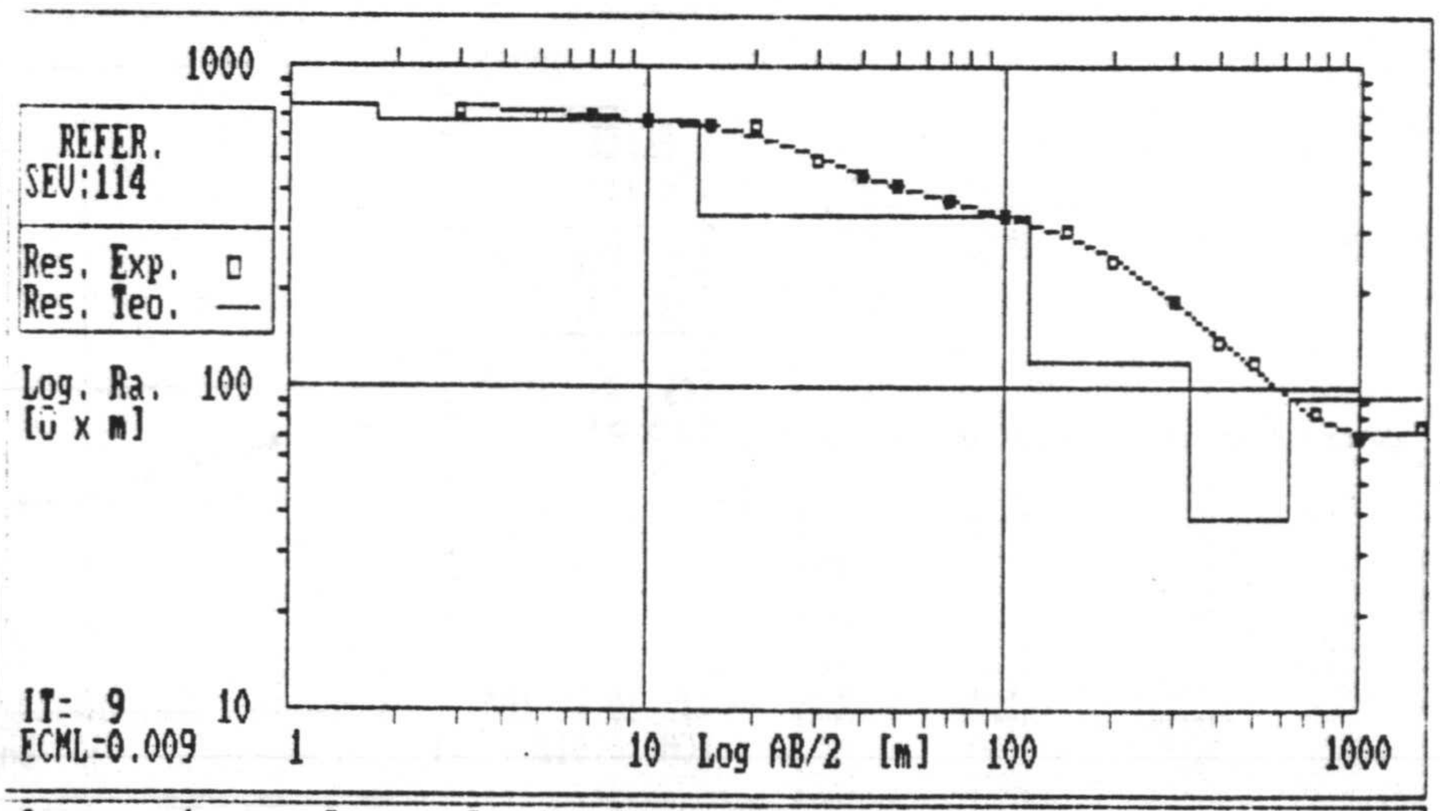
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.6	5.8	18.8	238.9	184.3	
Res	218.8	396.1	227.7	226.5	232.8	15.3

SE.: 114

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 9	
1	2.00	775.00	1.76	755.04
2	17.00	650.00	12.14	685.12
3	130.00	310.00	103.36	345.82
4	200.00	100.00	215.61	121.71
5	300.00	40.00	301.30	39.09
6		100.00		94.32

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	730.0	744.8	736.6
5.0	710.0	710.1	714.3
7.0	700.0	686.2	698.1
10.0	680.0	663.6	678.4
15.0	645.0	637.5	641.6
20.0	640.0	609.7	600.5
30.0	500.0	546.2	518.6
40.0	450.0	484.6	457.2
50.0	420.0	436.0	418.2
70.0	380.0	375.6	375.0
100.0	340.0	330.8	341.3
150.0	305.0	291.5	297.6
200.0	250.0	257.6	255.5
300.0	185.0	196.0	187.4
400.0	140.0	149.0	142.6
500.0	120.0	117.4	114.1
750.0	83.0	82.4	82.0
1000.0	70.0	73.1	72.7
1500.0	74.0	74.4	71.7

Error cuadr. medio log. 0.017 0.009

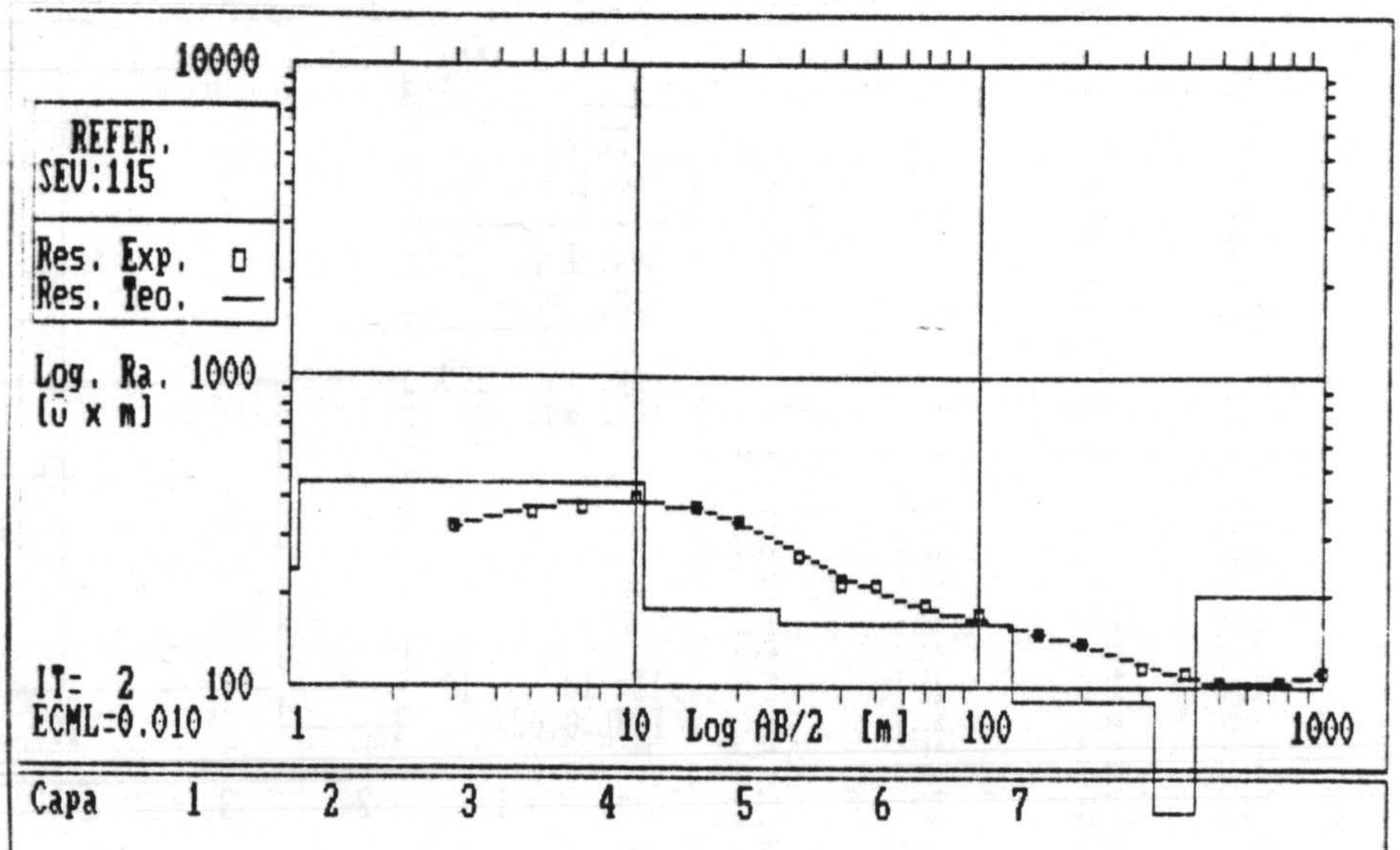


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.8	12.1	103.4	213.6	301.3	
Res	759.0	685.1	345.8	121.7	39.1	94.3

SEV: 115

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 2	
1	1.20	240.00	1.06	240.01
2	9.00	450.00	9.46	450.04
3	16.00	180.00	15.84	180.09
4	100.00	160.00	99.71	159.72
5	200.00	90.00	200.02	89.49
6	100.00	40.00	100.11	39.63
7		200.00		199.88

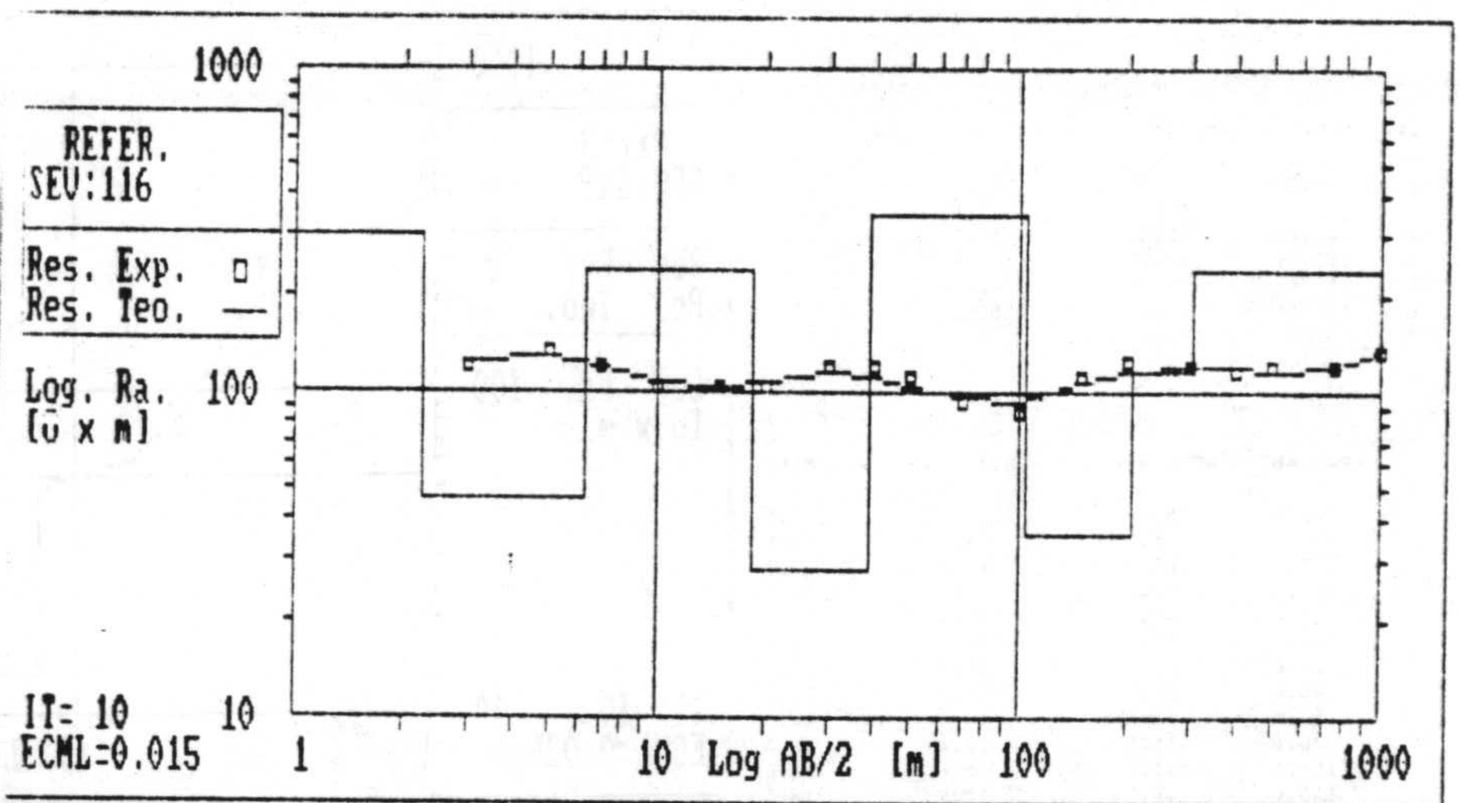
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 2 RES.MODELO
3.0	330.0	315.7	327.6
5.0	370.0	362.5	373.2
7.0	380.0	384.0	391.8
10.0	410.0	390.4	397.5
15.0	380.0	367.4	373.6
20.0	335.0	331.6	337.1
30.0	268.0	266.9	271.1
40.0	215.0	225.5	228.2
50.0	211.0	202.4	204.1
70.0	185.0	179.6	180.1
100.0	170.0	165.3	165.3
150.0	146.0	151.3	151.1
200.0	136.0	139.5	139.1
300.0	115.0	120.3	119.8
400.0	110.0	108.1	107.5
500.0	103.0	102.7	102.1
750.0	102.0	104.1	103.6
1000.0	111.0	111.5	111.4
Error cuadr. medio log.		0.017	0.010



SEV: 116

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 10	
1	1.20	90.00	0.86	67.15
2	1.00	300.00	1.38	305.38
3	12.00	90.00	4.02	46.52
4	14.00	200.00	11.91	238.71
5	30.00	35.00	20.71	28.20
6	80.00	350.00	64.80	356.50
7	100.00	40.00	101.73	36.84
8	100.00	110.00	95.42	114.31
9		200.00		237.61

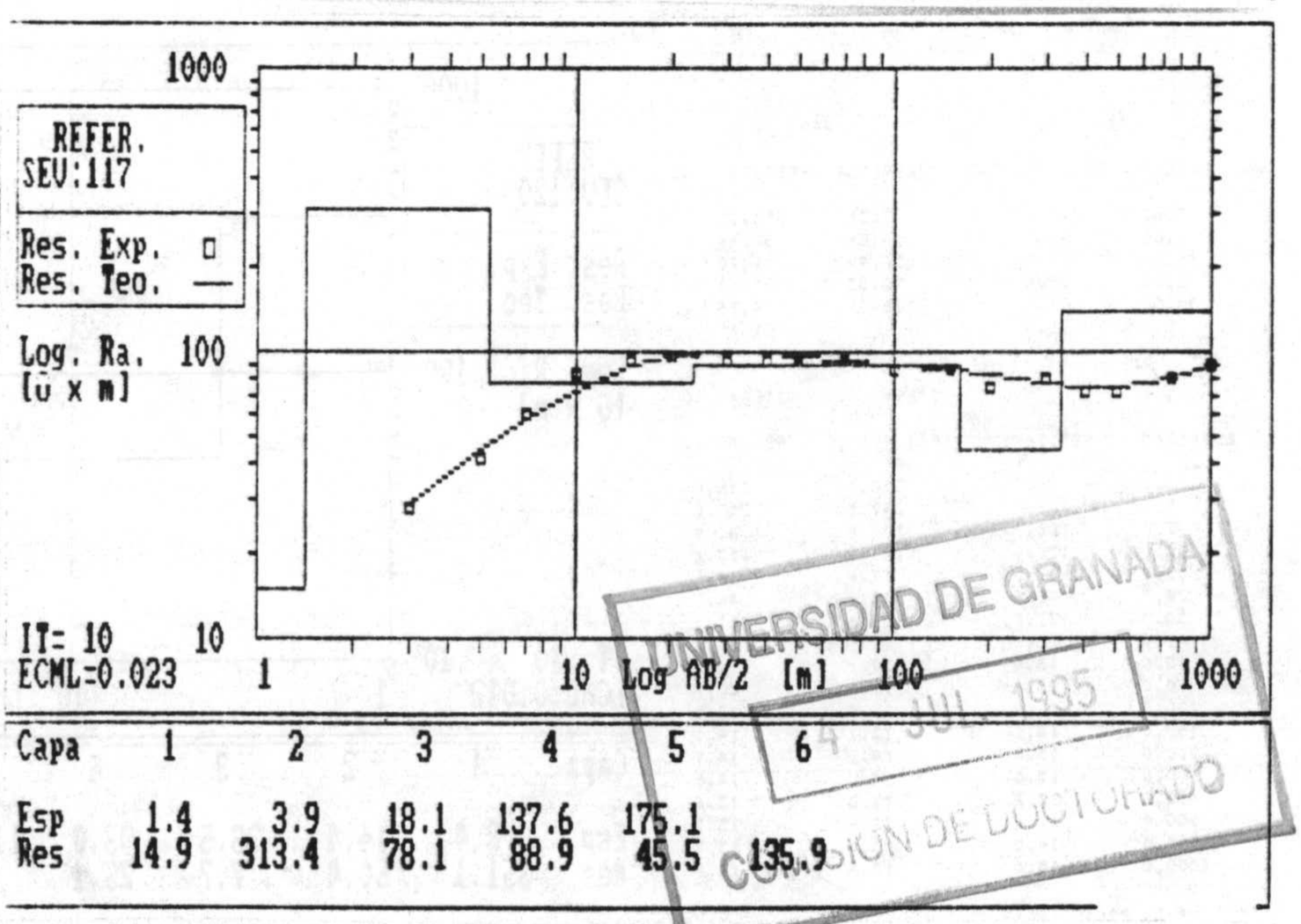
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	120.0	125.7	123.6
5.0	130.0	132.7	128.9
7.0	120.0	126.9	119.0
10.0	105.0	116.2	106.8
15.0	103.0	106.8	103.6
20.0	103.0	104.9	106.1
30.0	116.0	107.9	114.3
40.0	120.0	109.2	110.9
50.0	110.0	106.5	103.9
70.0	92.0	99.5	95.1
100.0	88.0	94.9	94.6
150.0	112.0	101.2	106.6
200.0	123.0	111.0	116.3
300.0	118.0	123.0	121.7
400.0	117.0	124.8	118.7
500.0	115.0	123.6	116.7
750.0	120.0	124.0	121.5
1000.0	134.0	129.8	132.7
Error cuadr. medio log.		0.028	0.015



SEV: 117

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER=	ITER= 1	
1	1.70	15.00	1.41	14.91
2	5.00	330.00	3.92	310.38
3	45.00	85.00	18.17	78.11
4	150.00	75.00	137.61	86.87
5	180.00	45.00	175.09	45.54
6		150.00		135.91

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	28.0	30.8	29.3
5.0	42.0	45.5	44.7
7.0	60.0	58.1	57.8
10.0	83.0	72.8	72.8
15.0	93.0	88.2	88.6
20.0	96.0	96.0	96.6
30.0	94.0	100.3	100.6
40.0	92.0	98.6	98.7
50.0	96.0	95.8	96.0
70.0	94.0	90.7	91.9
100.0	87.0	85.4	86.8
150.0	88.0	80.4	86.1
200.0	75.0	77.2	80.3
300.0	82.0	77.9	77.6
400.0	73.0	70.9	74.4
500.0	72.0	71.5	74.5
750.0	82.0	78.5	81.1
1000.0	90.0	87.4	89.3
Error cuadr. medio log.		0.028	0.023

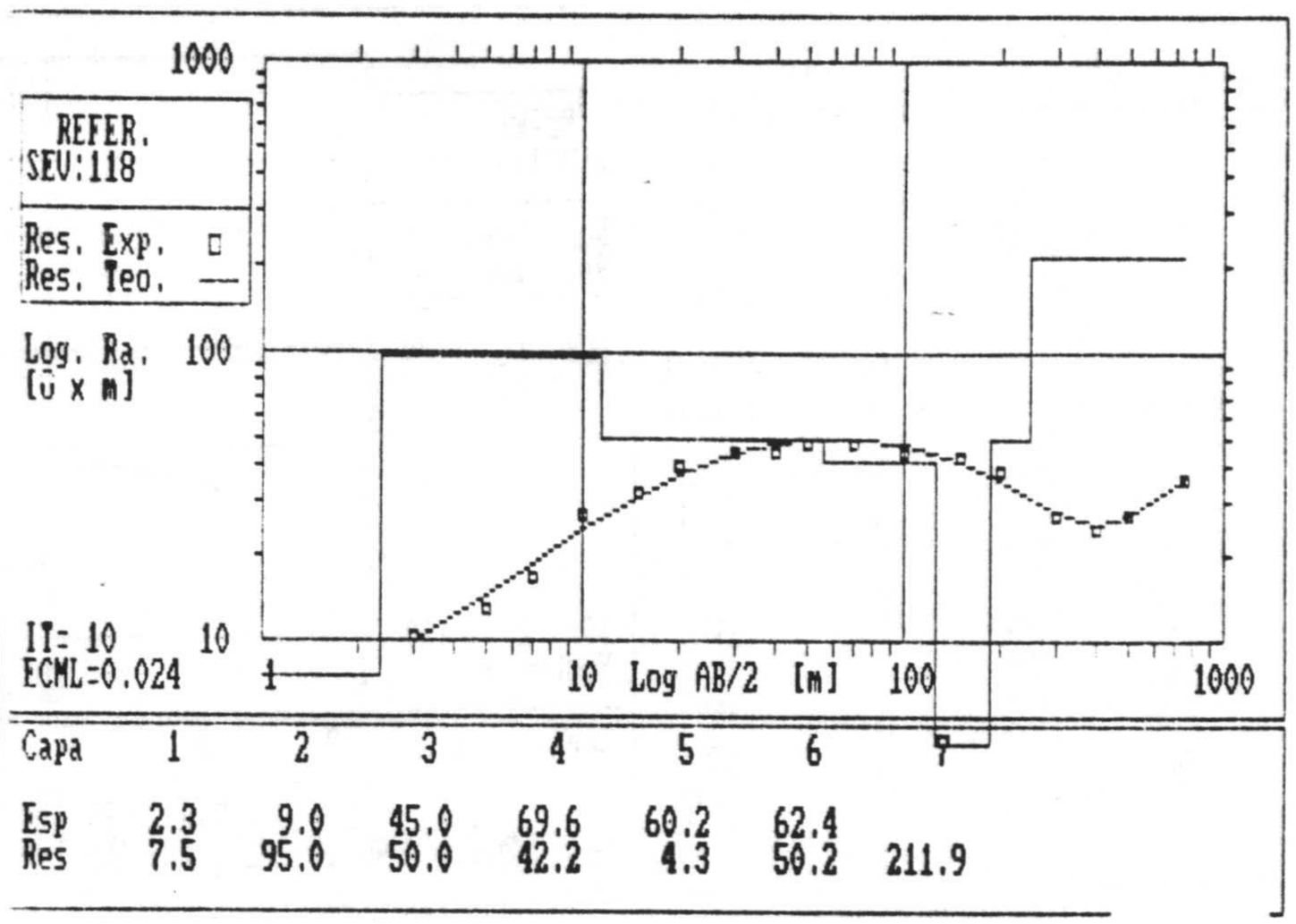


UNIVERSIDAD DE GRANADA
4 JUL 1995
COMISION DE DOCTORADO

SE.: 118

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.40	7.50	2.32	7.45
2	9.00	95.00	9.00	95.00
3	45.00	50.00	45.00	50.00
4	70.00	45.00	69.55	42.27
5	60.00	4.50	60.23	4.33
6	65.00	50.00	62.37	50.23
7		200.00		211.93

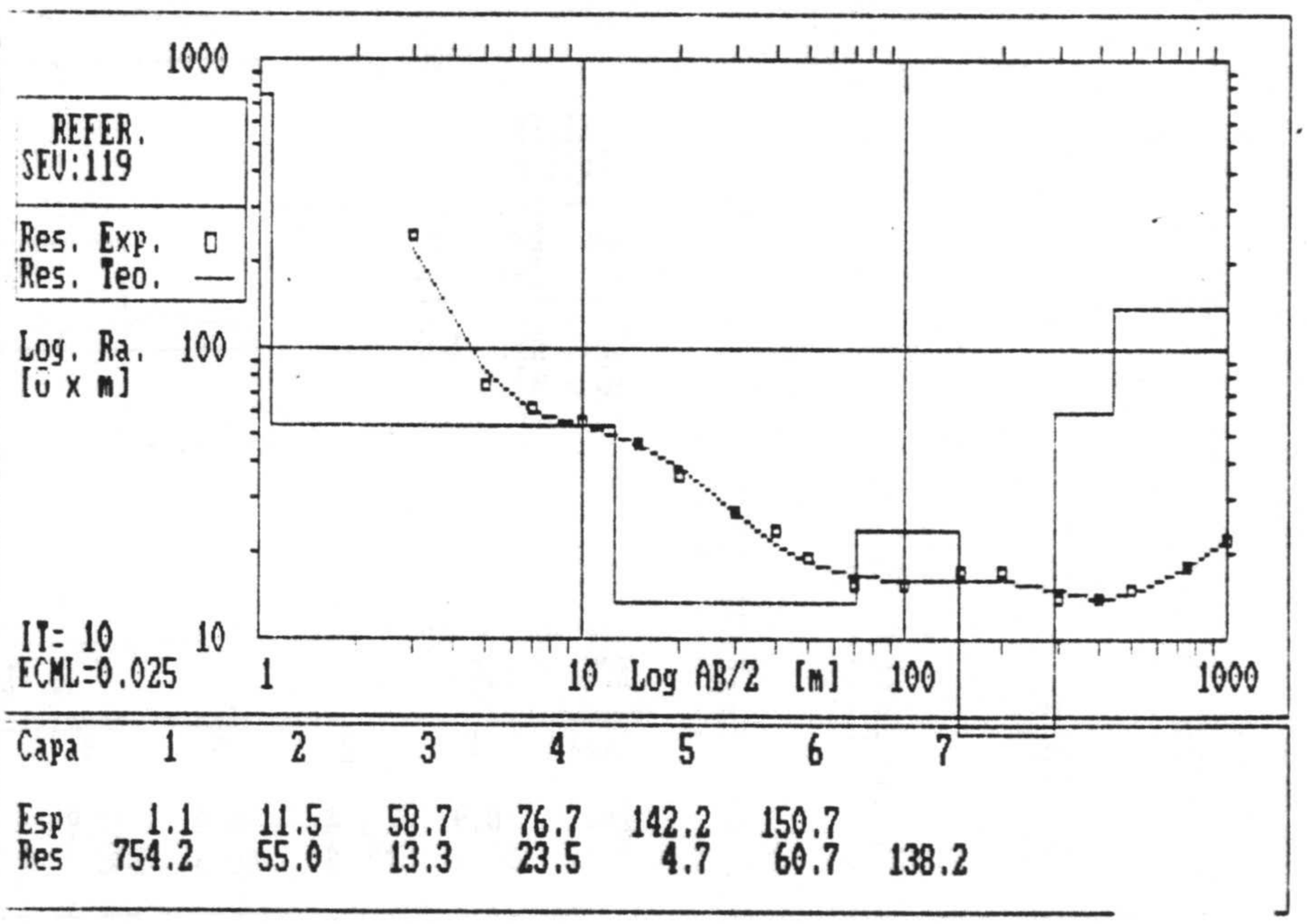
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	10.2	9.9	10.0
5.0	13.0	14.0	14.2
7.0	16.8	18.1	18.4
10.0	23.0	23.8	24.2
15.0	33.0	31.5	31.9
20.0	41.0	37.2	37.6
30.0	45.0	44.4	44.8
40.0	46.0	48.2	48.4
50.0	48.0	49.8	50.0
70.0	48.5	50.4	50.3
100.0	45.0	48.5	48.0
150.0	43.0	43.0	41.8
200.0	39.0	37.3	35.9
300.0	27.0	29.2	28.0
400.0	25.0	27.0	25.9
500.0	27.0	28.6	27.6
750.0	36.5	36.8	36.0
Error cuadr. medio log.		0.026	0.024



SE.: 119

	ITER= 0		ITER= 11	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.30	550.00	1.09	754.16
2	11.00	55.00	11.46	55.04
3	40.00	12.00	58.70	13.26
4	100.00	20.00	76.67	23.50
5	150.00	5.00	142.16	4.70
6	150.00	60.00	150.61	60.70
7		150.00		138.24

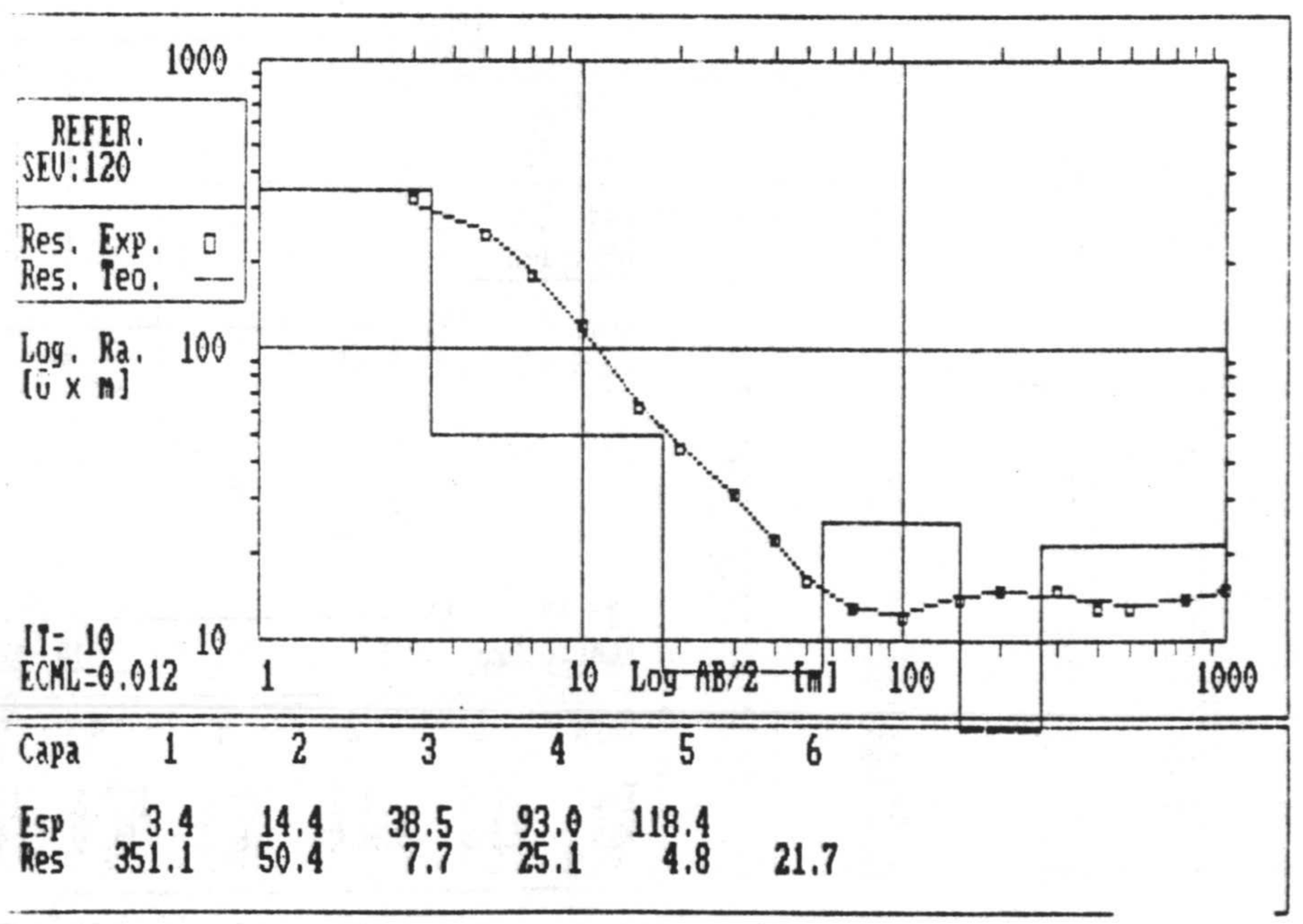
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	250.0	231.4	216.5
5.0	75.0	99.2	80.8
7.0	60.0	66.8	66.3
10.0	56.0	55.3	54.3
15.0	47.0	47.9	47.0
20.0	37.0	40.2	39.2
30.0	27.0	27.8	27.5
40.0	24.0	20.8	21.2
50.0	19.0	17.7	18.3
70.0	15.5	15.6	16.3
100.0	15.3	15.6	16.0
150.0	16.9	15.9	16.2
200.0	17.0	15.6	15.9
300.0	14.0	14.3	14.6
400.0	14.0	13.7	14.0
500.0	15.0	14.2	14.4
750.0	17.5	17.6	17.7
1000.0	22.0	22.0	22.0
Error cuadr. medio log.		0.039	0.025



SE.: 120

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.50	340.00	3.38	351.17
2	17.00	40.00	14.39	50.44
3	45.00	8.00	38.45	7.70
4	110.00	22.00	93.03	25.11
5	130.00	5.00	118.39	4.85
6		20.00		21.65

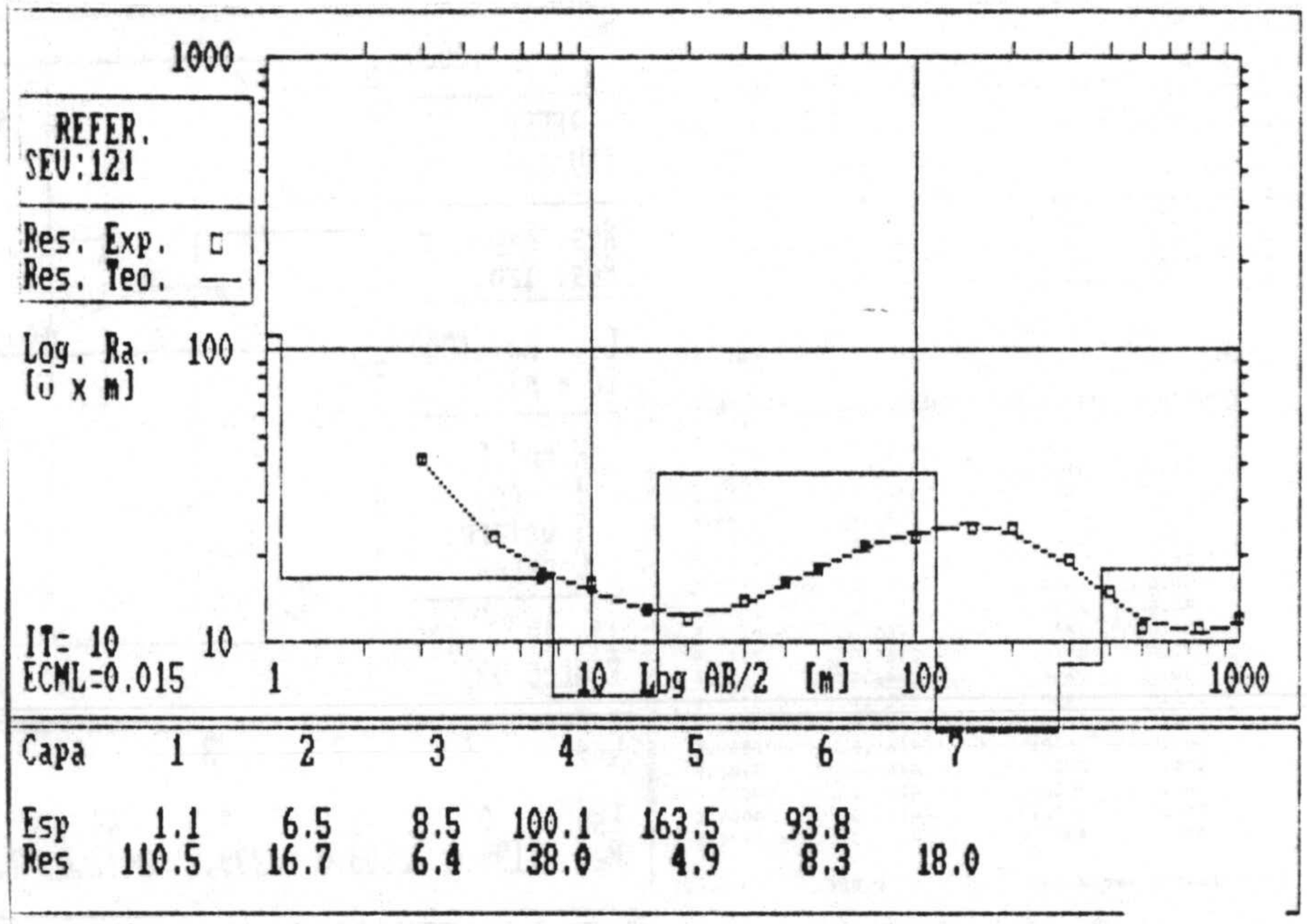
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	325.0	310.5	319.4
5.0	246.0	247.5	250.0
7.0	180.0	177.8	182.9
10.0	120.0	107.0	113.6
15.0	60.0	57.6	64.5
20.0	46.0	41.1	46.7
30.0	32.0	25.6	31.1
40.0	22.0	22.5	21.8
50.0	16.0	17.6	16.5
70.0	13.0	13.2	12.7
100.0	12.0	12.0	12.5
150.0	14.0	13.1	14.1
200.0	15.0	14.0	14.9
300.0	15.0	14.0	14.5
400.0	12.8	13.3	13.6
500.0	12.8	12.9	13.2
750.0	14.0	13.0	13.7
1000.0	15.0	13.8	14.8
Error cuadr. medio log.		0.029	0.012



SE.: 121

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	1.20	100.00	1.11	110.49
2	5.00	15.00	6.54	16.70
3	12.00	9.00	8.49	6.43
4	120.00	35.00	100.09	37.95
5	170.00	5.00	163.46	4.93
6	100.00	6.00	93.84	8.34
-		80.00		18.04

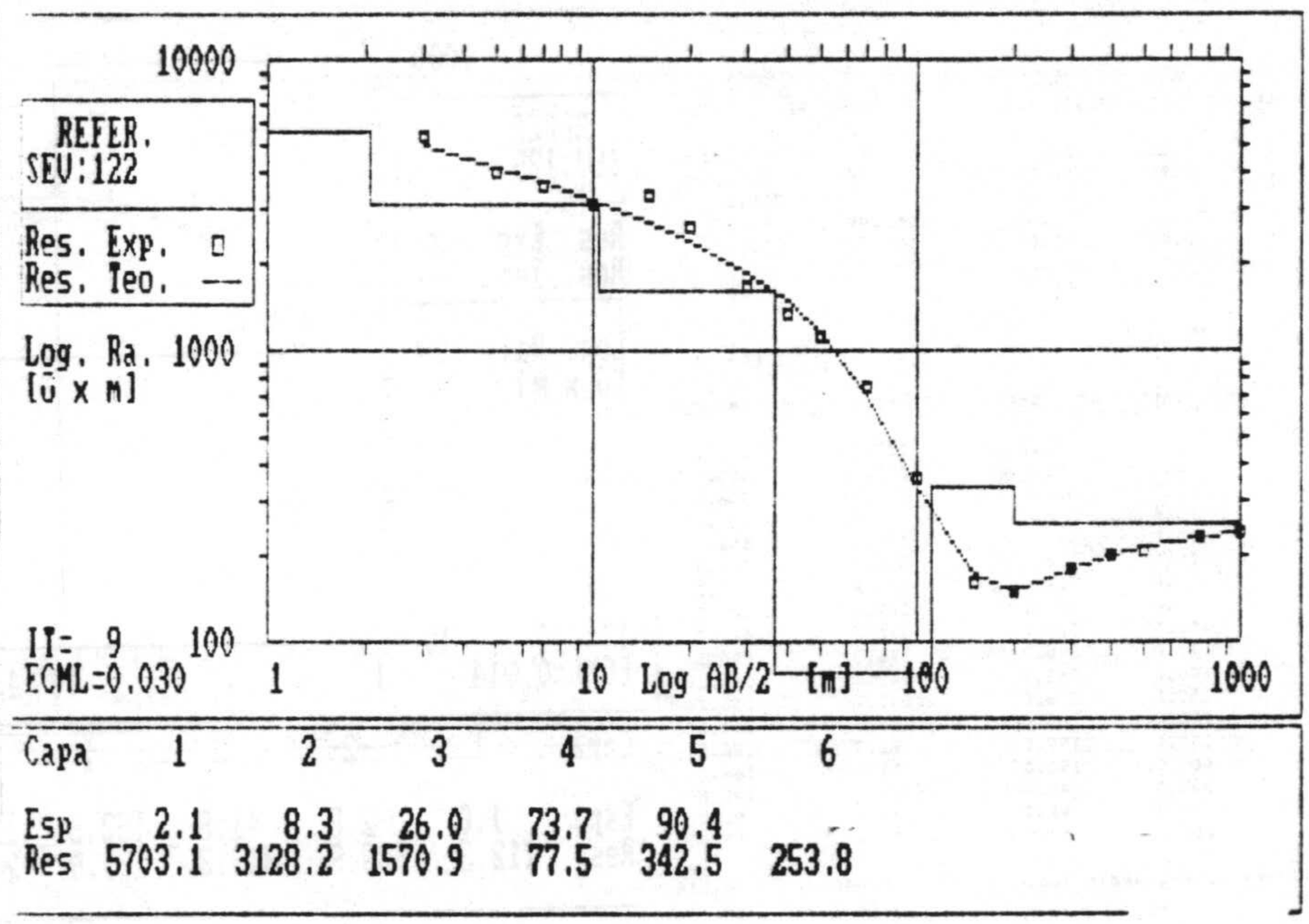
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	42.0	41.3	42.5
5.0	23.0	21.6	22.4
7.0	16.3	16.2	17.6
10.0	16.0	13.8	15.1
15.0	13.0	12.5	13.0
20.0	11.8	12.3	12.4
30.0	14.0	13.8	13.6
40.0	16.0	16.0	15.8
50.0	18.0	18.0	17.9
70.0	21.0	21.0	21.1
100.0	23.0	23.7	24.0
150.0	25.0	25.0	25.1
200.0	25.0	23.8	23.6
300.0	19.0	18.7	18.5
400.0	15.0	14.0	14.2
500.0	11.3	11.4	12.0
750.0	11.1	10.1	10.7
1000.0	12.0	11.6	11.3
Error cuadr. medio log.		0.026	0.015



SE.: 122

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 9
1	2.00	5700.00	2.06	5703.11
2	11.00	3100.00	8.31	3128.22
3	20.00	1600.00	25.95	1570.90
4	70.00	80.00	72.72	77.46
5	100.00	350.00	90.39	342.51
6		250.00		253.76

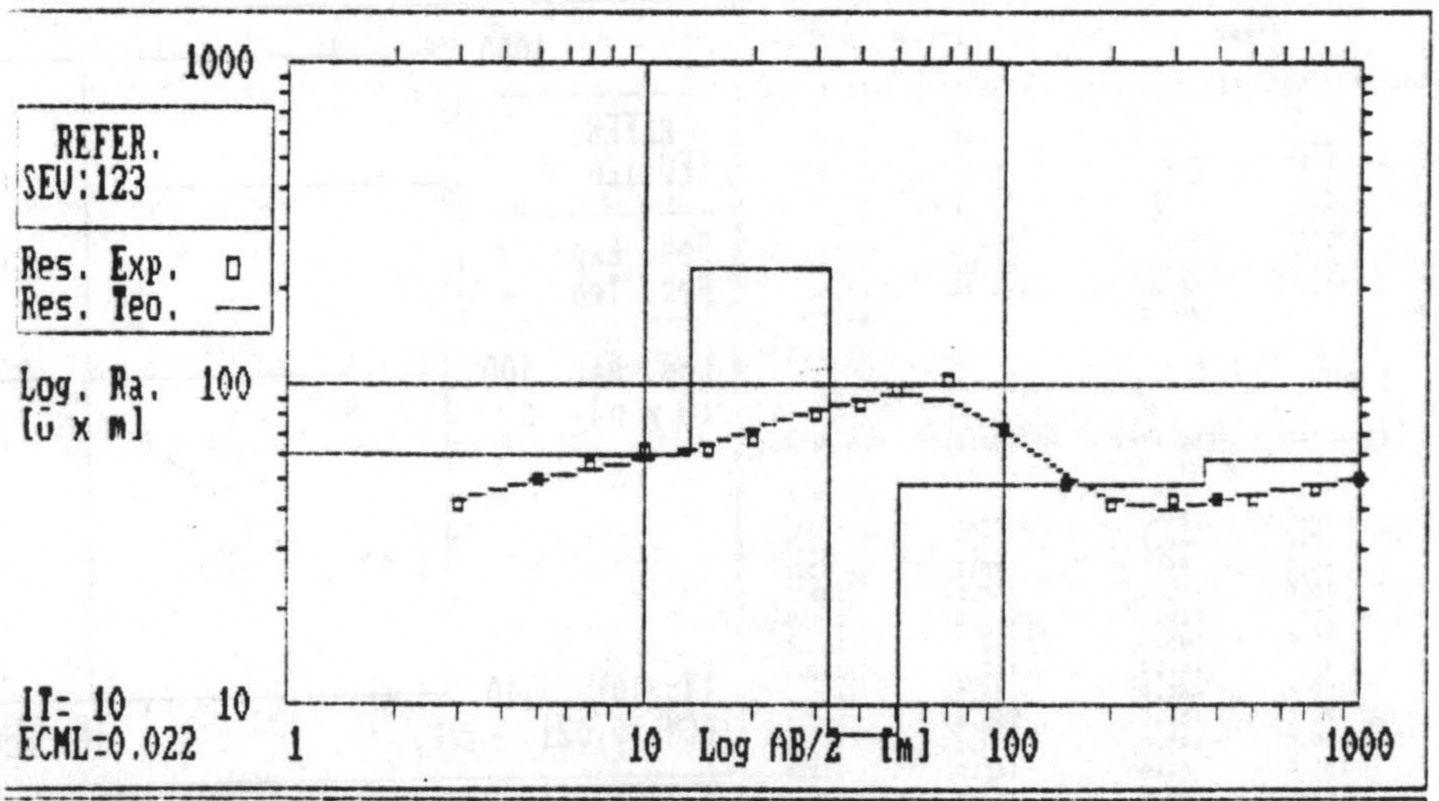
ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 9 RES.MODELO
3.0	5400.0	4997.7	5045.8
5.0	4000.0	4196.9	4250.1
7.0	3600.0	3706.4	3732.4
10.0	3200.0	3303.4	3265.5
15.0	3400.0	2923.7	2779.1
20.0	2600.0	2606.1	2411.7
30.0	1650.0	2035.6	1870.5
40.0	1350.0	1553.6	1482.2
50.0	1100.0	1153.5	1166.4
70.0	750.0	615.5	696.3
100.0	360.0	278.2	336.9
150.0	160.0	155.8	169.0
200.0	150.0	154.4	146.8
300.0	180.0	186.3	176.6
400.0	195.0	205.9	198.1
500.0	205.0	216.4	211.6
750.0	230.0	235.6	230.8
1000.0	240.0	243.5	240.4
Error cuadr. medio log.		0.044	0.030



SE.: 123

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	2.00	40.00	0.69	22.50
2	11.00	65.00	12.67	61.29
3	35.00	150.00	19.38	230.37
4	50.00	15.00	17.89	8.02
5	300.00	45.00	315.49	48.07
6		70.00		59.26

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	42.5	44.9	43.2
5.0	51.0	49.9	50.6
7.0	56.0	54.4	54.9
10.0	62.7	59.5	59.3
15.0	62.8	66.3	65.7
20.0	68.0	72.3	72.0
30.0	81.0	82.7	83.6
40.0	87.5	90.0	91.3
50.0	97.0	93.7	93.8
70.0	107.0	91.6	88.3
100.0	71.5	78.0	71.8
150.0	49.0	55.4	51.5
200.0	42.0	43.6	43.1
300.0	44.0	37.4	41.0
400.0	44.3	39.0	43.2
500.0	44.5	41.4	45.2
750.0	46.5	46.9	48.7
1000.0	50.3	51.1	51.0
Error cuadr. medio log.		0.032	0.022

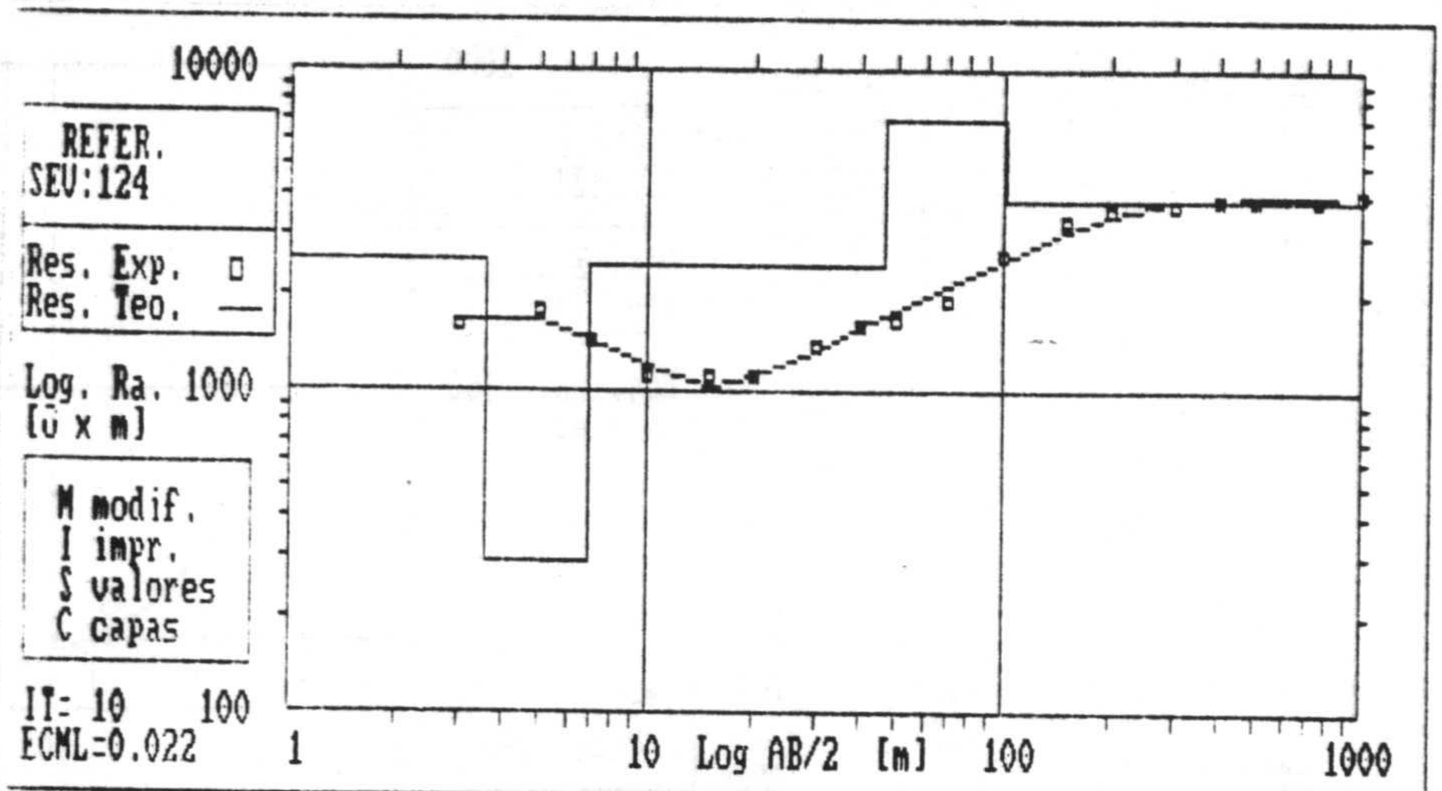


SE.: 124

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	1200.00	0.90	1195.67
2	3.00	2500.00	2.61	2502.03
3	3.50	300.00	3.29	299.46
4	25.00	2500.00	40.08	2472.57
5	75.00	7000.00	54.05	7000.61
6		3900.00		3900.67

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
2.0	1600.0	1668.3	1675.0
3.0	1800.0	1728.9	1664.1
7.0	1450.0	1567.9	1453.1
10.0	1170.0	1290.8	1184.8
15.0	1100.0	1087.6	1043.4
20.0	1120.0	1097.5	1099.3
30.0	1400.0	1323.7	1353.5
40.0	1590.0	1567.4	1590.5
50.0	1650.0	1780.6	1792.9
70.0	1900.0	2164.7	2142.4
100.0	2600.0	2646.8	2580.6
150.0	3400.0	3255.5	3131.6
200.0	3650.0	3656.6	3492.7
300.0	3800.0	4060.8	3859.5
400.0	3900.0	4186.4	3986.8
500.0	3900.0	4202.2	4022.7
750.0	3950.0	4131.0	4009.2
1000.0	4000.0	4060.3	3978.8

Error cuadr. medio log. 0.028 0.022



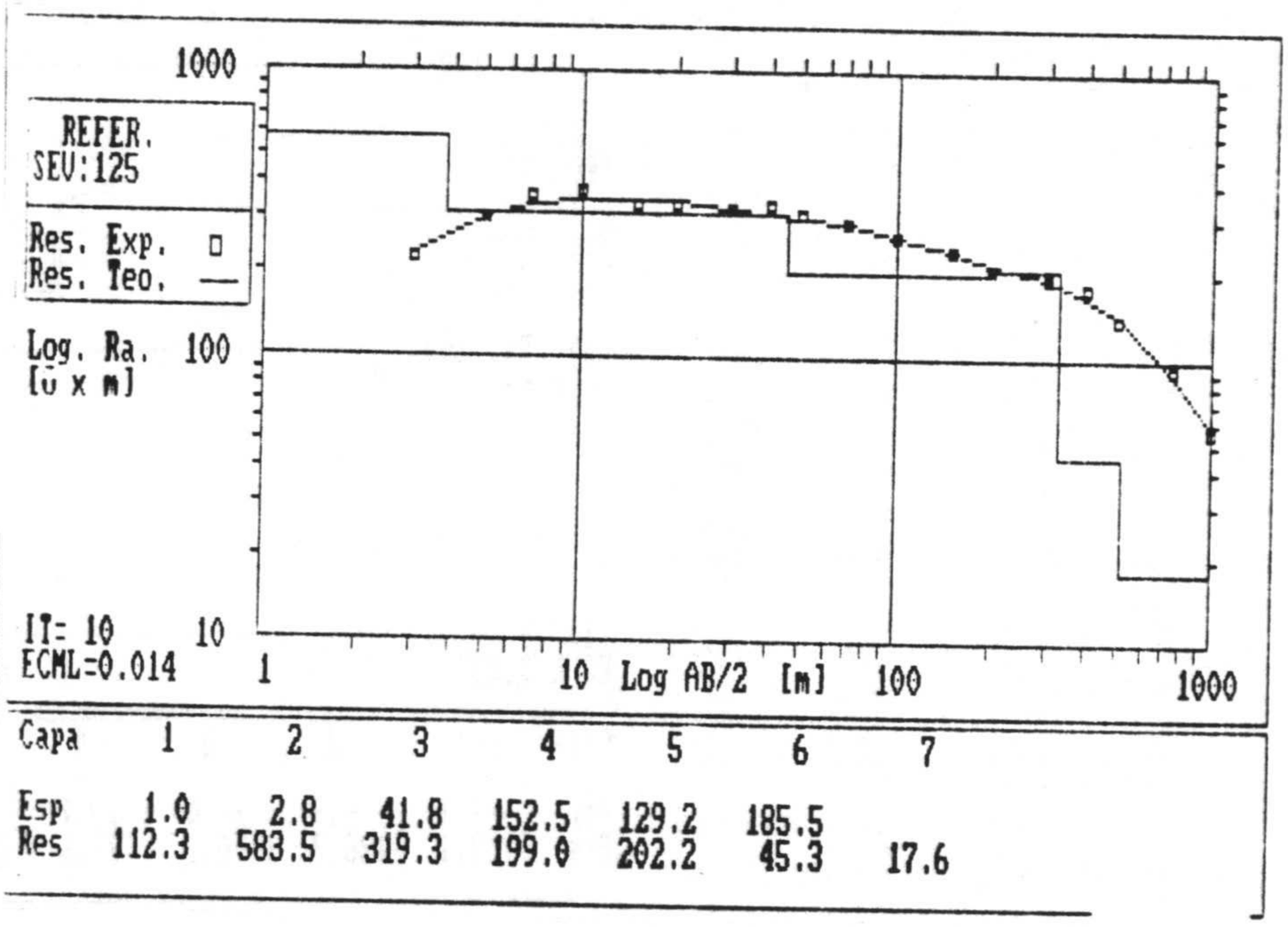
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.9	2.6	3.3	40.1	54.0	
Res	1195.6	2503.0	299.5	2472.6	7000.6	3900.7

SE.: 125

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.30	150.00	0.97	111.26
2	4.00	550.00	2.78	580.51
3	40.00	320.00	41.77	315.28
4	130.00	220.00	152.48	199.03
5	130.00	150.00	129.27	202.18
6	200.00	60.00	185.51	45.33
7		15.00		17.61

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	220.0	237.1	231.2
5.0	300.0	305.2	300.1
7.0	360.0	345.1	336.0
10.0	376.0	371.8	357.2
15.0	340.0	376.3	358.7
20.0	336.0	366.6	349.4
30.0	329.0	344.8	332.3
40.0	340.0	329.6	320.5
50.0	320.0	318.0	310.3
70.0	290.0	298.3	290.5
100.0	260.0	273.7	264.1
150.0	238.0	240.7	233.1
200.0	205.0	221.6	213.8
300.0	190.0	186.7	188.9
400.0	180.0	156.1	166.7
500.0	140.0	127.9	142.8
750.0	92.0	75.4	90.0
1000.0	57.0	47.4	57.6

Error cuadr. medio log. 0.040 0.014



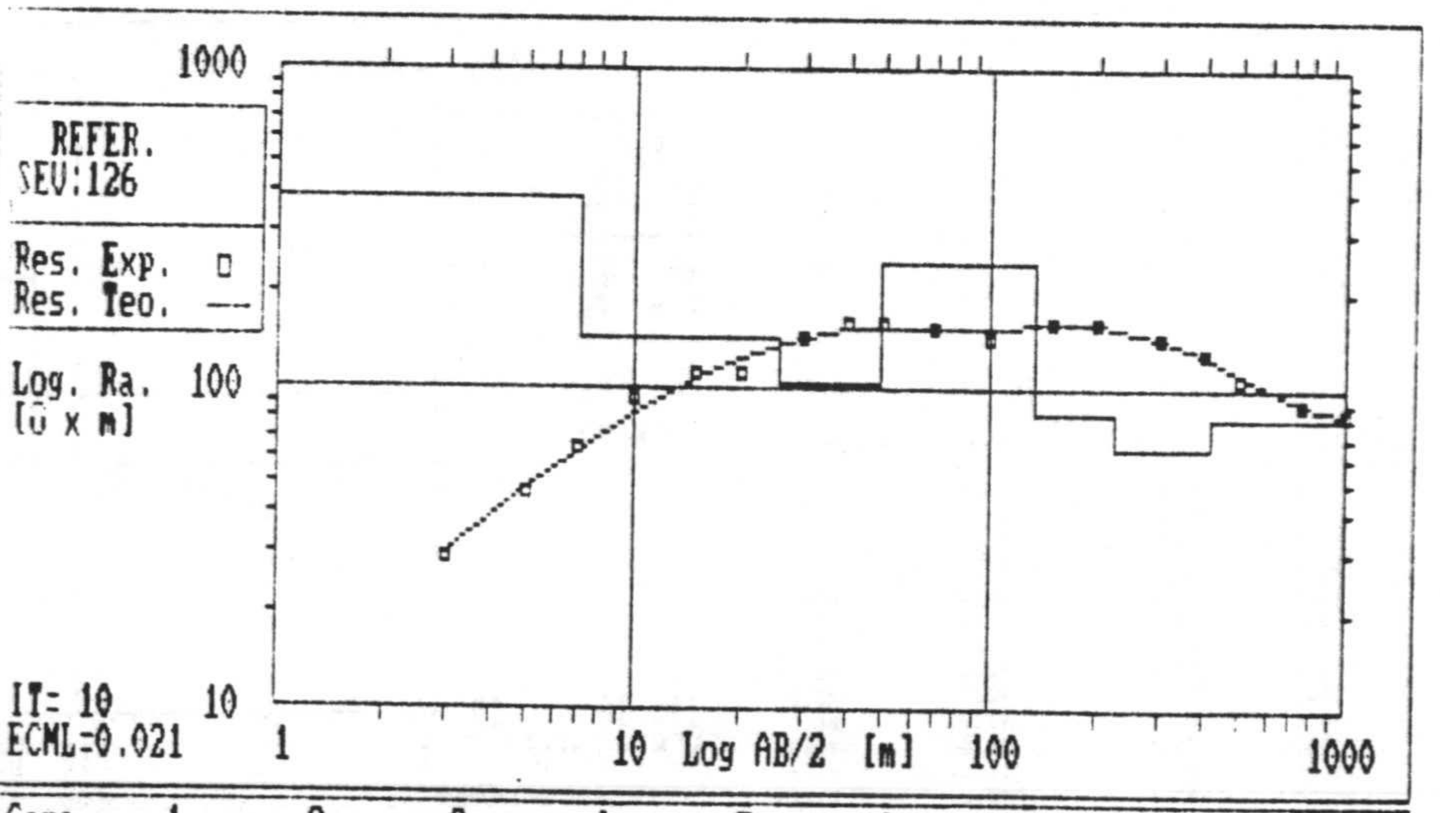
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	2.8	41.8	152.5	129.2	185.5	
Res	112.3	583.5	319.3	199.0	202.2	45.3	17.6

SE.: 126

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	10.00	0.99	10.78
2	8.00	370.00	6.05	395.43
3	15.00	140.00	18.41	143.23
4	30.00	115.00	24.15	102.95
5	100.00	240.00	84.00	250.10
6	100.00	100.00	88.85	82.83
7	200.00	50.00	194.74	64.56
8		70.00		81.11

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	29.0	28.0	30.5
5.0	47.0	44.3	46.1
7.0	66.0	59.1	63.7
10.0	94.0	78.2	83.6
15.0	110.0	103.2	106.6
20.0	110.0	121.3	125.8
30.0	145.0	143.1	145.0
40.0	160.0	152.7	152.1
50.0	160.0	155.9	153.6
70.0	155.0	156.8	153.1
100.0	145.0	157.1	153.6
150.0	161.0	161.2	157.9
200.0	160.0	162.7	157.8
300.0	145.0	153.5	145.0
400.0	130.0	135.4	126.4
500.0	109.0	117.0	110.9
750.0	90.0	88.3	90.3
1000.0	85.0	76.7	83.3

Error cuadr. medio log. 0.034 0.021



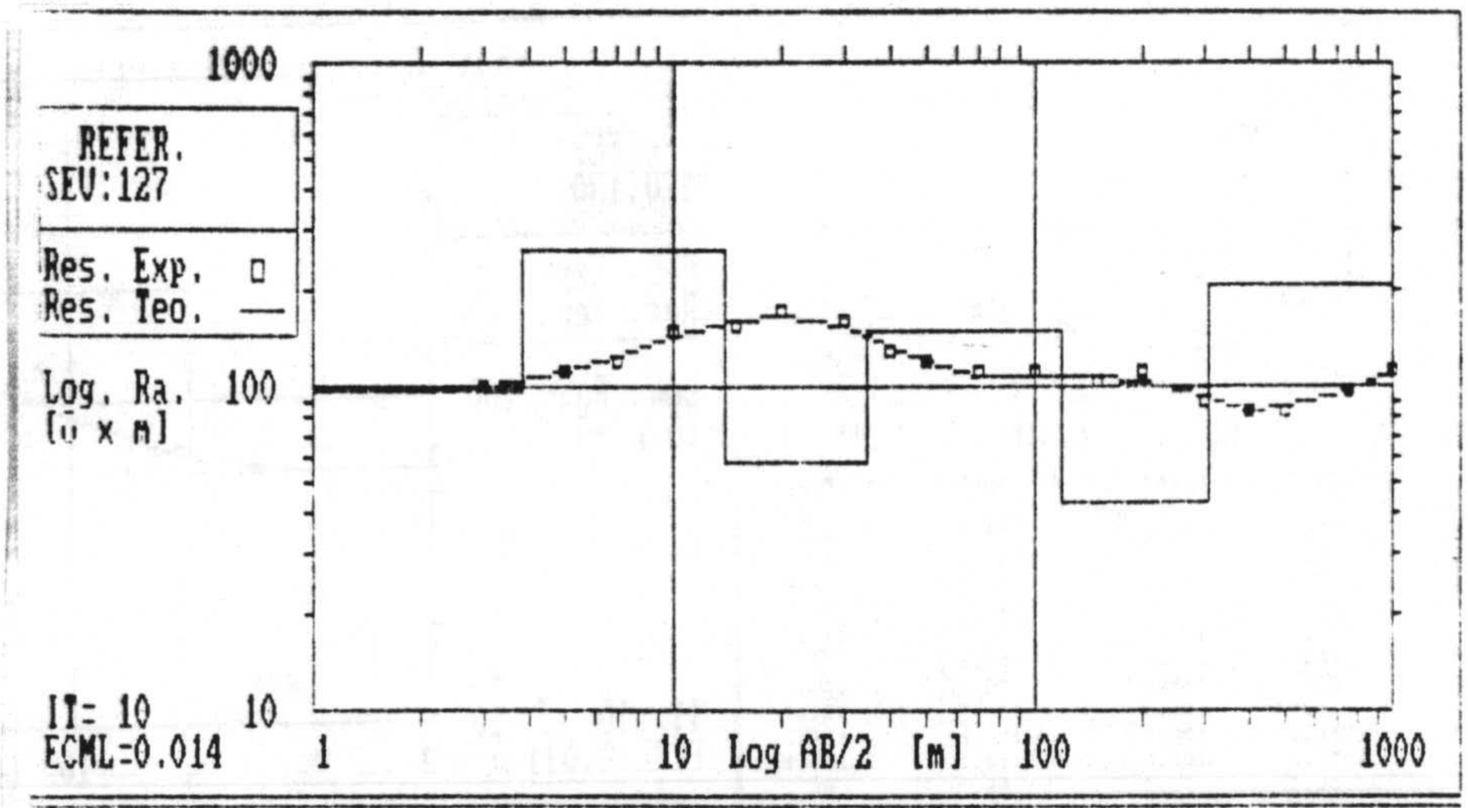
Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.0	6.1	18.4	24.2	84.0	88.8	194.7	
Res	10.8	395.4	143.2	102.9	250.1	82.8	64.6	81.1

SEV: 127

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.00	90.00	3.80	94.80
2	10.00	230.00	10.20	268.44
3	40.00	90.00	20.51	58.67
4	100.00	130.00	85.06	150.41
5	200.00	50.00	188.66	44.37
6		150.00		202.49

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	100.0	97.2	99.3
5.0	110.0	112.6	110.9
7.0	120.0	128.0	124.9
10.0	150.0	145.7	142.4
15.0	155.0	160.3	161.6
20.0	169.0	162.4	165.9
30.0	159.0	150.9	153.6
40.0	127.0	135.5	134.7
50.0	118.0	124.0	121.1
70.0	111.0	112.3	109.3
100.0	110.0	107.6	107.3
150.0	102.0	106.9	108.4
200.0	111.0	104.5	104.5
300.0	91.0	95.4	92.2
400.0	84.0	88.0	85.0
500.0	84.0	85.6	85.1
750.0	96.0	89.9	96.1
1000.0	110.0	98.1	109.9

Error cuadr. medio log. 0.026 0.014



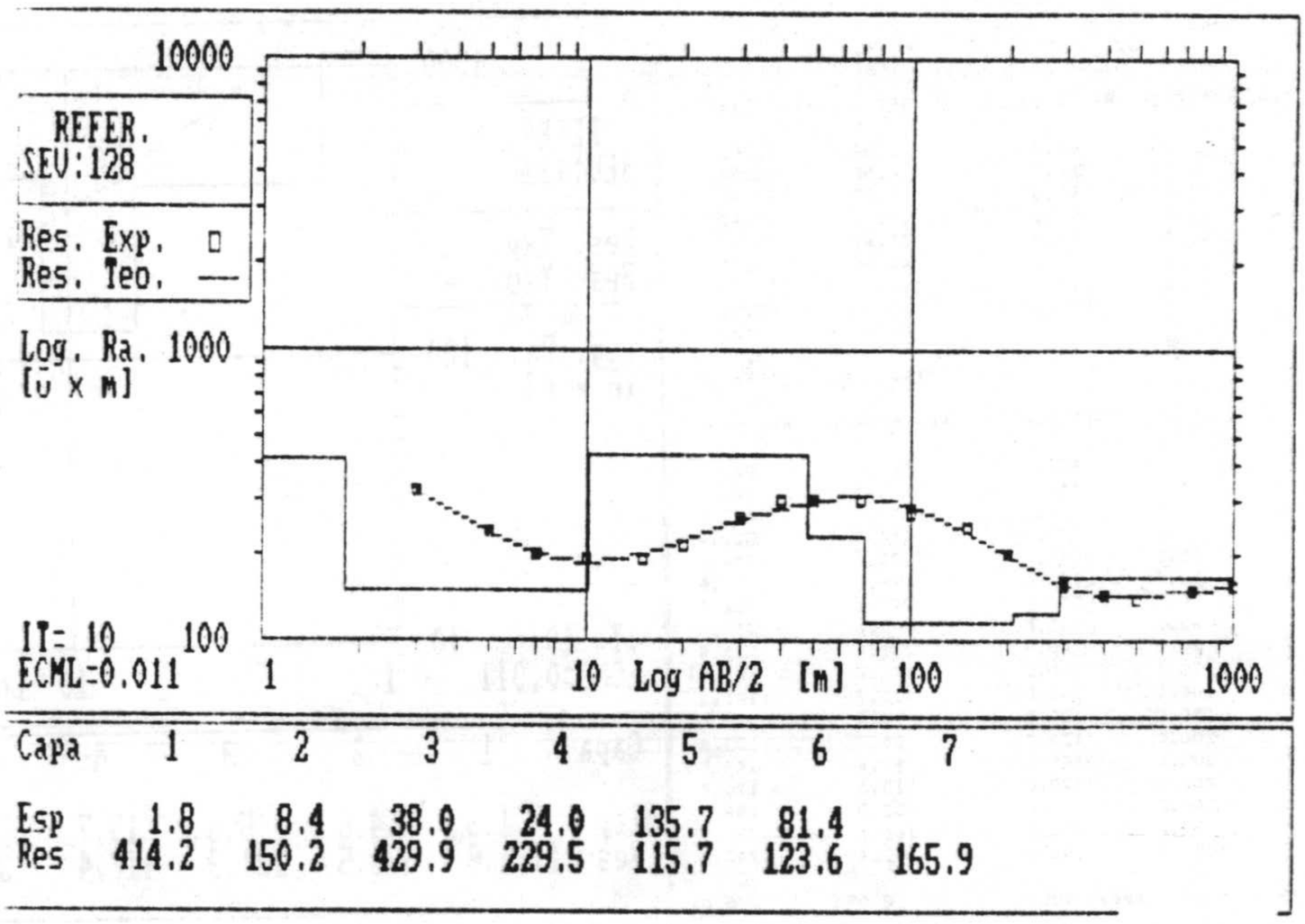
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.8	10.2	20.5	85.1	188.7	
Res	94.8	268.4	58.6	150.4	44.4	202.5

SEV: 128

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	400.00	1.81	414.21
2	8.00	150.00	8.39	150.21
3	40.00	400.00	36.01	429.89
4	25.00	230.00	22.96	229.47
5	150.00	120.00	135.71	115.71
6	100.00	90.00	81.38	123.64
7		165.00		165.91

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	325.0	326.6	321.9
5.0	240.0	248.8	237.4
7.0	196.0	207.8	199.1
10.0	190.0	188.8	184.2
15.0	193.0	196.6	197.7
20.0	210.0	219.1	220.6
30.0	265.0	256.7	260.1
40.0	300.0	282.0	287.3
50.0	310.0	297.0	303.4
70.0	310.0	305.6	311.2
100.0	275.0	290.5	291.6
150.0	250.0	244.2	237.1
200.0	197.0	204.7	196.1
300.0	153.0	157.9	154.6
400.0	141.0	139.4	142.9
500.0	140.0	133.9	141.6
750.0	149.0	135.6	146.6
1000.0	152.0	141.1	152.9

Error cuadr. medio log. 0.020 0.011



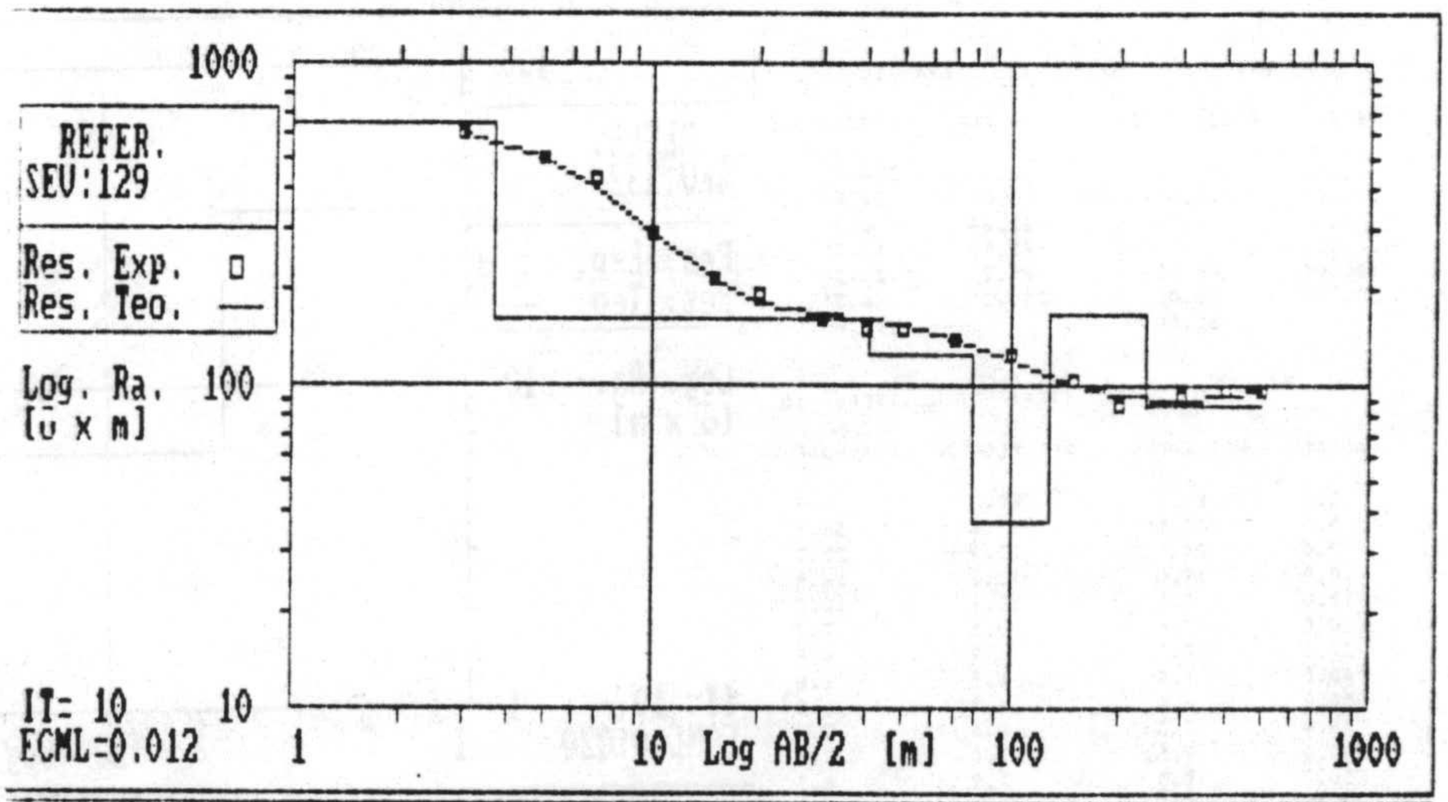
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.8	8.4	38.0	24.0	135.7	81.4	
Res	414.2	150.2	429.9	229.5	115.7	123.6	165.9

SEV: 129

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.50	675.00	3.65	638.10
2	40.00	155.00	36.81	158.01
3	50.00	110.00	37.85	122.11
4	50.00	45.00	48.88	37.24
5	100.00	150.00	110.84	167.52
6		95.00		87.30

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
3.0	602.0	627.7	599.1
5.0	503.0	524.5	511.7
7.0	430.0	411.0	410.4
10.0	295.0	292.4	299.3
15.0	210.0	204.5	211.7
20.0	188.0	174.8	180.1
30.0	162.0	159.7	163.0
40.0	151.0	154.3	156.4
50.0	149.0	149.1	151.3
70.0	139.0	138.9	139.2
100.0	123.0	124.4	121.7
150.0	105.0	106.7	101.1
200.0	86.0	97.8	92.0
300.0	94.0	93.8	90.6
400.0	95.0	95.9	94.4
500.0	96.0	97.4	96.1

Error cuadr. medio log. 0.018 0.012



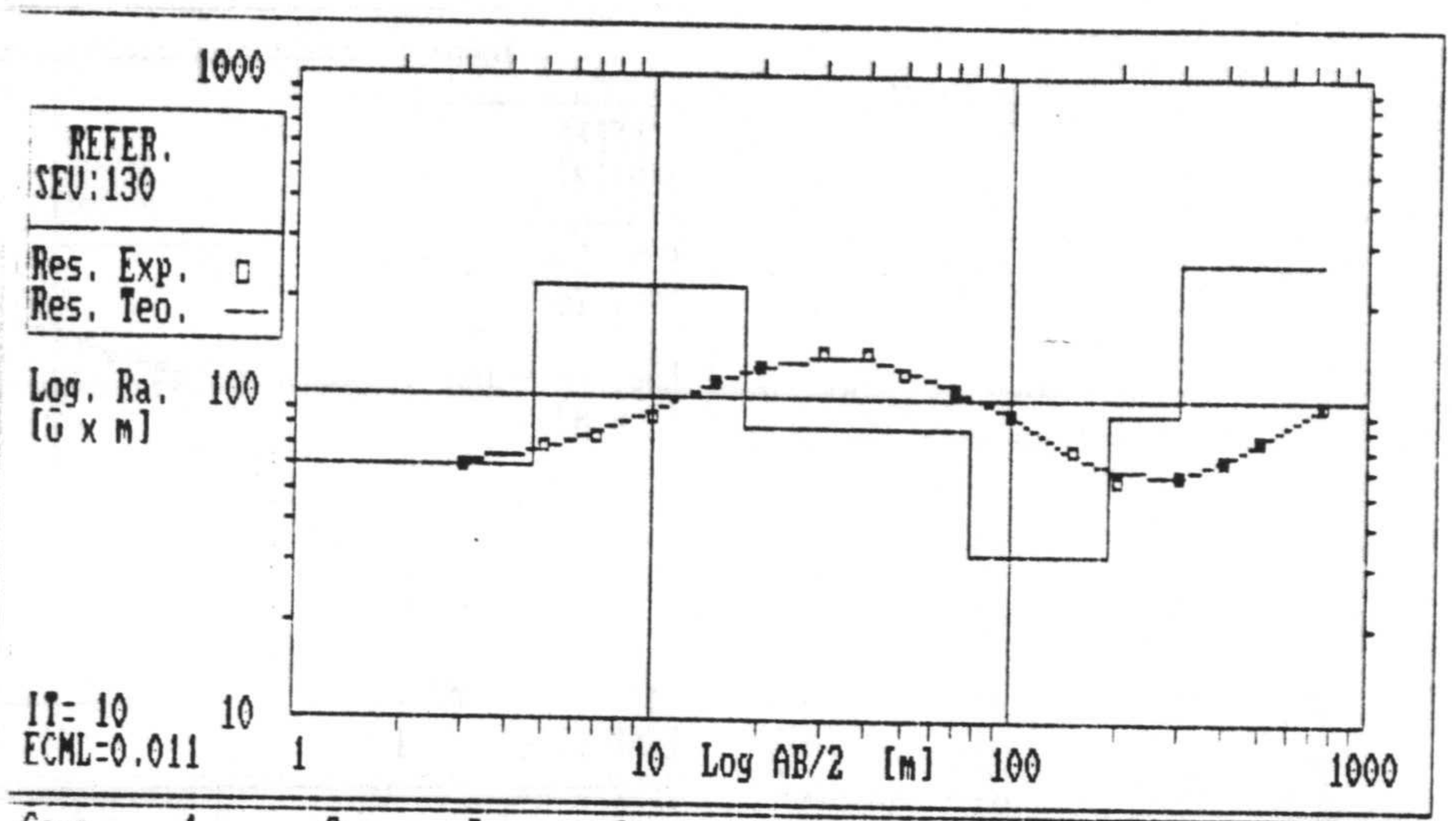
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.7	36.8	37.8	48.9	110.8	
Res	638.1	158.0	123.1	37.2	167.5	87.3

SEV: 10

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.50	55.00	4.67	60.01
2	20.00	180.00	13.35	220.72
3	50.00	80.00	59.06	80.96
4	115.00	30.00	111.48	32.52
5	100.00	85.00	109.35	88.70
6		300.00		264.80

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	60.0	58.8	61.0
5.0	71.0	67.8	67.7
7.0	76.0	78.8	76.4
10.0	87.0	94.2	90.5
15.0	111.0	113.1	110.4
20.0	123.0	124.6	123.2
30.0	139.0	134.6	133.2
40.0	138.0	131.7	131.2
50.0	120.0	126.6	124.2
70.0	106.0	110.3	108.1
100.0	90.0	88.5	86.2
150.0	71.0	65.7	68.4
200.0	57.0	56.0	59.7
300.0	59.0	54.5	57.9
400.0	65.0	61.6	65.3
500.0	76.0	72.5	74.7
750.0	97.0	96.4	97.4

Error cuadr. medio log. 0.019 0.011



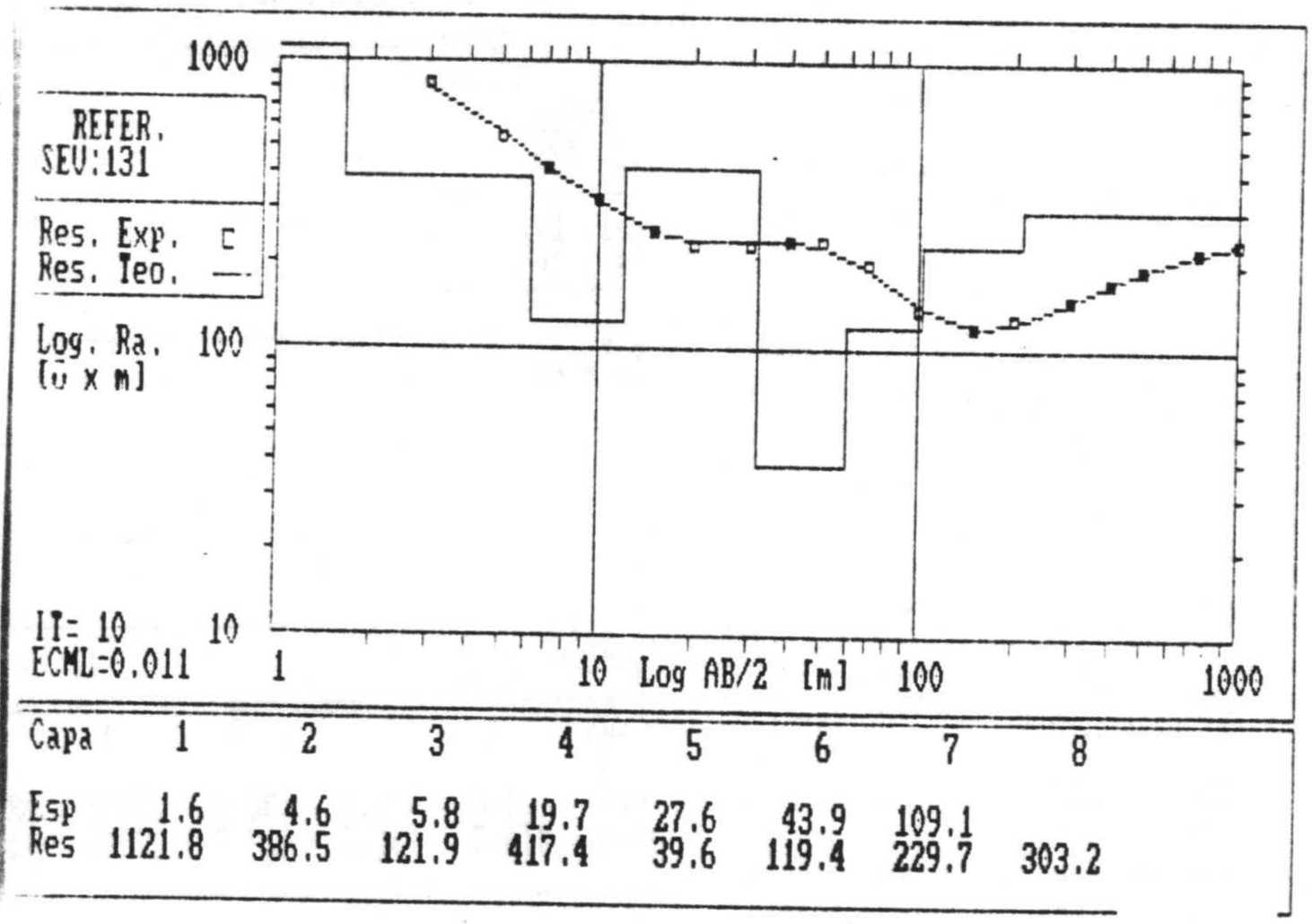
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	4.7	13.4	59.1	111.5	109.4	
Res	60.0	220.7	81.0	32.5	88.7	264.8

SEV: 131

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	1100.00	1.64	1121.81
2	4.50	380.00	4.58	386.54
3	6.00	140.00	5.77	121.88
4	22.00	390.00	19.72	417.43
5	40.00	45.00	27.60	39.57
6	100.00	70.00	43.90	119.37
7	100.00	225.00	109.12	229.70
8		305.00		303.21

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	830.0	881.0	810.3
5.0	550.0	633.1	556.6
7.0	420.0	477.7	423.8
10.0	330.0	354.0	321.4
15.0	255.0	273.0	254.4
20.0	230.0	248.8	234.8
30.0	230.0	245.6	236.3
40.0	235.0	244.6	237.4
50.0	240.0	231.4	225.4
70.0	200.0	190.0	186.5
100.0	140.0	135.7	145.1
150.0	120.0	94.4	120.7
200.0	130.0	85.7	123.6
300.0	149.0	97.6	147.9
400.0	170.0	115.5	170.4
500.0	188.0	132.0	188.3
750.0	220.0	166.5	220.1
1000.0	240.0	192.4	240.3

Error cuadr. medio log. 0.093 0.011

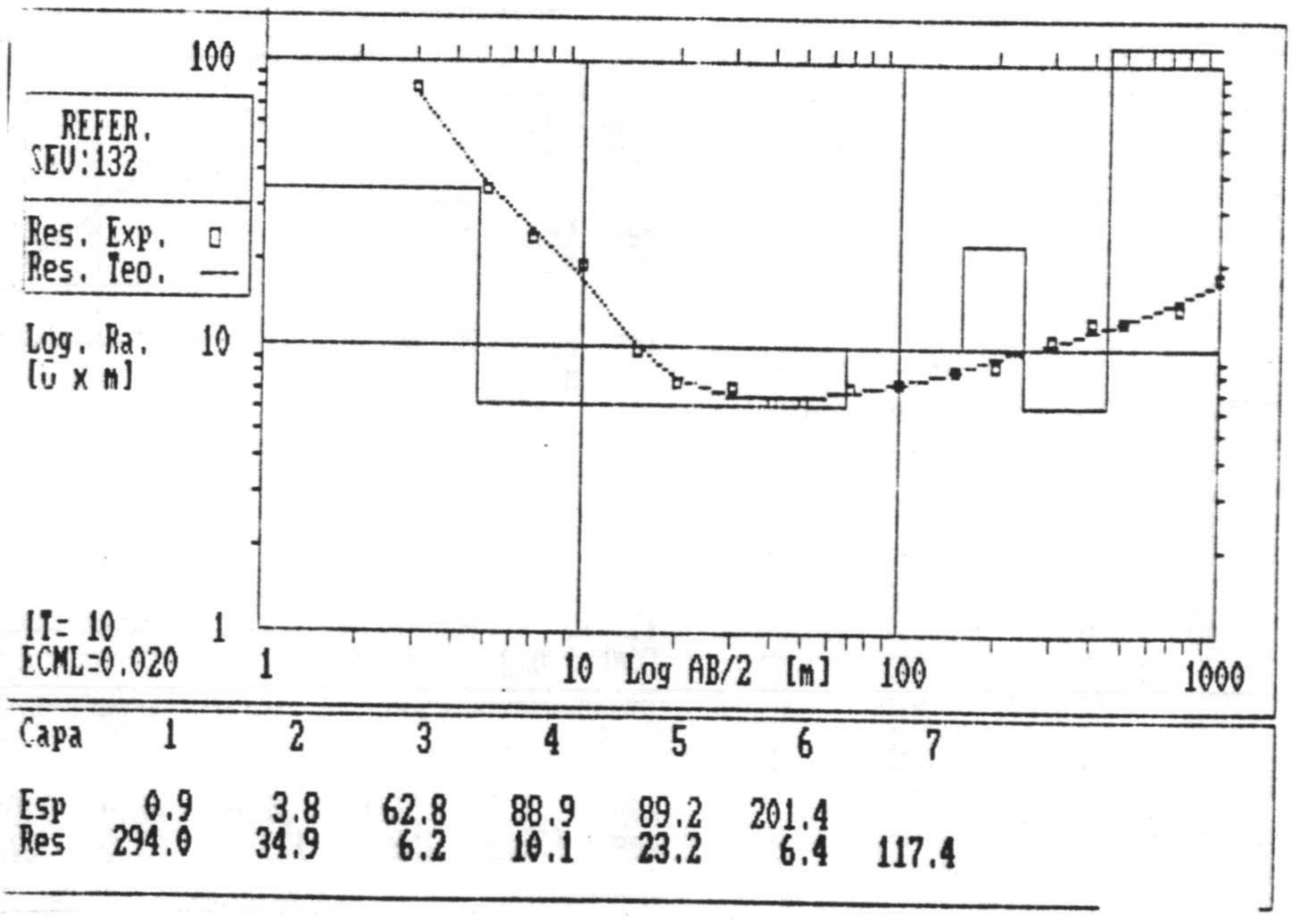


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.6	4.6	5.8	19.7	27.6	43.9	109.1	
Res	1121.8	386.5	121.9	417.4	39.6	119.4	229.7	303.2

	ITER= 0	ITER= 10
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	150.00	0.97	294.03
2	5.00	15.00	3.83	34.91
3	70.00	6.00	62.84	6.20
4	100.00	9.50	88.92	10.05
5	100.00	45.00	89.20	22.25
6	200.00	20.00	201.35	6.35
7		60.00		117.40

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	80.0	80.0	76.8
5.0	35.5	37.6	36.5
7.0	24.0	22.9	25.3
10.0	19.0	15.2	16.9
15.0	9.5	10.6	10.2
20.0	7.6	8.5	7.7
30.0	7.2	6.9	6.8
40.0	6.4	6.5	6.8
50.0	6.4	6.5	6.8
70.0	7.3	6.6	7.0
100.0	7.5	7.0	7.4
150.0	8.3	7.9	8.3
200.0	8.7	9.0	9.1
300.0	10.8	11.2	10.6
400.0	12.4	13.3	11.6
500.0	12.6	15.2	12.4
750.0	14.0	19.3	14.6
1000.0	17.5	22.8	17.3

Error cuadr. medio log. 0.060 0.020



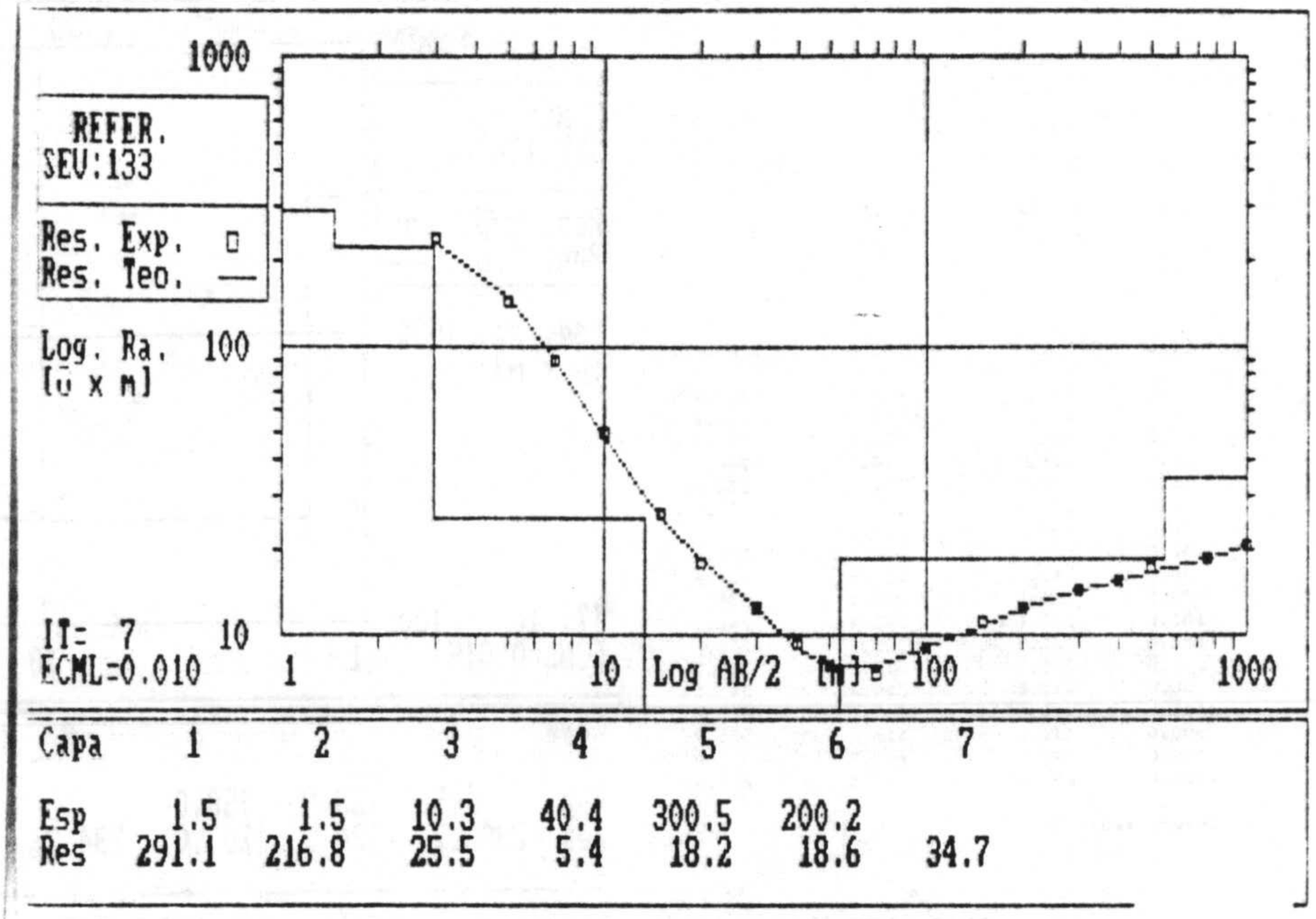
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	0.9	3.8	62.8	88.9	89.2	201.4	
Res	294.0	34.9	6.2	10.1	23.2	6.4	117.4

SEV: 133

	ITER= 0		ITER= 7	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	290.00	1.46	291.15
2	1.50	220.00	1.51	216.75
3	9.00	26.00	10.29	25.53
4	40.00	5.50	40.38	5.36
5	300.00	17.00	300.49	18.22
6	200.00	25.00	200.21	18.64
7		35.00		34.68

	ITER= 0	ITER= 7
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	235.0	225.2	228.1
5.0	144.5	142.1	146.2
7.0	90.0	84.9	90.8
10.0	50.0	44.7	48.4
15.0	26.0	23.7	25.8
20.0	17.5	16.8	18.6
30.0	12.5	10.9	12.2
40.0	9.3	8.3	9.0
50.0	7.9	7.5	7.9
70.0	7.3	7.7	7.7
100.0	8.9	8.9	8.9
150.0	11.0	10.8	10.9
200.0	12.6	12.2	12.3
300.0	14.2	14.1	14.3
400.0	15.5	15.4	15.7
500.0	16.9	16.6	16.7
750.0	18.5	19.0	18.7
1000.0	20.5	21.1	20.5

Error cuadr. medio log. 0.026 0.010



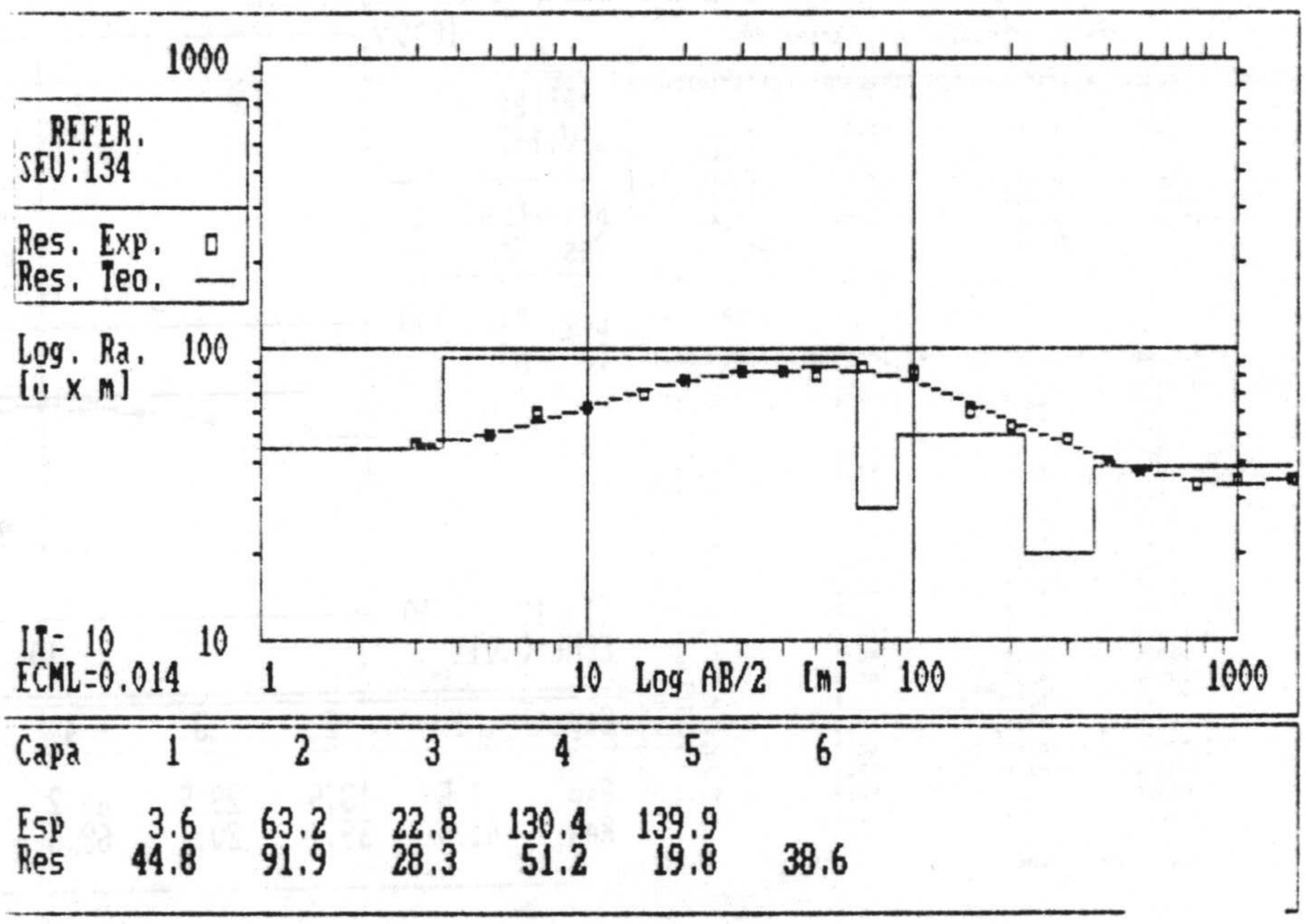
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.5	1.5	10.3	40.4	300.5	200.2	
Res	291.1	216.8	25.5	5.4	18.2	18.6	34.7

SEV: 134

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.50	45.00	3.58	44.81
2	80.00	95.00	63.16	91.93
3	50.00	15.00	22.76	28.31
4	150.00	55.00	130.44	51.15
5	150.00	15.00	139.91	19.85
6		35.00		38.61

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	46.5	47.1	46.7
5.0	50.5	51.8	51.1
7.0	60.0	57.5	56.4
10.0	62.7	65.1	63.6
15.0	69.5	74.2	72.2
20.0	77.5	79.8	77.5
30.0	82.5	85.6	82.8
40.0	85.0	87.9	84.9
50.0	82.0	86.7	85.4
70.0	85.5	87.1	83.2
100.0	82.3	80.2	76.5
150.0	61.0	65.1	64.9
200.0	55.3	53.5	56.6
300.0	49.0	41.5	46.8
400.0	40.0	37.8	41.2
500.0	37.5	36.2	37.9
750.0	34.5	34.2	34.8
1000.0	35.1	33.3	34.5
1500.0	35.8	33.1	35.6

Error cuadr. medio log. 0.027 0.014



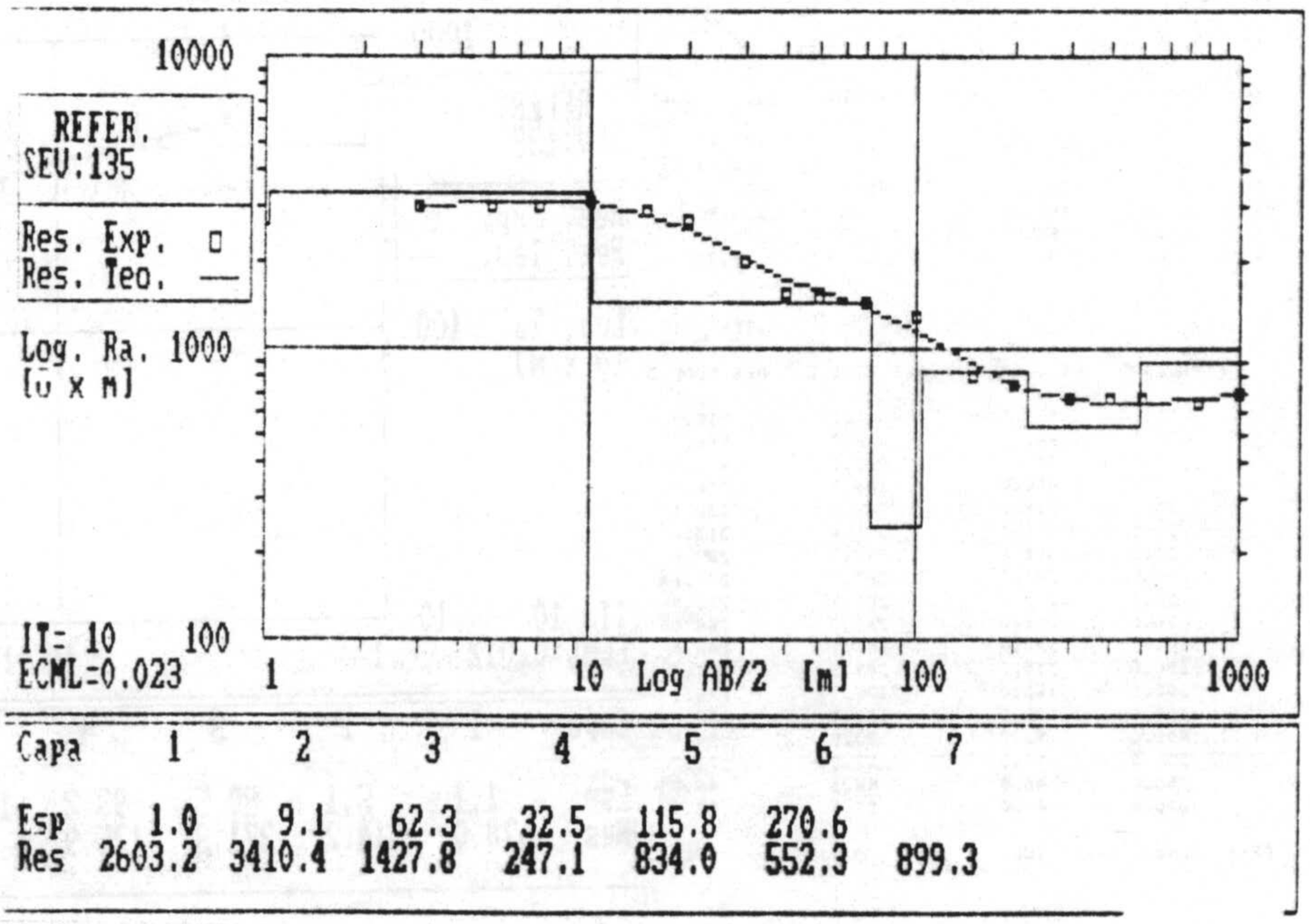
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.6	63.2	22.8	130.4	139.9	
Res	44.8	91.9	28.3	51.2	19.8	38.6

SEV: 135

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	2600.00	1.03	2603.20
2	9.00	3400.00	9.10	3410.45
3	65.00	1400.00	62.32	1427.79
4	45.00	250.00	31.54	247.12
5	150.00	850.00	115.82	833.95
6	250.00	600.00	270.65	552.31
7		900.00		899.27

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	3100.0	3006.7	3002.6
5.0	3050.0	3163.0	3163.6
7.0	3052.0	3190.6	3197.7
10.0	3150.0	3111.4	3127.8
15.0	2995.0	2821.6	2850.8
20.0	2750.0	2499.8	2536.3
30.0	1950.0	1996.1	2035.5
40.0	1550.0	1707.2	1745.1
50.0	1500.0	1550.0	1580.4
70.0	1450.0	1353.9	1373.9
100.0	1300.0	1138.2	1151.1
150.0	810.0	868.7	888.0
200.0	745.0	724.4	751.0
300.0	685.0	640.1	664.9
400.0	670.0	648.7	657.6
500.0	665.0	665.0	660.0
750.0	650.0	699.3	678.5
1000.0	700.0	726.0	705.8

Error cuadr. medio log. 0.025 0.023

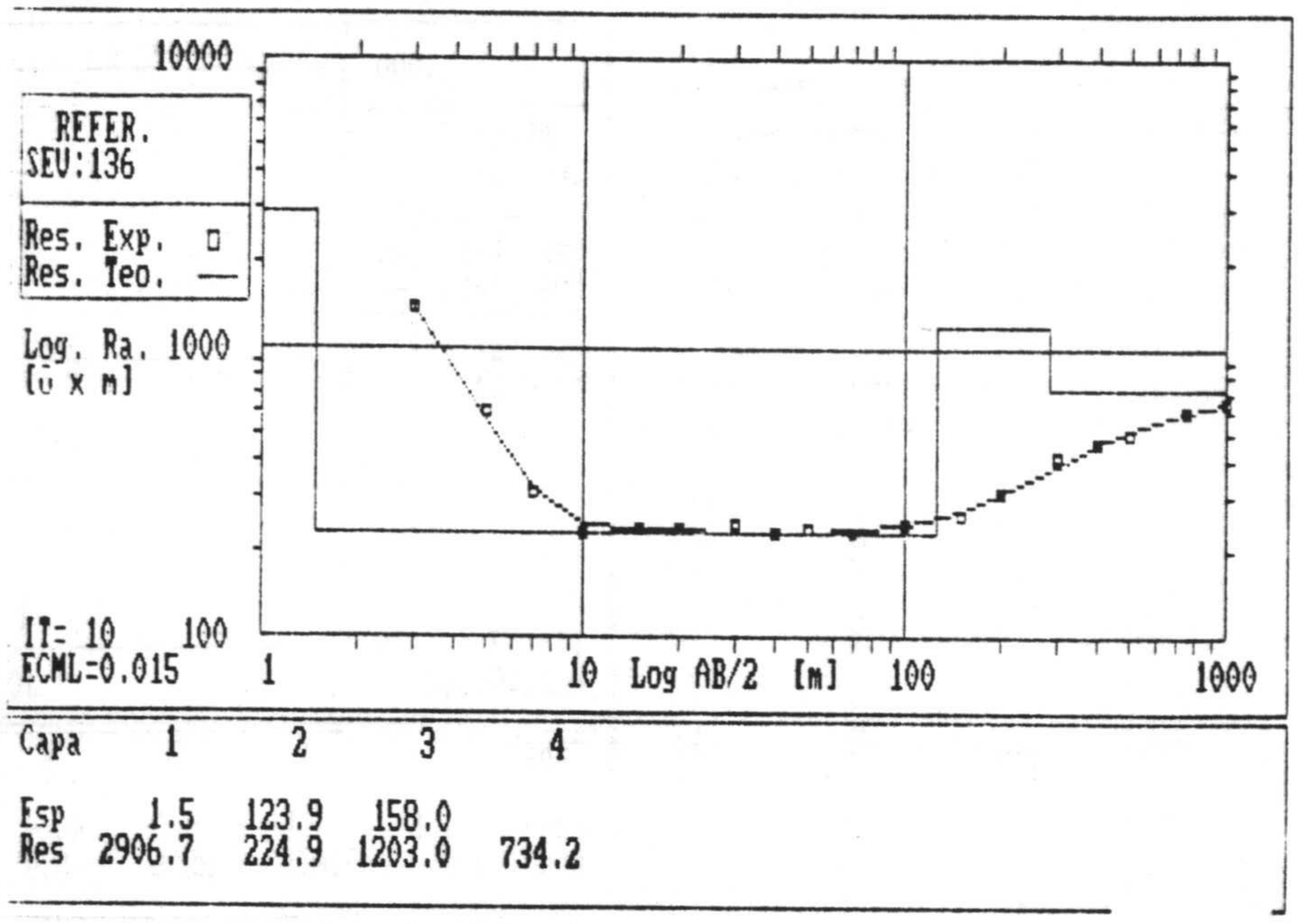


Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	9.1	62.3	32.5	115.8	270.6	
Res	2603.2	3410.4	1427.8	247.1	834.0	552.3	899.3

SEV: 136

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	2900.00	1.47	2906.68
2	120.00	220.00	123.91	224.86
3	150.00	1200.00	157.97	1203.01
4		700.00		734.21

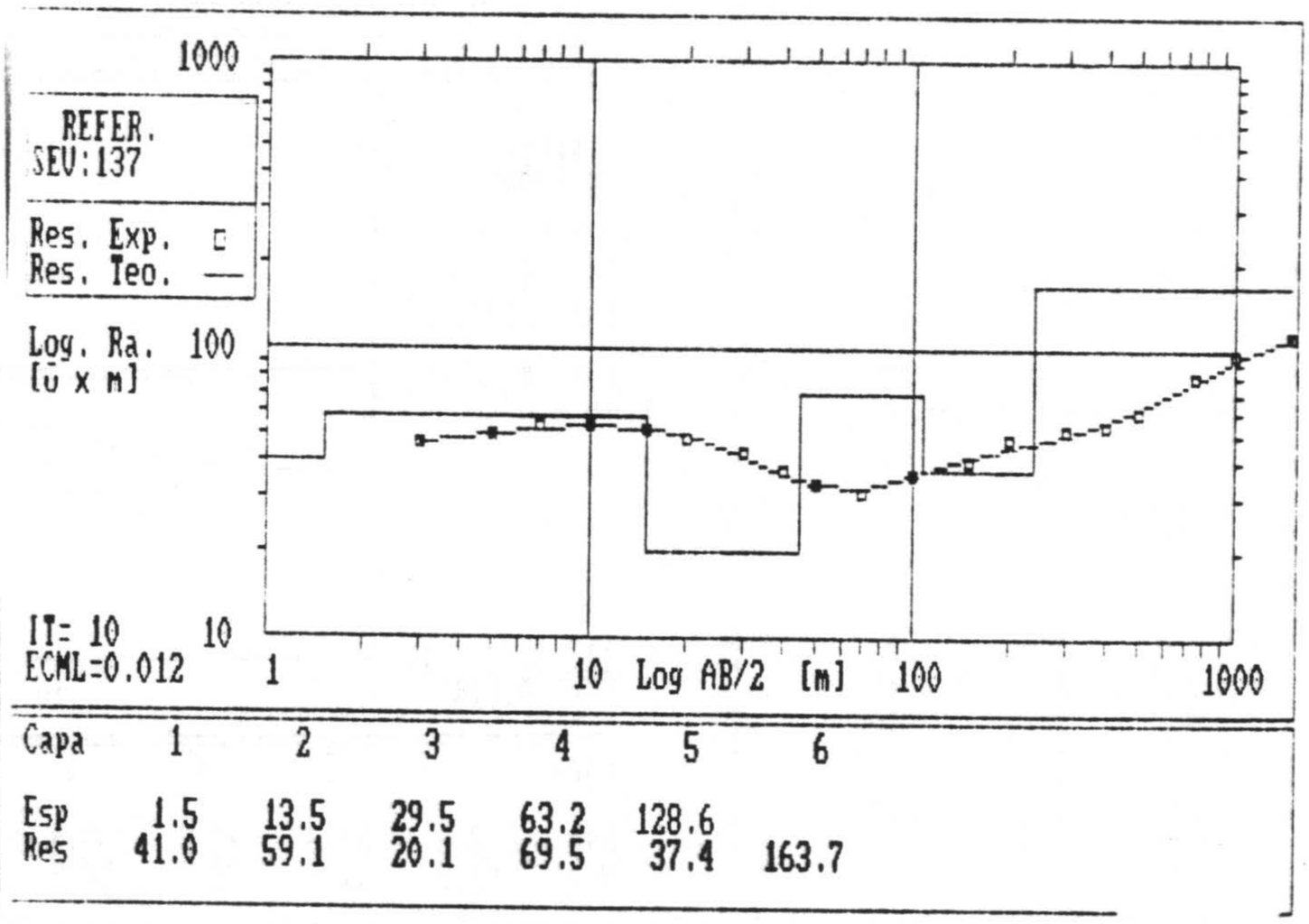
	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	1400.0	1430.9	1402.4
5.0	600.0	574.1	561.6
7.0	320.0	326.8	327.1
10.0	229.0	244.3	246.0
15.0	234.0	231.8	236.6
20.0	240.0	229.0	233.7
30.0	244.0	224.2	229.1
40.0	230.0	224.1	229.0
50.0	241.0	225.6	230.4
70.0	231.0	230.5	235.1
100.0	243.0	242.4	246.1
150.0	260.0	275.8	276.0
200.0	315.0	313.1	314.3
300.0	418.0	394.6	395.5
400.0	470.0	463.6	465.8
500.0	510.0	516.6	520.9
750.0	595.0	600.8	611.0
1000.0	650.0	643.5	656.8
Error cuadr. medio log.		0.017	0.015



Capa	1	2	3	4
Esp	1.5	123.9	158.0	
Res	2906.7	224.9	1203.0	734.2

	ITER= 0	ITER= 10
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	40.00	1.52	40.98
2	13.00	60.00	13.48	59.06
3	25.00	20.00	25.47	20.10
4	100.00	70.00	62.17	69.47
5	150.00	40.00	126.59	37.40
6		200.00		163.71

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	46.5	45.5	46.2
5.0	50.1	50.8	50.8
7.0	54.1	52.4	53.1
10.0	54.6	54.8	54.4
15.0	53.0	53.5	53.3
20.0	49.6	50.0	50.1
30.0	42.0	41.8	42.5
40.0	36.6	35.4	36.5
50.0	33.5	32.2	33.6
70.0	31.9	31.0	32.8
100.0	36.8	34.0	35.9
150.0	40.5	40.5	41.6
200.0	46.7	45.4	45.6
300.0	52.0	51.8	51.3
400.0	53.5	57.0	57.1
500.0	61.0	62.5	63.5
750.0	81.0	77.1	78.7
1000.0	97.0	90.8	91.5
1500.0	109.5	112.8	109.9
Error cuadr. medio log.		0.018	0.012

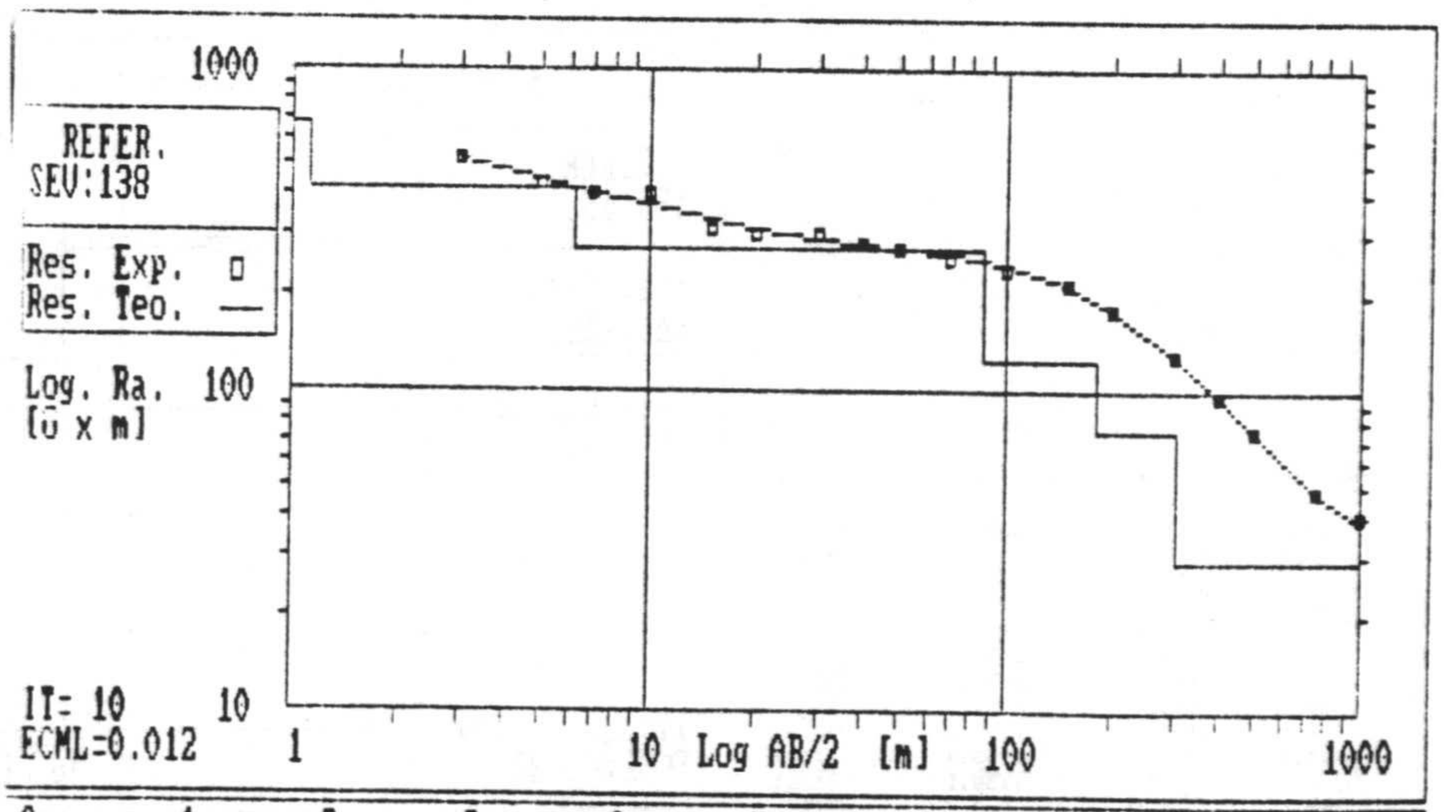


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.5	13.5	29.5	63.2	128.6	
Res	41.0	59.1	20.1	69.5	37.4	163.7

SEV: 138

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	670.00	1.12	677.97
2	5.00	420.00	5.12	414.24
3	70.00	280.00	80.46	271.32
4	100.00	140.00	93.24	125.90
5	100.00	80.00	121.77	75.06
6		30.00		29.78

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	525.0	511.2	518.9
5.0	440.0	452.3	448.7
7.0	410.0	421.1	415.5
10.0	400.0	386.9	378.3
15.0	349.0	346.2	338.1
20.0	310.0	321.4	313.6
30.0	305.0	297.3	289.6
40.0	280.0	287.2	279.6
50.0	275.0	280.9	273.9
70.0	255.0	269.0	264.0
100.0	240.0	247.9	246.4
150.0	215.0	209.8	211.4
200.0	180.0	176.1	178.1
300.0	128.0	126.5	127.6
400.0	95.0	93.8	94.9
500.0	74.0	72.2	73.7
750.0	46.0	46.6	48.0
1000.0	40.0	37.7	38.7
Error cuadr. medio log.		0.015	0.012



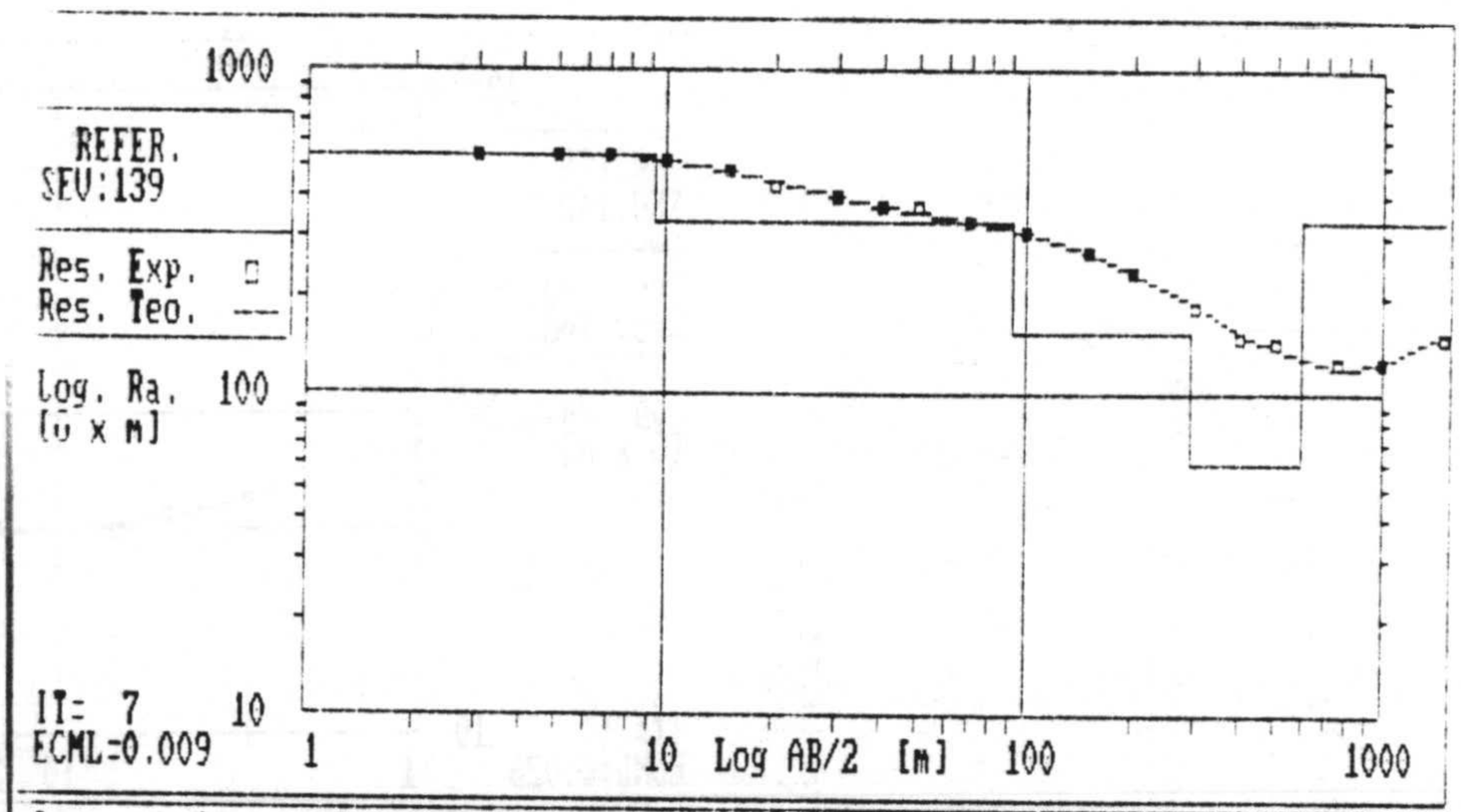
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.1	5.1	80.5	93.2	122.8	
Res	678.0	414.2	271.3	125.9	75.1	29.8

SE.: 139

	ITER= 1		ITER= 7	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	8.00	550.00	9.29	550.96
2	100.00	341.00	81.68	340.91
3	180.00	150.00	196.47	155.97
4	300.00	60.00	304.76	60.15
5		250.00		343.75

	ITER= 1	ITER= 7	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	550.0	548.1	549.6
5.0	545.5	547.4	546.4
7.0	546.1	537.9	539.8
10.0	520.0	517.1	522.8
15.0	480.0	469.4	488.0
20.0	440.0	433.7	453.7
30.0	410.0	388.4	403.9
40.0	380.0	366.2	376.2
50.0	379.0	354.9	360.8
70.0	340.0	341.4	341.7
100.0	320.0	324.2	318.2
150.0	275.0	291.5	277.4
200.0	255.0	256.9	240.8
300.0	185.0	200.1	188.0
400.0	150.0	161.8	155.5
500.0	145.0	139.1	136.1
750.0	125.0	121.5	120.9
1000.0	122.0	126.4	125.7
1500.0	150.0	150.3	151.5

Error cuadr. medio loc. 0.018 0.005



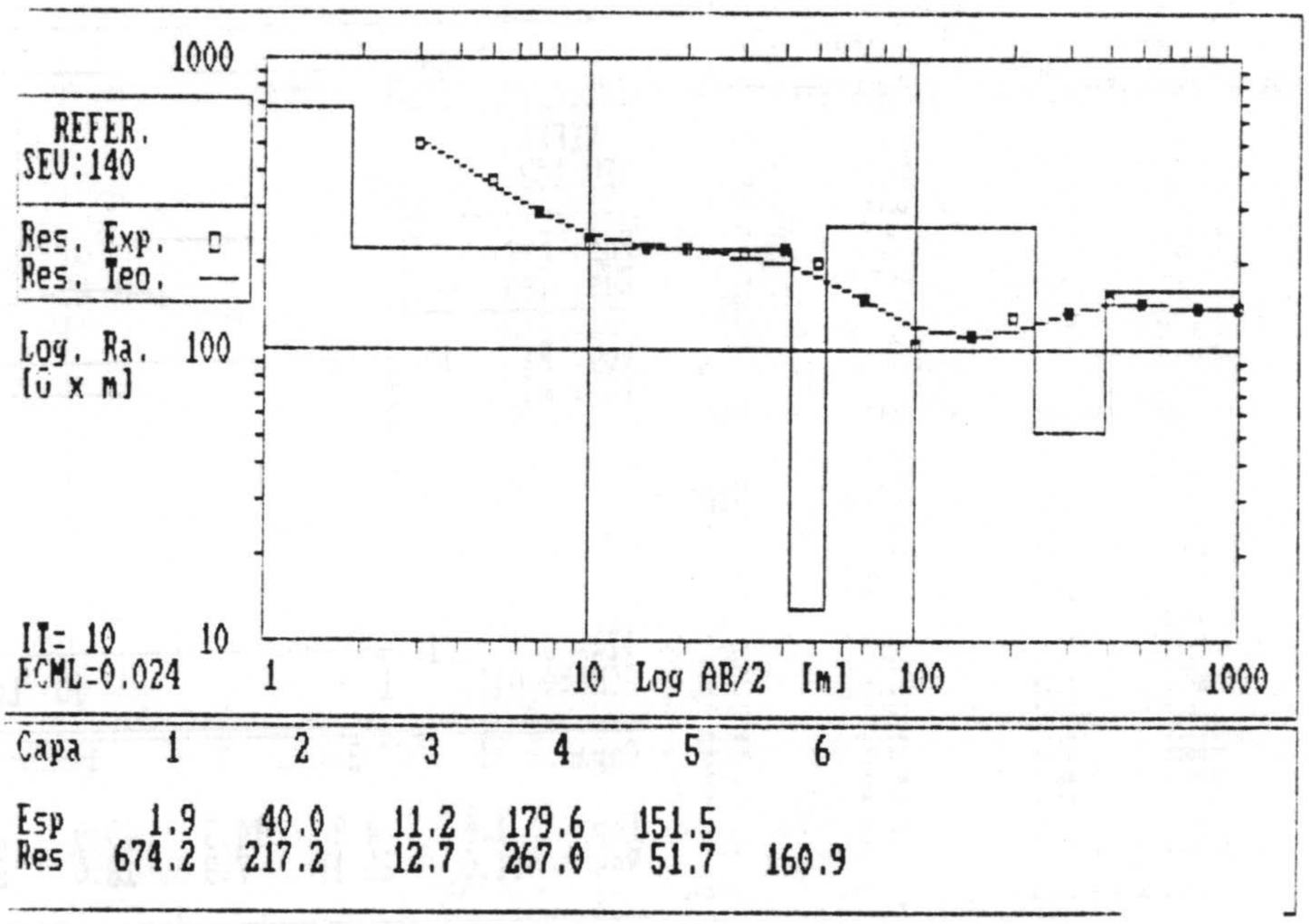
Capa	1	2	3	4	5
Esp	9.3	82.7	196.5	304.8	
Res	551.0	340.9	156.0	60.2	343.8

SE.: 140

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.80	670.00	1.85	674.15
2	40.00	220.00	40.00	217.15
3	10.00	14.00	11.22	12.74
4	200.00	210.00	179.57	267.04
5	150.00	70.00	151.48	51.68
6		150.00		160.94

	ITER= 0	ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	505.0	508.0	517.4
5.0	367.0	356.7	365.1
7.0	299.0	286.0	290.6
10.0	225.0	247.0	246.4
15.0	219.0	228.6	226.4
20.0	220.0	221.7	219.0
30.0	212.0	211.2	208.3
40.0	202.0	198.9	195.6
50.0	200.0	182.9	179.1
70.0	148.0	151.6	147.8
100.0	105.0	124.9	119.3
150.0	111.0	114.4	109.4
200.0	126.5	119.9	116.7
300.0	135.0	134.8	135.3
400.0	146.5	141.3	144.0
500.0	145.0	141.9	145.2
750.0	140.0	138.0	139.9
1000.0	136.5	135.8	136.4

Error cuadr. medio loc. 0.026 0.024



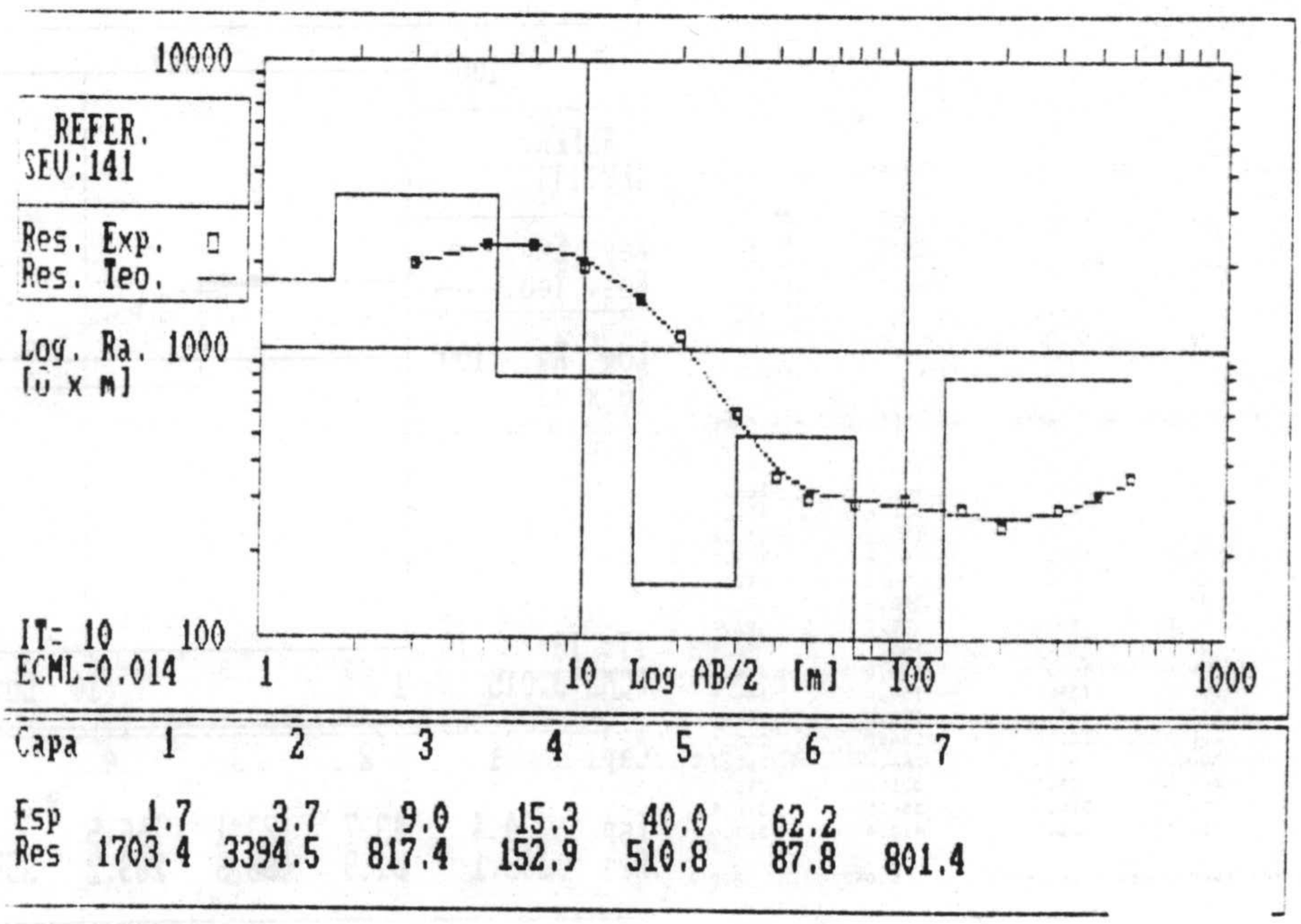
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.9	40.0	11.2	179.6	151.5	
Res	674.2	217.2	12.7	267.0	51.7	160.9

SE.: 141

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	1700.00	1.68	1703.39
2	4.00	3400.00	3.68	3394.55
3	6.00	800.00	9.01	817.37
4	18.00	200.00	15.28	152.90
5	40.00	500.00	40.04	510.81
6	60.00	90.00	61.25	87.77
7		800.00		801.45

	ITER= 0	ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	2000.0	2085.8	2012.4
5.0	2300.0	2338.5	2250.4
7.0	2300.0	2340.1	2261.5
10.0	1900.0	2027.8	2034.7
15.0	1480.0	1470.0	1495.8
20.0	1100.0	1001.7	1068.5
30.0	600.0	514.8	575.0
40.0	360.0	358.0	386.0
50.0	310.0	320.6	328.6
70.0	295.0	315.2	301.7
100.0	310.0	310.5	298.2
150.0	280.0	281.4	276.2
200.0	250.0	266.7	262.3
300.0	280.0	284.2	275.5
400.0	320.0	328.5	316.5
500.0	360.0	371.7	358.3

Error cuadr. medio loc. 0.026 0.014



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.7	3.7	9.0	15.3	40.0	62.2	
Res	1703.4	3394.5	817.4	152.9	510.8	87.8	801.4

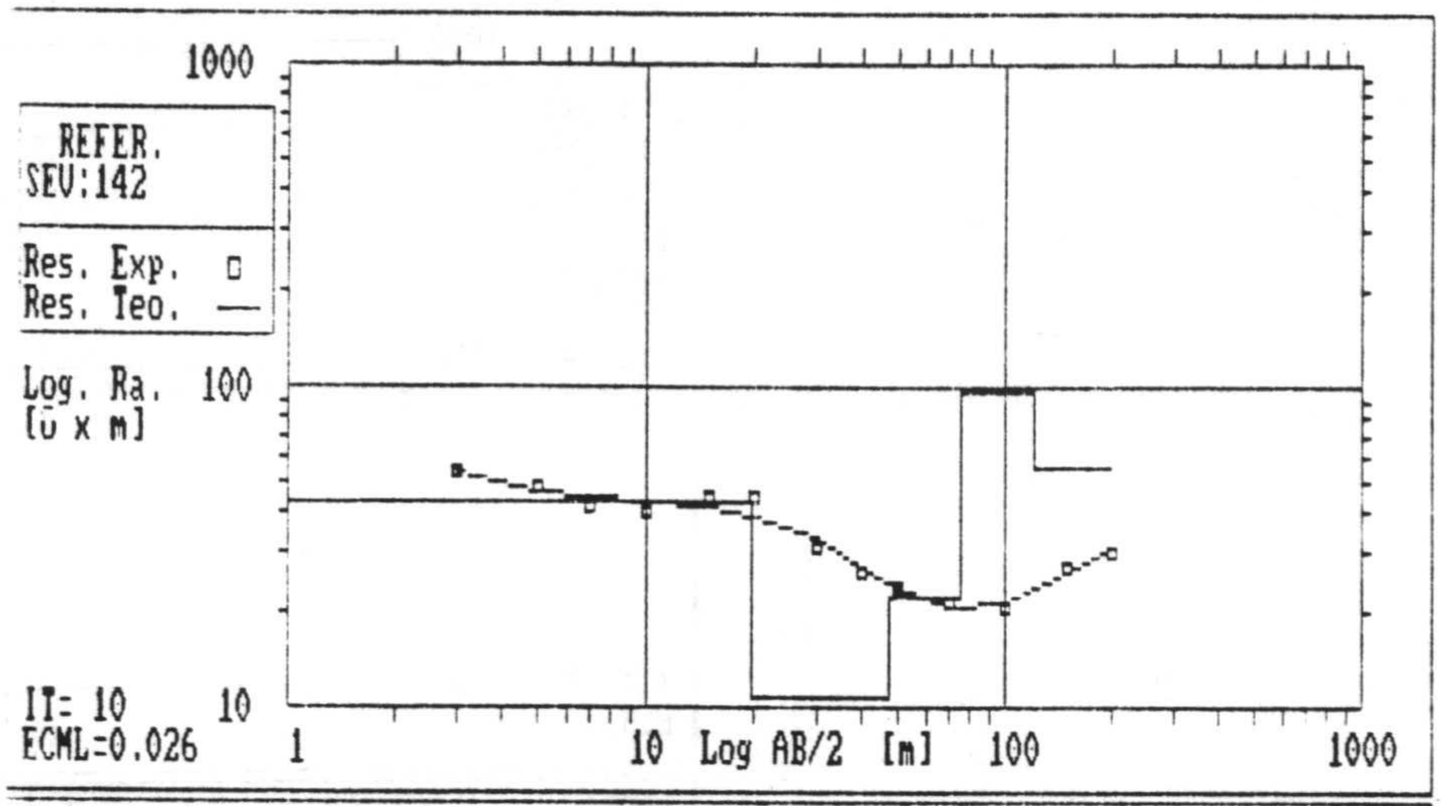
ITER= 0 ITER= 10

ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1.50	65.00	0.8	99.87
7.00	40.00	18.91	44.01
25.00	10.00	27.67	10.64
25.00	21.00	27.14	21.68
5.00	100.00	46.86	95.41
	75.00		55.57

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	55.0	54.4	54.9
5.0	48.0	46.1	47.4
7.0	42.0	41.7	43.4
10.0	40.0	39.5	44.1
15.0	46.0	37.2	42.2
20.0	46.0	33.6	36.7
30.0	32.0	25.6	30.6
40.0	26.5	19.2	27.7
50.0	24.0	19.6	23.6
70.0	22.0	17.6	20.5
100.0	20.5	21.5	21.2
150.0	27.0	28.4	26.5
200.0	31.0	34.4	31.1

Error cuadr. medio log. 0.165 0.026



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.8	18.9	27.7	27.1	46.9	
Res	99.9	44.0	10.6	21.7	95.4	55.6

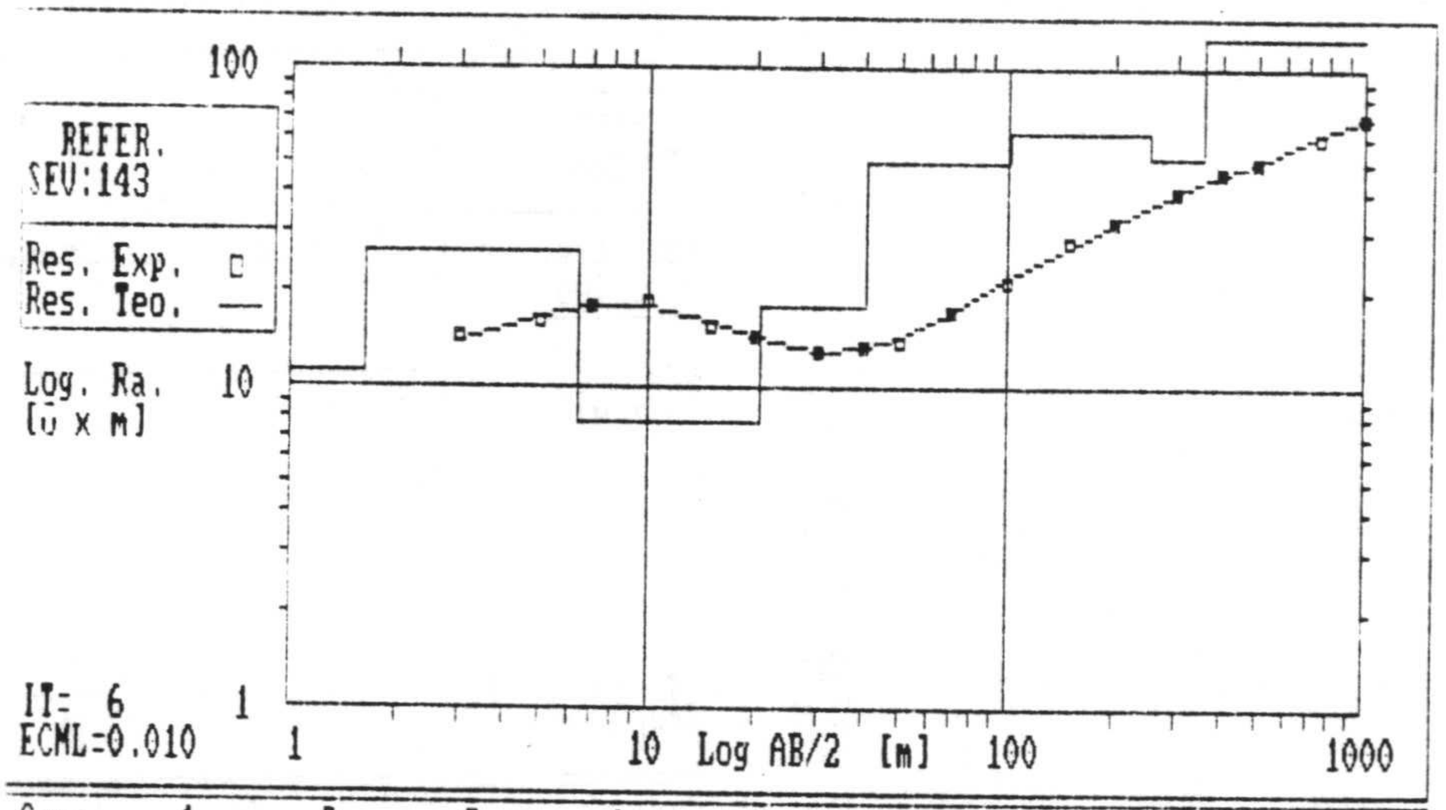
ITER= 0 ITER= 6

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.60	11.00	1.64	11.04
2	5.00	27.00	4.76	26.14
3	15.00	8.00	14.28	7.86
4	20.00	18.00	19.92	18.00
5	60.00	50.00	60.77	50.05
6	150.00	70.00	150.27	63.61
7	100.00	55.00	100.79	51.67
8		120.00		122.50

ITER= 0 ITER= 6

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	14.2	14.5	13.9
5.0	15.9	17.4	16.6
7.0	17.9	18.7	17.8
10.0	18.7	18.7	17.8
15.0	15.5	16.6	15.9
20.0	14.1	14.6	14.1
30.0	12.9	12.9	12.7
40.0	13.1	13.1	13.1
50.0	14.0	14.4	14.4
70.0	17.4	17.2	17.4
100.0	21.5	21.7	21.8
150.0	28.5	27.9	27.9
200.0	33.0	33.1	32.8
300.0	41.0	41.2	40.5
400.0	46.9	47.5	46.3
500.0	49.9	52.7	51.3
750.0	60.0	60.4	61.8
1000.0	70.0	71.7	70.2

Error cuadr. medio log. 0.016 0.010



Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	1.6	4.8	14.3	19.9	60.8	150.2	100.8	
Res	11.0	26.1	7.9	18.0	50.1	63.6	51.7	122.5

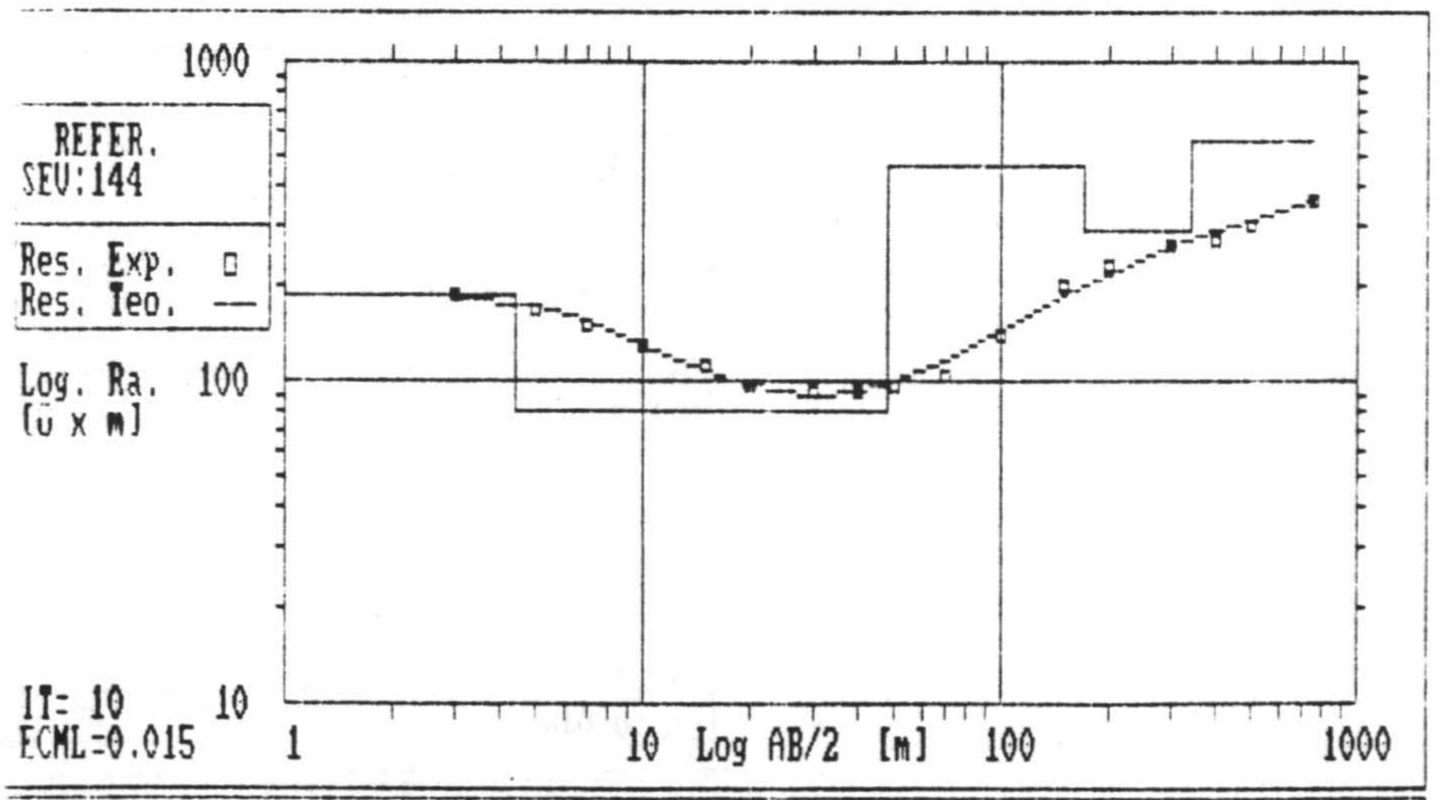
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	200.00	4.35	185.10
2	40.00	85.00	40.68	81.66
3	100.00	450.00	123.08	466.51
4	100.00	250.00	166.54	289.19
5		600.00		555.72

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	185.	186.7	180.5
5.0	168.0	160.7	169.2
7.0	148.0	136.6	153.0
10.0	130.0	112.7	130.6
15.0	110.0	97.8	107.3
20.0	98.0	92.1	96.7
30.0	94.0	93.3	91.3
40.0	94.0	98.0	93.4
50.0	95.0	105.5	98.9
70.0	105.0	124.0	114.3
100.0	139.0	154.0	140.9
150.0	195.0	198.6	182.3
200.0	225.0	234.2	215.5
300.0	265.0	286.8	262.7
400.0	275.0	325.4	293.7
500.0	310.0	356.5	316.9
750.0	360.0	413.4	360.0

Error cuadr. medio log. 0.042 0.015



Capa	1	2	3	4	5
Esp	4.4	43.7	123.1	166.5	
Res	185.1	81.9	468.5	289.2	555.7

SEV.: 145

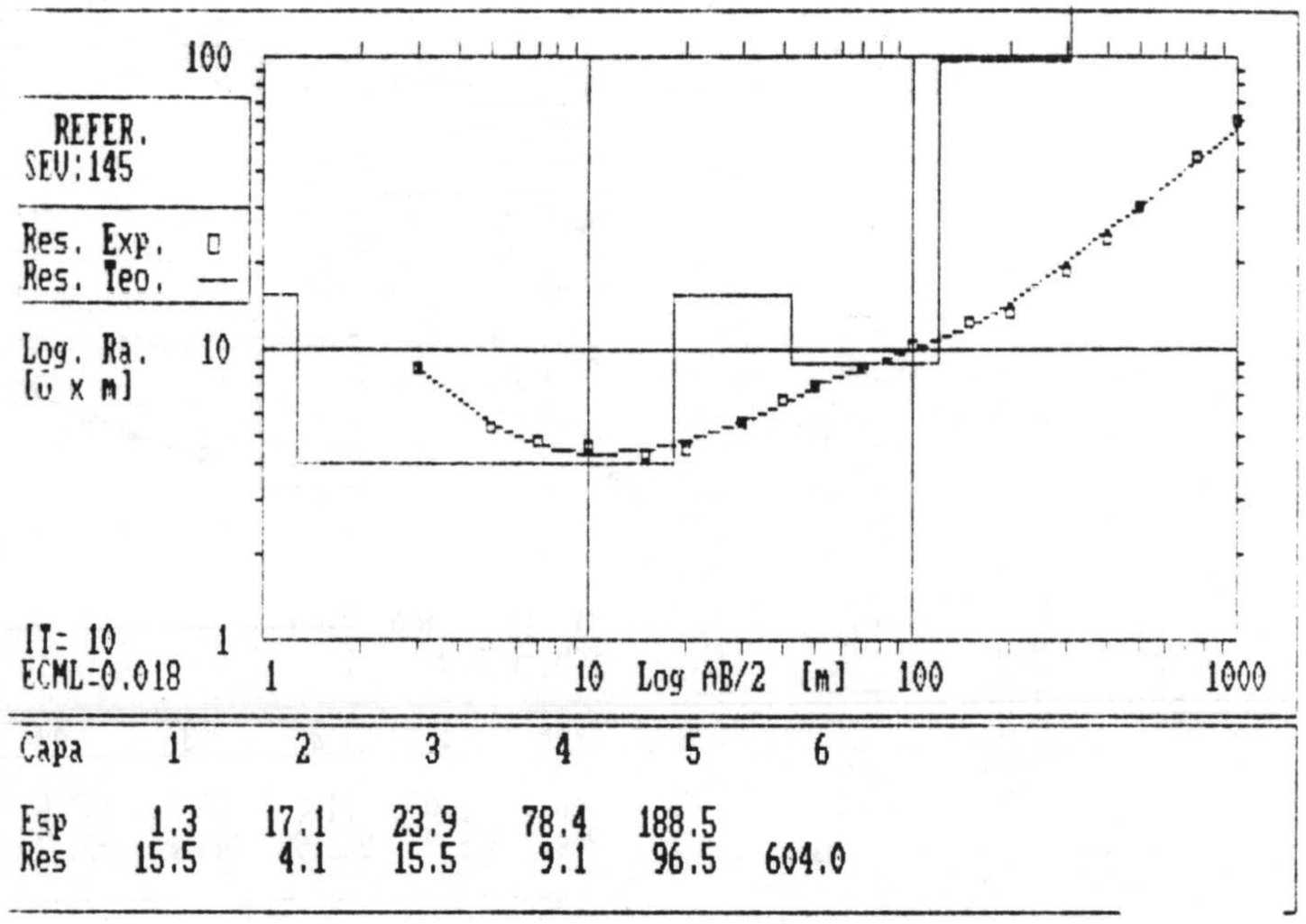
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.30	14.5	1.27	15.4
2	12.00	4.00	17.14	4.07
3	45.00	8.50	23.87	15.51
4	100.00	15.00	78.36	9.07
5	200.00	80.00	188.50	96.51
6		600.00		603.98

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	8.0	8.4	8.6
5.0	5.5	5.5	5.6
7.0	4.8	4.7	4.7
10.0	4.7	4.6	4.4
15.0	4.3	4.6	4.5
20.0	4.6	4.6	4.8
30.0	5.6	5.7	5.7
40.0	6.7	6.4	6.6
50.0	7.6	7.1	7.4
70.0	8.8	8.2	8.7
100.0	10.2	9.7	10.1
150.0	12.2	12.3	12.1
200.0	13.4	14.8	14.4
300.0	18.5	20.1	19.5
400.0	23.8	25.5	25.0
500.0	30.0	30.9	30.6
750.0	45.0	44.2	44.1
1000.0	60.0	57.0	57.0

Error cuadr. medio log. 0.025 0.018



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.3	17.1	23.9	78.4	188.5	
Res	15.5	4.1	15.5	9.1	96.5	604.0

SEV.: 146

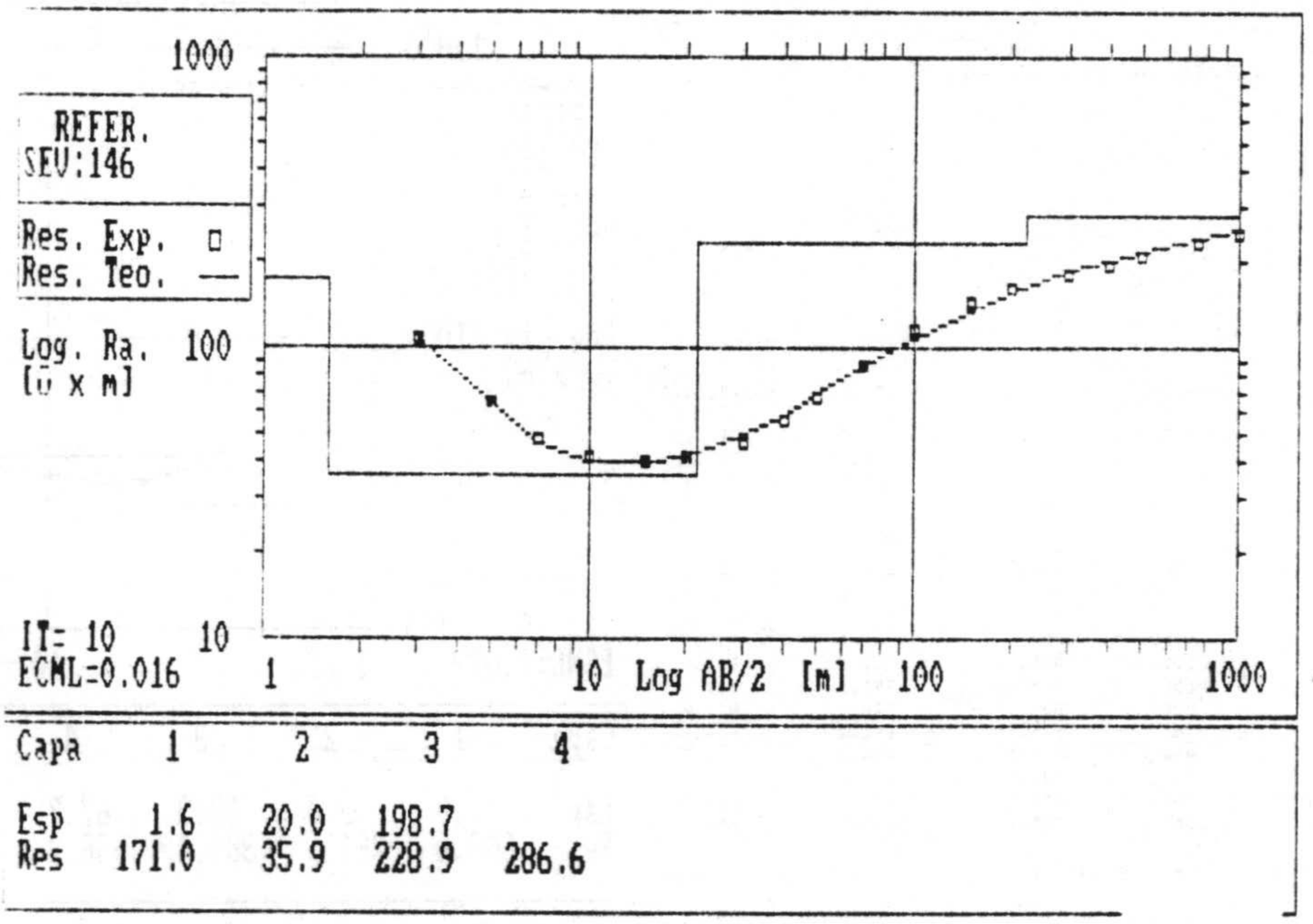
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	170.00	1.58	171.02
2	19.00	36.00	19.96	35.92
3	100.00	220.00	198.72	228.87
4		280.00		286.51

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	109.0	102.4	107.8
5.0	64.0	60.4	63.8
7.0	48.0	46.7	47.8
10.0	42.0	41.5	40.8
15.0	40.0	40.4	40.2
20.0	42.0	42.9	42.3
30.0	47.5	51.0	49.8
40.0	56.0	61.0	59.7
50.0	68.0	70.9	68.9
70.0	87.5	88.8	86.6
100.0	114.0	110.9	108.6
150.0	145.0	136.6	135.8
200.0	160.0	159.1	155.5
300.0	175.0	188.4	181.7
400.0	194.0	208.3	201.2
500.0	208.0	222.4	214.9
750.0	225.0	244.1	237.6
1000.0	250.0	255.5	251.0

Error cuadr. medio log. 0.022 0.016



Capa	1	2	3	4
Esp	1.6	20.0	198.7	
Res	171.0	35.9	228.9	286.6

SEV.: 147

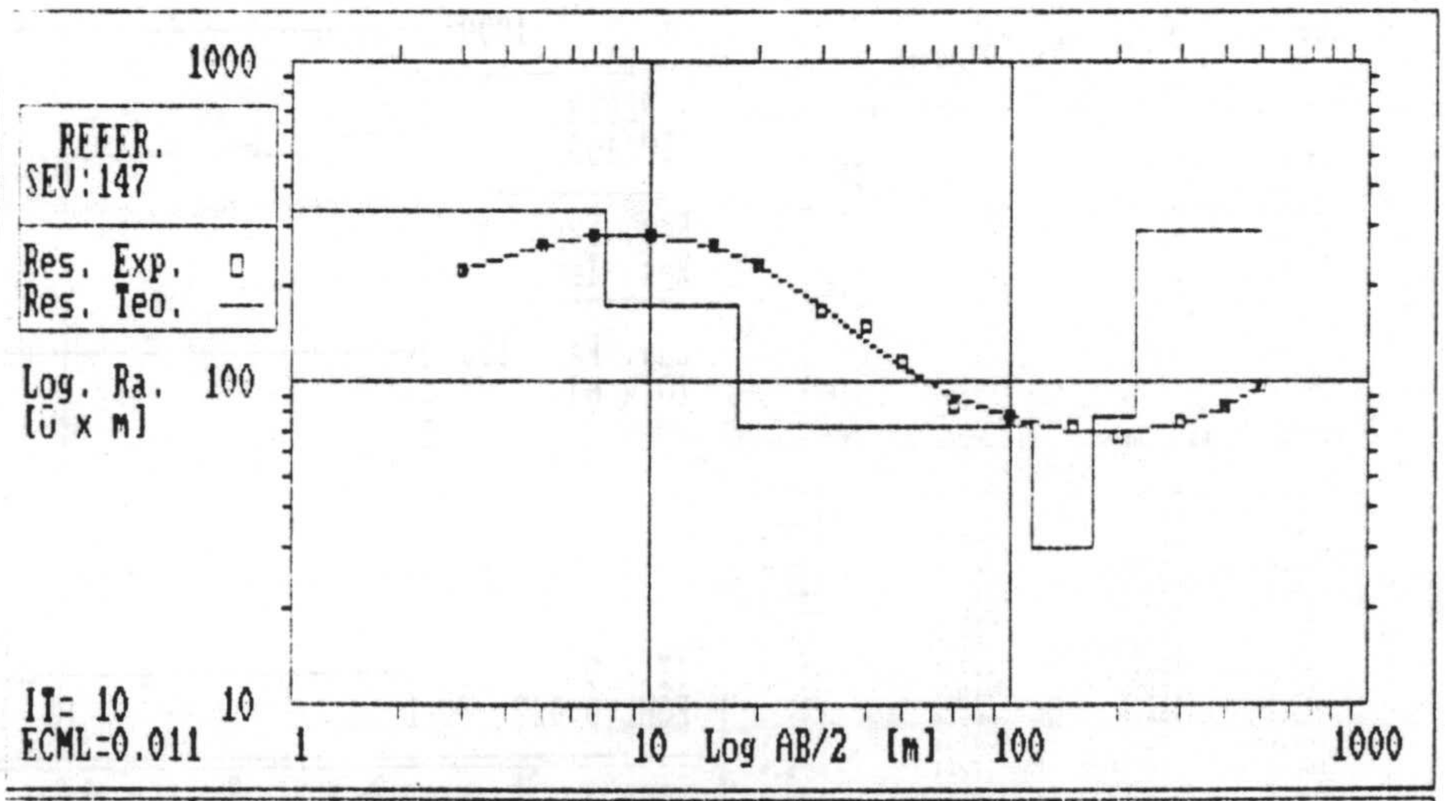
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	0.50	81.00	0.51	81.11
2	6.00	320.00	6.94	345.49
3	10.00	150.00	10.00	169.21
4	80.00	70.00	97.91	73.13
5	50.00	35.00	55.11	30.62
6	50.00	80.00	53.67	77.76
7		300.00		289.21

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	217.0	219.4	219.1
5.0	264.0	257.6	262.4
7.0	285.0	270.7	280.2
10.0	260.0	276.2	280.2
15.0	260.0	261.2	260.5
20.0	230.0	233.1	226.1
30.0	165.0	176.2	171.4
40.0	149.0	138.3	133.3
50.0	115.0	113.5	110.9
70.0	84.0	89.0	86.4
100.0	79.0	75.7	77.7
150.0	72.0	69.7	71.0
200.0	68.0	70.1	69.1
300.0	74.0	80.0	73.6
400.0	85.0	94.7	84.5
500.0	97.0	109.1	96.7

Error cuadr. medio log. 0.026 0.011



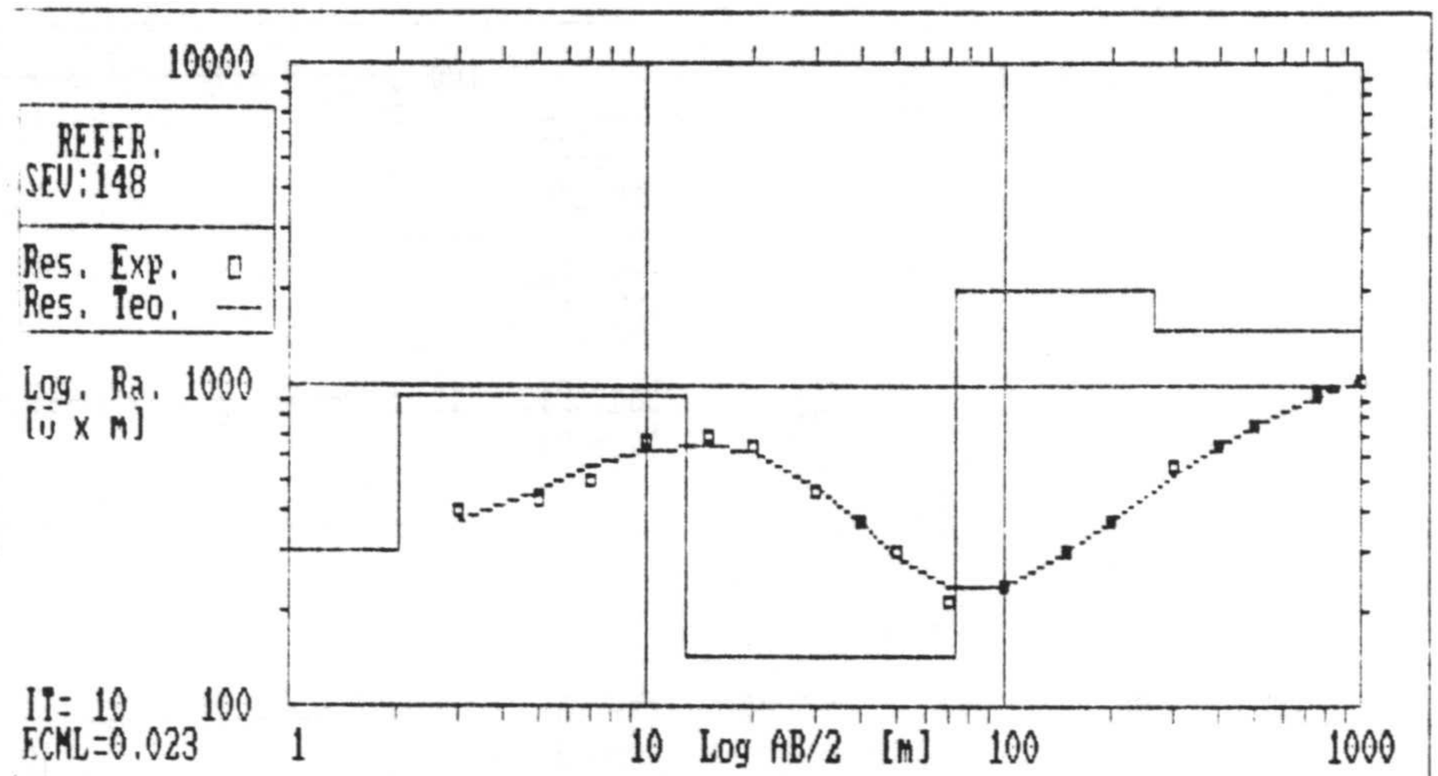
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	0.5	6.9	10.0	97.9	55.1	53.7	
Res	81.1	345.5	169.2	73.1	30.6	77.8	289.2

SE.: 147

	ITER= 0		ITER= 1	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	310.00	2.00	309.91
2	11.00	900.00	11.00	922.92
3	60.00	150.00	60.00	144.21
4	200.00	2000.00	187.54	2005.71
5		1500.00		1475.11

		ITER= 1	ITER= 10
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	2.0	400.0	290.9	380.2
	5.0	430.0	467.4	476.1
	7.0	565.0	555.8	552.9
	10.0	670.0	624.0	621.7
	15.0	710.0	650.0	650.4
	20.0	645.0	615.0	621.1
	30.0	475.0	486.7	490.8
	40.0	375.0	368.9	370.2
	50.0	300.0	294.0	294.5
	70.0	215.0	238.1	234.1
	100.0	241.0	244.4	237.0
	150.0	305.0	317.4	307.0
	200.0	380.0	397.5	385.0
	300.0	560.0	541.8	525.5
	400.0	660.0	663.1	643.5
	500.0	750.0	764.9	743.4
	750.0	925.0	955.7	930.6
	1000.0	1030.0	1082.0	1055.0

Error cuadr. medio log. 0.025 0.022



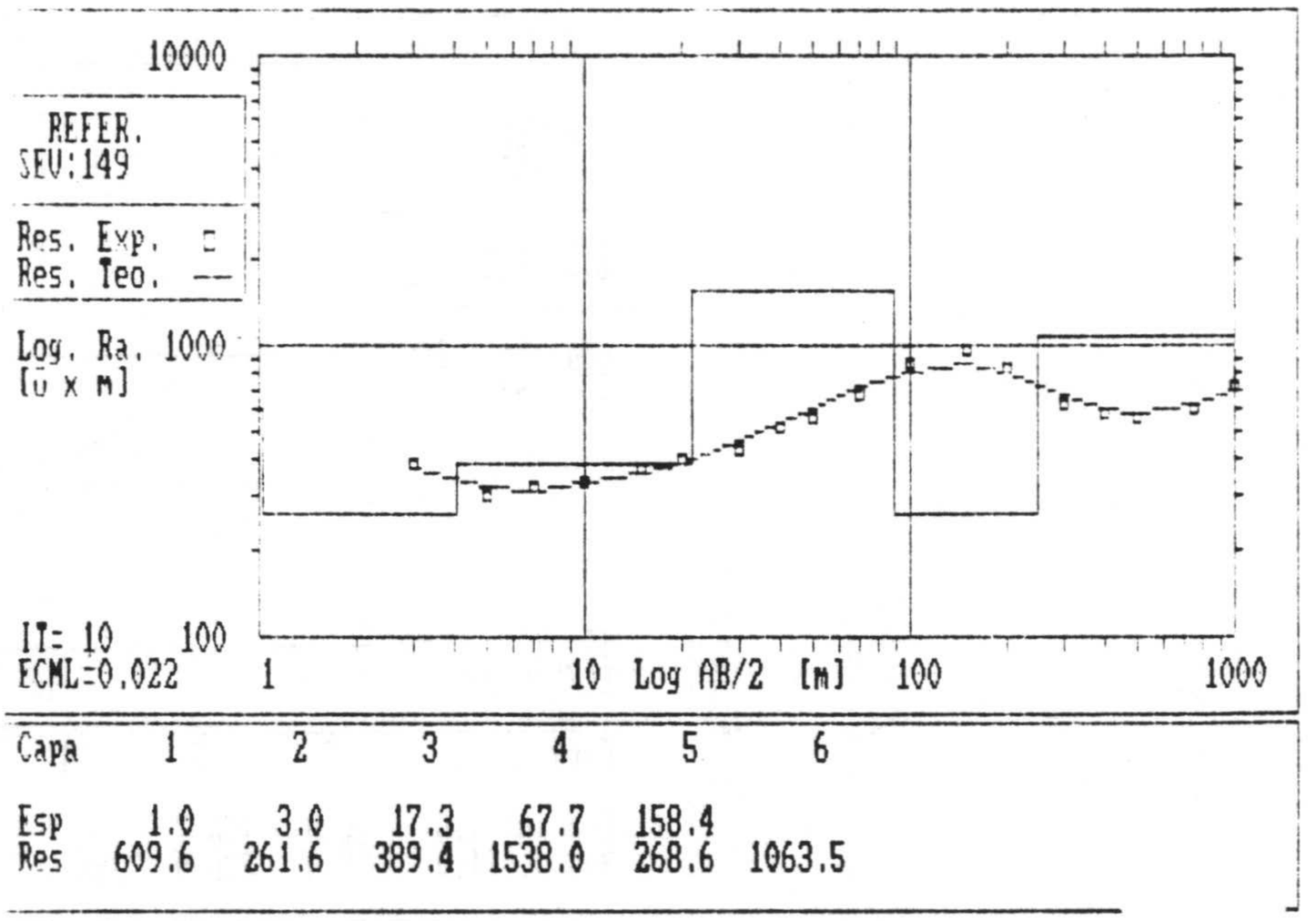
Capa	1	2	3	4	5
Esp	2.0	11.0	60.0	187.5	
Res	309.9	922.9	144.2	2005.7	1475.1

SE.: 149

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	600.00	1.04	609.61
2	3.00	185.00	3.00	261.57
3	20.00	520.00	17.35	389.41
4	60.00	1500.00	67.67	1538.07
5	190.00	250.00	158.42	268.58
6		900.00		1061.50

		ITER= 0	ITER= 10
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	2.0	590.0	611.2	581.2
	5.0	510.0	508.1	521.5
	7.0	504.0	492.5	515.6
	10.0	540.0	519.7	525.2
	15.0	581.0	567.8	565.6
	20.0	600.0	606.1	596.8
	30.0	645.0	665.3	665.4
	40.0	525.0	537.6	536.1
	50.0	570.0	562.2	606.7
	70.0	680.0	640.6	716.1
	100.0	675.0	722.1	615.9
	150.0	955.0	790.6	851.5
	200.0	825.0	778.1	806.6
	300.0	635.0	691.1	674.4
	400.0	575.0	624.7	594.3
	500.0	570.0	601.2	576.0
	750.0	600.0	621.6	626.5
	1000.0	715.0	667.5	696.9

Error cuadr. medio log. 0.041 0.022



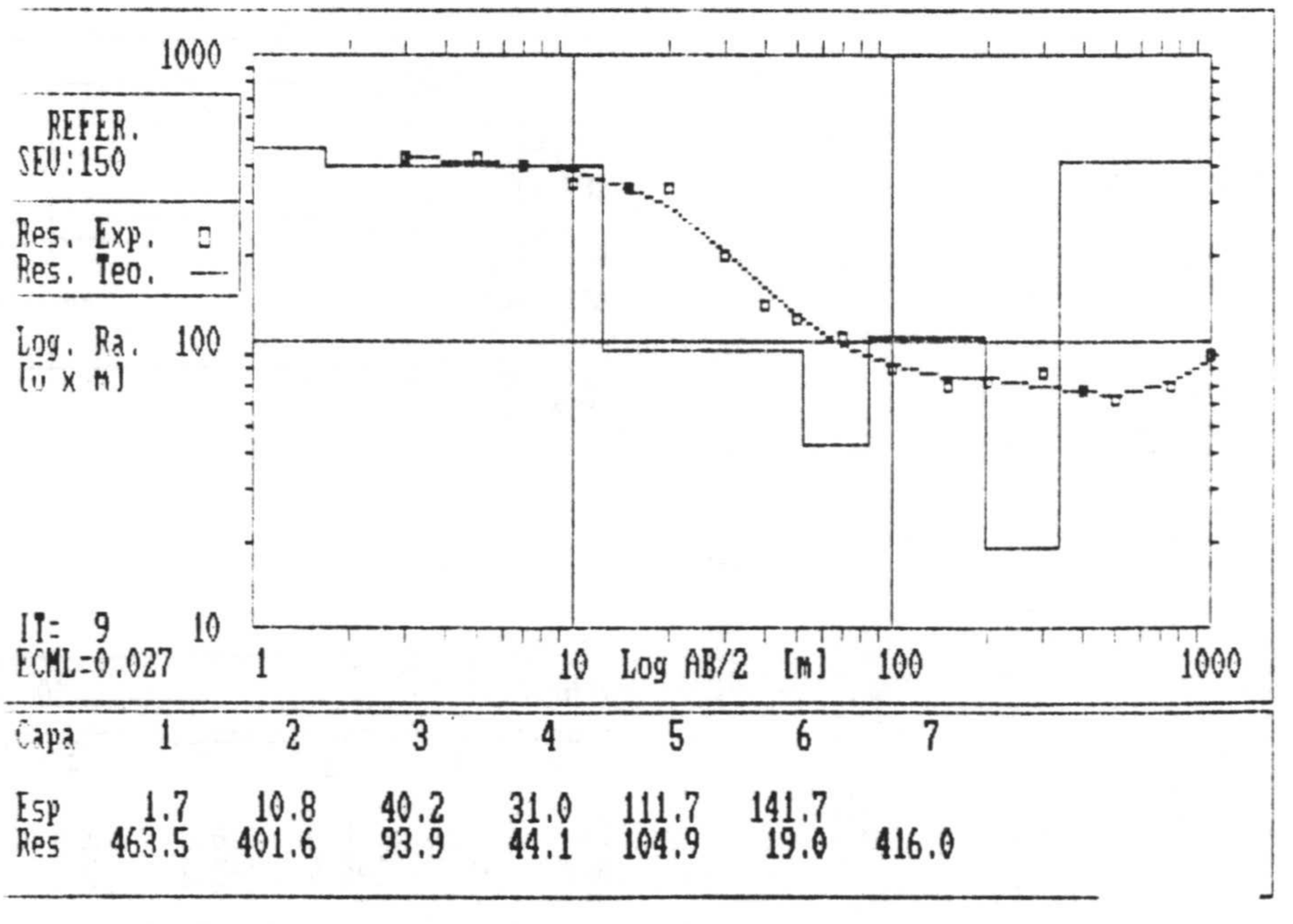
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.0	3.0	17.3	67.7	158.4	
Res	609.6	261.6	389.4	1538.0	268.6	1063.5

SE.: 150

	ITER= 0		ITER= 6	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	450.00	1.68	463.47
2	10.00	360.00	10.77	401.65
3	50.00	80.00	41.17	92.92
4	70.00	55.00	31.05	44.08
5	150.00	100.00	111.74	104.84
6	150.00	20.00	141.67	18.96
7		400.00		416.04

		ITER= 0	ITER= 6
	ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
	2.0	475.0	440.1	441.6
	5.0	445.0	420.7	421.7
	7.0	410.0	399.2	407.4
	10.0	350.0	365.4	385.9
	15.0	345.0	319.5	341.2
	20.0	340.0	265.2	290.7
	30.0	195.0	187.5	205.1
	40.0	135.0	137.0	151.6
	50.0	121.0	110.9	121.7
	70.0	104.0	88.4	95.9
	100.0	80.0	77.6	82.1
	150.0	70.0	72.1	75.9
	200.0	73.0	70.7	74.0
	300.0	77.0	71.1	70.4
	400.0	68.0	70.8	66.4
	500.0	62.0	70.3	65.6
	750.0	70.0	74.0	73.4
	1000.0	85.0	80.4	87.4

Error cuadr. medio log. 0.039 0.027



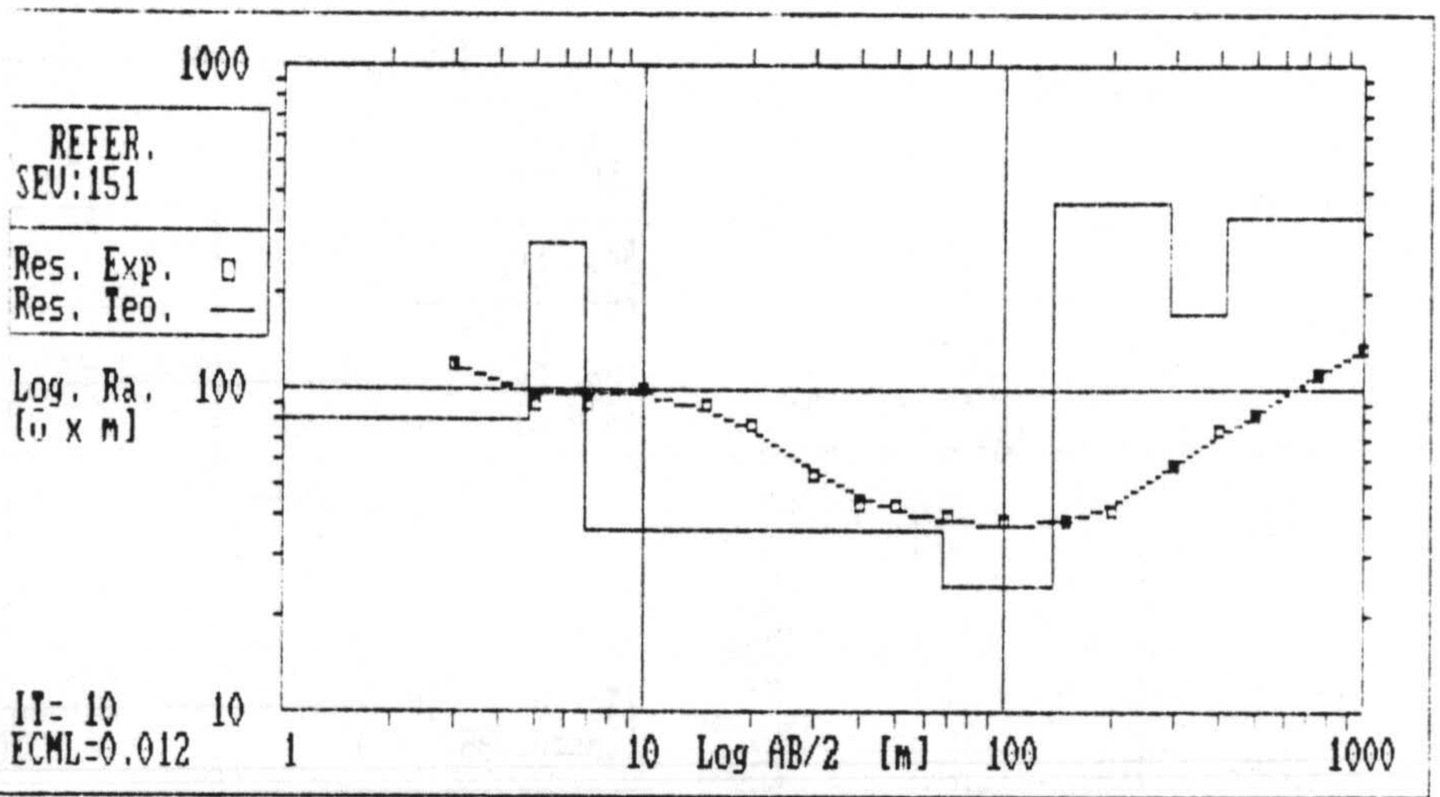
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.7	10.8	40.2	31.0	111.7	141.7	
Res	463.5	401.6	93.9	44.1	104.9	19.0	416.0

SEV: 151

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	0.80	320.00	0.80	346.26
2	4.00	80.00	4.07	79.52
3	2.00	270.00	2.07	287.16
4	60.00	35.00	61.11	36.87
5	75.00	28.00	69.56	24.29
6	130.00	350.00	151.31	371.81
7	160.00	110.00	129.69	169.62
8		290.00		335.72

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
0.0	120.0	116.2	116.4
5.0	90.5	94.3	94.5
7.0	96.8	93.6	94.5
10.0	100.0	93.1	95.8
15.0	91.0	85.6	87.8
20.0	77.5	71.4	76.0
30.0	54.9	50.2	57.1
40.0	43.5	44.2	47.0
50.0	43.0	40.4	42.5
70.0	41.0	37.6	39.3
100.0	39.0	37.2	38.0
150.0	39.0	39.7	39.6
200.0	42.0	44.5	44.1
300.0	58.0	57.3	57.3
400.0	74.9	70.3	71.4
500.0	84.0	81.5	84.4
750.0	113.0	106.0	111.4
1000.0	135.0	125.0	135.1

Error cuadr. medio log. 0.025 0.011



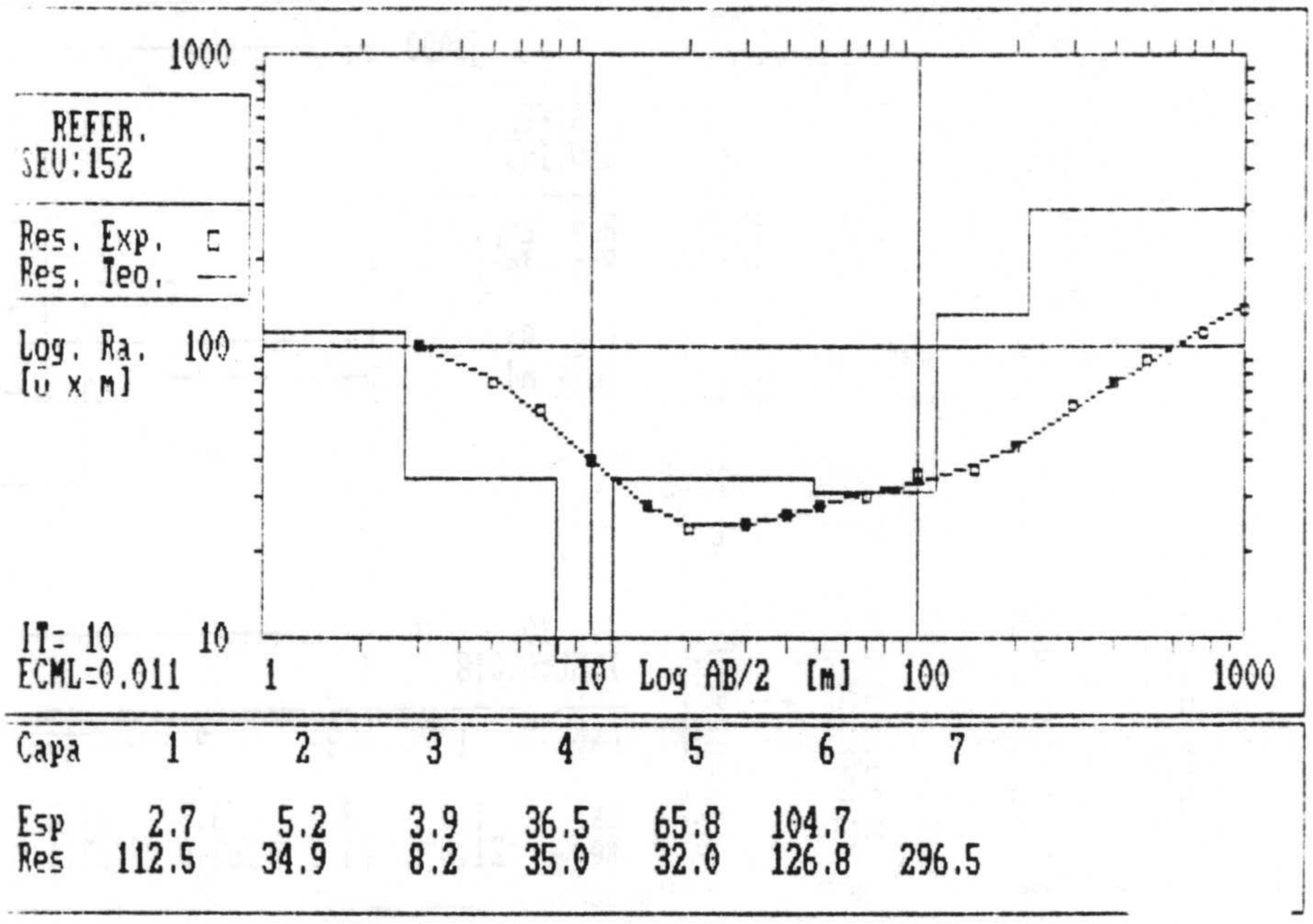
Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.8	4.0	2.1	61.1	69.6	151.3	129.7	
Res	346.3	79.5	287.2	36.9	24.3	371.8	169.6	335.7

SEV: 152

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	2.00	105.00	2.69	111.46
2	5.00	30.00	5.17	34.91
3	5.00	10.00	7.86	8.25
4	40.00	35.00	36.50	35.01
5	80.00	30.00	65.87	31.01
6	100.00	100.00	104.71	126.77
7		300.00		296.49

ESPACIADO	REF.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
0.0	100.0	95.2	99.5
5.0	76.0	76.4	77.4
7.0	59.8	58.3	58.5
10.0	41.0	40.4	40.8
15.0	28.5	27.4	28.1
20.0	24.0	23.6	24.3
30.0	24.5	24.0	24.4
40.0	26.5	26.4	26.5
50.0	28.9	28.5	28.4
70.0	30.9	32.2	31.1
100.0	35.9	36.7	34.2
150.0	37.9	43.5	39.7
200.0	46.1	50.2	46.1
300.0	61.5	63.6	60.2
400.0	76.0	77.1	74.1
500.0	89.5	89.8	87.1
750.0	110.0	117.9	115.2
1000.0	135.0	140.6	137.7

Error cuadr. medio log. 0.021 0.011



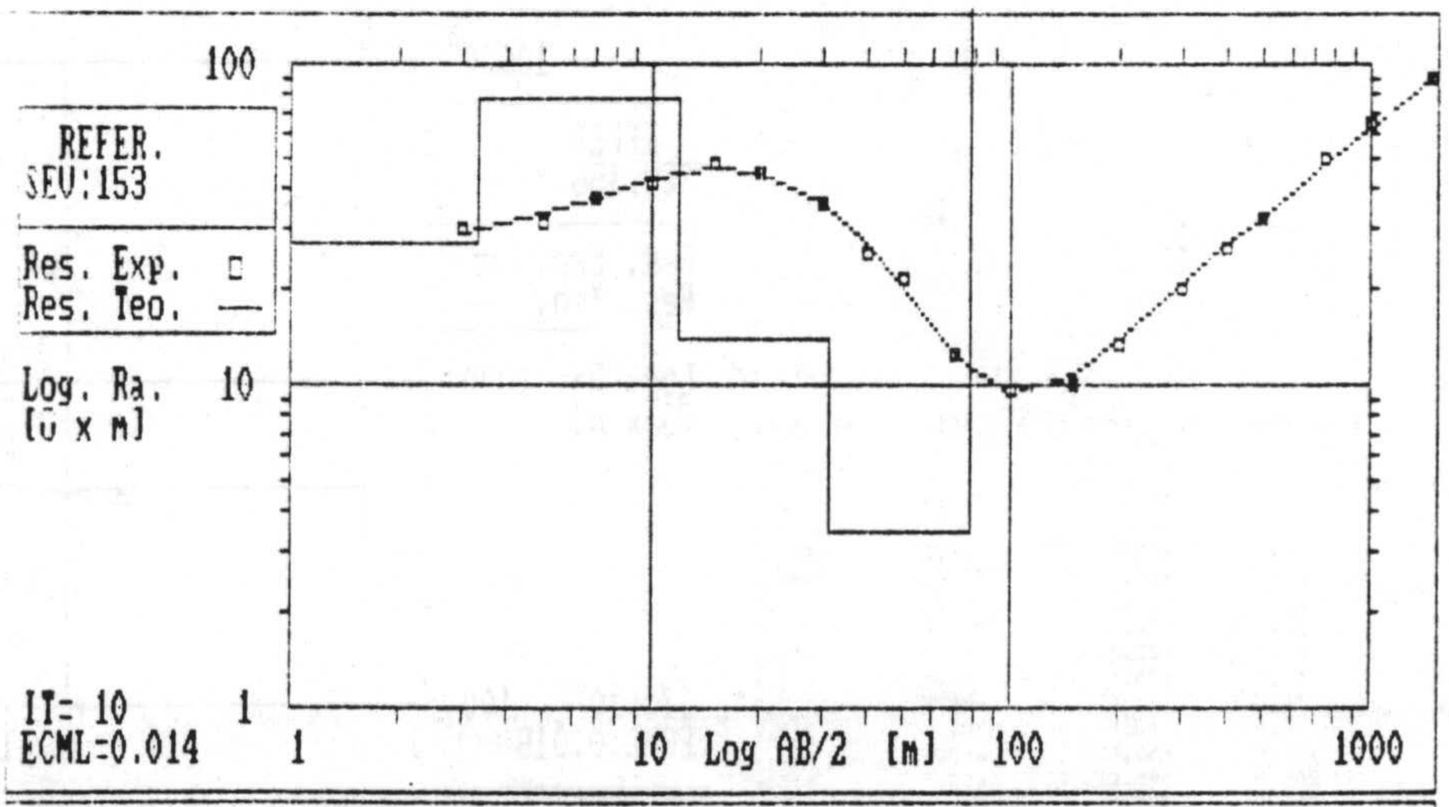
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.7	5.2	3.9	36.5	65.8	104.7	
Res	112.5	34.9	8.2	35.0	32.0	126.8	296.5

SEV: 153

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	3.30	27.40	3.29	27.38
2	8.60	78.00	8.64	78.01
3	20.00	14.00	19.44	13.98
4	45.00	3.50	45.47	3.52
5	130.00	360.00	130.18	362.97
6		560.00		564.80

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
0.0	28.0	28.7	29.1
5.0	33.5	34.1	33.5
7.0	36.4	35.1	35.1
10.0	42.0	44.5	42.3
15.0	48.6	47.4	46.6
20.0	45.0	45.4	45.0
30.0	36.0	36.7	36.1
40.0	28.5	26.9	26.9
50.0	22.1	19.6	19.6
70.0	12.2	12.3	12.2
100.0	9.5	9.4	9.3
150.0	10.1	11.0	10.9
200.0	13.4	14.1	14.1
300.0	20.0	20.6	20.6
400.0	26.4	26.9	26.9
500.0	33.0	33.0	33.1
750.0	50.1	47.7	48.0
1000.0	65.9	61.6	62.2
1500.0	91.0	87.1	88.3

Error cuadr. medio log. 0.016 0.014



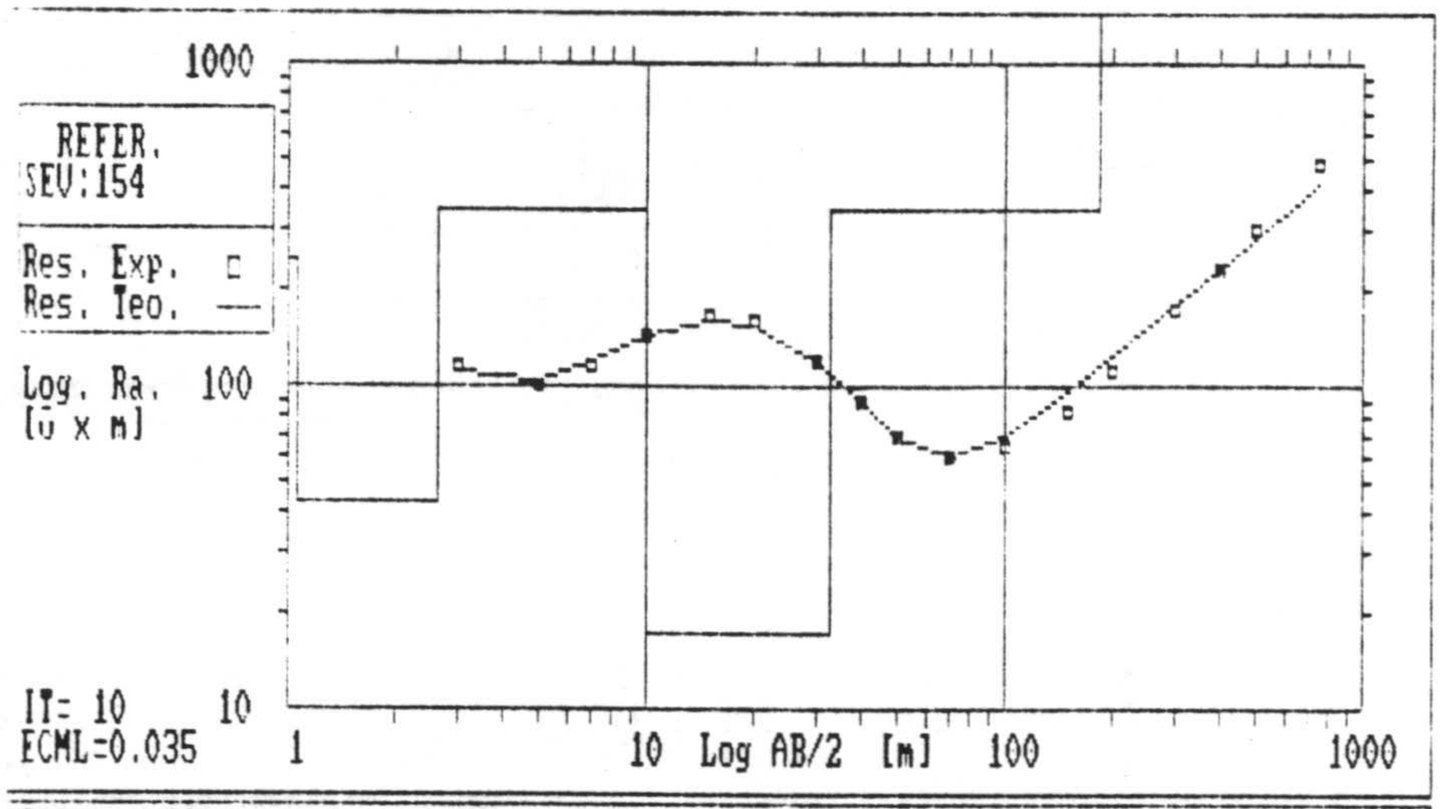
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	3.3	8.6	19.4	45.5	130.2	
Res	27.4	78.0	14.0	3.5	362.9	564.8

SE.: 154

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.10	200.00	1.07	242.14
2	1.50	80.00	1.55	43.54
3	5.00	300.00	7.35	356.76
4	20.00	25.00	22.54	17.32
5	150.00	250.00	150.00	350.00
6		10000.00		10000.00

	ITER= 0	ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	115.0	111.1	113.2
5.0	100.0	115.8	104.6
7.0	116.0	131.9	120.6
10.0	145.0	151.4	142.0
15.0	167.0	166.8	158.0
20.0	160.0	161.8	151.7
30.0	120.0	130.3	120.7
40.0	90.0	98.0	89.0
50.0	70.0	78.1	70.4
70.0	60.0	66.2	61.2
100.0	66.0	74.0	68.7
150.0	82.0	101.3	96.2
200.0	110.0	131.4	124.0
300.0	170.0	188.0	177.8
400.0	230.0	244.7	231.8
500.0	300.0	301.3	285.7
750.0	490.0	440.5	418.1

Error cuadr. medio log. 0.047 0.035



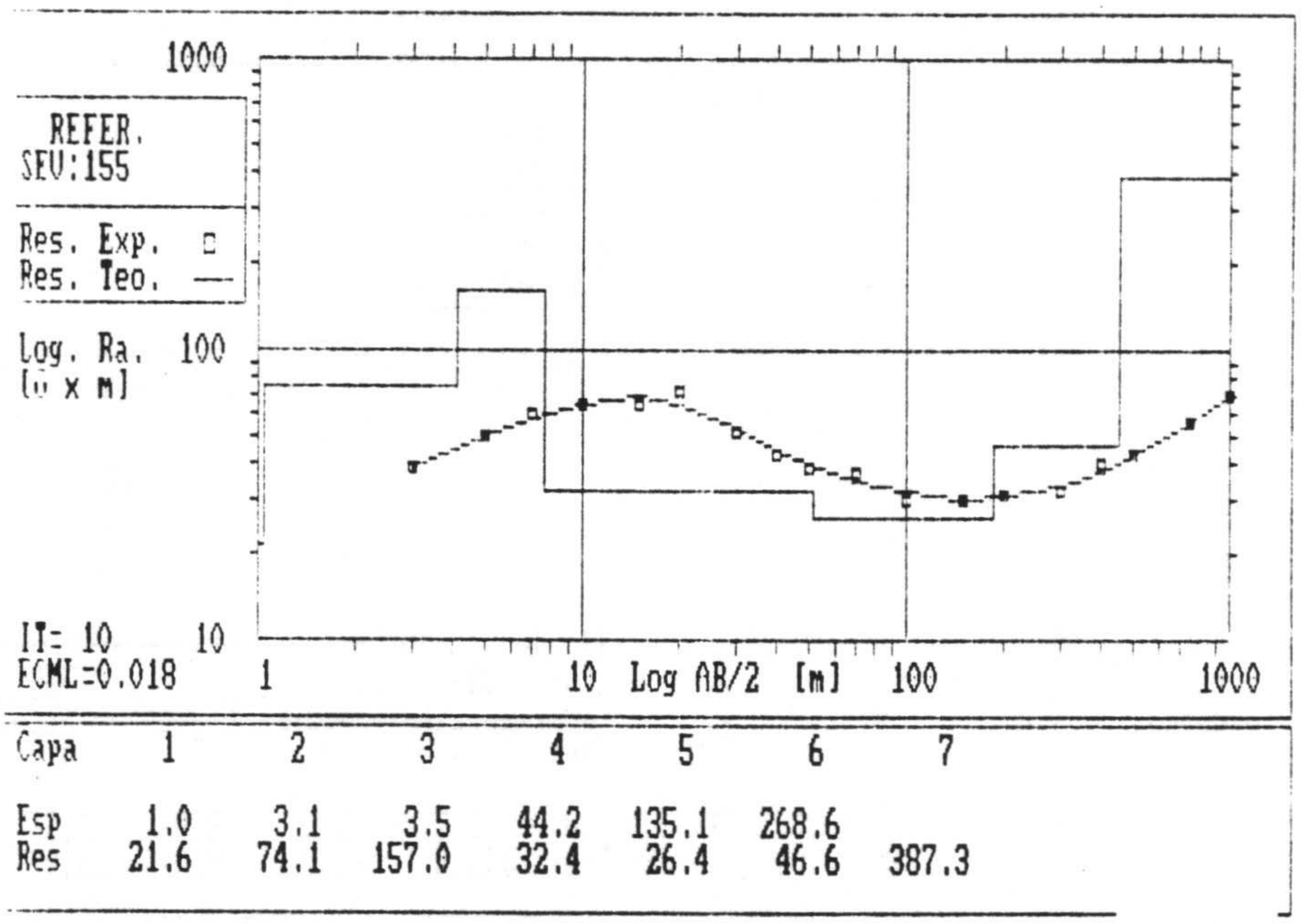
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.1	1.5	7.3	22.5	150.0	
Res	242.1	43.5	356.8	17.3	350.0	10000.0

SE.: 155

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	22.00	1.04	21.60
2	3.00	80.00	3.06	74.06
3	4.00	150.00	3.51	157.01
4	20.00	30.00	44.18	32.37
5	130.00	25.00	135.07	26.41
6	250.00	50.00	268.62	46.55
7		400.00		387.30

	ITER= 0	ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	25.0	40.5	38.7
5.0	45.0	51.4	50.6
7.0	60.0	60.1	58.8
10.0	65.0	67.5	66.1
15.0	66.0	71.4	68.7
20.0	70.0	69.4	67.2
30.0	52.0	59.1	54.2
40.0	43.0	48.9	45.5
50.0	39.0	41.8	40.3
70.0	38.1	34.5	35.1
100.0	30.8	30.2	32.2
150.0	31.0	29.1	30.8
200.0	31.9	30.0	31.1
300.0	32.8	34.1	33.8
400.0	40.0	39.4	38.1
500.0	43.8	45.2	43.0
750.0	56.0	60.6	56.6
1000.0	70.0	75.7	70.4

Error cuadr. medio log. 0.029 0.018



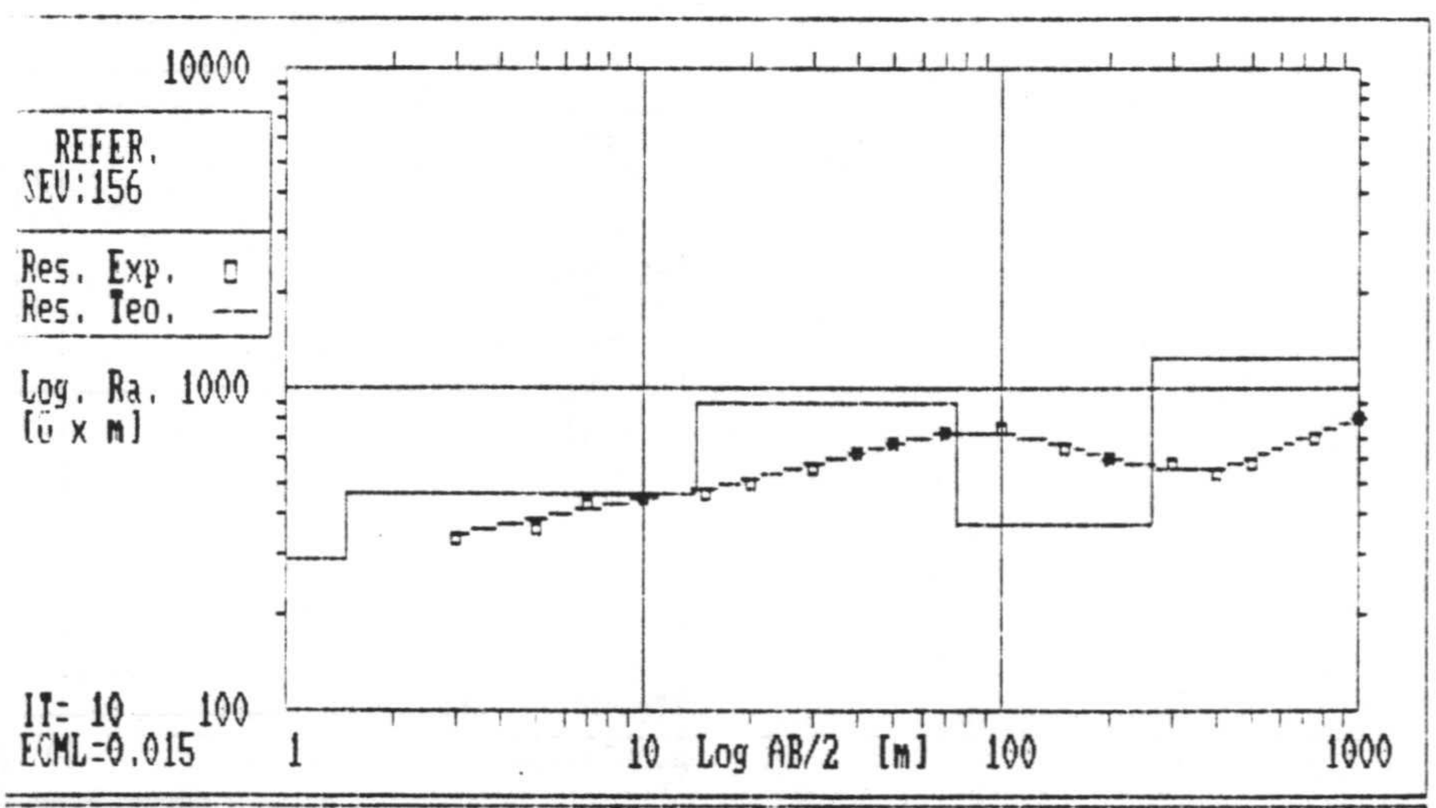
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	1.0	3.1	3.5	44.2	135.1	268.6	
Res	21.6	74.1	157.0	32.4	26.4	46.6	387.3

SE.: 156

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	4.40	225.00	4.47	294.11
2	25.00	600.00	22.58	470.76
3	65.00	840.00	61.04	900.00
4	200.00	400.00	186.58	377.42
5		1200.00		1251.22

	ITER= 0	ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	335.0	333.8	347.9
5.0	370.0	350.4	361.0
7.0	445.0	376.0	419.4
10.0	455.0	416.3	446.3
15.0	465.0	470.0	480.8
20.0	500.0	515.7	514.1
30.0	570.0	576.4	576.2
40.0	620.0	619.5	631.6
50.0	675.0	651.4	670.8
70.0	735.0	686.9	713.3
100.0	750.0	701.9	719.6
150.0	650.0	667.9	666.2
200.0	595.0	623.7	610.6
300.0	575.0	569.9	554.6
400.0	550.0	571.0	565.1
500.0	580.0	601.9	604.7
750.0	710.0	702.6	719.6
1000.0	820.0	790.2	814.5

Error cuadr. medio log. 0.025 0.015

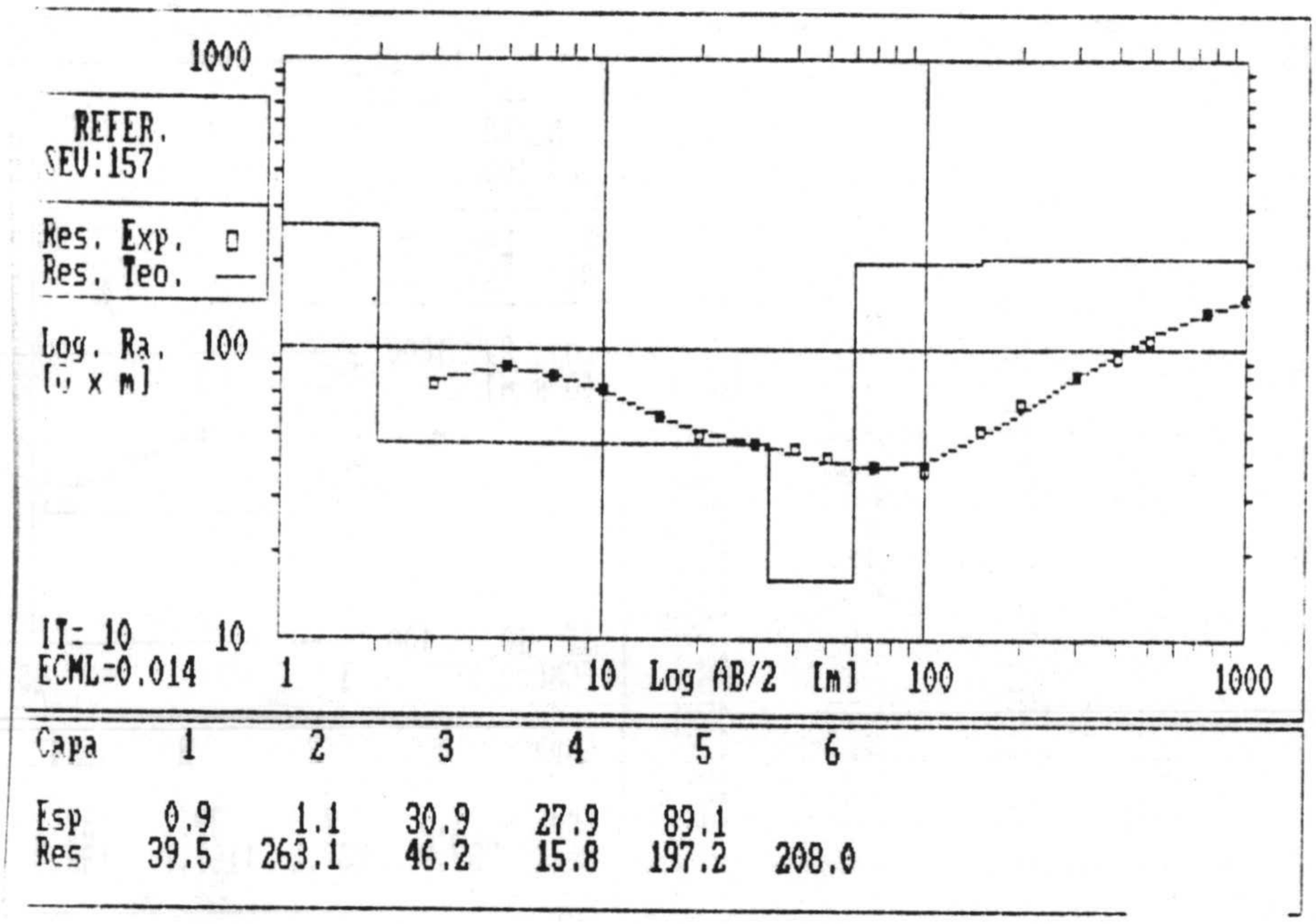


Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.5	12.6	61.1	186.6	
Res	294.1	470.8	900.0	377.4	1251.2

SEV: 157

	ITER= 9		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	0.90	40.00	0.92	39.54
2	1.00	260.00	1.06	263.06
3	30.00	45.00	30.90	46.23
4	90.00	15.00	27.85	15.81
5	110.00	250.00	89.12	197.21
6		210.00		208.04

	ITER= 9		ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO	
0.6	74.5	77.5	76.7	
1.0	87.5	84.1	85.2	
2.0	81.9	78.9	81.5	
3.0	72.5	68.1	71.4	
5.0	58.0	56.0	58.8	
7.0	50.2	50.0	52.3	
10.0	47.8	44.9	46.8	
15.0	45.0	41.8	43.7	
20.0	42.0	39.0	41.0	
30.0	39.0	36.5	38.6	
40.0	38.0	38.1	40.4	
50.0	52.5	47.8	50.0	
70.0	64.9	59.1	61.1	
100.0	80.0	79.4	81.0	
150.0	92.0	96.0	97.2	
200.0	106.5	109.6	110.4	
300.0	131.0	134.8	134.8	
400.0	149.9	151.5	150.9	
Error cuadr. medio log.		0.021	0.014	

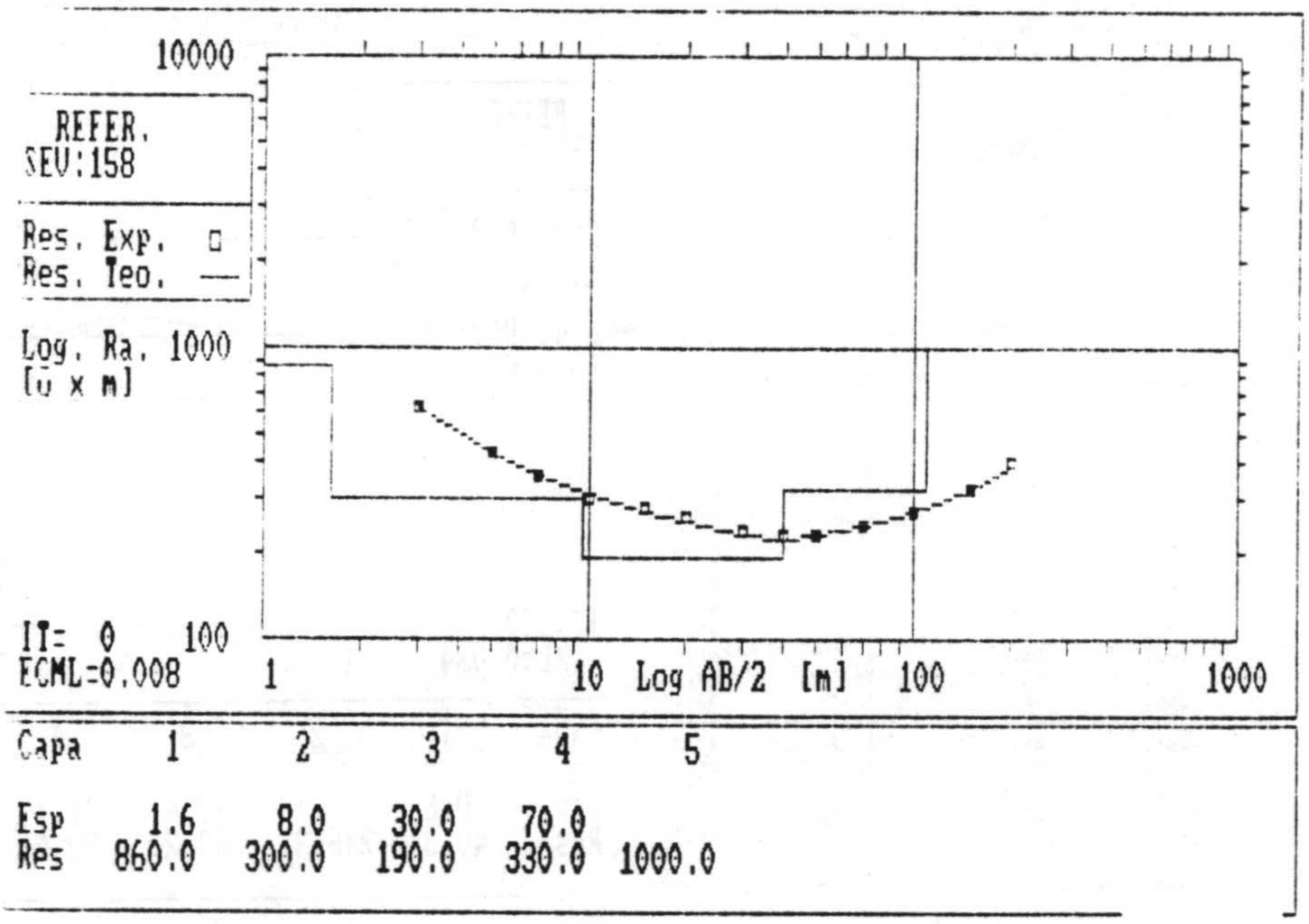


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.9	1.1	30.9	27.9	89.1	
Res	39.5	263.1	46.2	15.8	197.2	208.0

SEV: 158

	ITER= 7		ITER= 8	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.60	860.00	1.60	860.00
2	8.00	300.00	8.00	300.00
3	30.00	190.00	30.00	190.00
4	70.00	330.00	70.00	330.00
5		1000.00		1000.00

	ITER= 9		ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO	
0.6	620.0	619.4	619.4	
1.0	440.0	438.9	438.9	
2.0	360.0	360.5	360.5	
3.0	310.0	311.7	311.7	
5.0	280.0	276.2	276.2	
7.0	260.0	254.7	254.7	
10.0	235.0	230.6	230.6	
15.0	228.0	223.8	223.8	
20.0	230.0	226.7	226.7	
30.0	250.0	242.9	242.9	
40.0	270.0	275.3	275.3	
50.0	330.0	332.6	332.6	
70.0	400.0	387.3	387.3	
Error cuadr. medio log.		0.008	0.008	

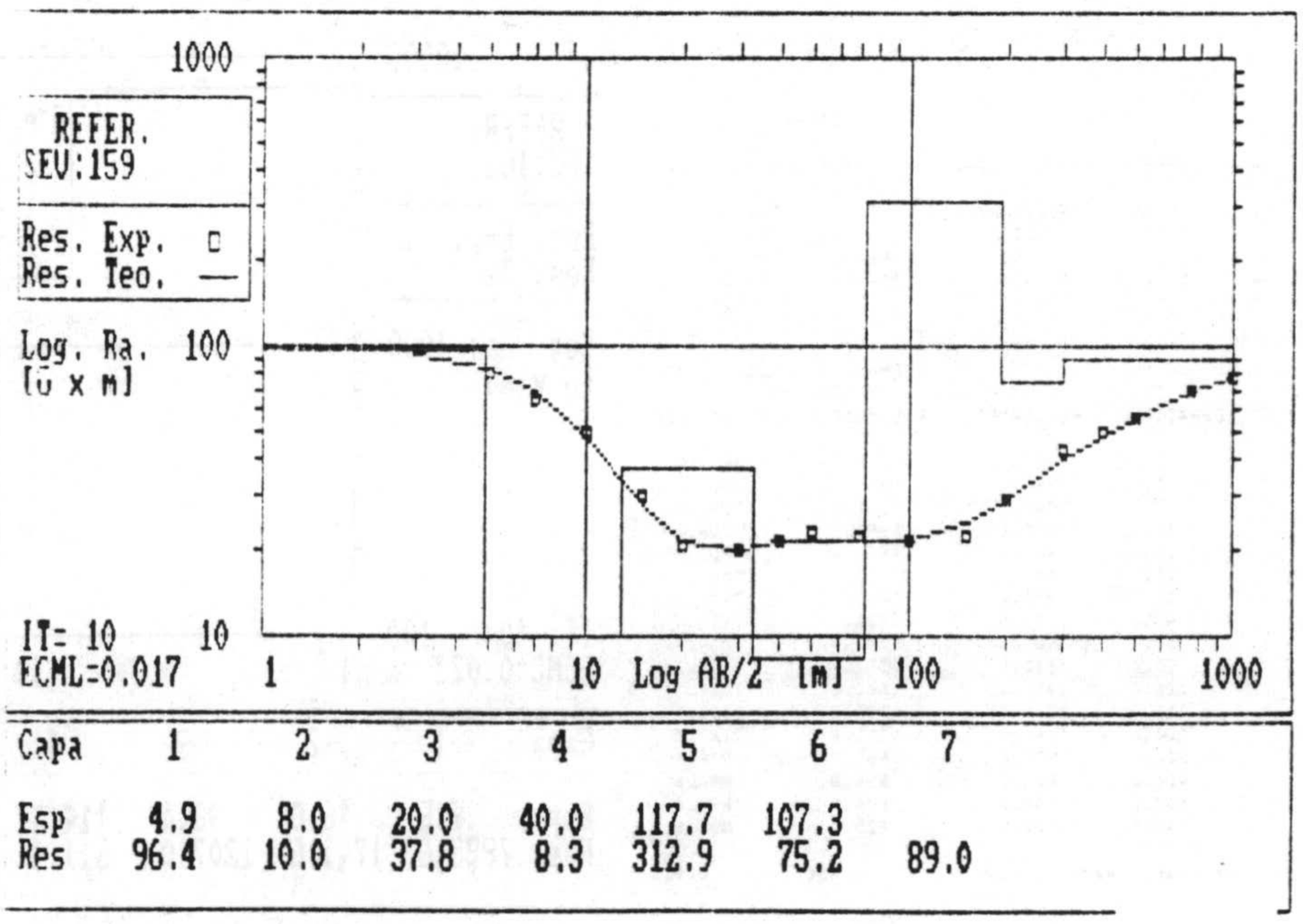


Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.6	8.0	30.0	70.0	
Res	860.0	300.0	190.0	330.0	1000.0

SEV: 159

	ITER= 9		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	4.00	100.00	4.86	96.47
2	20.00	10.00	8.01	9.99
3	20.00	45.00	20.00	37.77
4	40.00	7.00	41.01	8.34
5	100.00	300.00	117.69	312.94
6	100.00	85.00	107.28	75.19
7		150.00		89.04

	ITER= 9		ITER= 10	
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO	
0.6	94.5	94.3	92.7	
1.0	82.0	80.9	83.7	
2.0	66.0	63.6	69.3	
3.0	50.5	47.2	48.7	
5.0	30.0	26.5	26.7	
7.0	20.5	20.9	21.5	
10.0	19.6	19.6	19.9	
15.0	21.1	20.7	21.2	
20.0	21.5	21.5	21.6	
30.0	22.2	22.1	21.4	
40.0	21.2	22.0	21.3	
50.0	22.0	23.1	24.2	
70.0	26.9	26.1	26.3	
100.0	33.0	34.7	40.0	
150.0	50.5	47.2	49.2	
200.0	55.5	50.8	56.8	
300.0	69.2	66.4	70.1	
400.0	76.5	78.1	77.9	
Error cuadr. medio log.		0.039	0.017	



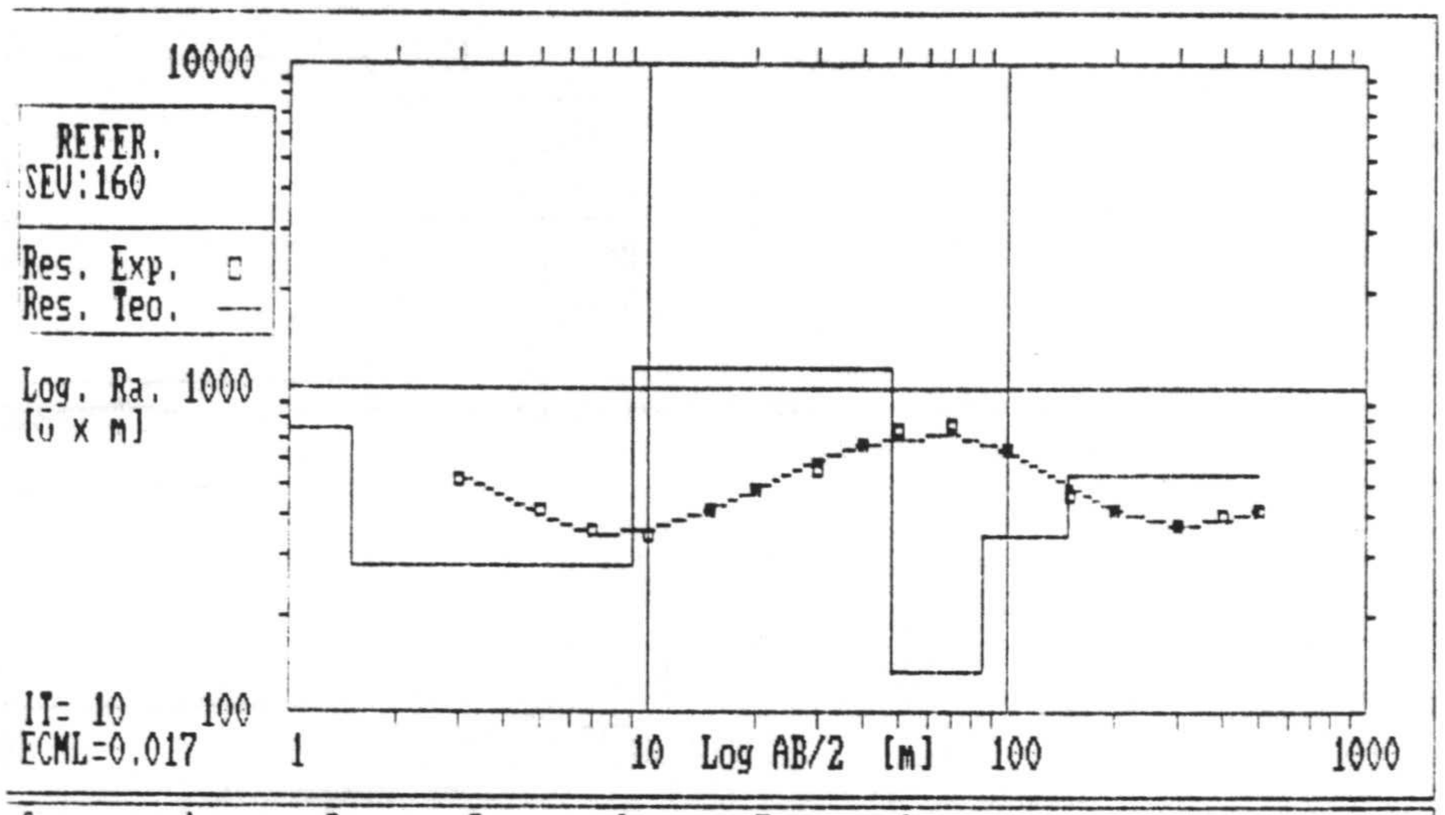
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	4.9	8.0	20.0	40.0	117.7	107.3	
Res	96.4	10.0	37.8	8.3	312.9	75.2	89.0

SE.: 1*

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	1.50	800.00	1.49	759.78
2	7.50	281.00	7.53	287.15
3	41.00	110.00	39.11	1157.65
4	40.00	150.00	37.11	133.66
5	80.00	350.00	62.69	357.34
6		550.00		541.03

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
2.00	525.00	559.21	541.54
5.00	420.00	404.00	401.30
7.00	360.00	357.00	357.10
10.00	350.00	361.40	361.60
15.00	420.00	414.70	410.40
20.00	480.00	493.00	486.70
30.00	560.00	602.20	595.40
40.00	680.00	674.80	667.80
50.00	750.00	719.70	708.00
70.00	790.00	735.40	716.10
100.00	650.00	673.40	641.40
150.00	470.00	530.40	496.50
200.00	420.00	441.10	416.10
300.00	385.00	385.10	376.00
400.00	400.00	397.50	398.00
500.00	420.00	418.10	420.20

Error cuadr. medio log. 0.022 0.017



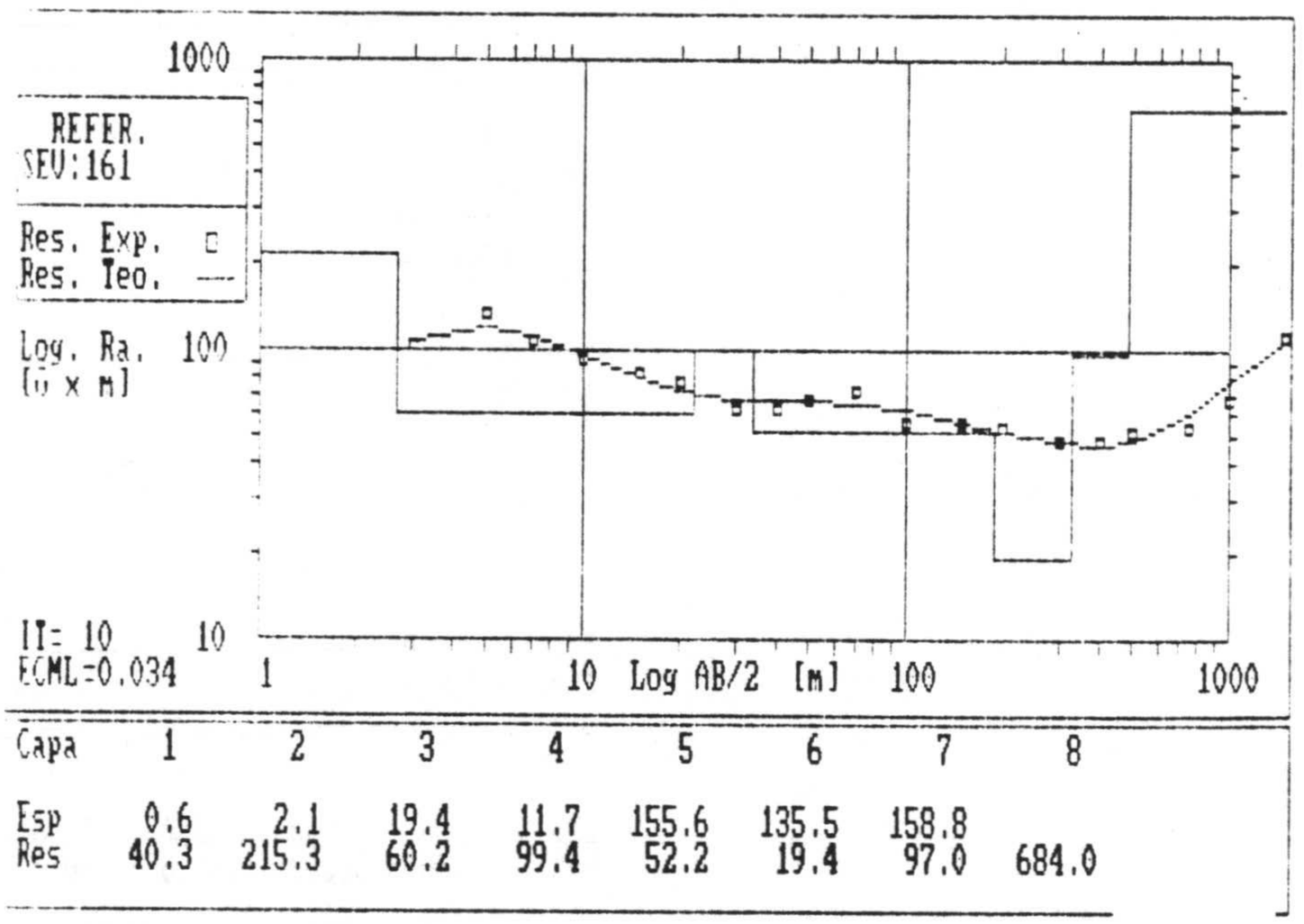
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.5	7.5	39.1	37.1	62.7	
Res	759.8	287.2	1157.7	133.7	357.3	541.0

SE.: 2*

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	0.50	40.00	0.56	40.30
2	2.00	180.00	1.98	215.31
3	20.00	55.00	19.38	60.16
4	10.00	100.00	11.67	99.40
5	150.00	45.00	151.55	52.21
6	150.00	20.00	135.52	19.37
7	200.00	75.00	158.80	97.01
8		600.00		683.98

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
2.00	101.00	108.90	108.10
5.00	134.00	120.70	118.50
7.00	108.00	116.00	113.00
10.00	94.40	100.70	98.60
15.00	83.70	80.40	79.90
20.00	77.50	70.00	71.40
30.00	61.00	64.00	66.50
40.00	63.50	64.50	66.50
50.00	68.00	65.50	66.70
70.00	72.50	65.40	65.10
100.00	56.20	62.70	61.60
150.00	57.00	56.30	56.60
200.00	55.00	51.50	53.10
300.00	48.00	49.70	46.60
400.00	48.50	50.80	47.20
500.00	52.00	54.20	49.40
750.00	55.00	57.80	61.40
1000.00	67.50	80.90	76.80
1500.00	113.10	116.30	108.70

Error cuadr. medio log. 0.040 0.034



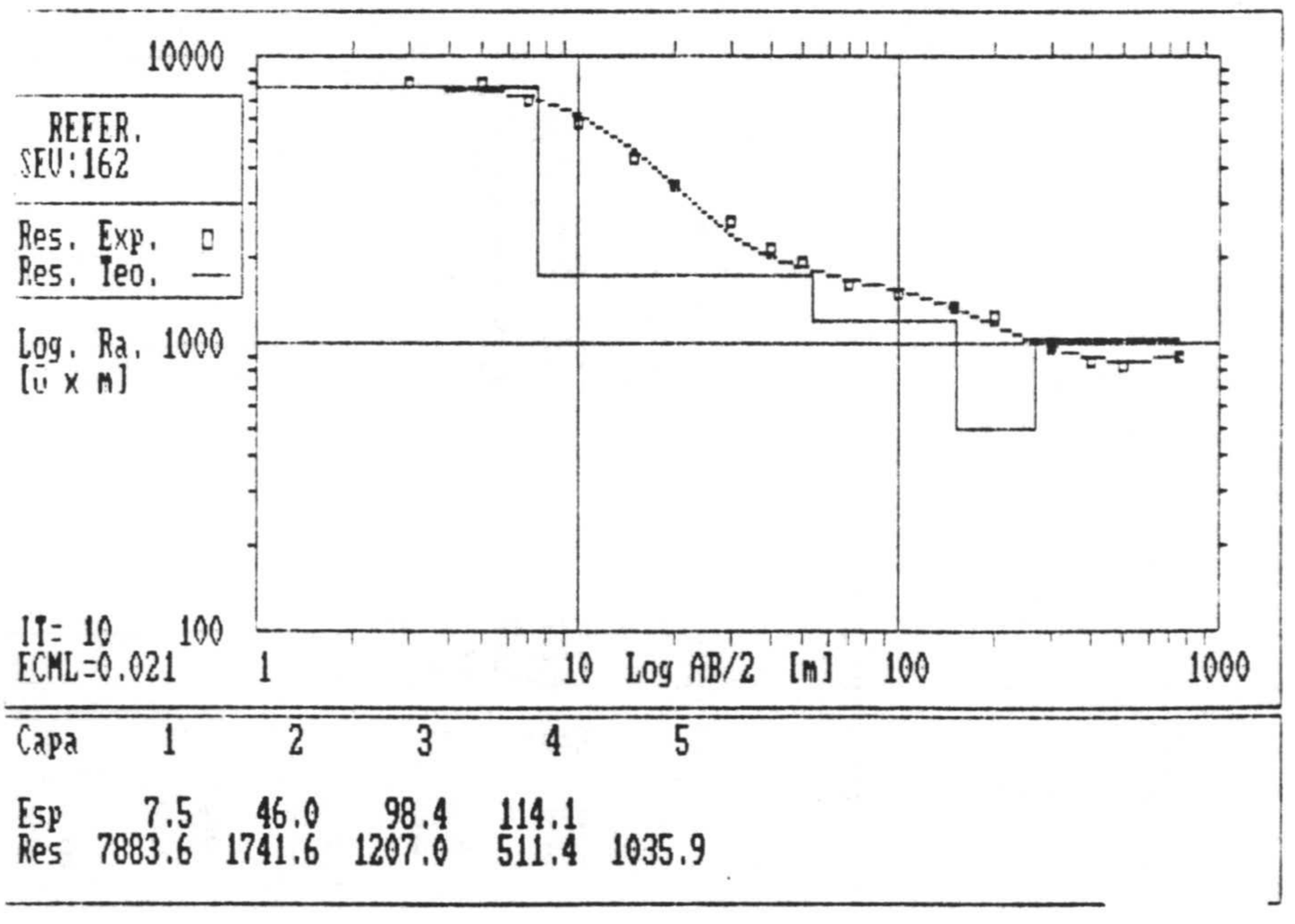
Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.6	2.1	19.4	11.7	155.6	135.5	158.8	
Res	40.3	215.3	60.2	99.4	52.2	19.4	97.0	684.0

SE.: 3*

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	8.00	7900.00	7.45	7883.60
2	50.00	1600.00	46.02	1741.60
3	100.00	1200.00	98.41	1206.90
4	150.00	500.00	114.08	511.37
5		1000.00		1035.90

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
2.00	8000.00	7839.80	7801.10
5.00	7997.00	7656.10	7600.30
7.00	7000.00	7306.70	7197.40
10.00	5850.00	6495.90	6308.60
15.00	4400.00	4936.40	4721.60
20.00	3550.00	3732.30	3581.60
30.00	2650.00	2411.70	2406.90
40.00	2150.00	1924.30	1957.40
50.00	1900.00	1741.40	1834.90
70.00	1610.00	1587.50	1675.20
100.00	1490.00	1461.80	1519.50
150.00	1310.00	1291.30	1315.50
200.00	1240.00	1155.80	1167.30
300.00	975.00	962.70	979.90
400.00	855.00	856.80	894.60
500.00	850.00	820.80	870.80
750.00	900.00	825.40	886.80

Error cuadr. medio log. 0.030 0.021



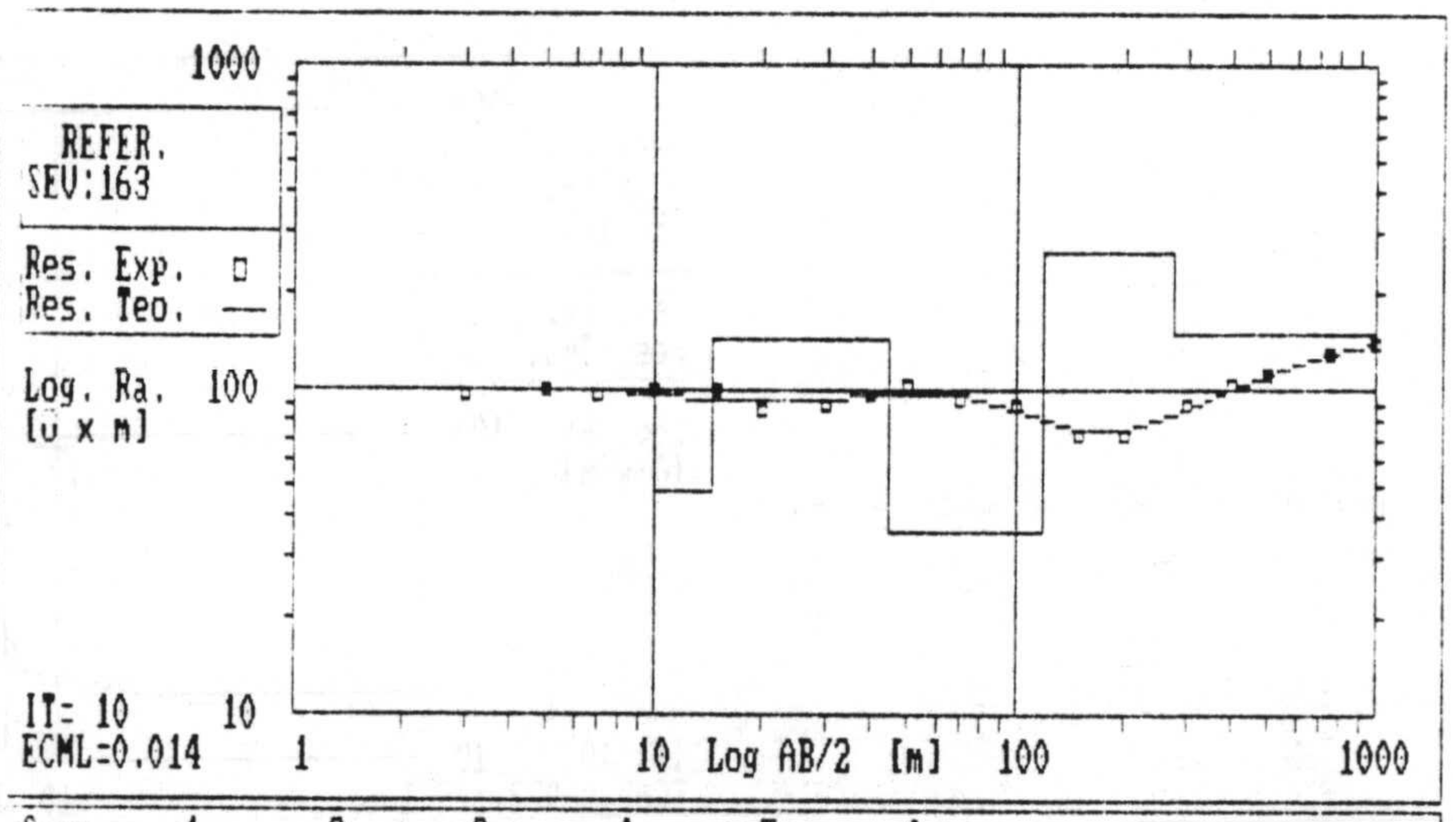
Capa	1	2	3	4	5
Esp	7.5	46.0	98.4	114.1	
Res	7883.6	1741.6	1207.0	511.4	1035.9

SEV: 163

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0	ITER= 10	
1	10.00	95.0	10.00	100.19
2	4.00	70.00	4.57	48.08
3	30.00	175.00	30.00	144.77
4	75.00	36.00	75.00	36.08
5	150.00	25.00	152.55	265.05
6		155.00		148.27

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= 0 RES.MODELO	ITER= 10 RES.MODELO
2.0	96.5	95.0	100.1
3.0	100.5	94.6	99.5
5.0	95.5	94.4	98.7
10.0	100.0	92.5	97.0
15.0	95.7	93.1	93.8
20.0	87.5	92.0	92.2
30.0	91.0	95.1	93.4
40.0	96.0	97.7	96.6
50.0	104.0	98.4	98.0
70.0	92.5	94.4	94.9
100.0	90.2	84.6	85.1
150.0	71.5	75.2	74.8
200.0	73.5	75.4	74.4
300.0	86.5	88.3	86.8
400.0	104.0	101.8	101.2
500.0	112.0	114.2	112.6
750.0	130.0	131.3	130.5
1000.0	137.5	141.4	139.1

Error cuadr. medio log. 0.018 0.014



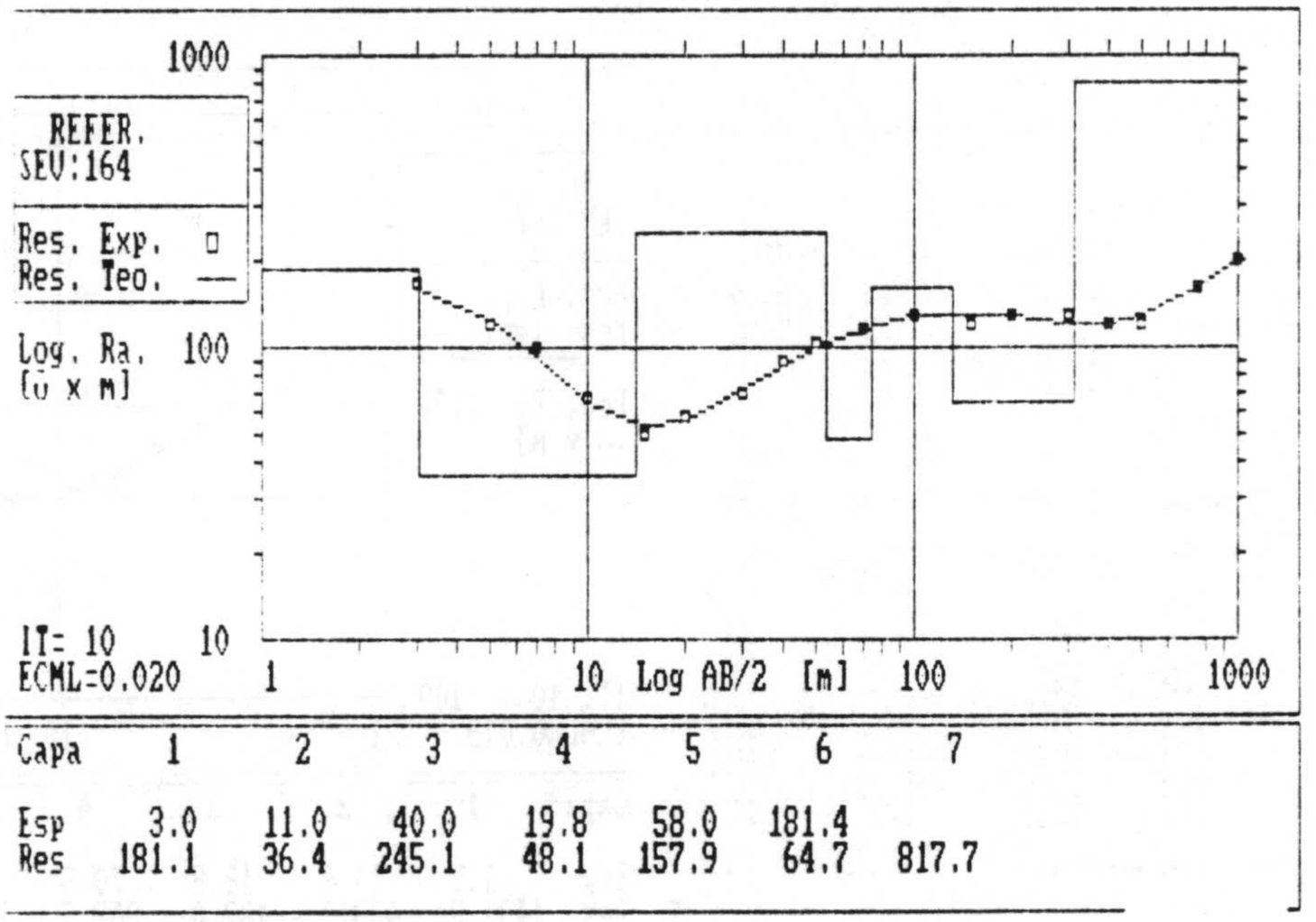
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	10.0	4.6	30.0	75.0	152.5	
Res	100.2	48.1	144.8	36.1	265.0	148.3

SEV: 164

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER=	ITER=	
1	3.00	181.00	3.00	181.06
2	11.00	36.00	11.00	36.36
3	40.00	245.00	40.00	245.05
4	19.80	48.00	19.81	48.11
5	58.00	158.00	57.97	157.97
6	181.40	65.00	181.39	64.67
		800.00		817.67

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= RES.MODELO	ITER= RES.MODELO
2.0	168.0	160.9	161.5
3.0	116.0	107.8	110.1
5.0	100.0	91.8	93.3
10.0	68.0	64.0	66.1
15.0	51.0	52.8	54.1
20.0	57.8	56.2	56.9
30.0	70.0	72.7	72.0
40.0	90.0	88.7	86.6
50.0	104.0	101.2	98.6
70.0	115.5	111.0	114.8
100.0	129.0	138.7	126.5
150.0	118.0	145.8	130.7
200.0	129.0	140.3	128.1
300.0	129.0	134.6	131.7
400.0	131.0	131.8	132.7
500.0	116.0	137.5	129.3
750.0	158.5	167.2	161.4
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.

Error cuadr. medio log. 0.033 0.02[illegible]



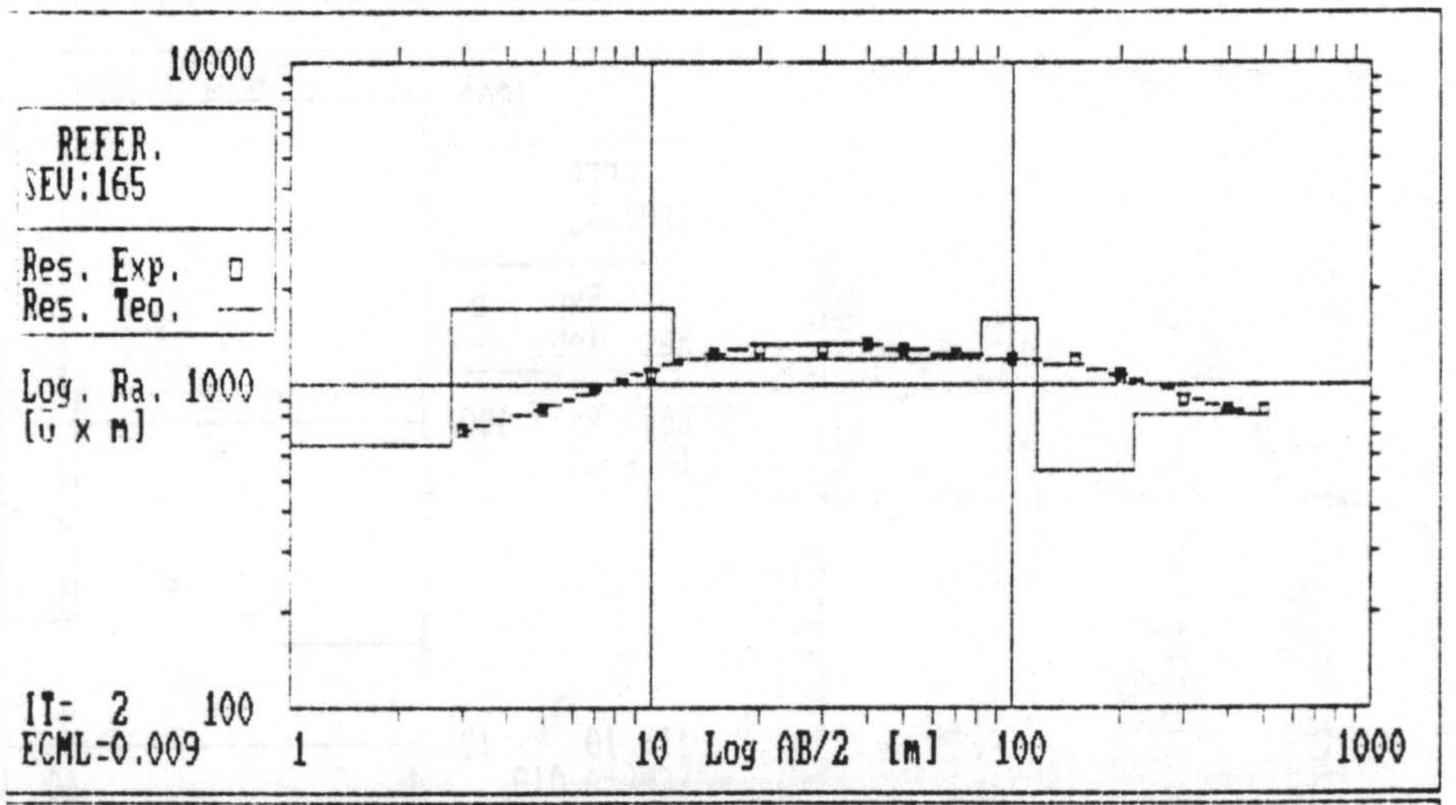
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	3.0	11.0	40.0	19.8	58.0	181.4	
Res	181.1	36.4	245.1	48.1	157.9	64.7	817.7

SEV: 165

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER=	ITER=	
1	2.80	650.00	2.79	650.04
2	10.00	1700.00	8.84	1699.97
3	70.00	1200.00	69.94	1199.98
4	35.00	1600.00	34.91	1600.00
5	100.00	550.00	99.99	550.01
6		800.00		800.08

ESPACIADO	RES.CAMPO	ITER= RES.MODELO	ITER= RES.MODELO
2.0	705.0	715.5	716.0
3.0	850.0	842.5	843.1
5.0	980.0	968.0	967.9
10.0	1090.0	1115.1	1112.7
15.0	1245.0	1260.5	1252.1
20.0	1300.0	1328.0	1314.0
30.0	1304.0	1336.4	1336.4
40.0	1310.0	1334.8	1314.7
50.0	1285.0	1307.1	1289.4
70.0	1245.0	1263.4	1251.0
100.0	1205.0	1219.6	1212.4
150.0	1180.0	1151.2	1146.5
200.0	1075.0	1070.7	1069.4
300.0	895.0	930.4	929.6
400.0	825.0	847.6	844.8
500.0	825.0	811.8	810.9

Error cuadr. medio log. 0.011 0.009



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.8	8.8	69.9	34.9	100.0	
Res	650.0	1700.0	1200.0	1600.0	550.0	800.1

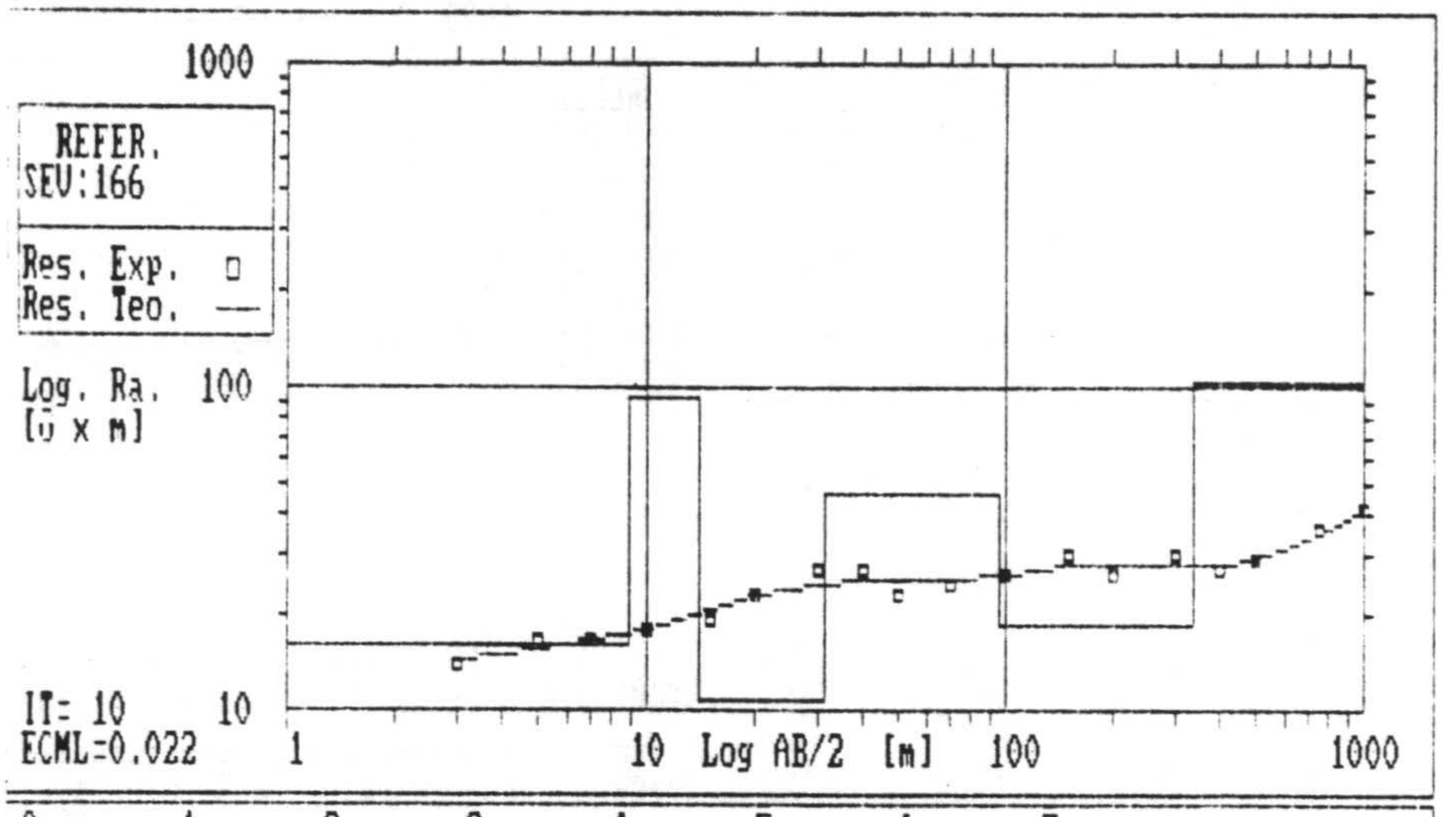
ITER= 1 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	11.60	1.51	6.81
2	9.00	16.00	8.48	16.22
3	11.00	85.07	5.04	93.77
4	15.00	9.01	17.01	10.78
5	100.00	29.07	64.19	46.77
6	250.00	25.00	177.61	18.56
7		101.07		103.01

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	14.0	10.4	14.4
3.0	16.0	15.4	15.6
5.0	16.0	16.6	16.5
10.0	17.0	18.5	17.6
15.0	19.0	21.4	21.4
20.0	22.0	24.1	24.0
30.0	27.0	27.8	24.5
40.0	27.0	25.2	25.4
50.0	23.0	25.2	25.2
70.0	24.0	27.8	25.4
100.0	26.0	25.9	26.4
150.0	27.0	25.2	26.2
200.0	26.0	25.8	26.9
300.0	30.0	27.7	26.4
400.0	27.0	28.5	26.4
500.0	29.0	30.5	29.7
750.0	36.0	37.0	35.5
1000.0	42.0	40.2	41.0

Error cuadr. medio log. 0.040 0.022



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	0.5	8.5	5.0	17.0	64.2	237.6	
Res	8.8	16.2	93.8	10.8	46.8	18.6	103.0

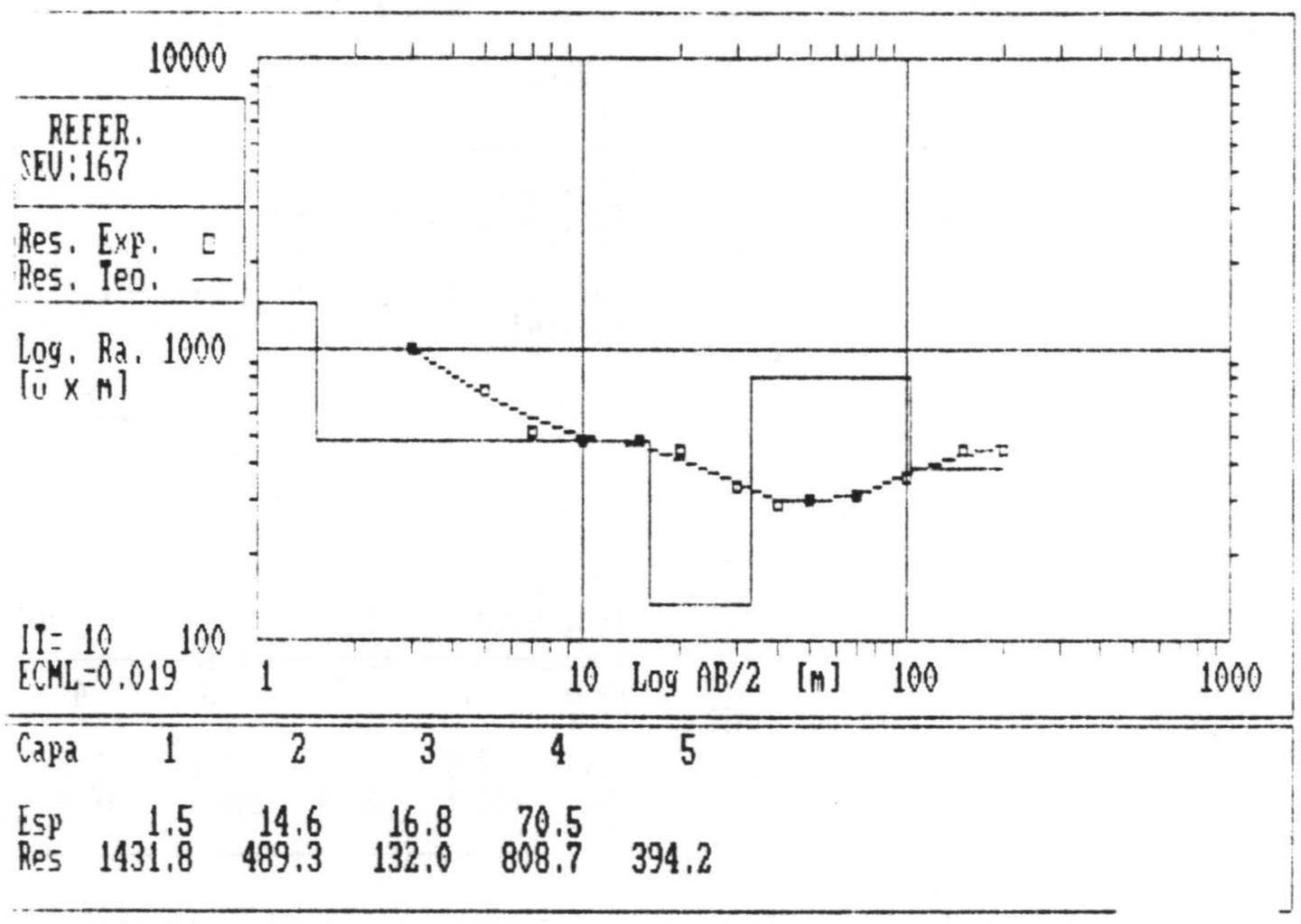
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.60	1400.00	1.51	1431.78
2	13.00	450.00	14.58	489.28
3	25.00	190.00	16.77	132.99
4	70.00	800.00	70.52	808.67
5		400.00		394.21

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	1000.0	986.4	992.0
5.0	730.0	680.6	698.3
7.0	530.0	552.4	580.6
10.0	490.0	478.1	512.9
15.0	495.0	430.7	465.6
20.0	460.0	394.8	424.1
30.0	335.0	337.3	350.9
40.0	290.0	296.8	309.2
50.0	305.0	302.0	301.3
70.0	315.0	325.4	321.9
100.0	370.0	377.1	371.7
150.0	460.0	436.0	436.1
200.0	460.0	470.2	470.0

Error cuadr. medio log. 0.027 0.019



Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.5	14.6	16.8	70.5	
Res	1431.8	489.3	132.0	808.7	394.2

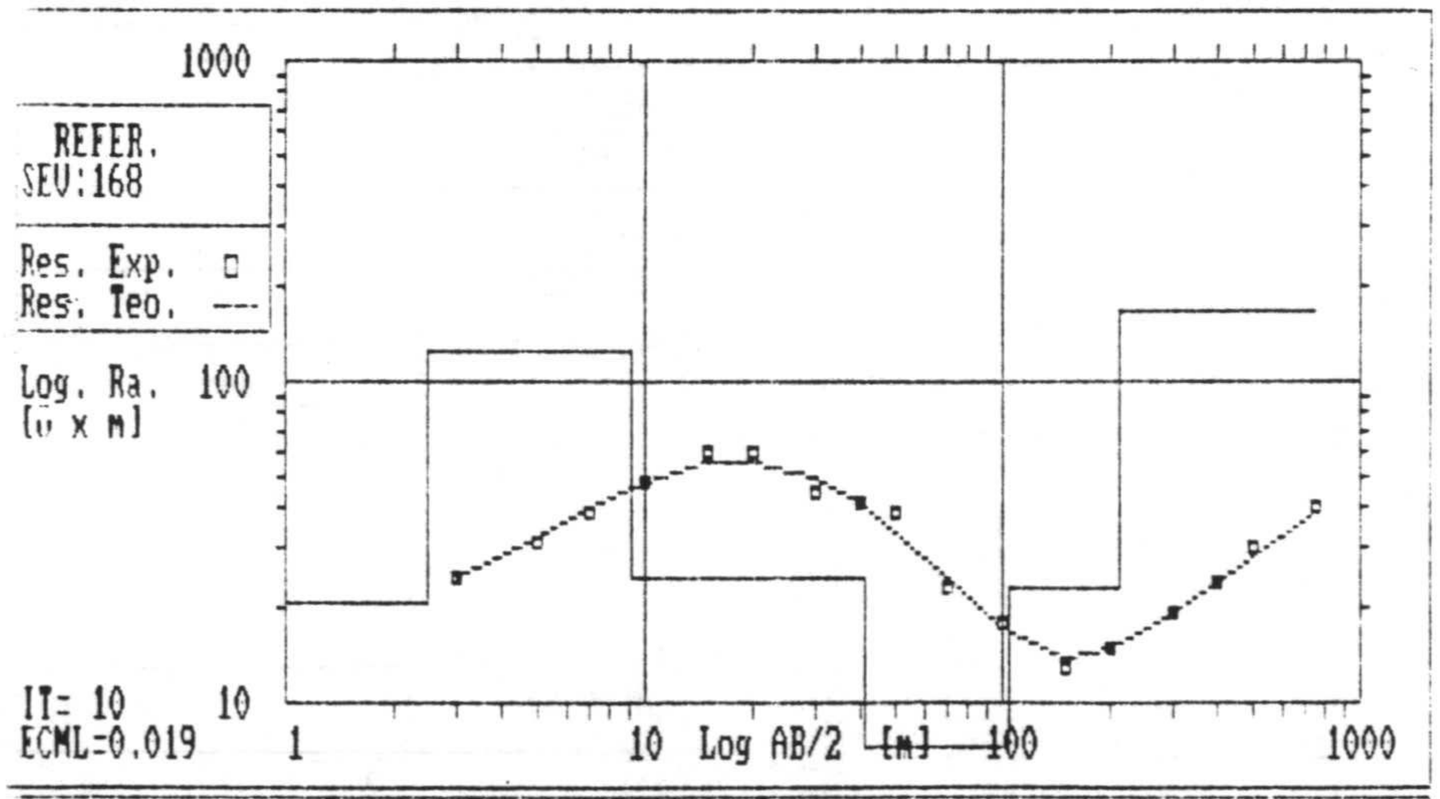
ITER= 0 ITER= 10

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.50	18.00	2.46	20.24
2	8.50	100.00	6.76	125.80
3	20.00	40.00	31.59	24.77
4	50.00	7.50	64.14	7.14
5	120.00	15.00	105.40	22.99
6		170.00		165.24

ITER= 0 ITER= 10

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	25.0	24.2	24.8
3.0	32.0	30.1	32.9
5.0	39.0	40.8	40.5
10.0	45.0	45.2	45.1
15.0	60.0	56.8	56.1
20.0	60.5	58.8	57.0
30.0	46.0	55.0	50.7
40.0	41.0	47.4	41.1
50.0	35.0	36.1	34.5
70.0	23.0	26.5	24.2
100.0	18.0	17.0	16.9
150.0	13.0	13.6	13.9
200.0	15.0	14.4	14.7
300.0	19.0	18.4	19.1
400.0	24.0	22.9	24.0
500.0	30.0	27.4	28.9
750.0	40.0	36.0	39.9

Error cuadr. medio log. 0.031 0.015

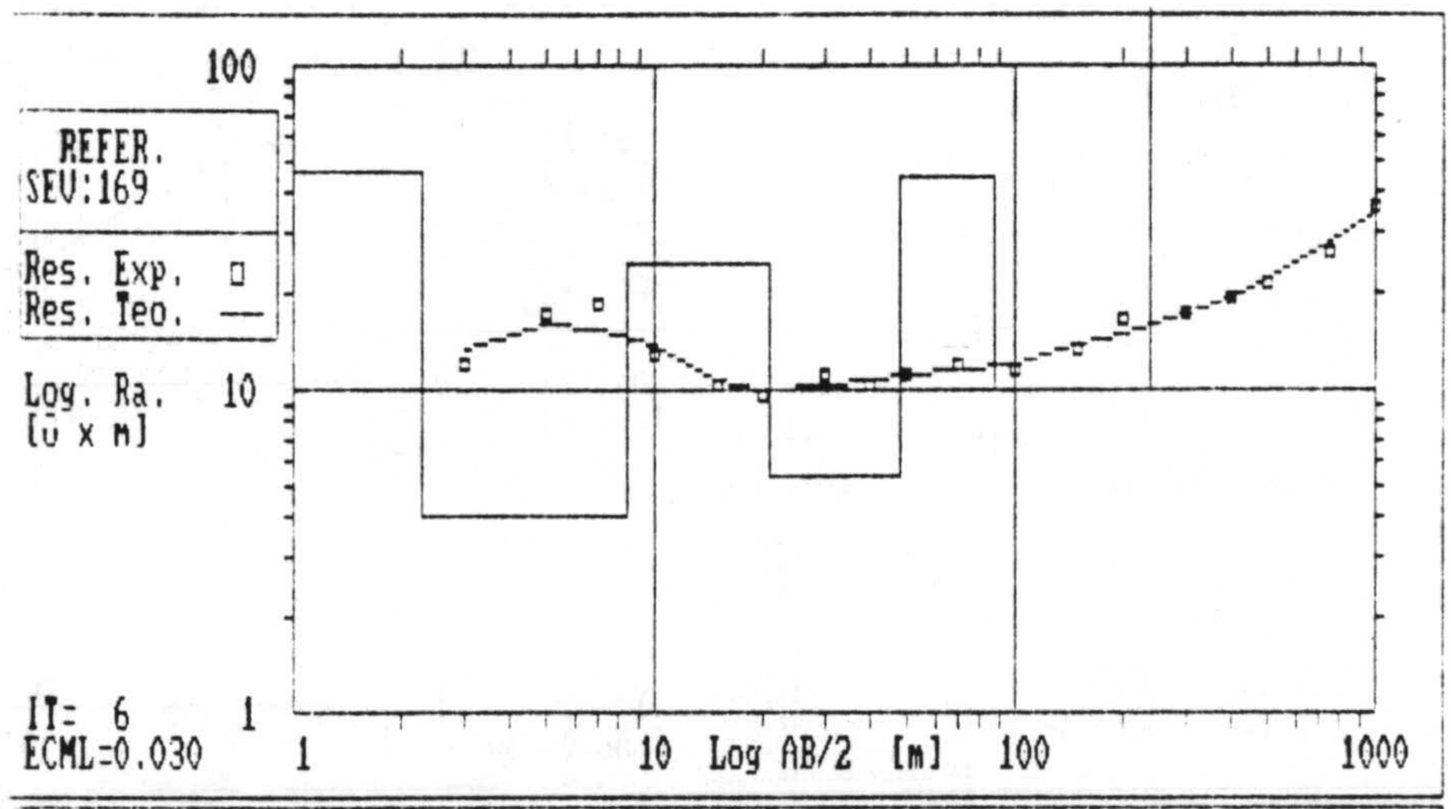


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.5	6.8	31.6	64.1	105.4	
Res	20.2	125.8	24.8	7.1	23.0	165.2

SE.: 169

	ITER= 7		ITER= 6	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	0.50	3.40	0.49	3.44
2	2.00	46.00	1.79	46.24
3	7.00	4.00	6.10	4.10
4	15.00	24.00	11.79	24.57
5	30.00	5.00	27.21	5.36
6	45.00	50.00	39.87	45.87
7	150.00	10.00	149.18	11.01
8		165.00		165.83

	ITER= 7	ITER= 6
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	15.	14.9	15.4
3.0	17.0	17.6	15.9
7.0	16.5	17.2	15.7
10.0	17.0	14.9	15.6
15.0	10.0	11.7	10.9
20.0	9.5	10.4	9.9
30.0	11.0	10.3	10.2
40.0	10.5	10.8	10.9
50.0	11.2	10.5	11.2
70.0	12.1	11.0	11.5
100.0	11.5	11.4	12.2
150.0	13.5	13.0	13.7
200.0	16.5	14.6	15.1
300.0	17.0	17.0	17.2
400.0	19.0	19.0	19.2
500.0	21.0	21.2	21.7
700.0	26.5	27.6	26.7
1000.0	36.0	34.2	35.8
Error cuadr. medio log.		0.040	0.030

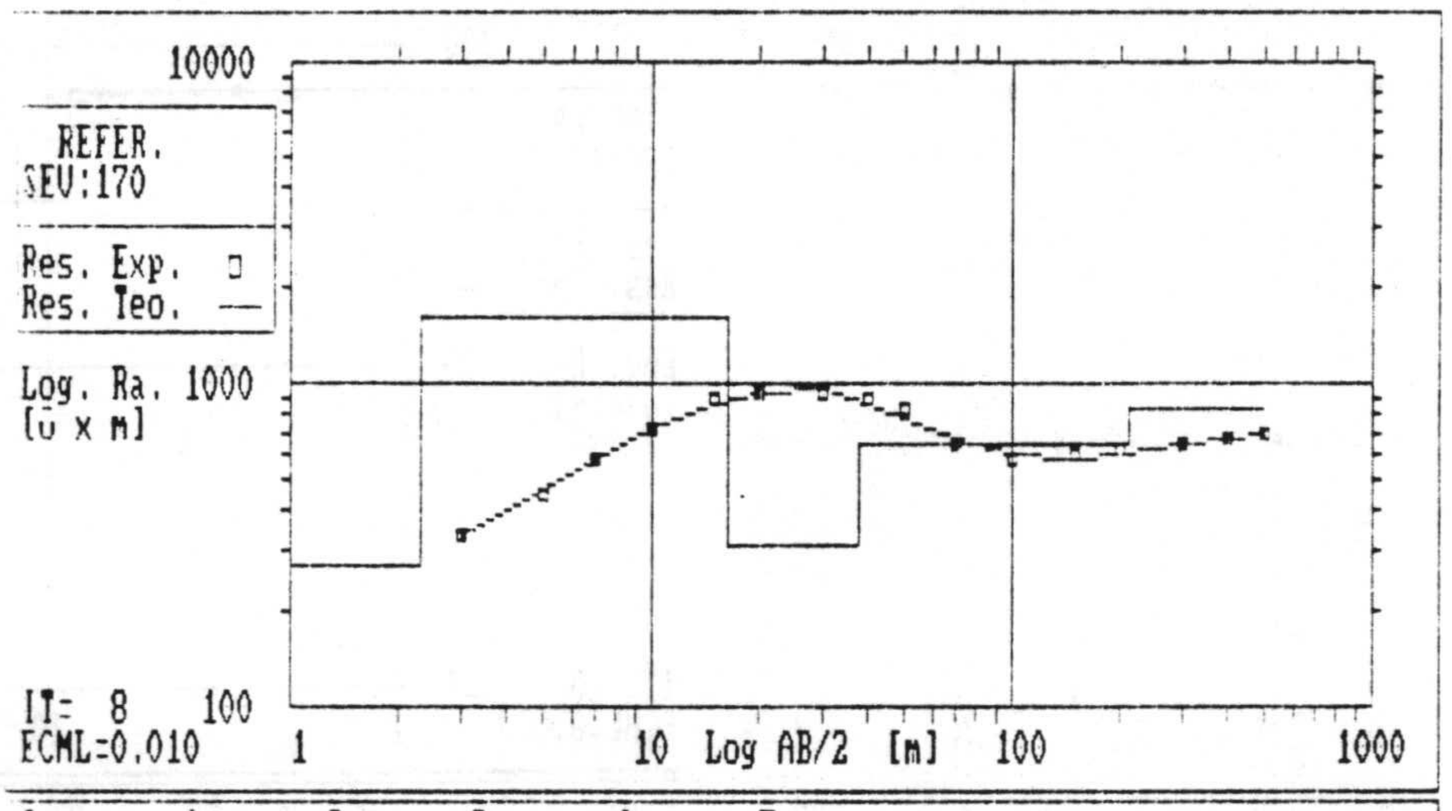


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.5	1.8	6.1	12.3	27.2	39.8	149.2	
Res	3.4	46.2	4.1	24.5	5.4	45.9	10.0	165.8

SE.: 170

	ITER= 7		ITER= 8	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.30	270.00	2.29	272.76
2	15.00	1600.00	13.94	1601.78
3	25.00	320.00	21.45	319.72
4	170.00	650.00	174.79	650.54
5		850.00		845.62

	ITER= 7	ITER= 8
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	340.0	350.9	344.9
3.0	460.0	464.9	467.9
5.0	580.0	576.7	580.0
10.0	730.0	717.9	720.7
15.0	900.0	867.9	871.1
20.0	920.0	949.1	945.6
30.0	940.0	975.8	957.9
40.0	910.0	908.1	881.4
50.0	840.0	815.0	789.9
70.0	650.0	675.0	666.2
100.0	580.0	590.0	593.6
150.0	600.0	577.1	590.3
200.0	630.0	599.8	612.9
300.0	650.0	644.4	650.1
400.0	670.0	678.5	684.4
500.0	700.0	705.4	709.6
Error cuadr. medio log.		0.013	0.010

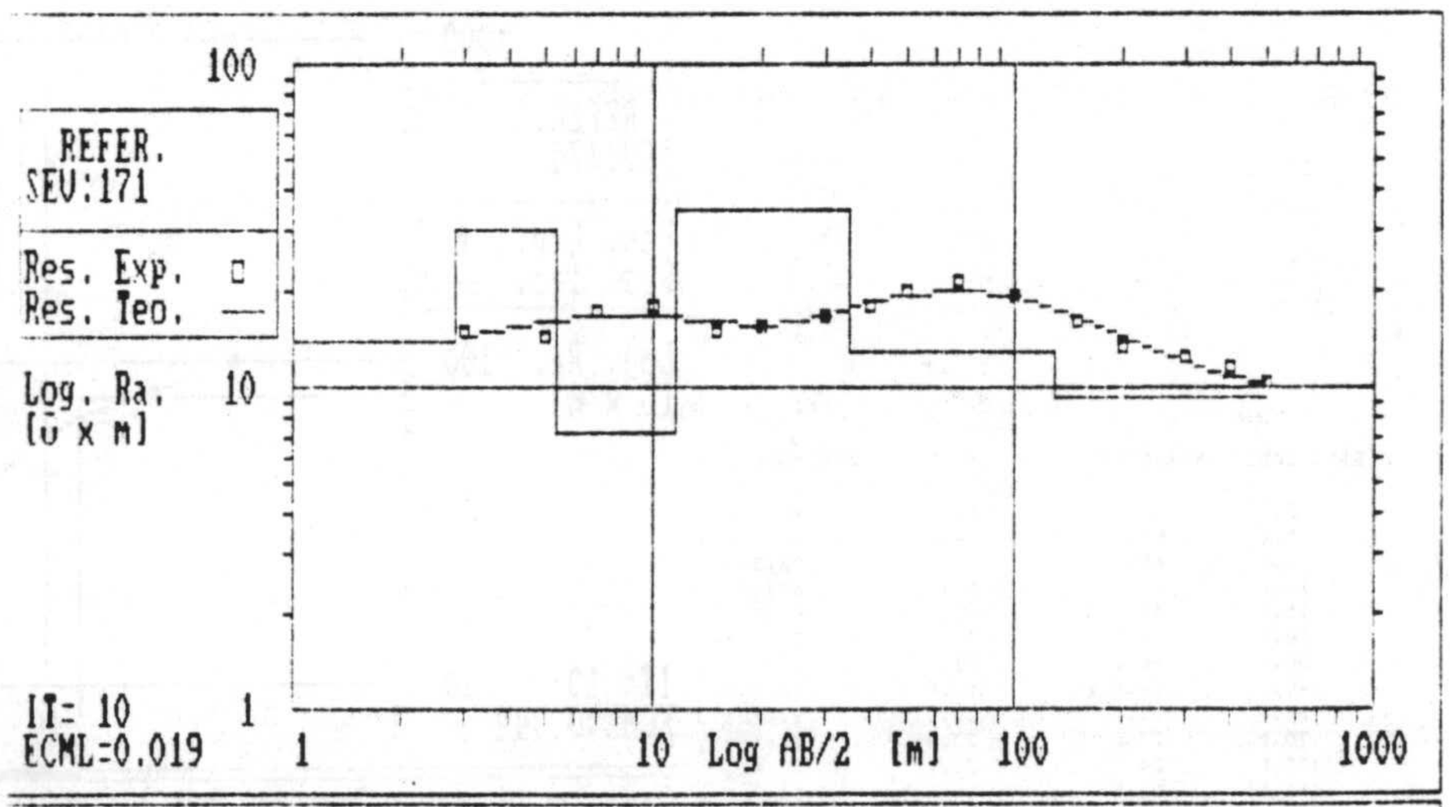


Capa	1	2	3	4	5
Esp	2.3	13.9	21.4	174.8	
Res	272.8	1601.8	319.7	651.5	845.6

SE.: 171

	ITER= 9		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.00	10.00	2.81	10.61
2	3.00	25.00	2.55	21.02
3	7.00	10.00	6.10	7.19
4	45.00	26.00	23.57	25.87
5	90.00	10.00	94.53	12.76
6		9.00		9.21

	ITER= 9	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	15.0	14.6	14.5
3.0	14.5	15.7	15.8
5.0	17.0	16.5	16.5
7.0	18.0	16.7	16.5
10.0	15.0	16.0	15.7
15.0	15.2	15.9	15.5
20.0	16.5	17.0	16.8
30.0	18.0	18.4	18.4
40.0	20.0	19.4	19.4
50.0	21.0	20.2	20.0
70.0	19.0	19.7	18.9
100.0	16.0	17.6	16.3
150.0	13.5	13.5	14.3
200.0	12.5	12.8	12.0
300.0	11.5	11.3	10.9
400.0	10.5	10.5	10.4
Error cuadr. medio log.		0.027	0.019



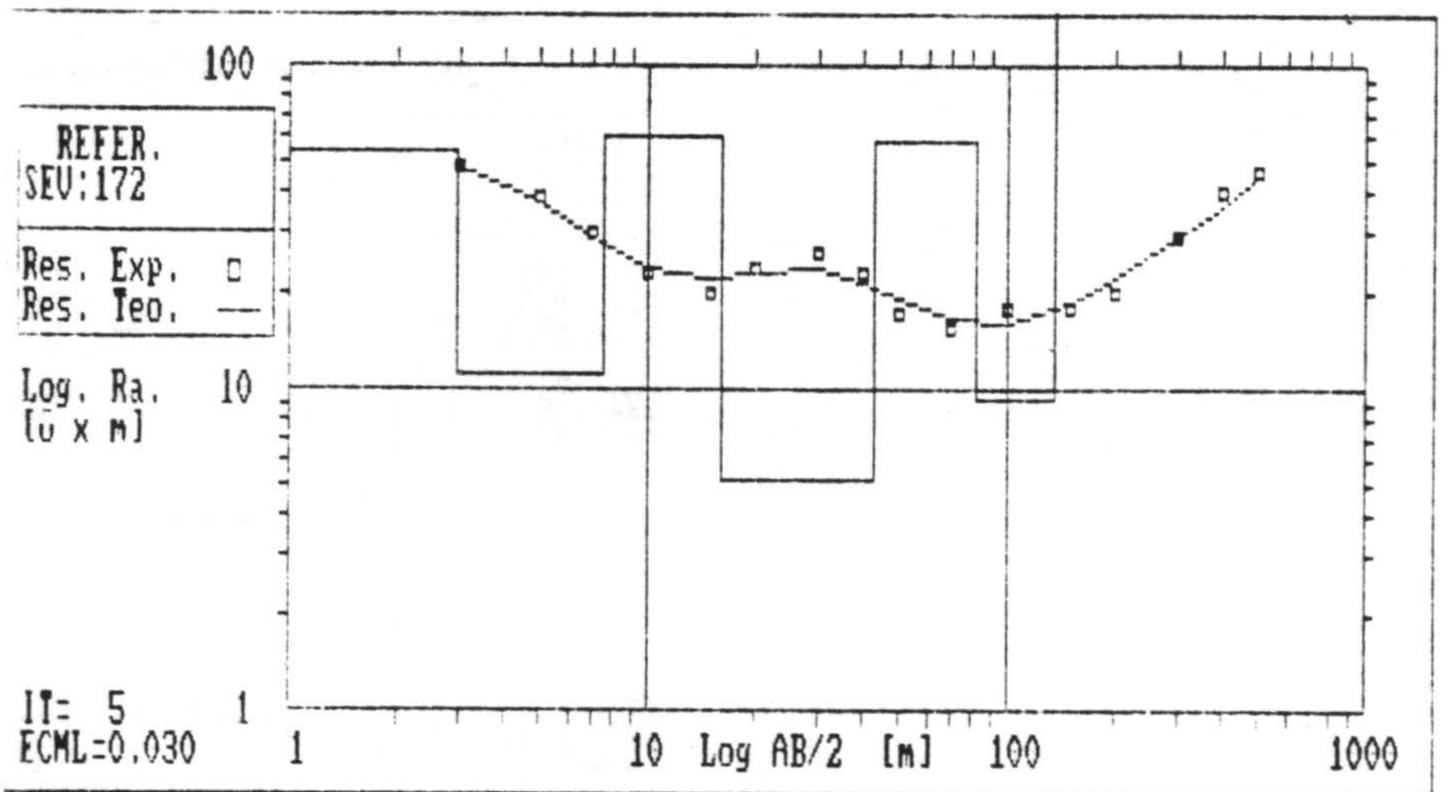
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.8	2.5	6.1	23.6	94.5	
Res	13.6	31.0	7.2	35.8	12.8	9.2

SEV: 172

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 5
1	3.00	55.00	2.93	55.05
2	6.00	12.00	4.59	11.27
3	10.00	60.00	8.66	61.21
4	30.00	4.00	26.41	5.26
5	40.00	60.00	39.21	58.34
6	50.00	20.00	53.86	9.38
7		10000.00		10000.00

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 5
3.0	48.0	49.4	49.0
5.0	39.0	38.7	38.0
7.0	31.0	29.7	29.7
10.0	23.0	22.5	23.0
15.0	20.0	20.9	21.2
20.0	24.0	23.6	23.2
30.0	26.5	25.1	25.7
40.0	25.0	23.5	23.6
50.0	17.0	19.6	19.2
70.0	15.5	16.0	16.4
100.0	18.0	14.1	15.8
150.0	18.0	16.1	16.6
200.0	20.0	20.0	22.0
300.0	29.0	28.7	29.0
400.0	41.0	37.7	36.6
500.0	47.0	46.8	44.9

Error cuadr. medio log. 0.041 0.030



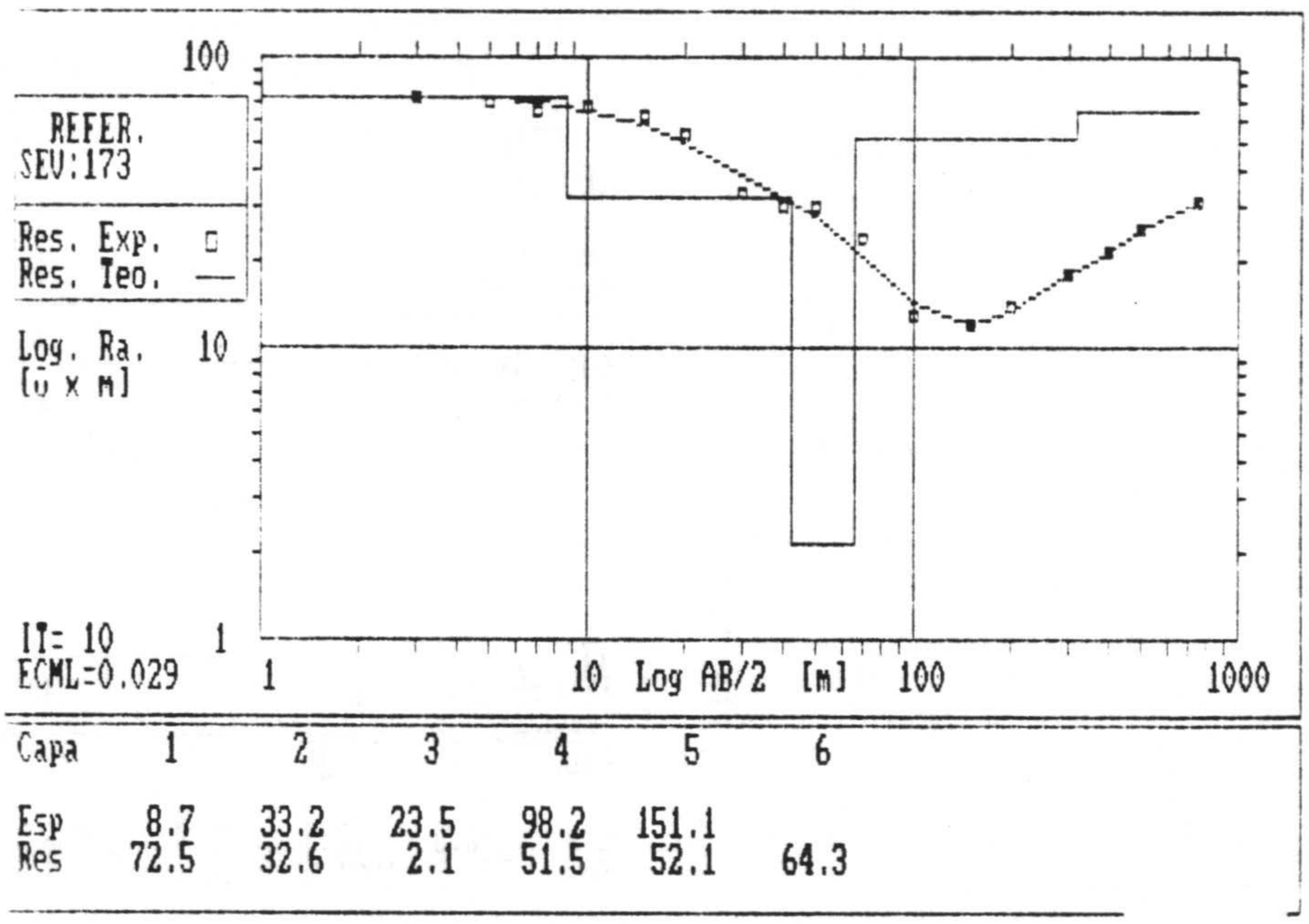
Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	2.9	4.6	8.6	26.4	39.2	53.9	
Res	55.0	11.2	61.2	5.3	58.3	9.4	10000.0

SEV: 173

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	11.00	70.00	8.68	72.50
2	41.00	34.00	33.20	32.59
3	20.00	1.50	23.52	2.11
4	100.00	30.00	98.20	51.49
5	150.00	60.00	151.09	52.15
6		35.00		64.30

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 10
3.0	70.0	72.7	72.1
5.0	70.0	72.1	71.3
7.0	65.0	71.2	69.8
10.0	67.0	68.6	66.0
15.0	62.0	61.3	57.8
20.0	55.0	55.8	50.3
30.0	34.0	45.9	35.7
40.0	21.0	39.0	33.1
50.0	30.0	34.1	28.1
70.0	14.0	26.8	20.5
100.0	13.0	19.7	14.4
150.0	12.0	15.4	12.1
200.0	14.0	15.4	13.7
300.0	17.5	18.9	17.7
400.0	21.0	21.4	21.7
500.0	25.5	25.1	25.1
750.0	32.0	29.4	31.8

Error cuadr. medio log. 0.070 0.025



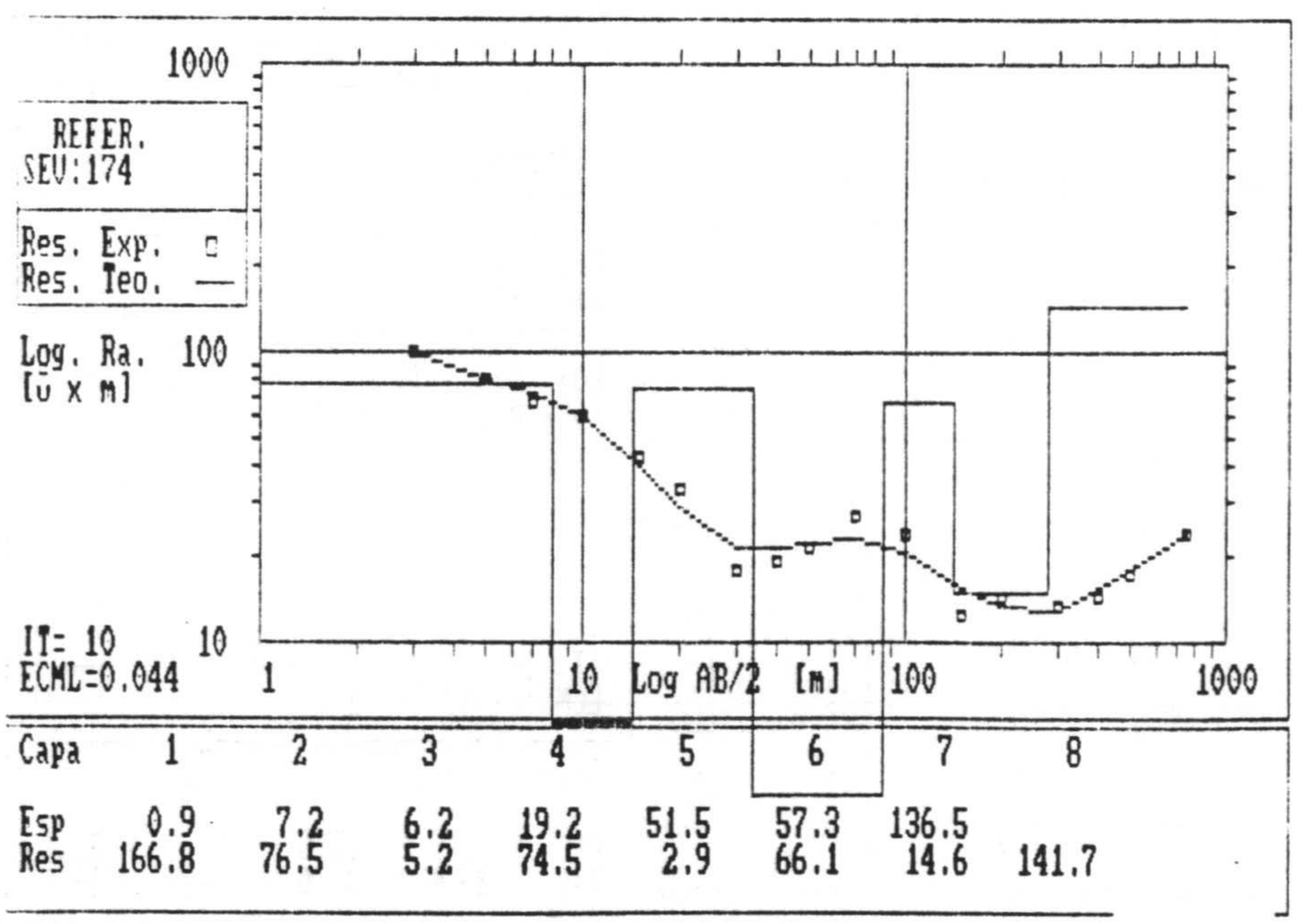
Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	8.7	33.2	23.5	98.2	151.1	
Res	72.5	32.6	2.1	51.5	52.1	64.3

SEV: 174

CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
		ITER= 0		ITER= 10
1	3.00	100.00	0.91	166.81
2	7.00	55.00	7.20	76.47
3	10.00	6.00	6.19	5.22
4	30.00	60.00	19.18	74.49
5	50.00	4.00	51.51	2.91
6	30.00	30.00	57.25	66.12
7	130.00	10.00	136.47	14.61
8		130.00		141.67

ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO ITER= 0	RES.MODELO ITER= 10
3.0	100.0	94.8	96.8
5.0	80.0	84.2	81.0
7.0	68.0	77.3	72.5
10.0	66.0	69.6	66.1
15.0	44.0	41.6	41.4
20.0	34.0	31.2	29.9
30.0	18.0	22.7	21.1
40.0	19.0	21.4	20.9
50.0	21.0	22.2	21.9
70.0	27.0	23.8	22.6
100.0	24.0	23.5	20.4
150.0	12.5	19.7	15.7
200.0	14.0	16.6	13.0
300.0	13.5	14.3	13.0
400.0	14.5	15.1	15.1
500.0	17.0	17.1	17.5
750.0	22.5	23.0	23.4

Error cuadr. medio log. 0.062 0.044

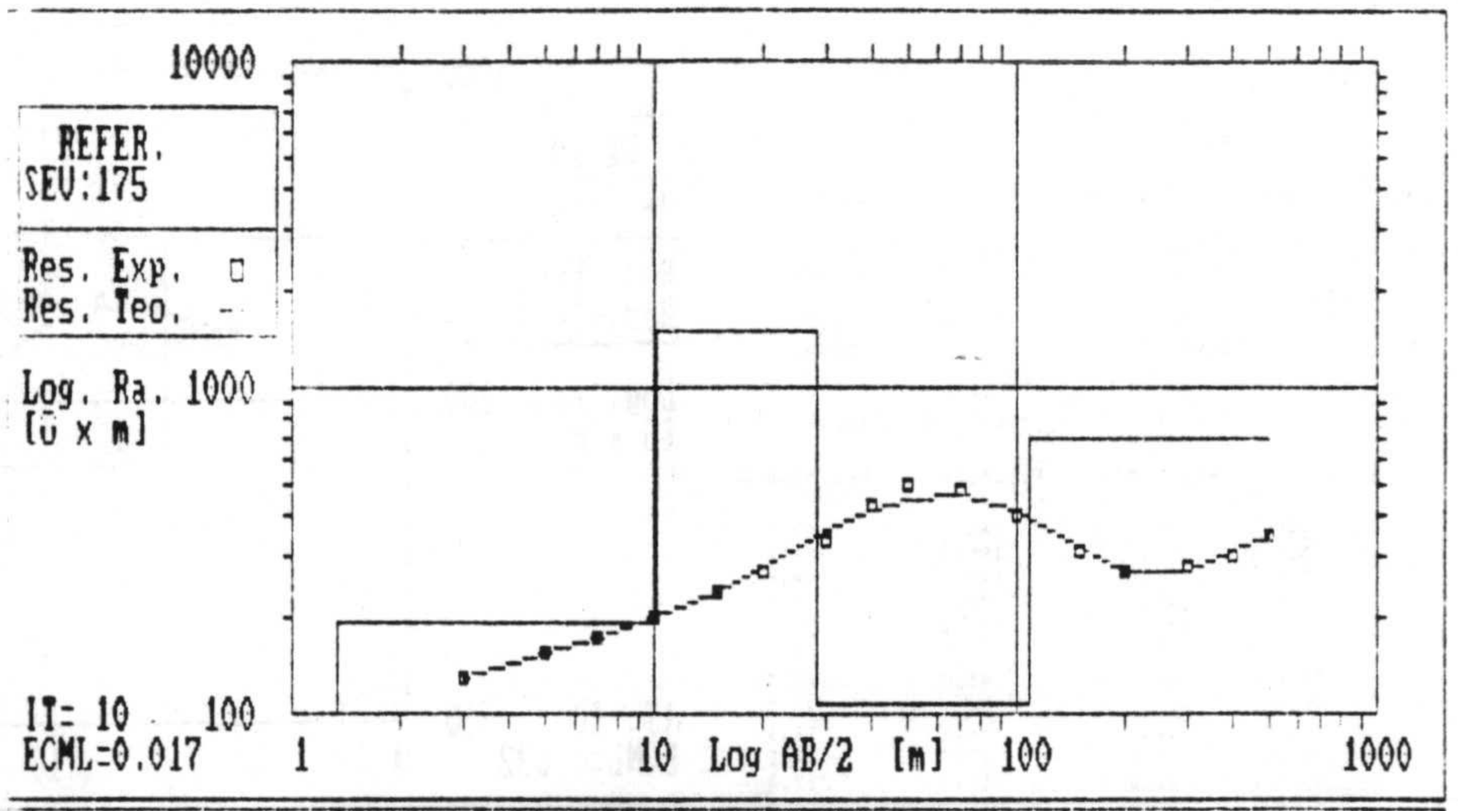


Capa	1	2	3	4	5	6	7	8
Esp	0.9	7.2	6.2	19.2	51.5	57.3	136.5	
Res	166.8	76.5	5.2	74.5	2.9	66.1	14.6	141.7

SE..: 175

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	110.00	1.34	98.73
2	10.00	220.00	8.84	194.11
3	18.00	1500.00	17.99	1503.68
4	100.00	120.00	80.29	106.94
5		700.00		690.57

	ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	128.0	129.4	129.7
3.0	155.0	153.4	153.2
5.0	170.0	174.4	171.1
10.0	200.0	201.6	196.0
15.0	225.0	243.5	240.1
20.0	275.0	284.6	284.5
30.0	340.0	358.1	362.7
40.0	430.0	413.2	418.4
50.0	500.0	447.0	450.7
70.0	495.0	463.7	462.3
100.0	400.0	422.9	415.6
150.0	320.0	330.0	323.3
200.0	275.0	276.9	277.6
300.0	285.0	266.2	275.7
400.0	310.0	301.0	315.5
500.0	350.0	338.1	354.2
Error cuadr. medio log.		0.020	0.017

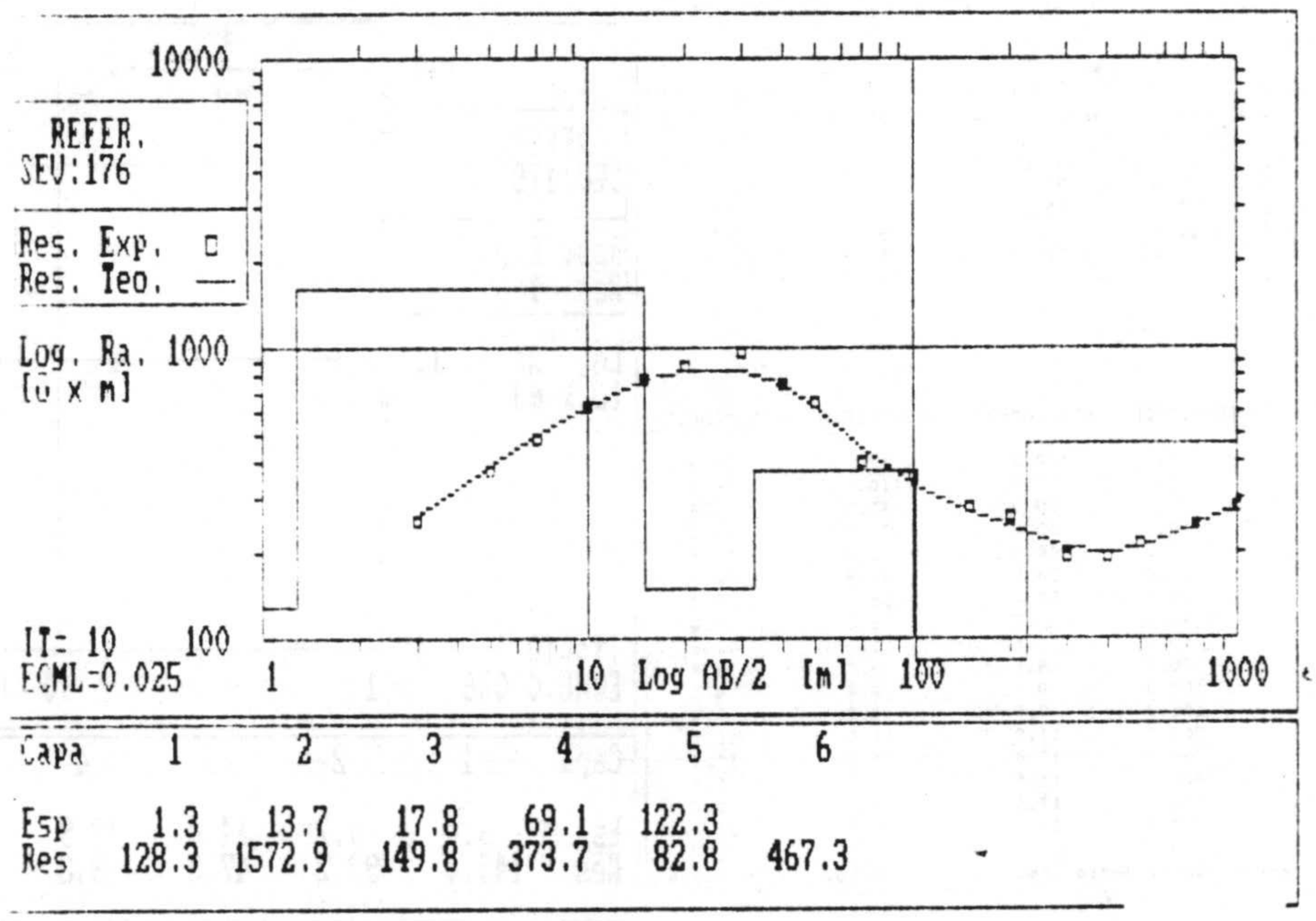


Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.3	8.8	18.0	80.3	
Res	98.7	194.1	1503.7	106.9	690.6

SE..: 176

	ITER=	ITER= 10
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	150.00	1.27	128.30
2	14.00	1500.00	13.69	1572.92
3	30.00	200.00	17.78	149.78
4	80.00	300.00	69.11	373.67
5	150.00	80.00	122.28	82.80
6		450.00		467.30

	ITER=	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	255.0	247.7	260.4
3.0	280.0	287.7	290.3
5.0	490.0	492.5	500.7
10.0	630.0	619.5	621.0
15.0	770.0	755.8	770.5
20.0	860.0	822.4	807.2
30.0	960.0	814.8	800.5
40.0	750.0	737.5	739.0
50.0	650.0	627.1	625.1
70.0	400.0	457.6	461.3
100.0	360.0	329.4	340.4
150.0	280.0	256.8	275.7
200.0	265.0	226.5	240.2
300.0	190.0	189.3	204.2
400.0	190.0	175.0	195.4
500.0	215.0	178.5	204.9
750.0	245.0	210.2	245.2
1000.0	280.0	240.8	281.3
Error cuadr. medio log.		0.040	0.025

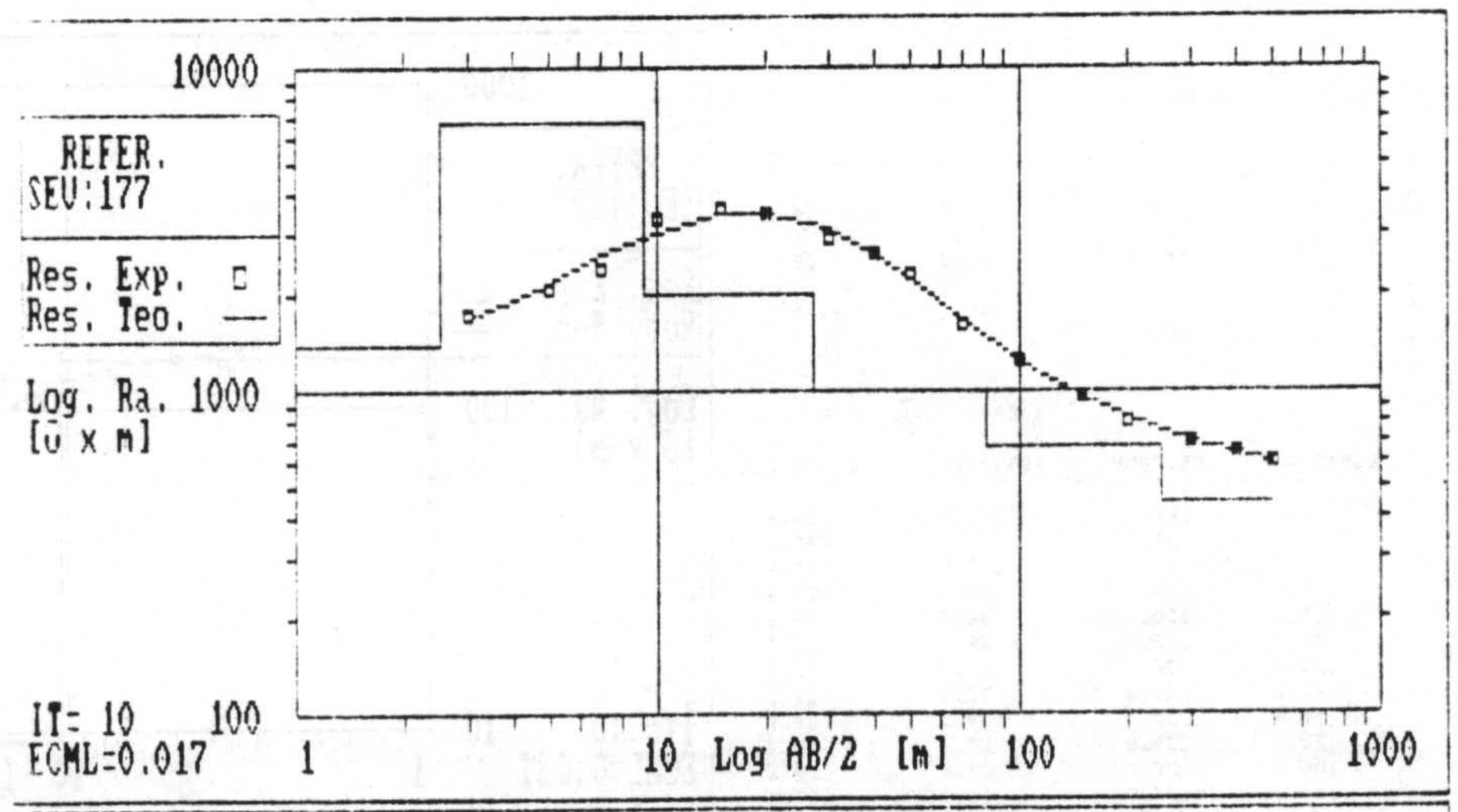


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	1.3	13.7	17.8	69.1	122.3	
Res	128.3	1572.9	149.8	373.7	82.8	467.3

SE..: 177

	ITER=	ITER= 10
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	2.50	1400.00	2.51	1395.54
2	7.00	6800.00	6.66	6803.46
3	20.00	2000.00	17.74	1993.94
4	50.00	1000.00	50.58	1006.29
5	150.00	675.00	168.71	680.51
6		450.00		452.76

	ITER=	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
2.0	1700.0	1671.0	1660.7
3.0	2025.0	2162.3	2148.7
5.0	2400.0	2616.9	2596.9
7.0	3250.0	3117.9	3086.1
10.0	3655.0	3518.1	3465.0
15.0	3550.0	3561.3	3489.8
20.0	2975.0	3203.6	3109.6
30.0	2595.0	2714.0	2612.1
40.0	2250.0	2284.7	2186.0
50.0	1600.0	1706.7	1631.2
70.0	1250.0	1261.6	1221.3
100.0	955.0	957.8	951.1
150.0	810.0	824.1	831.3
200.0	710.0	695.2	709.3
300.0	655.0	621.1	639.6
400.0	600.0	577.0	594.7
500.0			
Error cuadr. medio log.		0.020	0.017

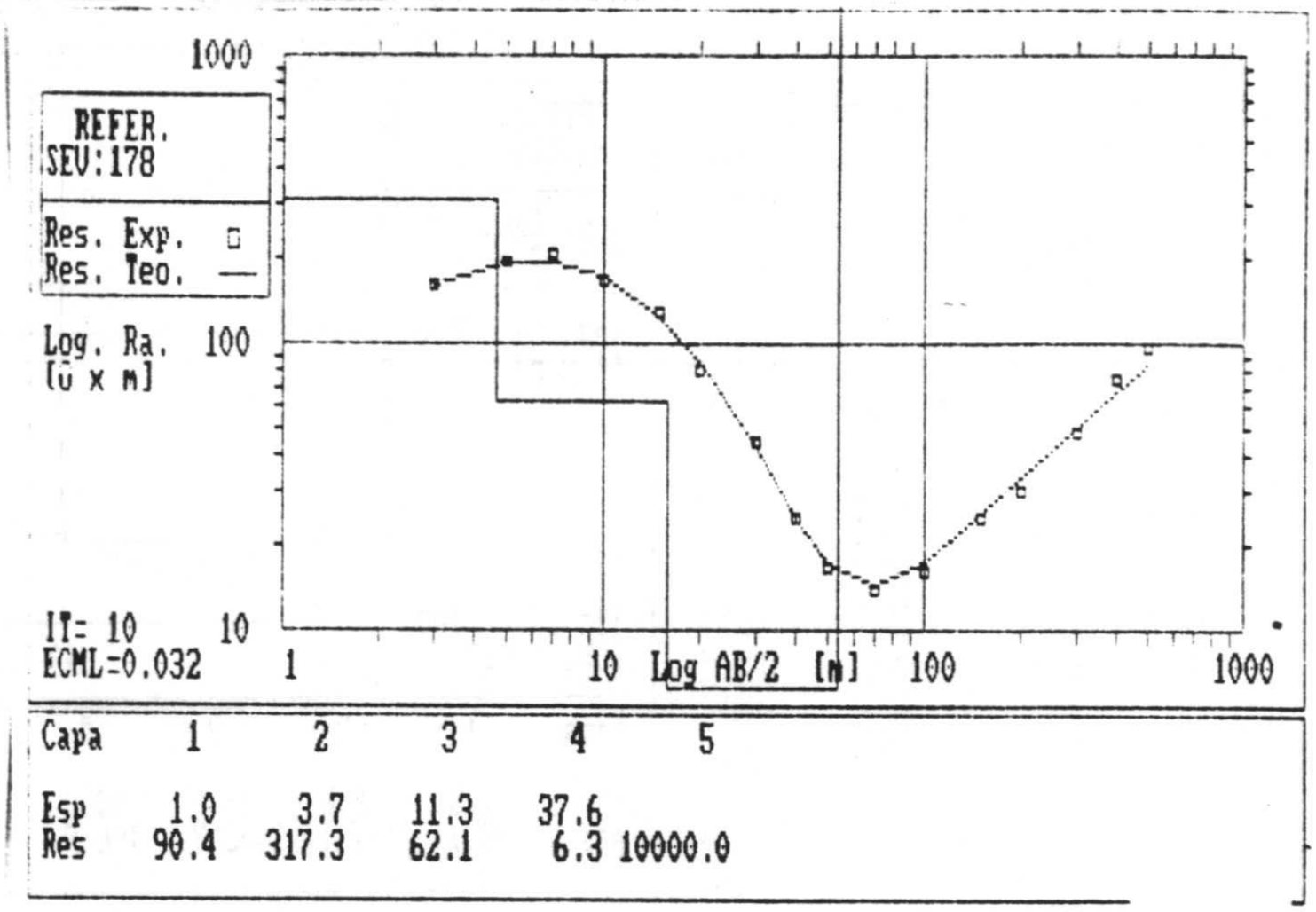


Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	2.5	6.7	17.7	53.6	168.7	
Res	1395.5	6803.5	1993.9	1006.3	680.5	452.8

SEV: 178

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.00	100.00	0.90	90.40
2	4.00	300.00	3.67	317.28
3	11.00	65.00	11.29	62.13
4	40.00	6.00	37.58	6.25
5		10000.00		10000.00

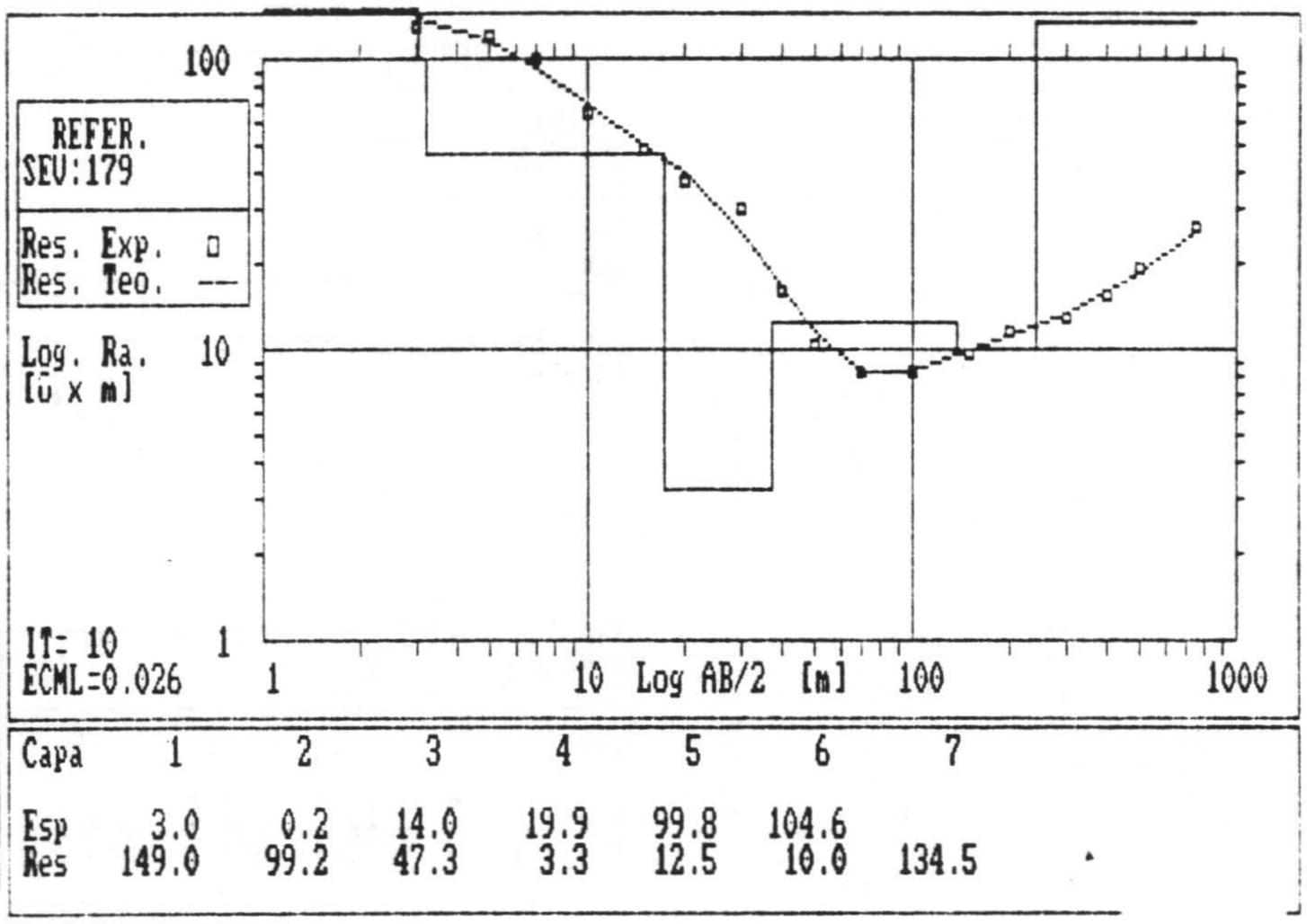
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	160.0	166.2	161.4
5.0	190.0	195.1	191.9
7.0	205.0	197.4	194.6
10.0	165.0	177.0	173.5
15.0	130.0	129.4	125.6
20.0	82.0	90.5	87.4
30.0	46.0	45.0	43.7
40.0	25.0	24.4	24.3
50.0	16.5	16.6	17.1
70.0	14.0	13.2	14.2
100.0	16.0	15.9	17.4
150.0	24.5	23.4	25.8
200.0	30.0	31.1	34.3
300.0	49.0	46.5	51.3
400.0	75.0	61.9	68.2
500.0	97.0	77.1	85.0
Error cuadr. medio log.		0.043	0.032



Capa	1	2	3	4	5
Esp	1.0	3.7	11.3	37.6	
Res	90.4	317.3	62.1	6.3	10000.0

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	3.50	140.00	3.00	148.99
2	1.00	90.00	0.19	99.22
3	13.00	45.00	13.97	47.33
4	20.00	4.00	19.89	3.26
5	100.00	10.00	99.78	10.52
6	100.00	15.00	104.55	10.02
7		100.00		134.52

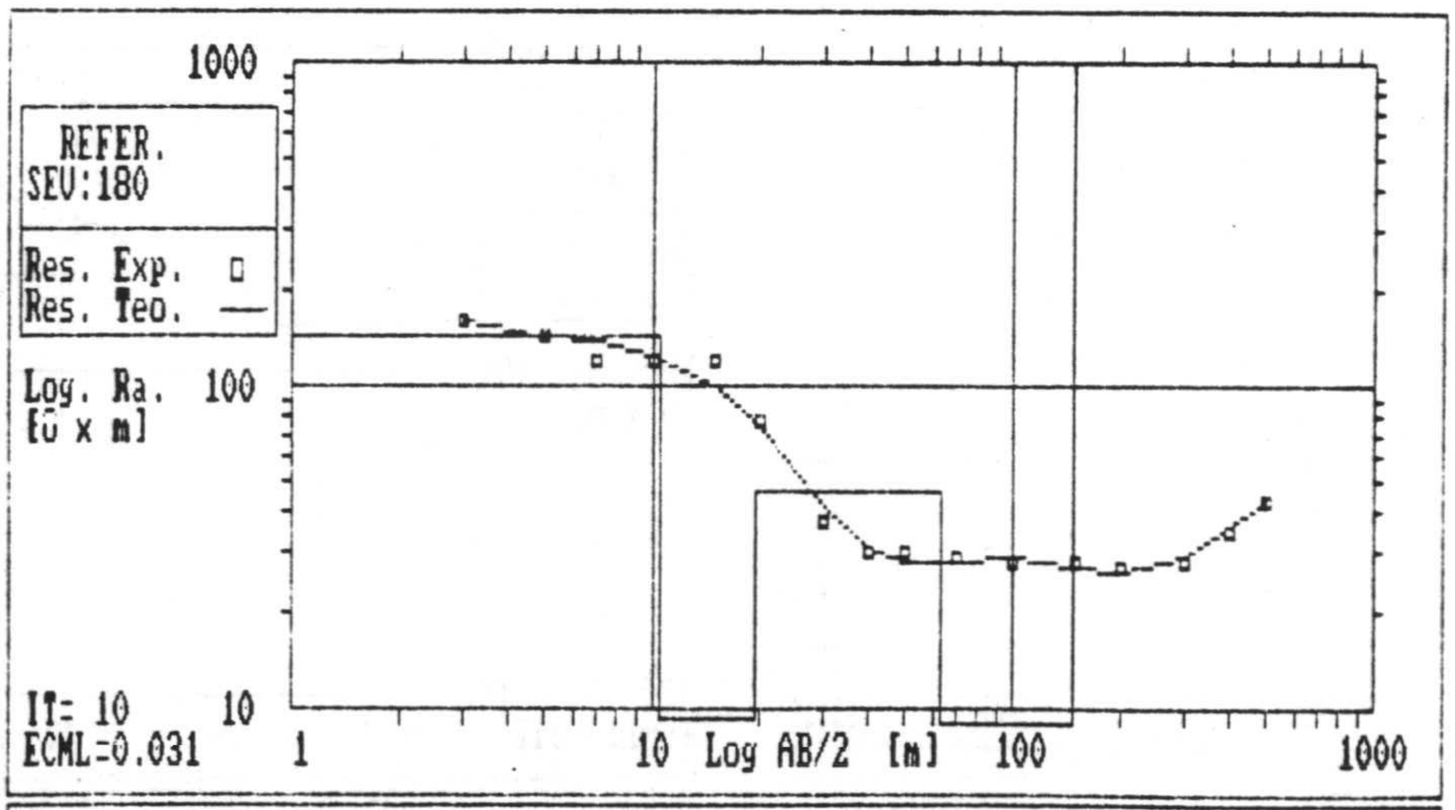
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	130.0	129.5	137.4
5.0	120.0	110.9	114.3
7.0	100.0	92.3	91.8
10.0	65.0	71.8	69.2
15.0	48.0	52.4	50.6
20.0	38.0	40.8	40.1
30.0	30.0	26.0	25.9
40.0	16.0	16.8	16.6
50.0	10.5	11.9	11.6
70.0	8.5	8.7	8.4
100.0	8.5	8.4	8.3
150.0	9.5	9.7	9.9
200.0	11.7	11.0	11.1
300.0	13.0	13.7	13.4
400.0	15.5	16.7	15.9
500.0	19.0	19.7	18.7
750.0	26.0	26.8	25.7
Error cuadr. medio log.		0.030	0.026



Capa	1	2	3	4	5	6	7
Esp	3.0	0.2	14.0	19.9	99.8	104.6	
Res	149.0	99.2	47.3	3.3	12.5	10.0	134.5

	ITER= 0		ITER= 10	
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	1.50	220.00	1.74	227.36
2	10.00	110.00	9.65	142.01
3	10.00	15.00	8.92	9.28
4	80.00	30.00	44.16	47.00
5	90.00	11.00	84.71	8.95
6		1000.00		1002.10

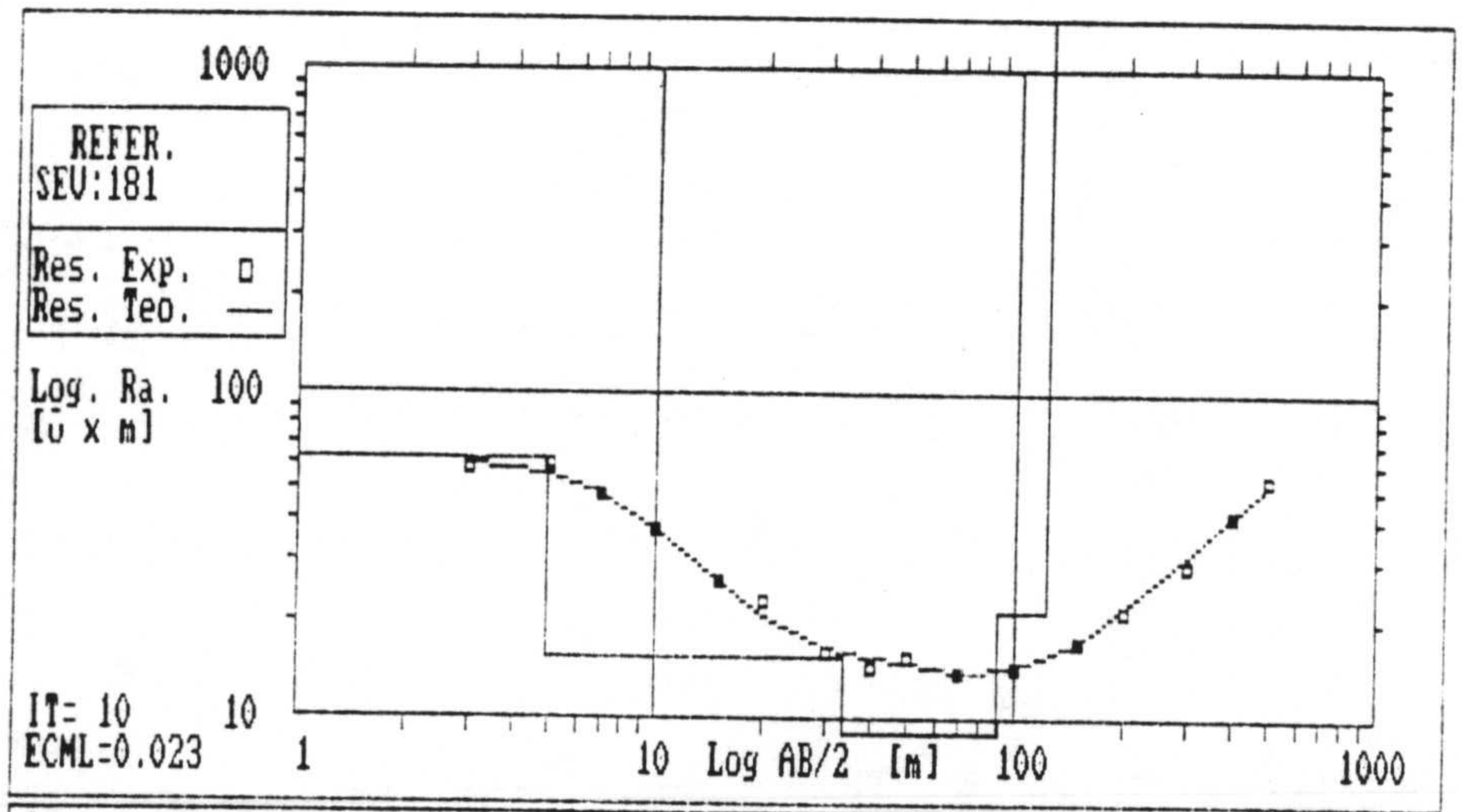
		ITER= 0	ITER= 10
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	160.0	171.5	158.6
5.0	145.0	137.1	145.2
7.0	121.0	120.5	137.9
10.0	119.0	106.1	125.4
15.0	120.0	86.2	98.6
20.0	78.0	68.4	72.7
30.0	38.0	44.0	42.7
40.0	31.0	33.0	31.2
50.0	30.0	29.2	28.7
70.0	29.0	27.6	28.7
100.0	28.0	27.6	29.2
150.0	27.9	26.9	27.1
200.0	27.0	26.8	26.1
300.0	28.0	29.8	29.1
400.0	35.0	36.1	36.1
500.0	44.0	43.5	43.8
Error cuadr. medio log.		0.046	0.031



Capa	1	2	3	4	5	6
Esp	0.7	9.6	8.9	44.1	84.7	
Res	227.4	142.0	9.3	47.0	8.9	1002.1

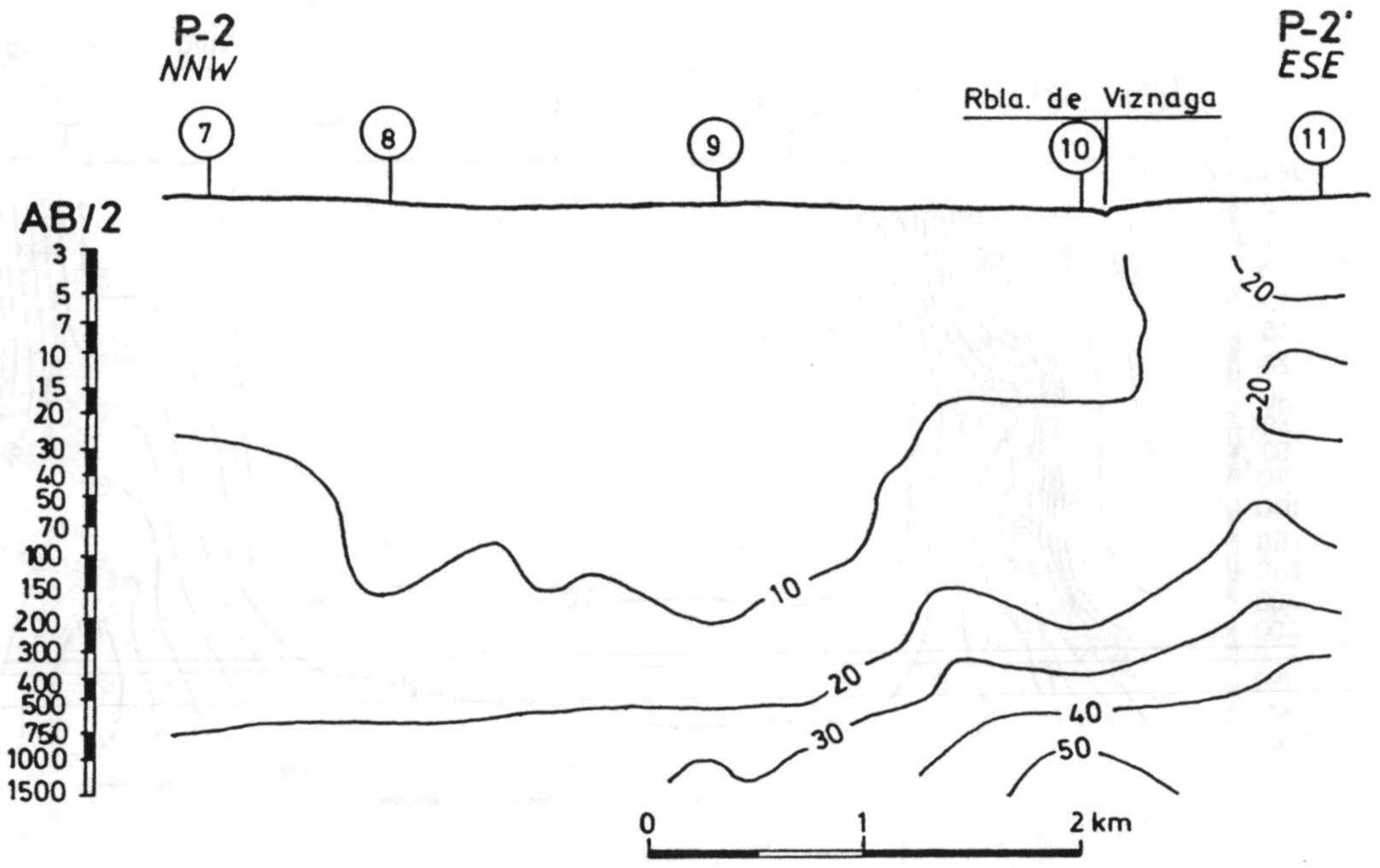
CAPA	ESPESOR	RESISTIVIDAD	ESPESOR	RESISTIVIDAD
1	5.00	62.00	4.75	62.31
2	10.00	18.00	28.55	15.44
3	60.00	11.00	55.57	9.00
4	80.00	120.10	32.72	21.26
5		1400.00		1408.81

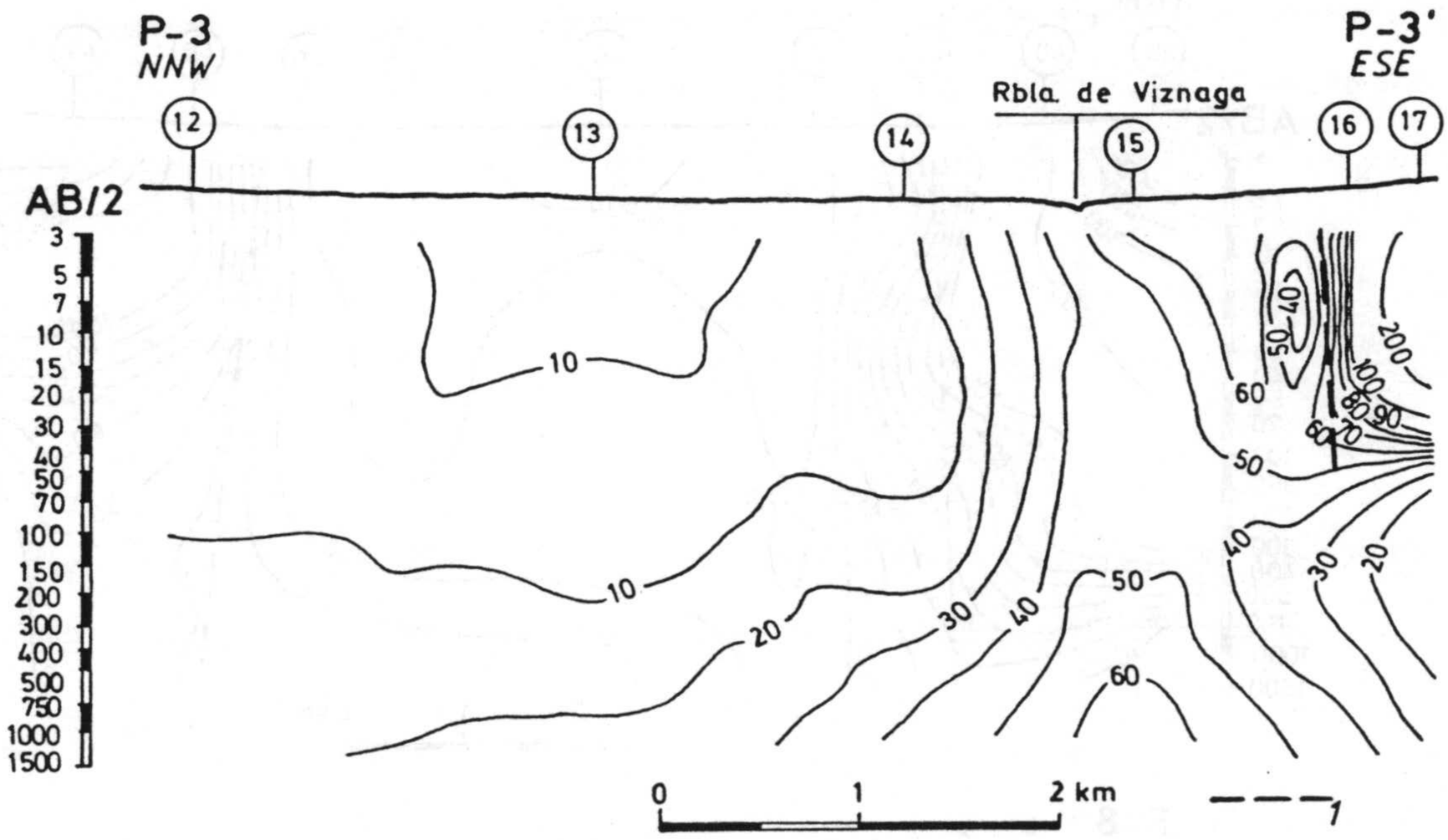
ESPACIADO	RES.CAMPO	RES.MODELO	RES.MODELO
3.0	58.0	60.4	60.5
5.0	60.0	56.5	56.2
7.0	48.0	50.1	49.2
10.0	38.0	40.1	38.5
15.0	26.5	28.2	26.6
20.0	22.5	21.9	20.6
30.0	16.0	16.3	16.1
40.0	14.5	14.3	15.5
50.0	15.5	13.5	14.7
70.0	14.0	13.3	13.9
100.0	14.5	14.4	14.3
150.0	17.0	17.7	17.5
200.0	21.0	21.7	22.0
300.0	29.5	30.9	32.1
400.0	42.0	40.5	42.2
500.0	55.0	49.9	52.1
Error cuadr. medio log.		0.029	0.023

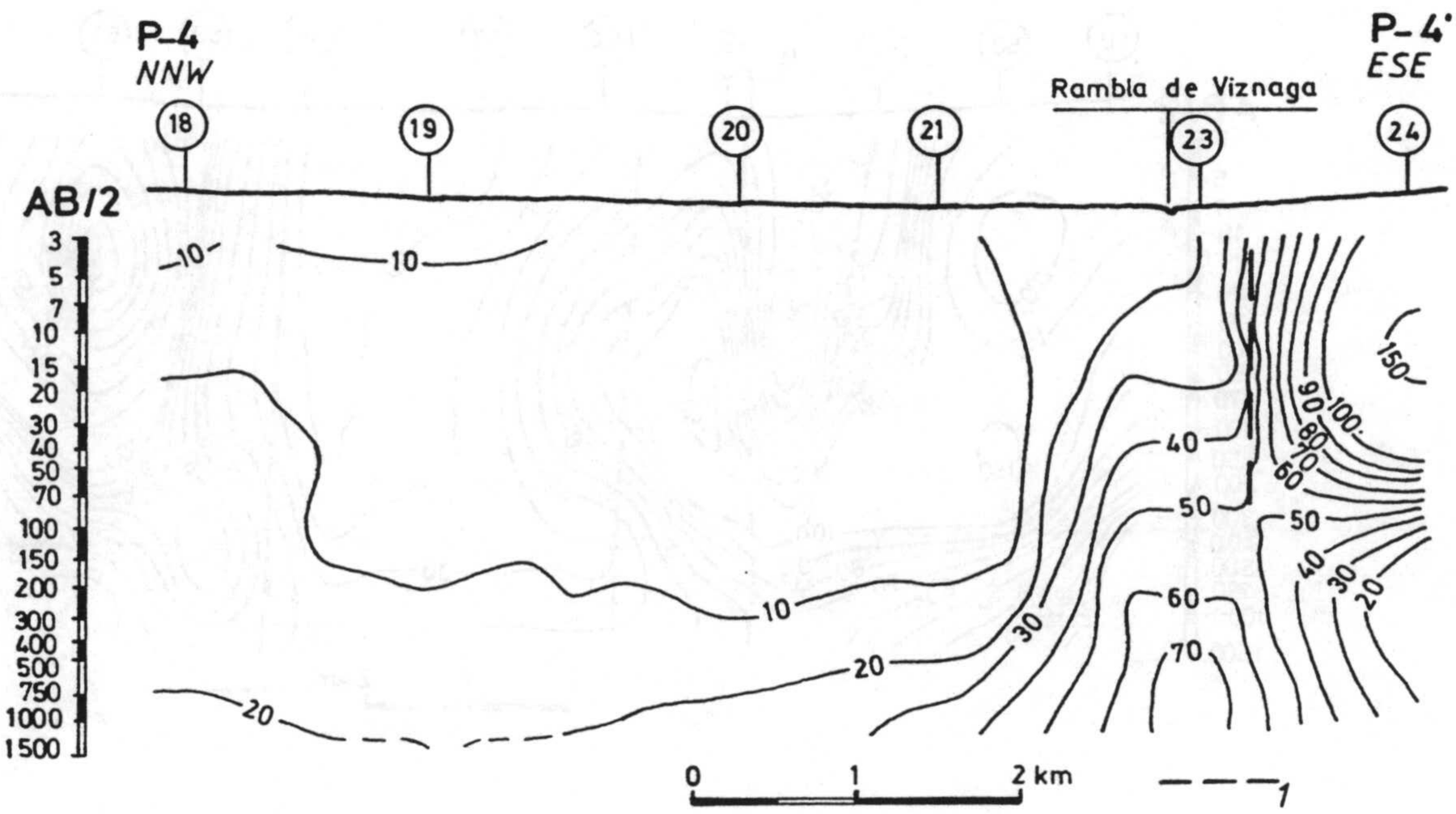


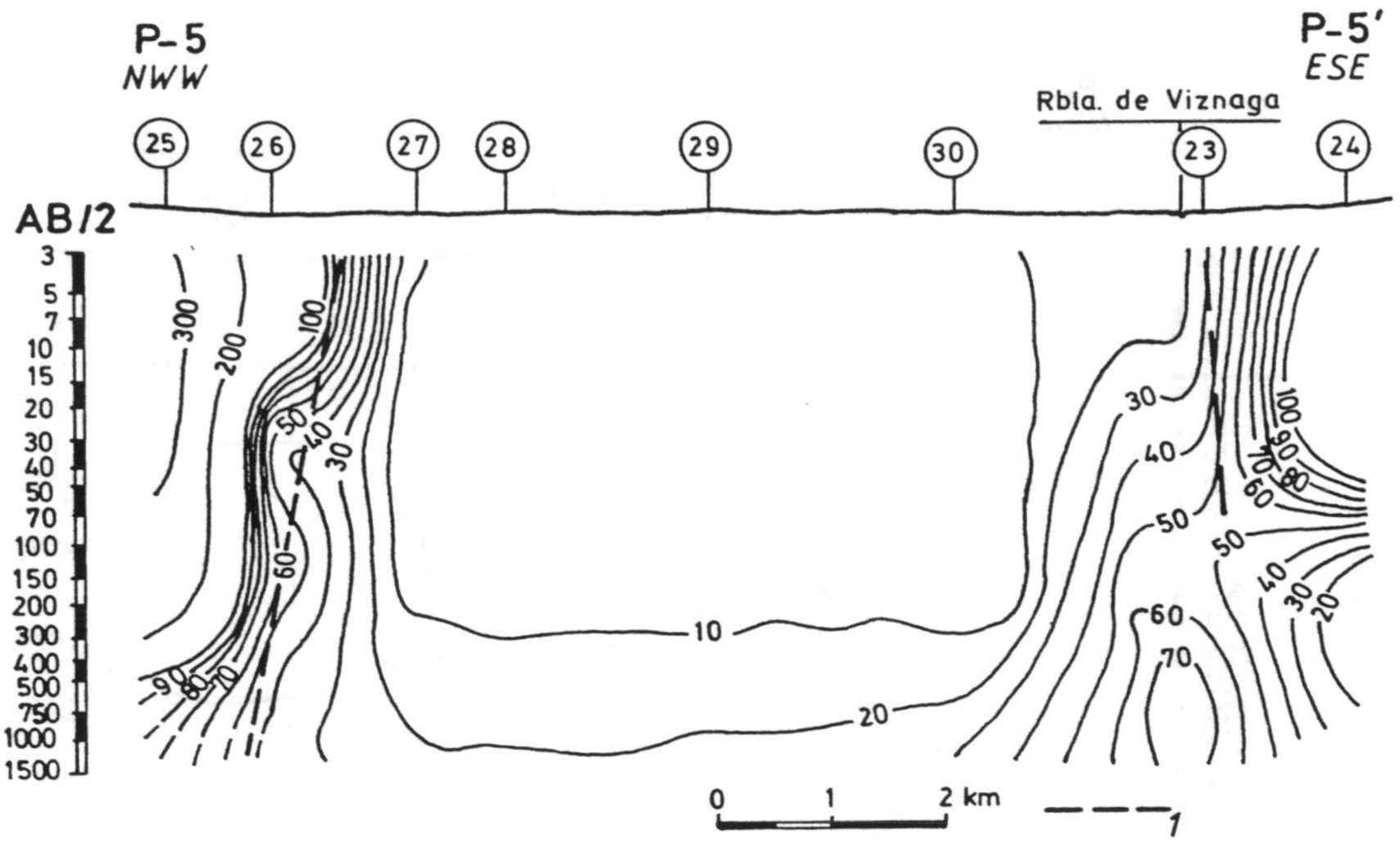
Capa	1	2	3	4	5
Esp	4.9	28.5	55.6	32.7	
Res	62.3	15.4	9.0	21.3	1408.8

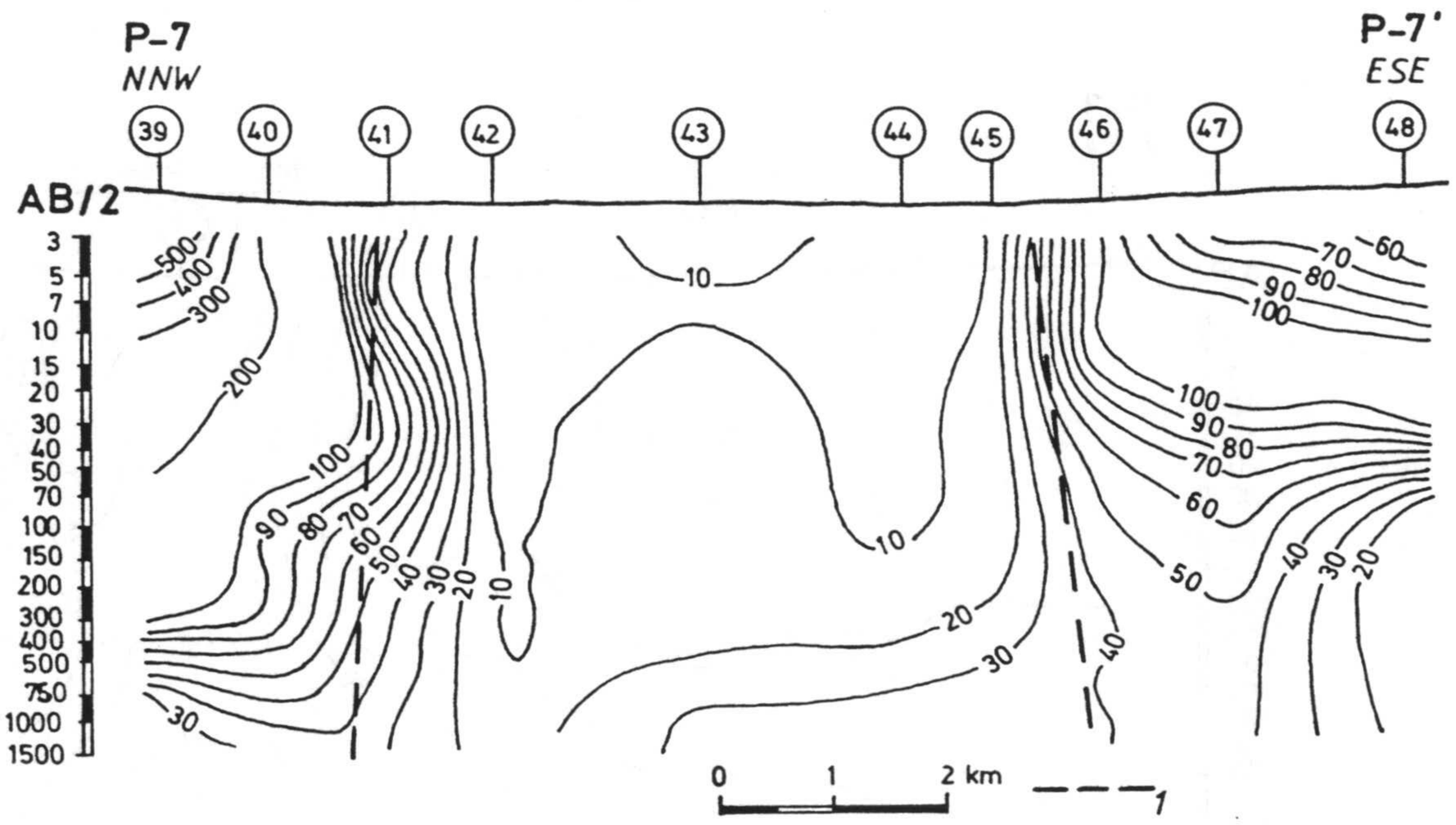
Perfiles de resistivad P-2, P-3, P-4, P-5, P-7, P-8, P-9, P-11, P-12, P-14, P-15, P-16, P-17, P-18, P-19, P-20, P-21, P-23, P-24, P-25, P-27, P-28, P-31, P-32, P-33 y P-34. 1: falla geoeléctrica.

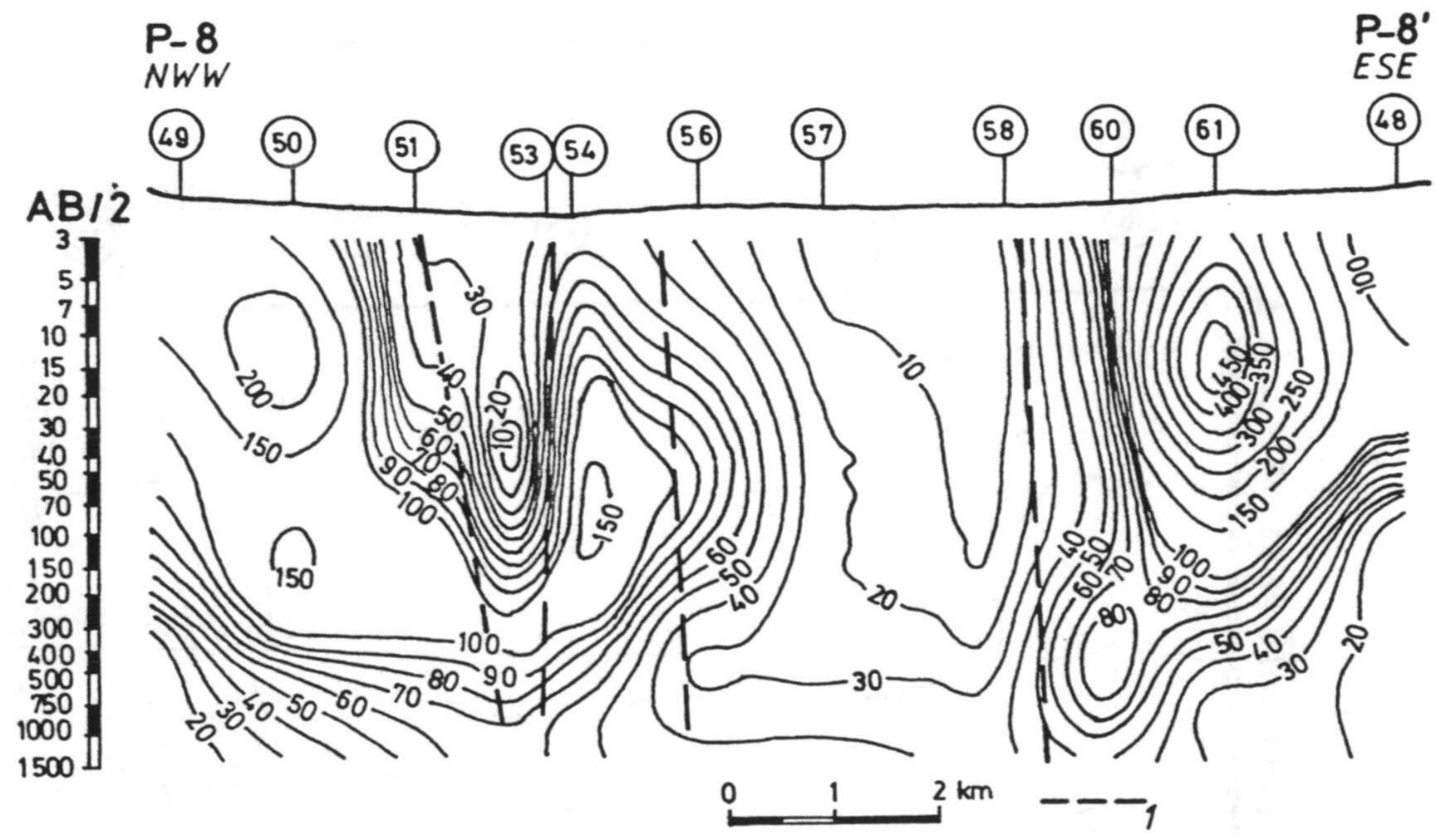

P-2
NNW
P-2'
ESE
Rbla. de Viznaga
7
8
9
10
11
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
10
20
30
40
50
0
1
2 km

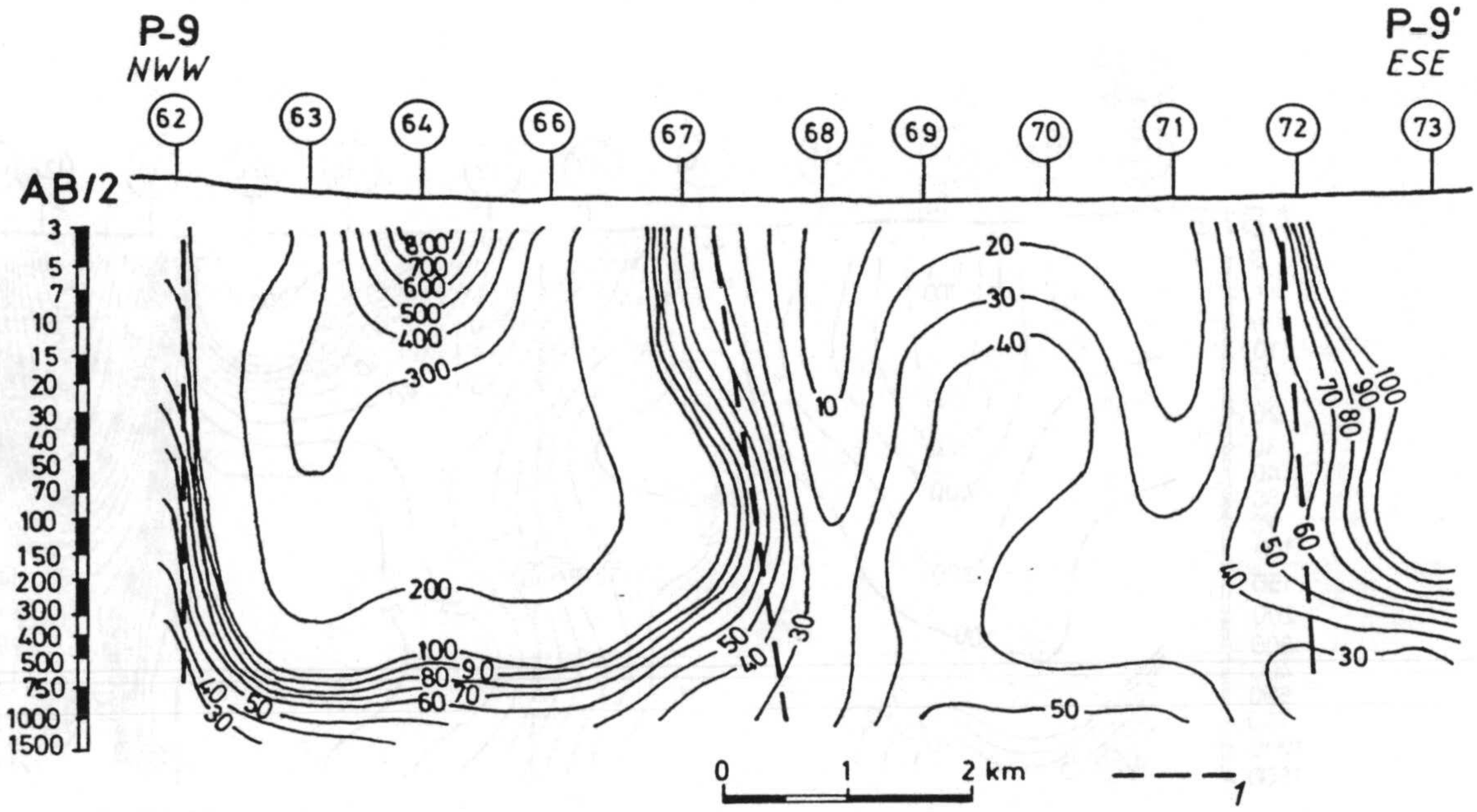

P-3
NNW
P-3'
ESE
Rbla. de Viznaga
12
13
14
15
16
17
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
10
20
30
40
50
60
100
200
0
1
2 km
1

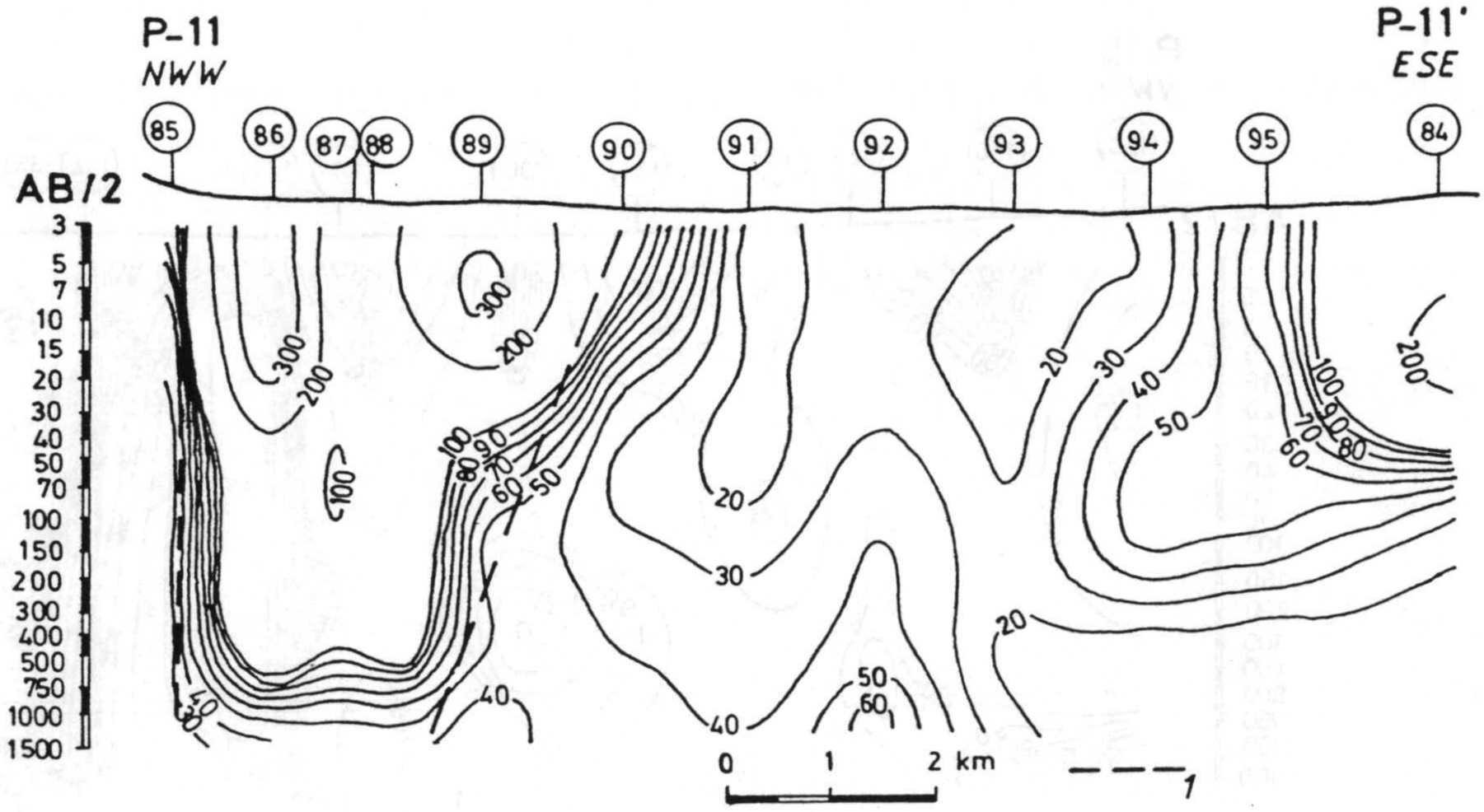

P-4
NNW
P-4'
ESE
Rambla de Viznaga
18
19
20
21
23
24
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
150
0
1
2 km
1

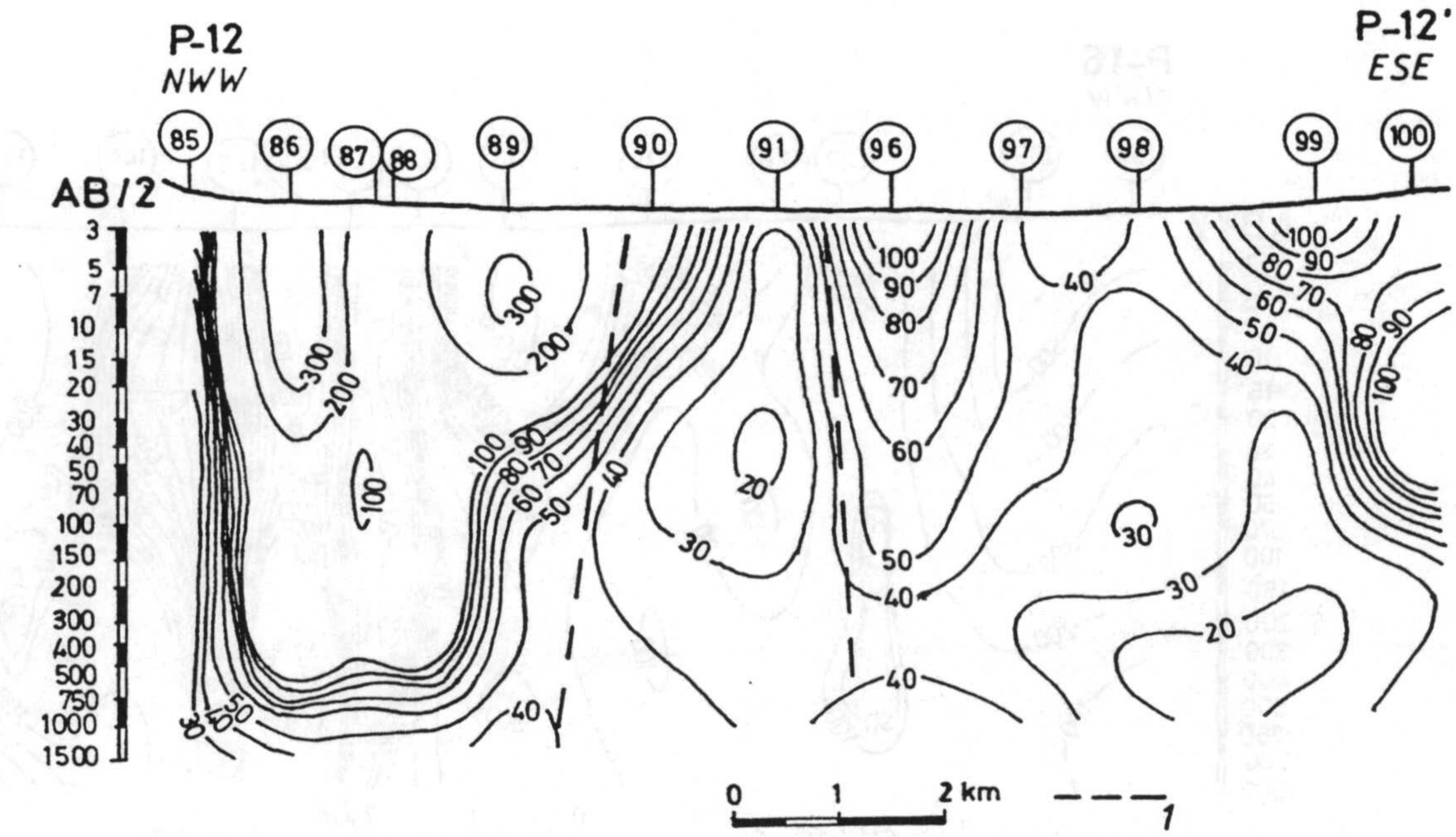

P-5
NWW
P-5'
ESE
Rbla. de Viznaga
25
26
27
28
29
30
23
24
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1


P-7
NNW
P-7'
ESE
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1


P-8
NWW
P-8'
ESE
49
50
51
53
54
56
57
58
60
61
48
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1


P-9
NWW
P-9'
ESE
62
63
64
66
67
68
69
70
71
72
73
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
800
700
600
500
400
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2 km
1


P-11
NWW
P-11'
ESE
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
84
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
0
1
2 km
1


P-12
NWW
P-12'
ESE
85
86
87
88
89
90
91
96
97
98
99
100
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
0
1
2 km
1

P-14
NWW

P-14'
ESE

112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124

AB/2

3 5 7 10 15 20 30 40 50 70 100 150 200 300 400 500 750 1000 1500

0 1 2 km

1

P-15
NWW

P-15'
ESE

125 126 127 128 129 130 131 132 134 135 136

AB/2

3 5 7 10 15 20 30 40 50 70 100 150 200 300 400 500 750 1000 1500

0 1 2 km

1

P-16
NWW

P-16'
ESE

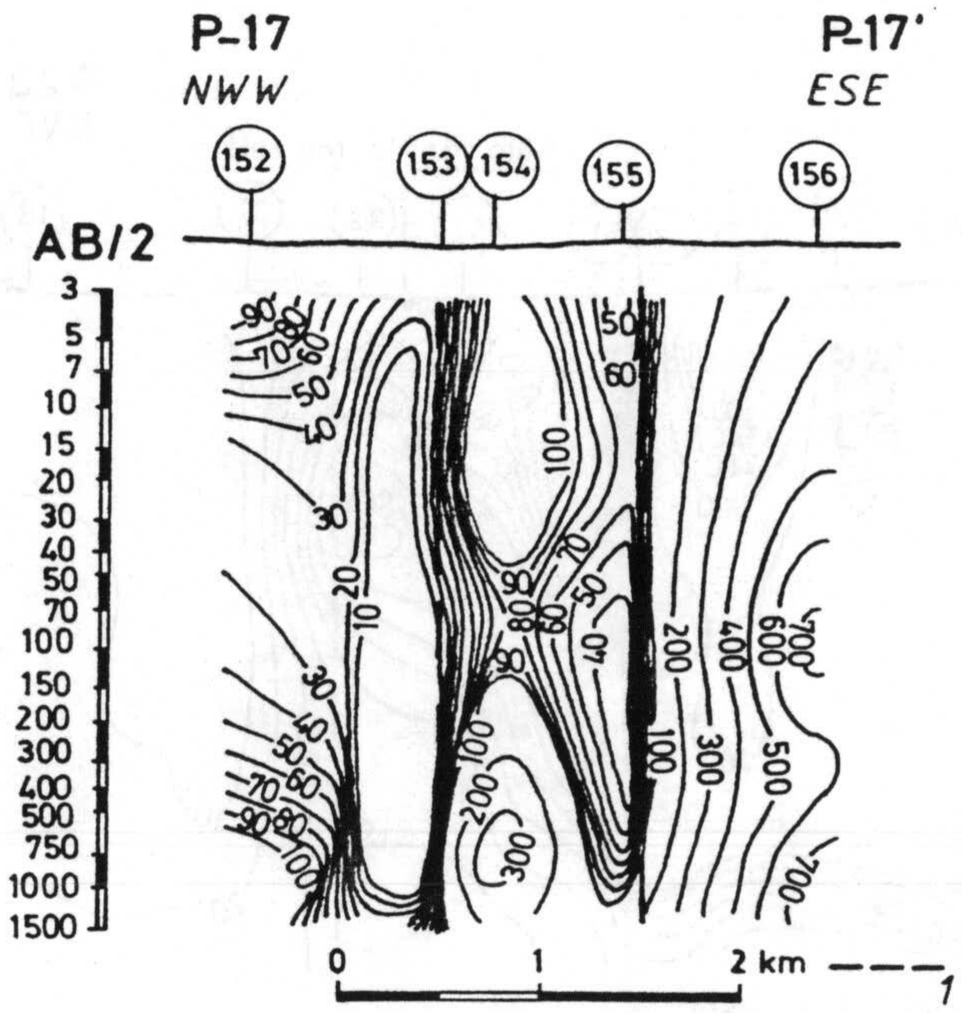
138 139 127 128 129 141 142 143 144 145 146 147 148

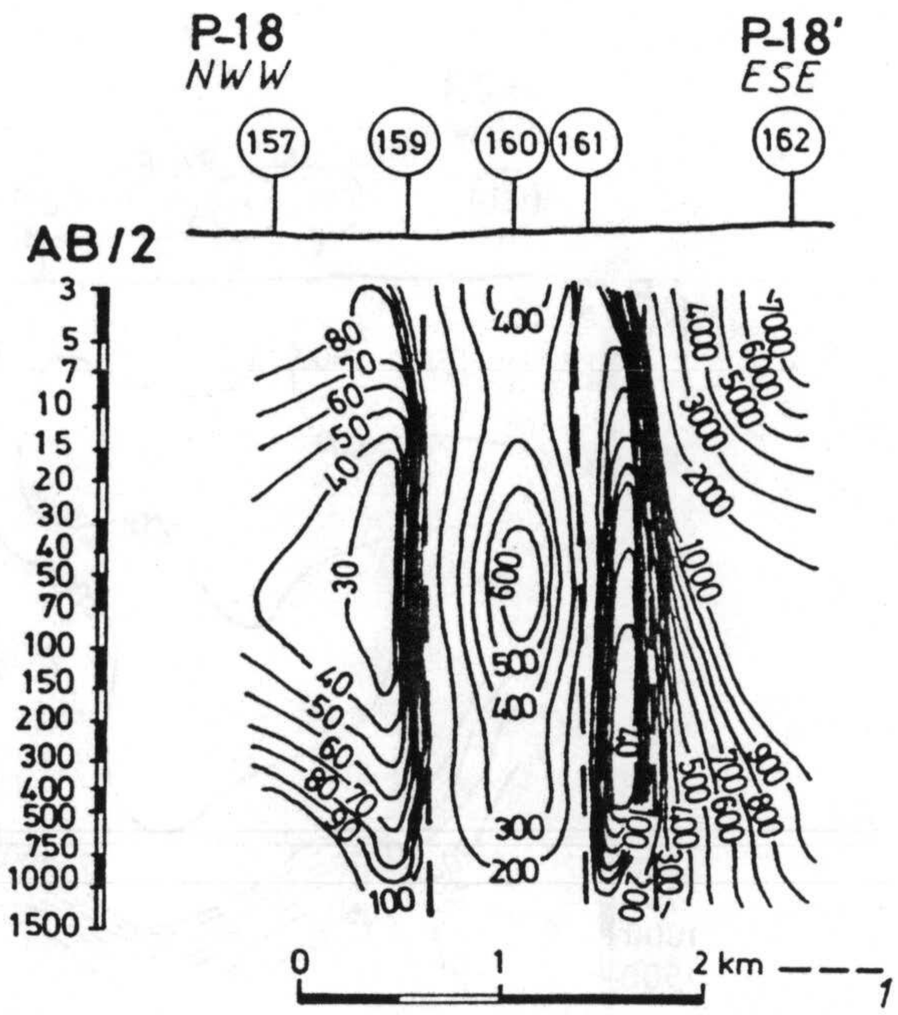
AB/2

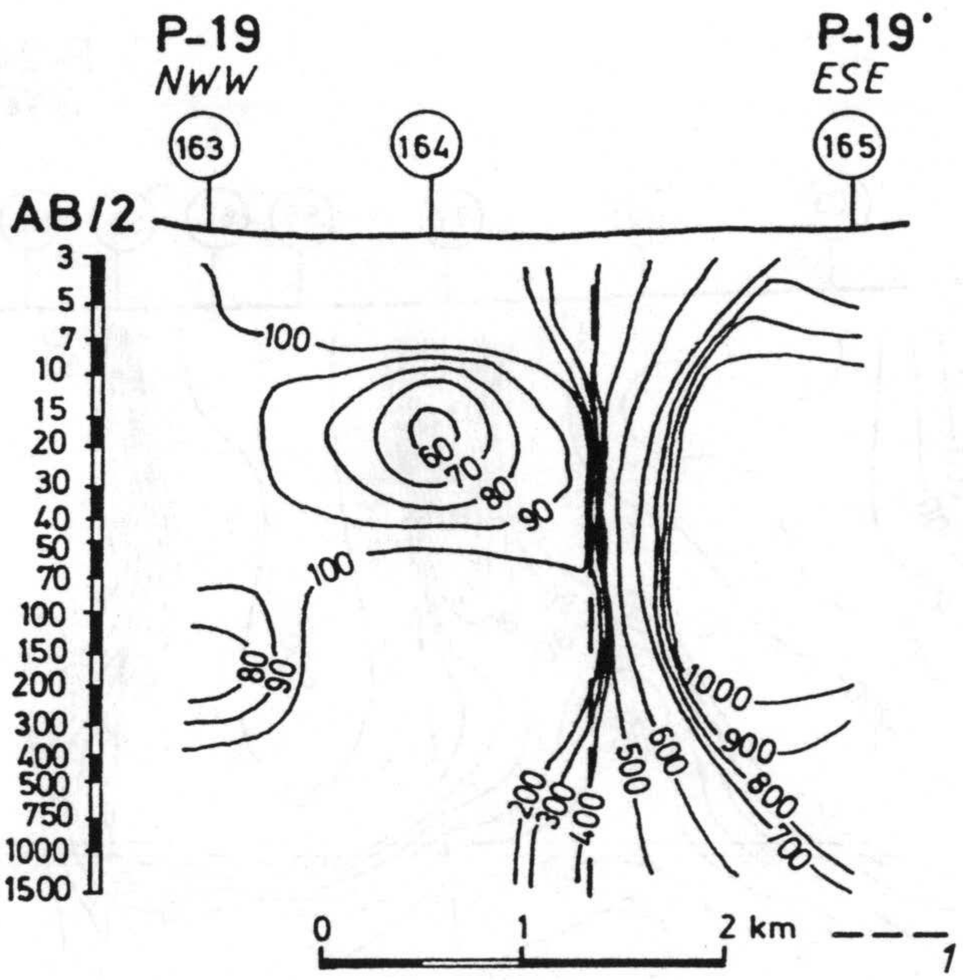
3 5 7 10 15 20 30 40 50 70 100 150 200 300 400 500 750 1000 1500

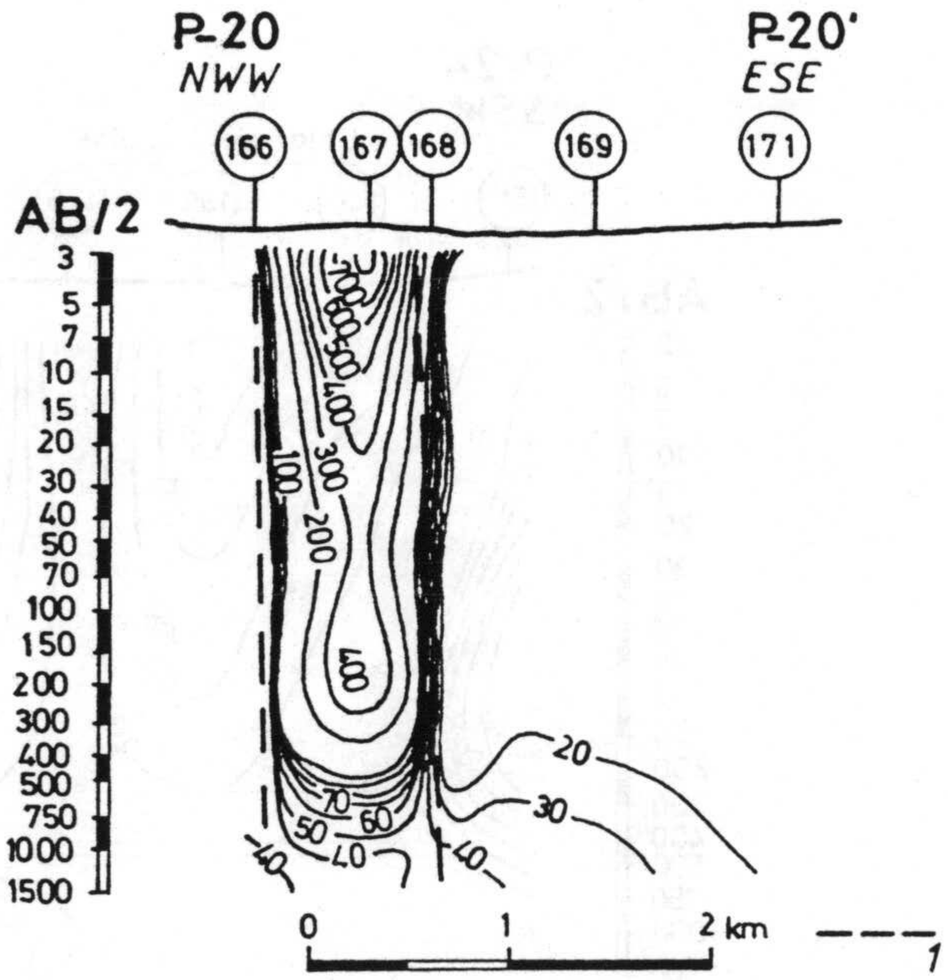
0 1 2 km

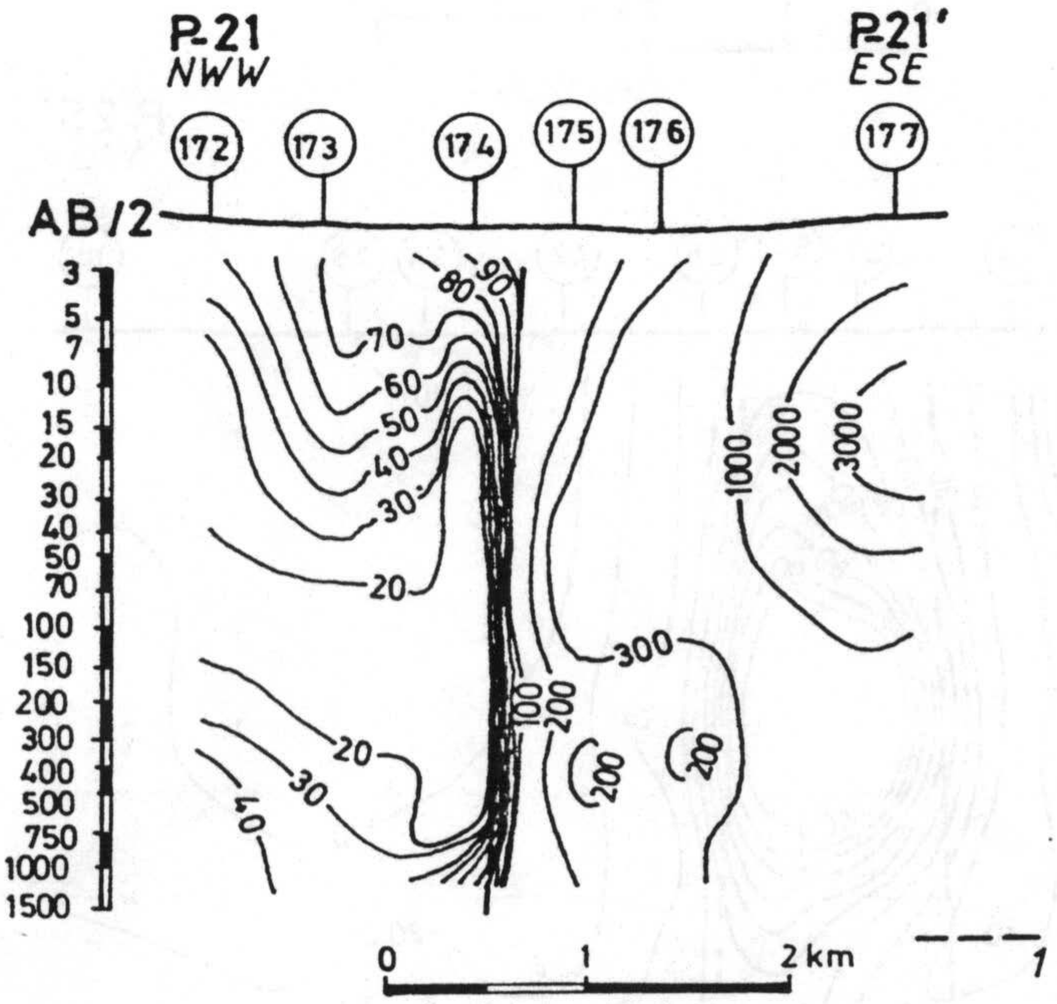
1

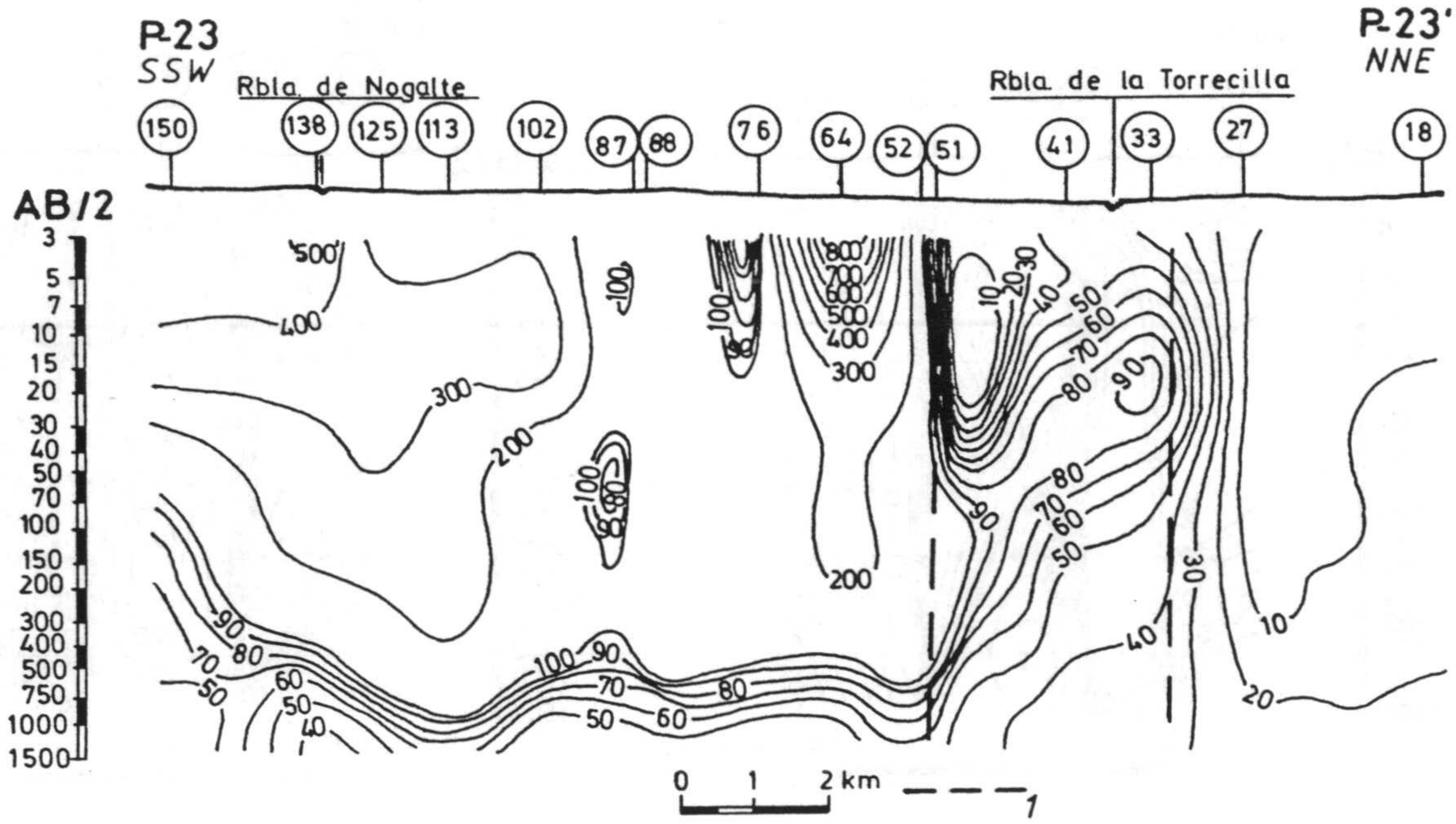

P-17
NWW
P-17'
ESE
152
153
154
155
156
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1

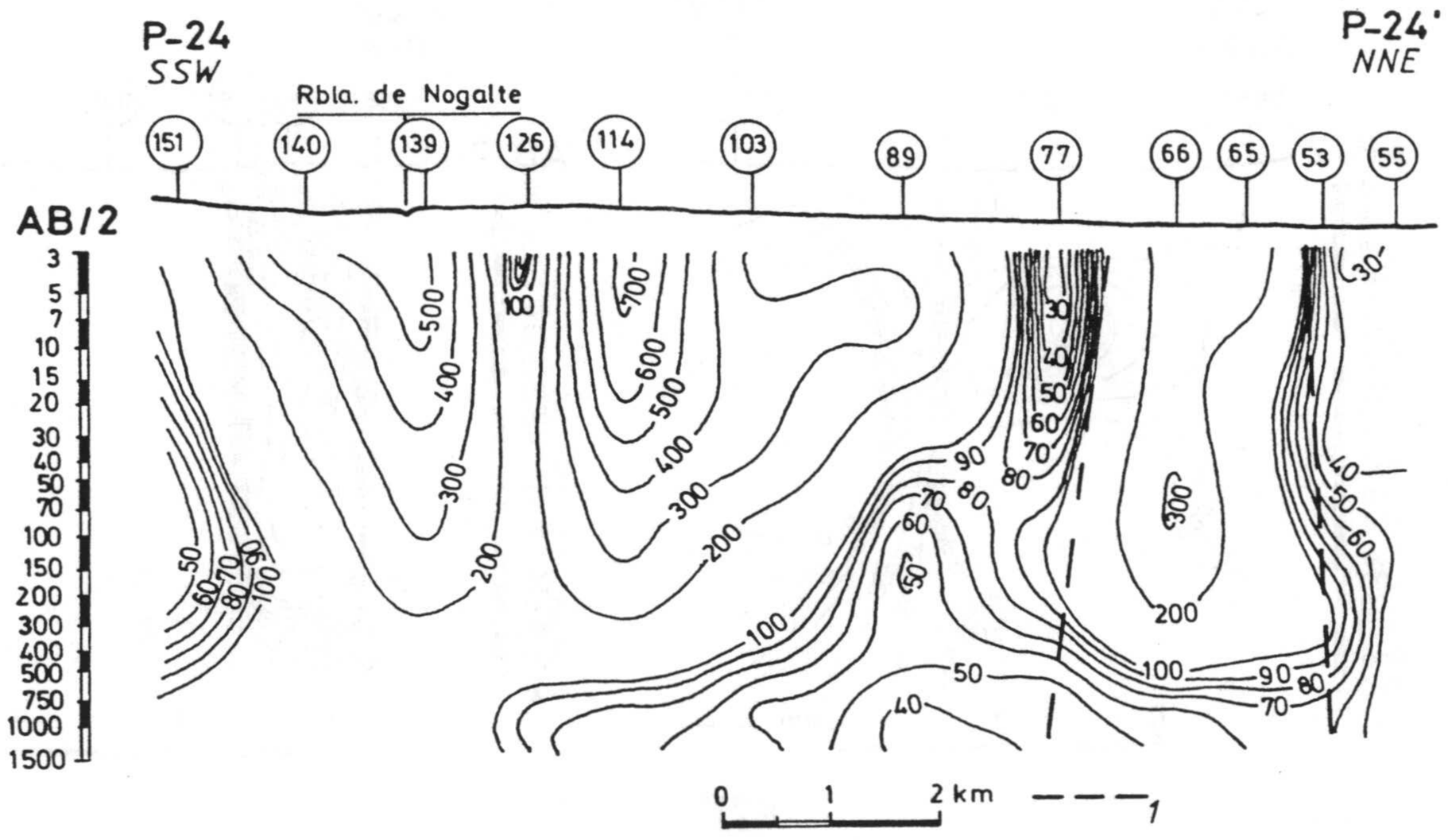

P-18
NWW
P-18'
ESE
157
159
160
161
162
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1

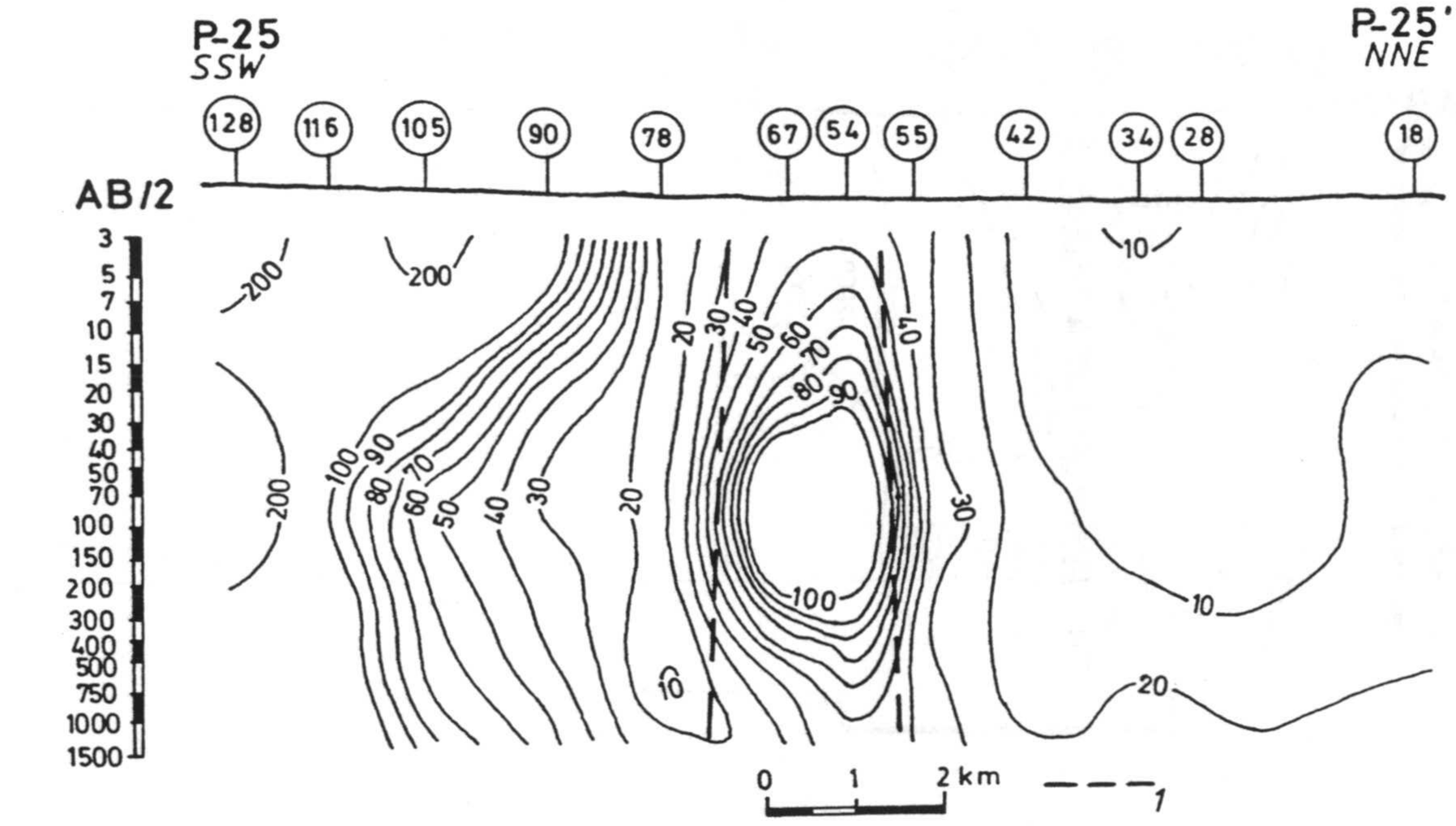

P-19
NWW
P-19'
ESE
163
164
165
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1

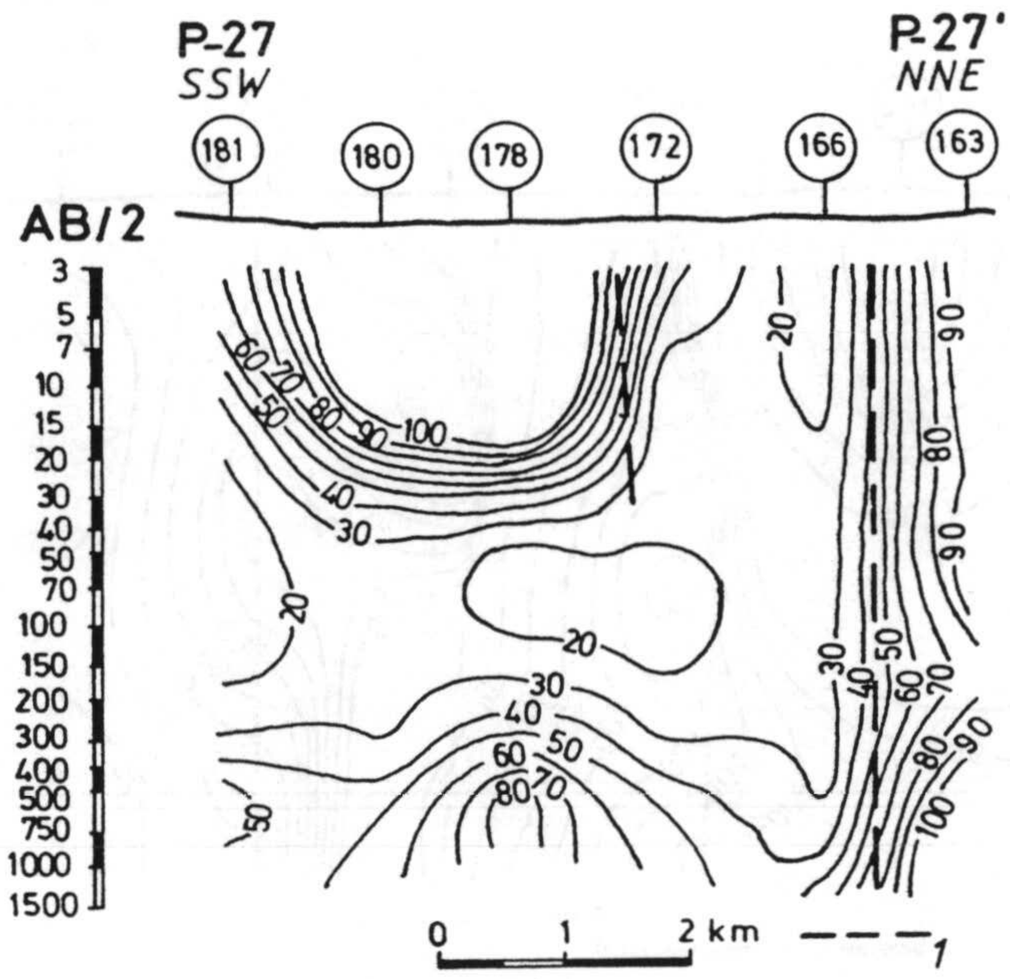

P-20
NWW
P-20'
ESE
166
167
168
169
171
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1

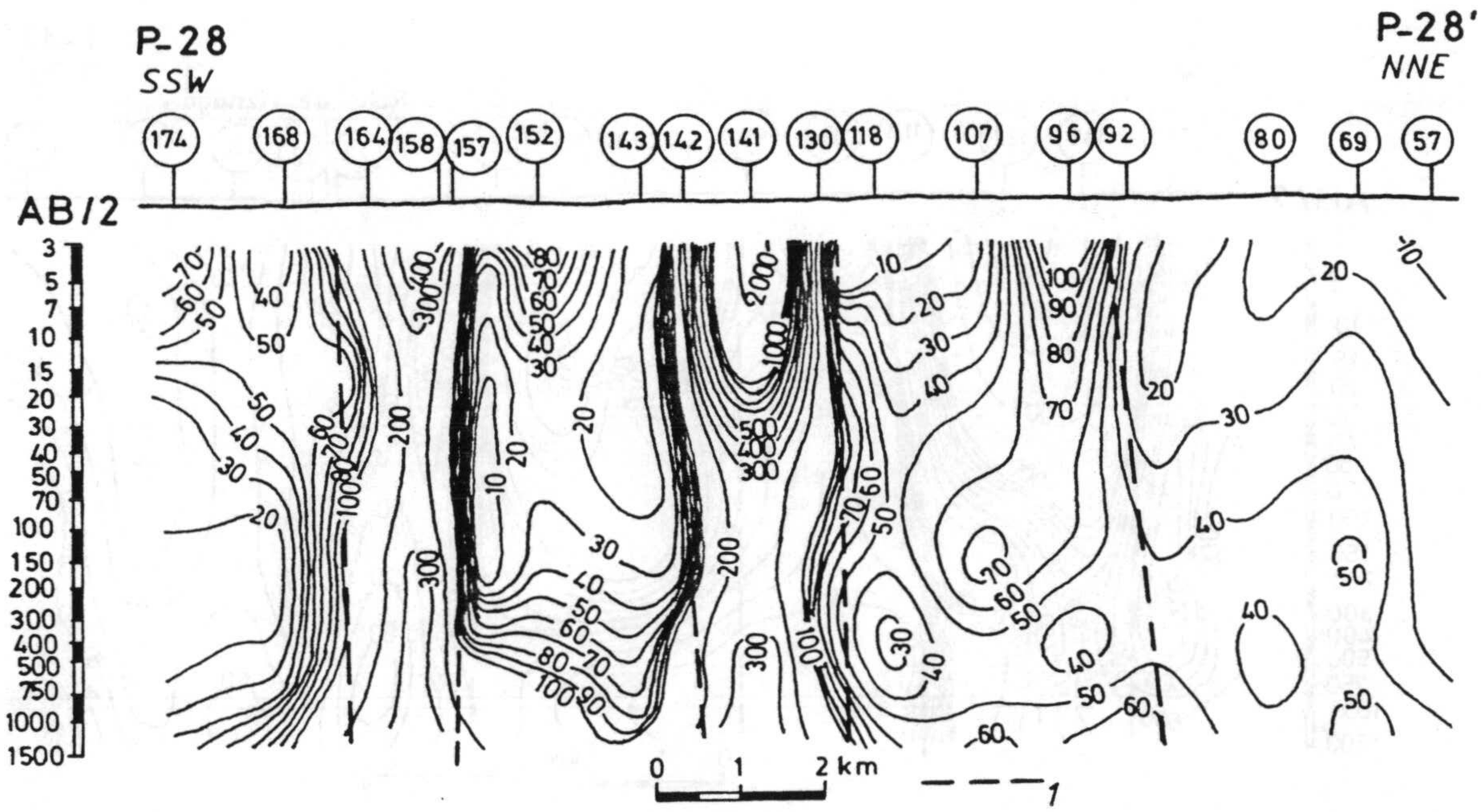

P-21
NWW
P-21'
ESE
172
173
174
175
176
177
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km
1

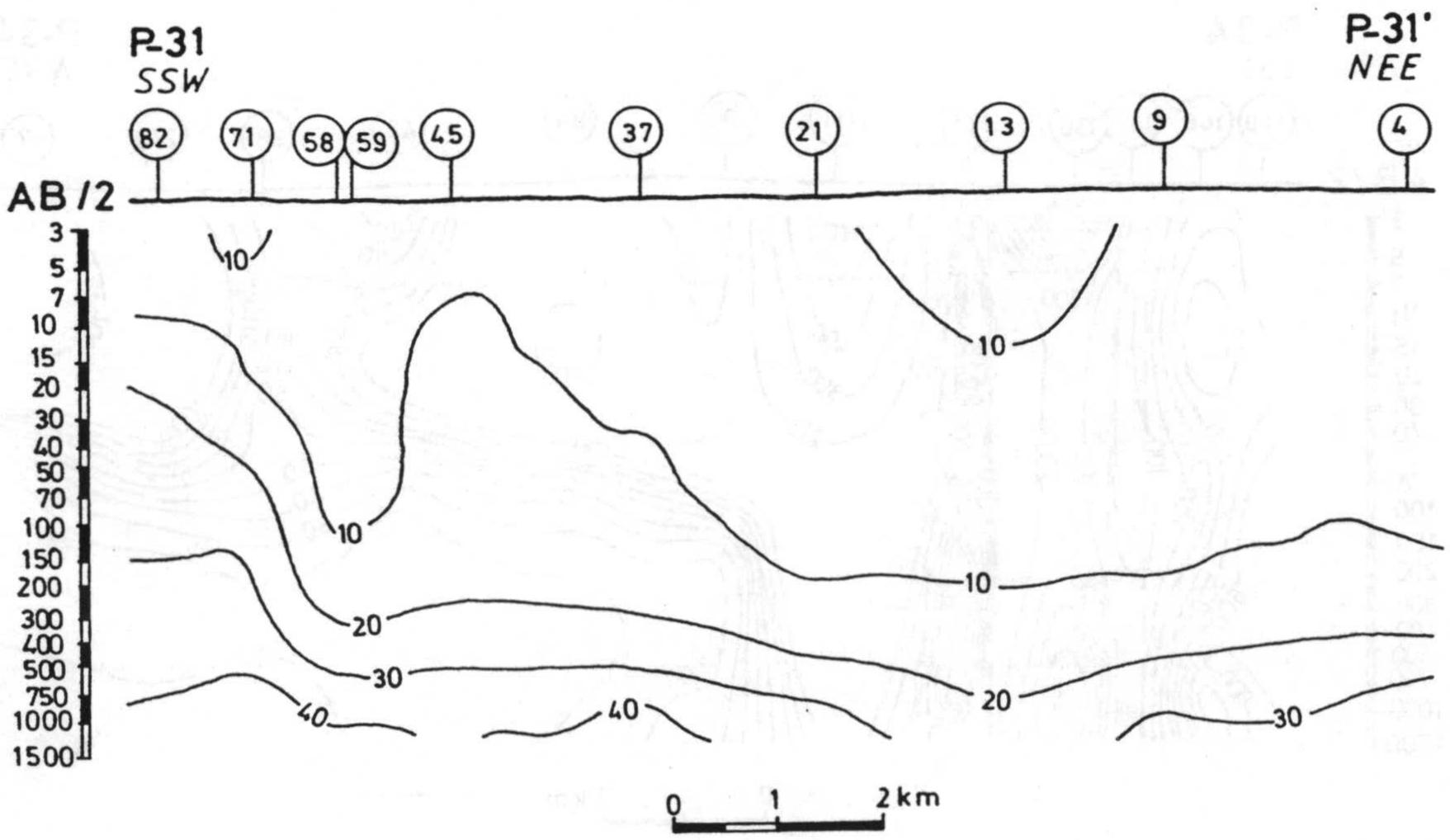

P-23
SSW
Rbla. de Nogalte
Rbla. de la Torrecilla
P-23'
NNE
150
138
125
113
102
87
88
76
64
52
51
41
33
27
18
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0 1 2 km
1

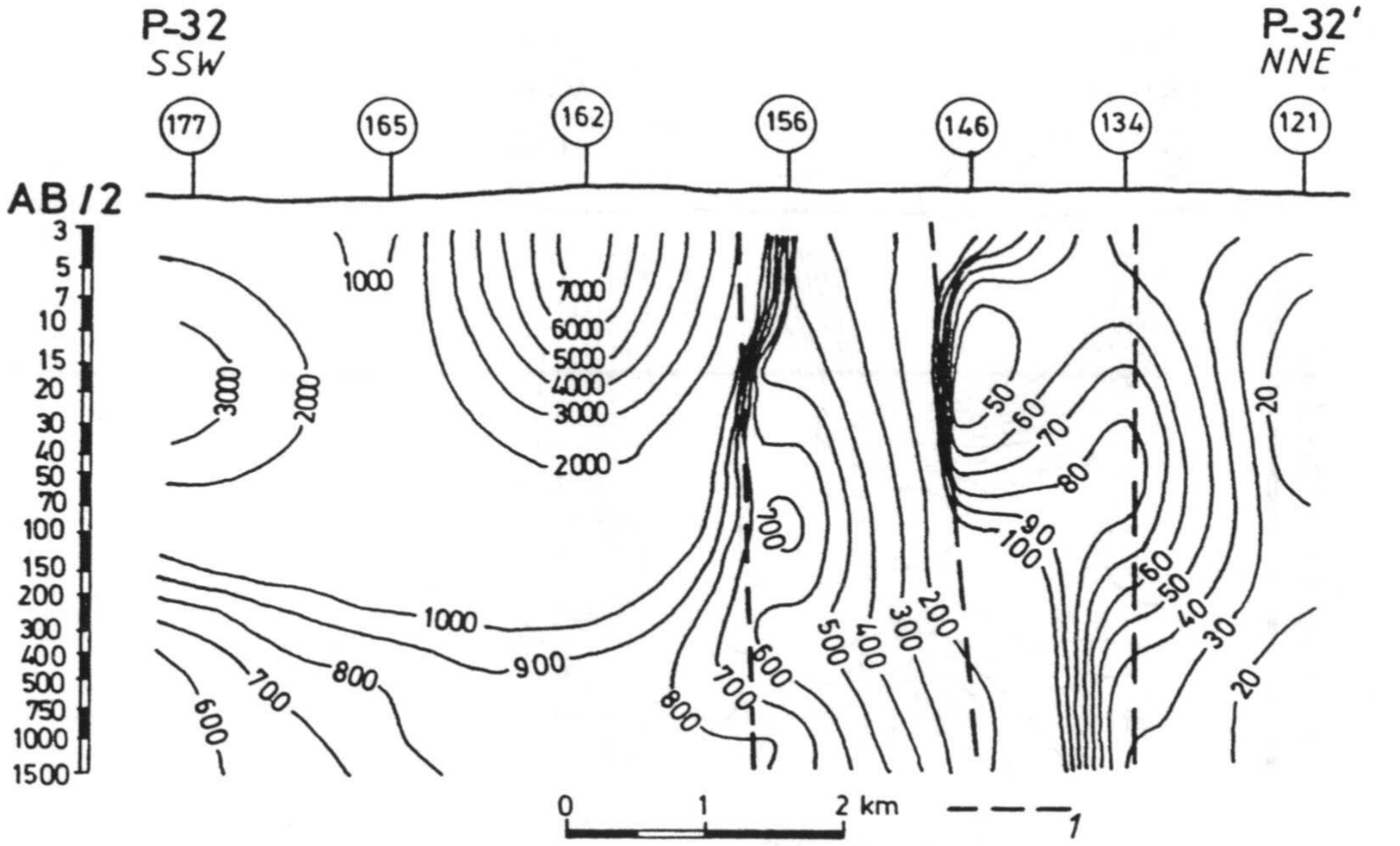

P-24
SSW
Rbla. de Nogalte
P-24'
NNE
151
140
139
126
114
103
89
77
66
65
53
55
AB/2
0 1 2 km
1

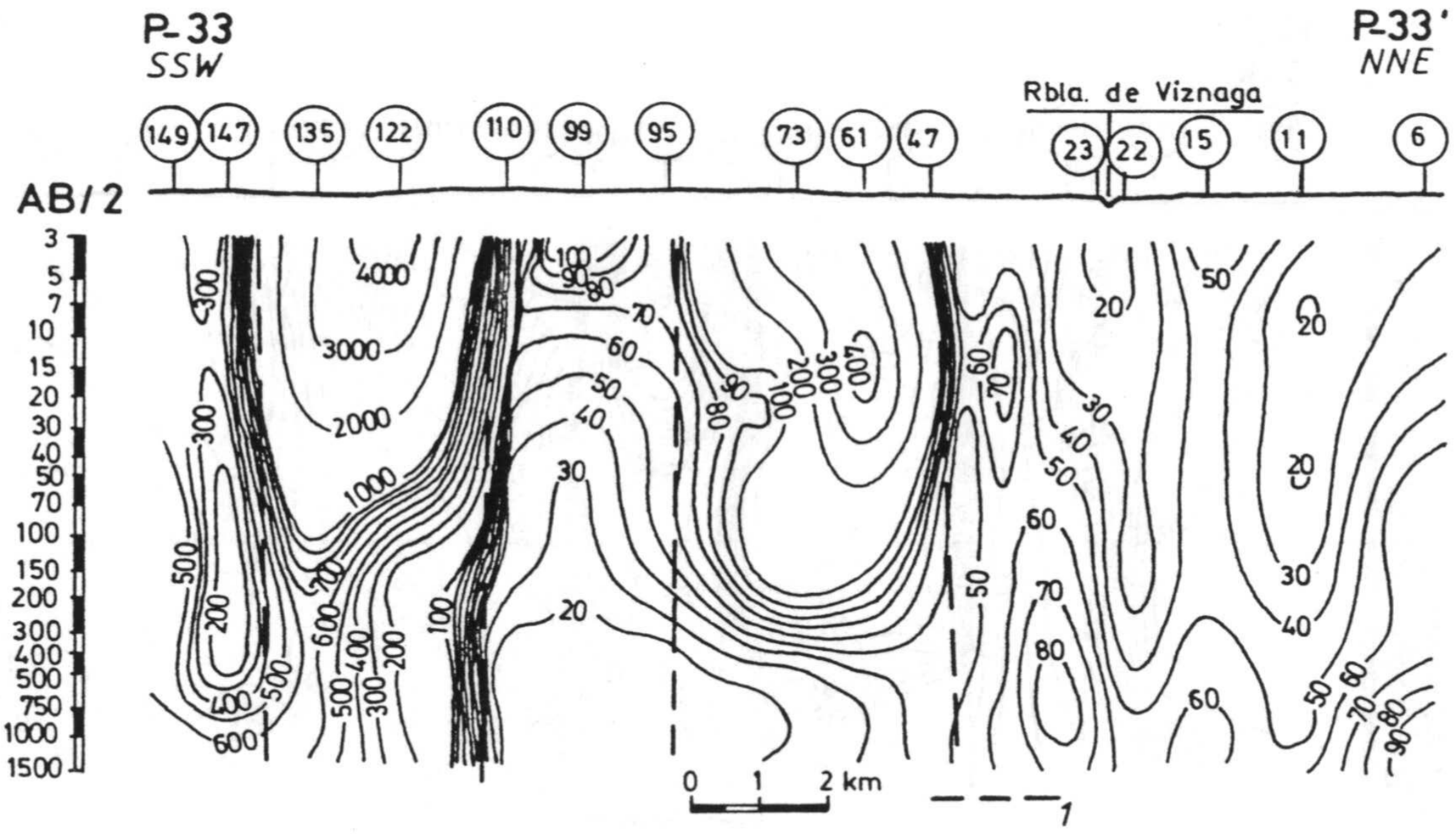

P-25
SSW
P-25'
NNE
128
116
105
90
78
67
54
55
42
34
28
18
AB/2
0 1 2 km
1

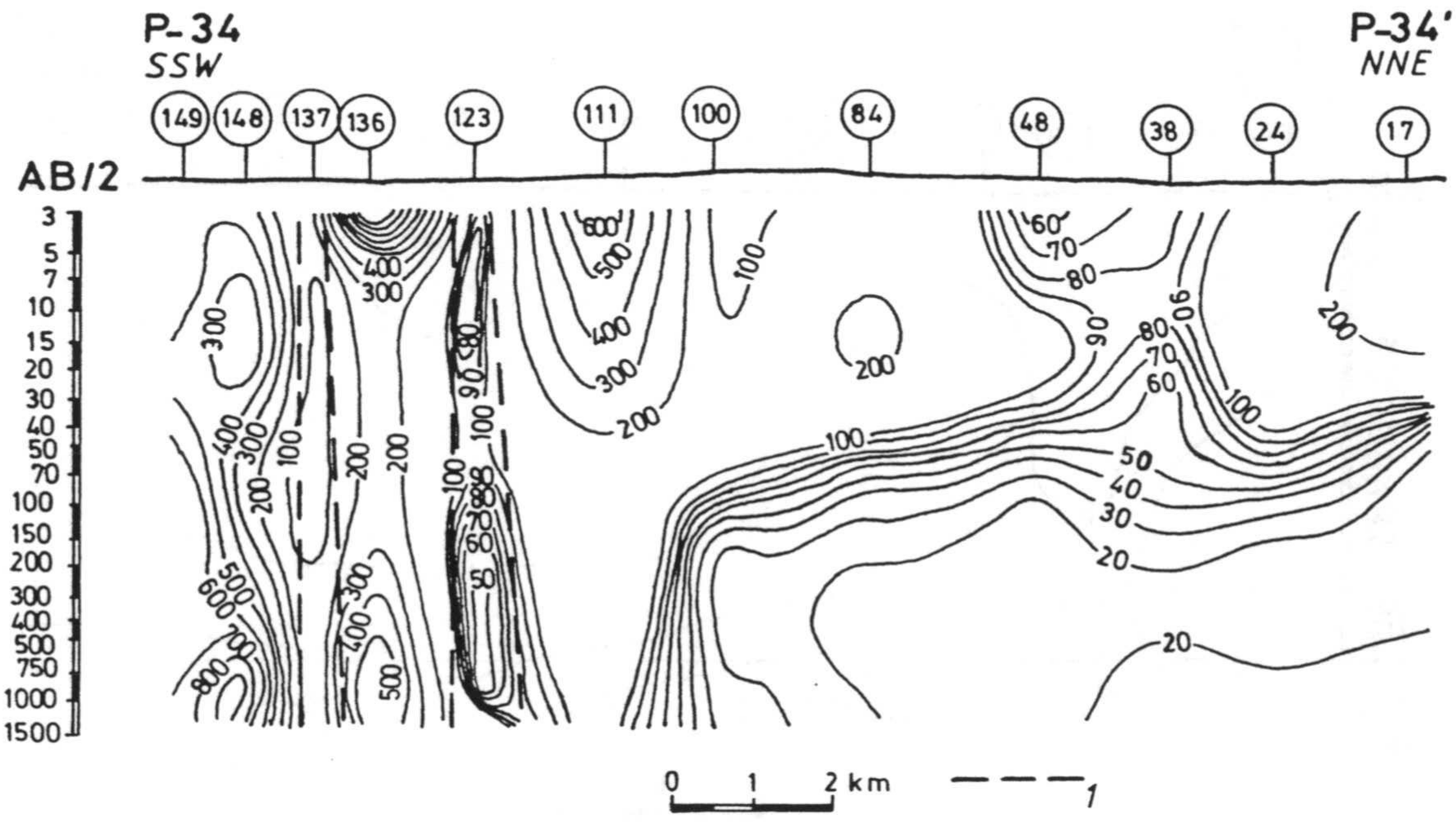

P-27
SSW
P-27'
NNE
181
180
178
172
166
163
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km


P-28
SSW
P-28'
NNE
174
168
164
158
157
152
143
142
141
130
118
107
96
92
80
69
57
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km


P-31
SSW
P-31'
NEE
82
71
58
59
45
37
21
13
9
4
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
0
1
2 km

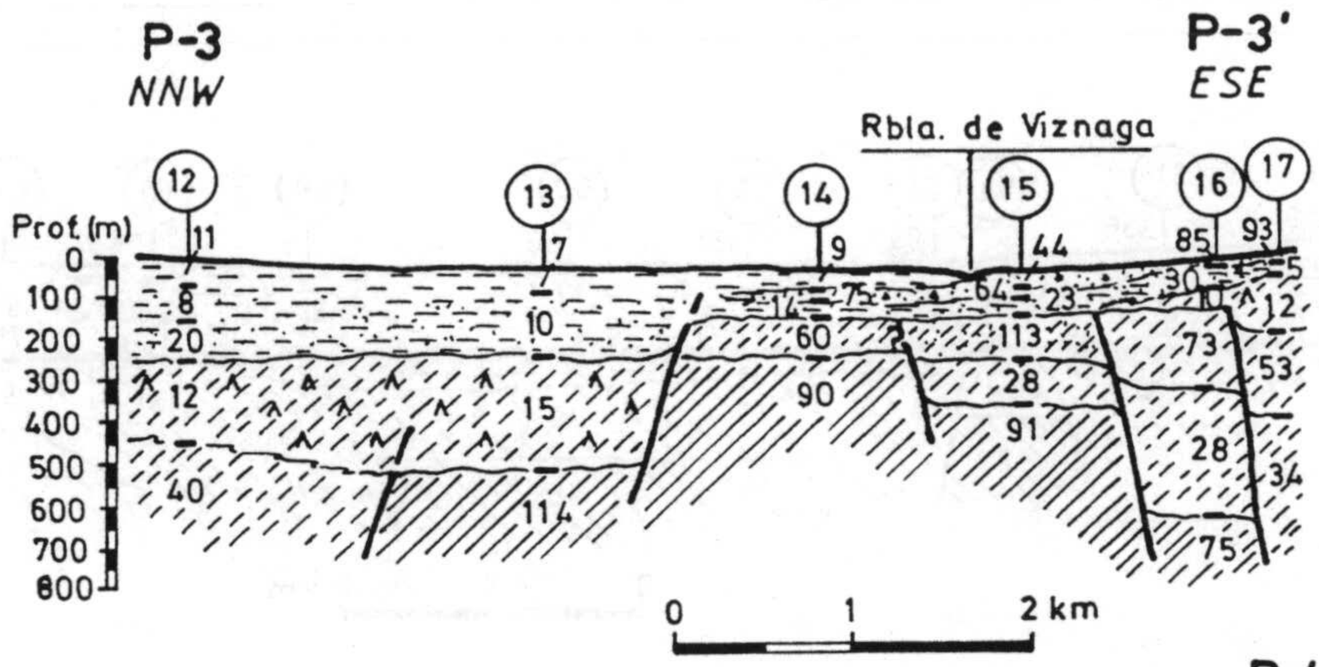

P-32
SSW
P-32'
NNE
177
165
162
156
146
134
121
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
1000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
3000
2000
700
1000
900
800
700
600
600
700
800
500
400
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
50
60
70
80
90
100
60
50
40
30
20
20
0
1
2 km
1

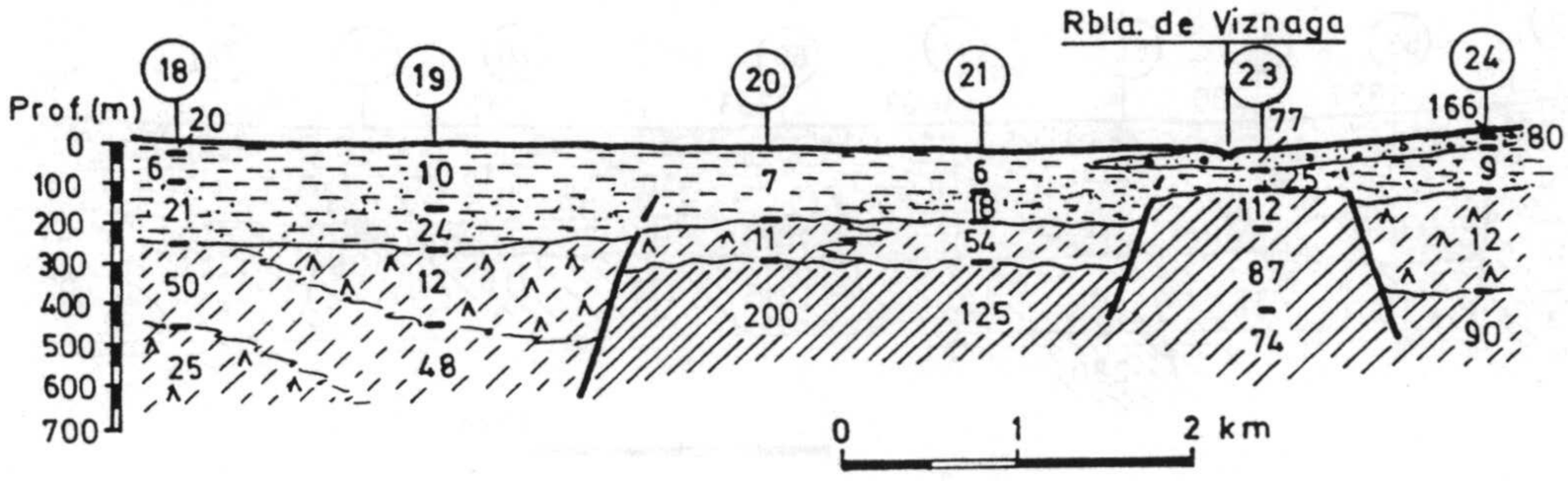

P-33
SSW
P-33'
NNE
Rbla. de Viznaga
149
147
135
122
110
99
95
73
61
47
23
22
15
11
6
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
4000
3000
2000
1000
500
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
600
500
400
300
200
100
50
60
70
80
90
100
20
50
20
30
40
50
60
70
80
60
50
60
70
80
90
0
1
2 km
1

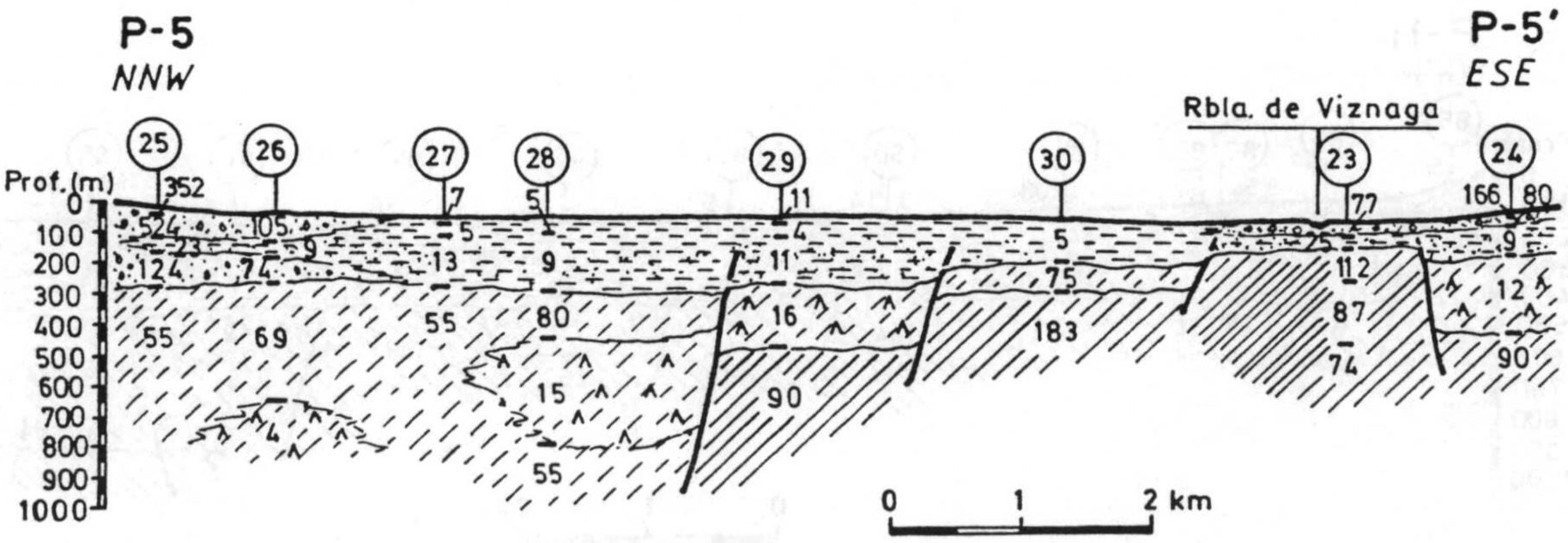

P-34
SSW
P-34'
NNE
149
148
137
136
123
111
100
84
48
38
24
17
AB/2
3
5
7
10
15
20
30
40
50
70
100
150
200
300
400
500
750
1000
1500
800
500
400
300
200
100
60
70
80
90
80
70
60
100
200
100
50
40
30
20
20
0
1
2 km
1

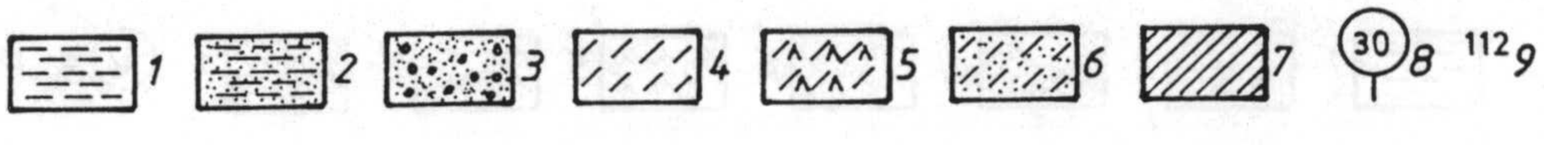
Perfiles de Geoeléctricos P-2, P-3, P-4, P-5, P-7, P-8, P-9, P-11, P-12, P-14, P-15, P-16, P-17, P-18, P-19, P-20, P-21, P-23, P-24, P-25, P-27, P-28, P-31, P-32, P-33 y P-34. 1, 2 y 3:relleno pliocuaternario (1:arcillas y limos esencialmente; 2:arcillas, limos, arenas y gravas; 3:arenas y gravas); 4, 5, 6, y 7:sustrato (4:margas; 5:margas con yeso; 6:margas con arenas y gravas; 7:rocas metamórficas); 8:SEV y su número; 9:resistividad en Ωm.

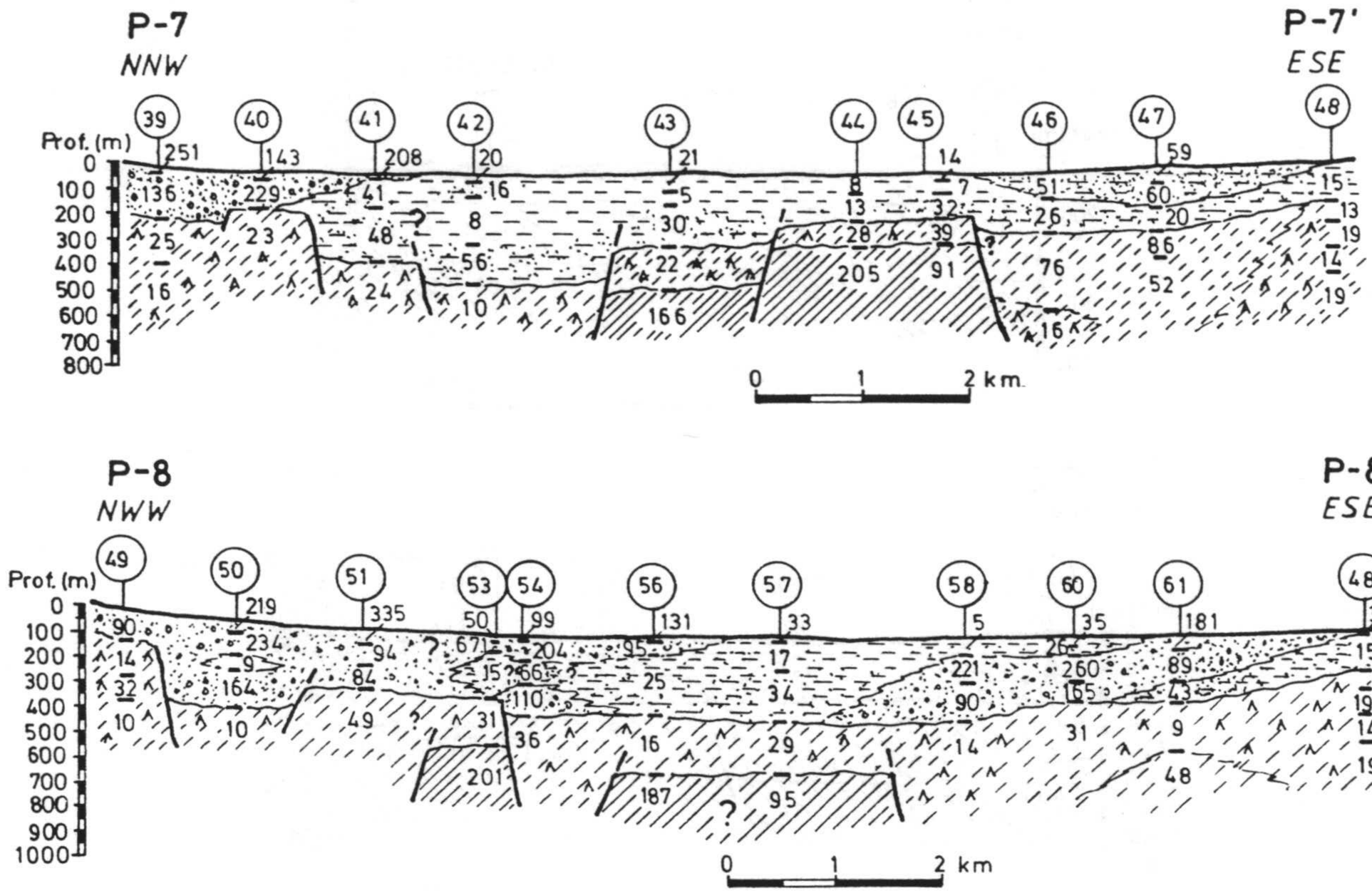
P-2
NNW
P-2'
ESE
Rbla. de Viznaga
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
7
8
9
10
11
20
9
11
18
20
73
91
8
6
17
56
112
17
11
154
89
24
119
15
89
0
1
2 km

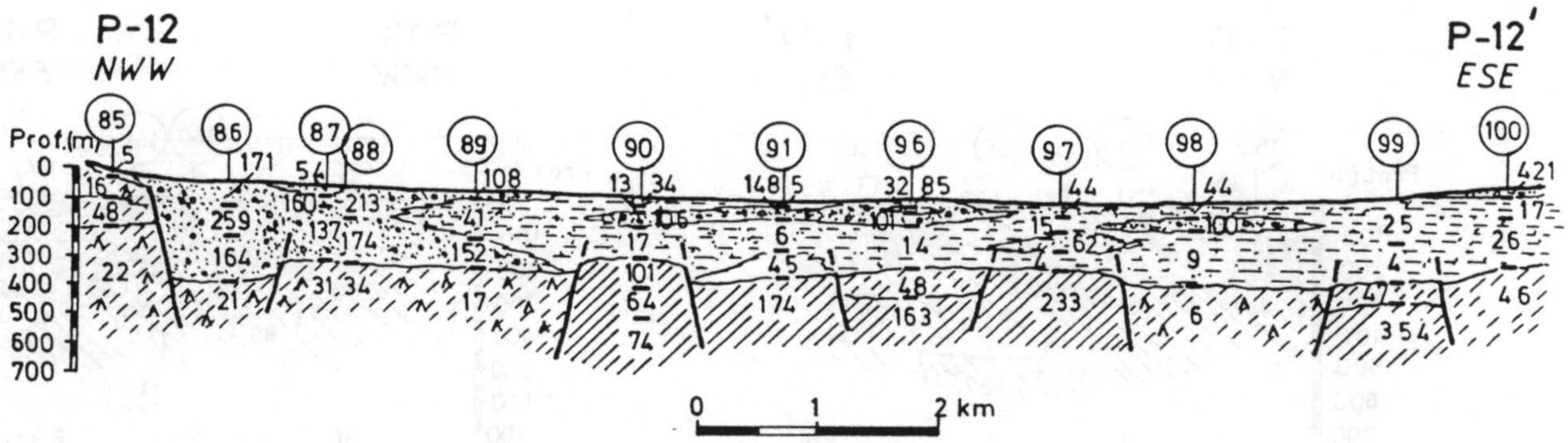

P-3
NNW
P-3'
ESE
Rbla. de Viznaga
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
12
13
14
15
16
17
11
7
9
44
85
93
8
20
12
40
10
15
114
14
60
90
64
23
113
28
91
30
10
73
28
75
5
12
53
34
0
1
2 km

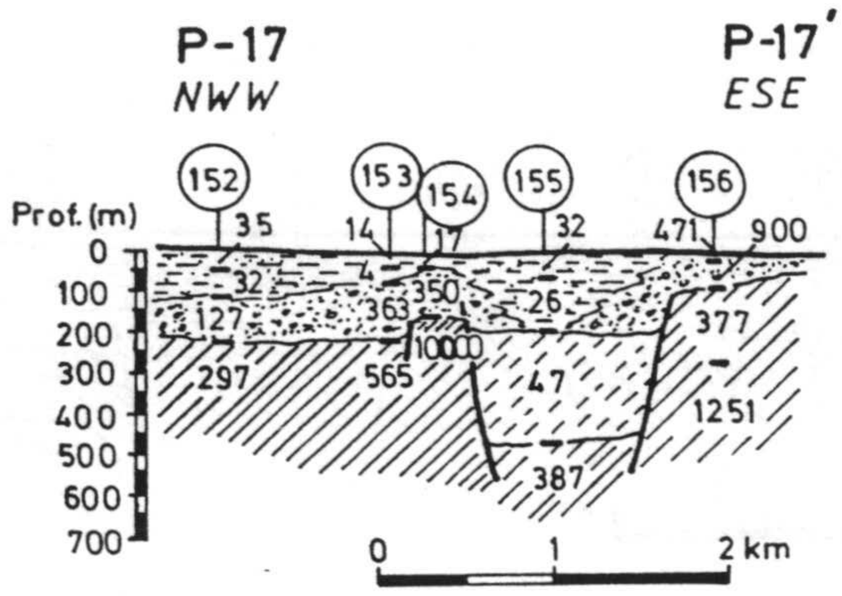

P-4
NNW
P-4'
ESE
Rbla. de Viznaga
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
18
19
20
21
23
24
20
6
21
50
25
10
24
12
48
7
11
200
6
18
54
125
77
25
112
87
74
166
80
9
12
90
0
1
2 km

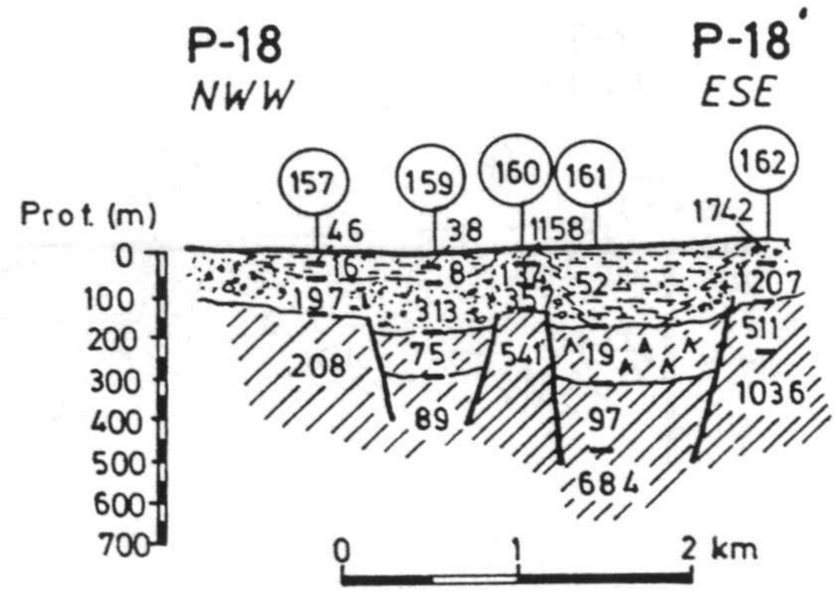

P-5
NNW
P-5'
ESE
Rbla. de Viznaga
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
25
26
27
28
29
30
23
24
352
524
105
23
124
74
9
55
69
7
5
13
9
55
80
15
55
11
4
11
16
90
5
75
183
77
25
112
87
74
166
80
9
12
90
0
1
2 km

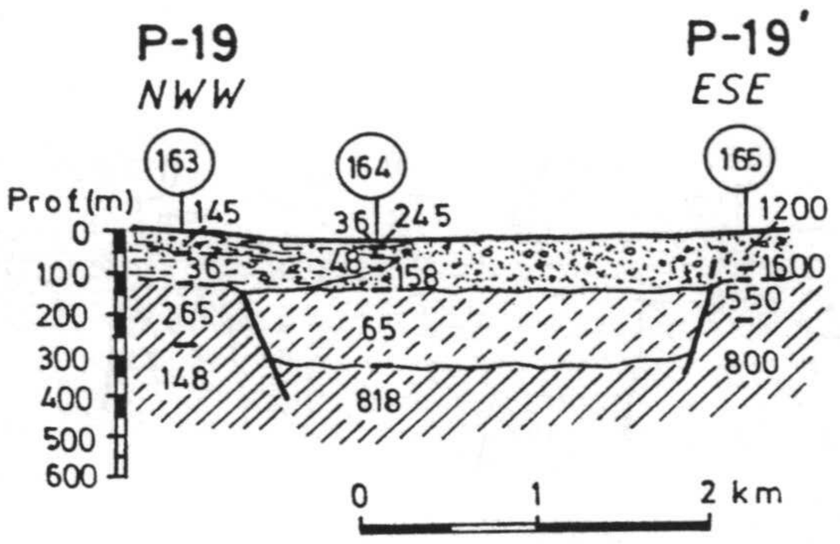

1
2
3
4
5
6
7
30
8
112
9

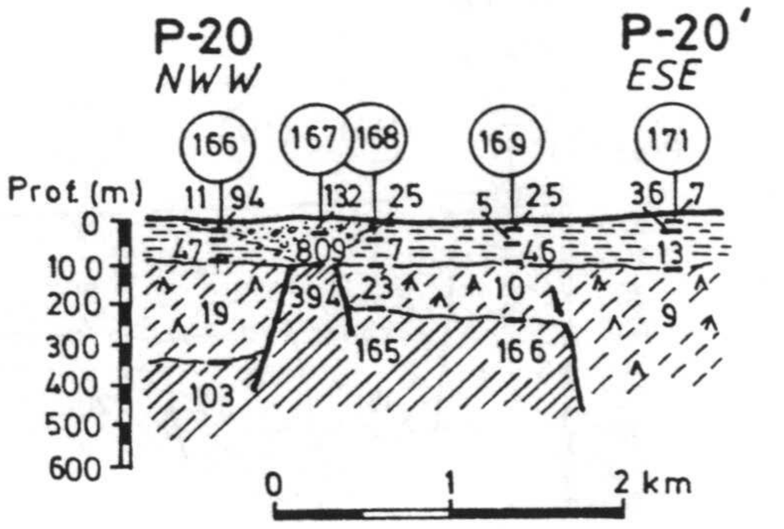

P-7
NNW
P-7'
ESE
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
251
143
208
20
21
14
59
136
229
41
16
5
8
7
51
60
15
25
23
48
8
30
13
32
26
20
13
56
28
39
86
19
16
24
10
22
205
91
76
52
14
166
16
19
0
1
2 km
P-8
NWW
P-8
ESE
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
49
50
51
53
54
56
57
58
60
61
48
219
335
50
99
131
33
5
35
181
300
90
234
94
671
204
95
17
221
260
89
15
14
9
84
15
66
25
34
90
165
43
13
32
164
110
19
10
10
49
31
36
16
29
14
31
9
14
201
187
95
48
19
0
1
2 km
P-9
NWW
P-9
ESE
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
62
63
64
66
67
68
69
70
71
72
73
50
337
200
403
333
17
37
23
93
167
111
275
335
283
111
119
42
163
30
78
97
48
4
30
16
23
9
3
83
15
53
21
12
16
32
10
40
215
177
116
108
42
24
3
280
62
0
1
2 km
P-11
NWW
P-11
ESE
Prot.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
84
5
54
108
13
34
5
18
47
41
16
171
160
213
41
106
148
6
43
176
67
69
20
48
259
137
174
152
7
17
101
4
7
13
8
22
164
64
74
174
26
139
26
35
21
31
34
17
9
5
34
97
0
1
2 km
1
2
3
4
5
6
7
62
8
174
9

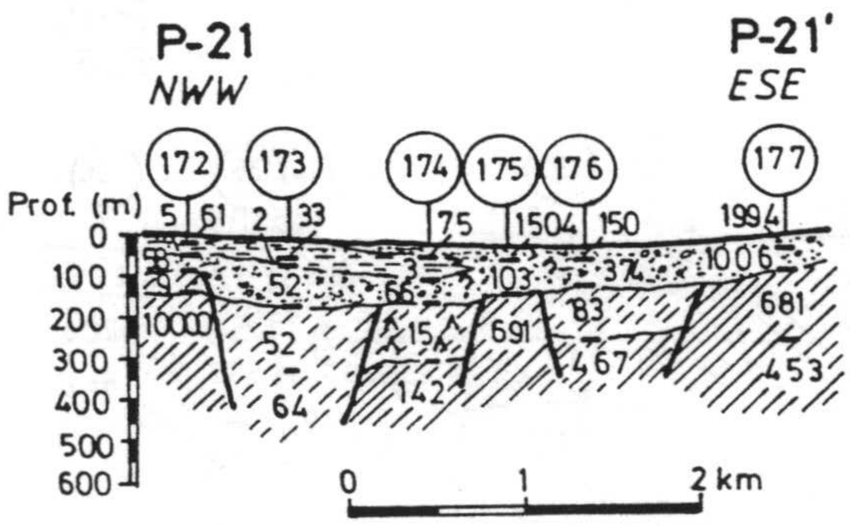

P-12
NWW
P-12'
ESE
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
700
85
86
87
88
89
90
91
96
97
98
99
100
0 1 2 km
P 14
NWW
P 14'
ESE
Prof. (m)
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
0 1 2 km
P-15
NWW
P-15'
ESE
Prof. (m)
125
124
127
128
129
130
131
132
134
135
136
0 1 2 km
P-16
NWW
P-16
ESE
Prof. (m)
138
139
127
128
129
141
142
143
144
145
146
147
148
0 1 2 km
1
2
3
4
5
6
7
97
8
145
9

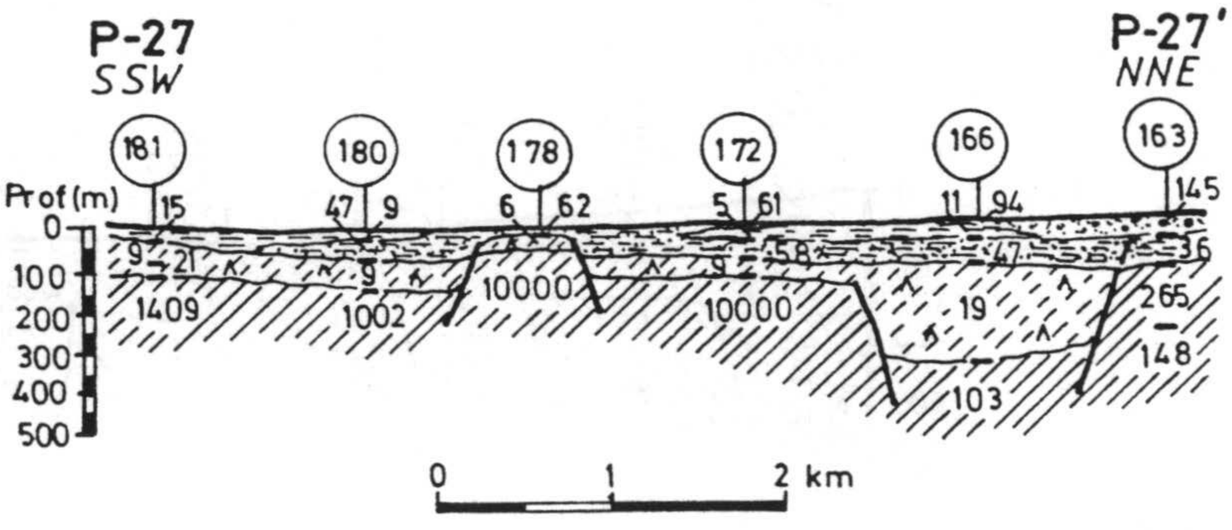

P-17
NWW
P-17'
ESE
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
152
153
154
155
156
35
14
17
32
471
900
32
4
350
26
363
127
100000
377
297
565
47
1251
387
0
1
2 km

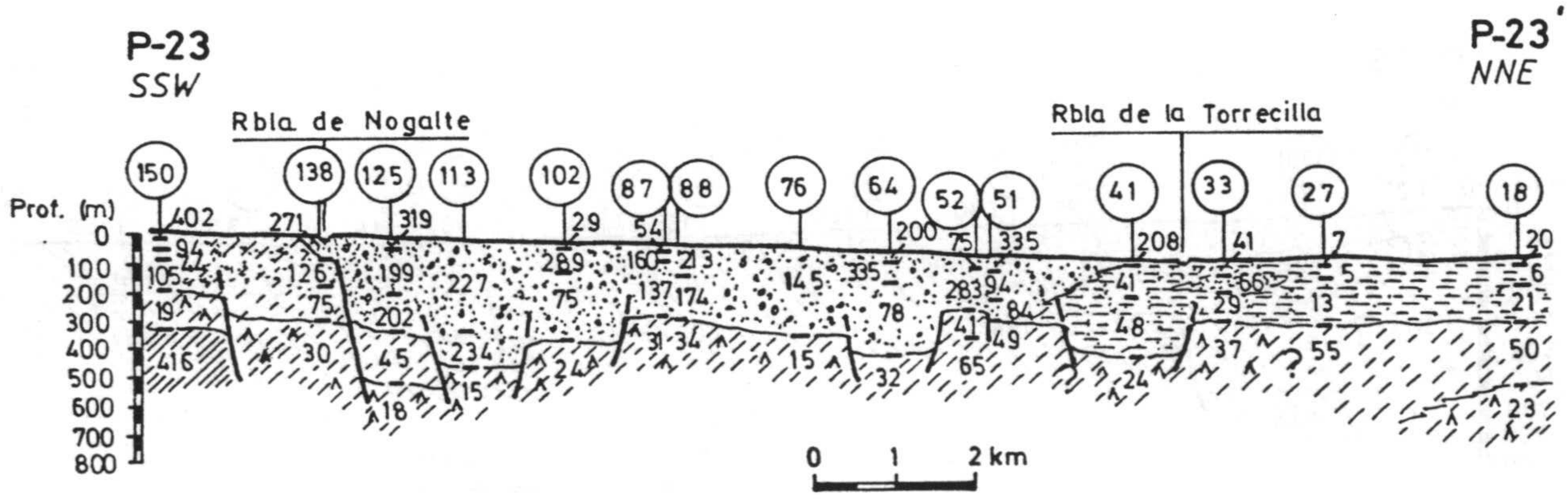

P-18
NWW
P-18'
ESE
Prot. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
157
159
160
161
162
46
38
1158
1742
16
8
134
52
1207
197
313
357
208
75
541
19
511
1036
89
97
684
0
1
2 km

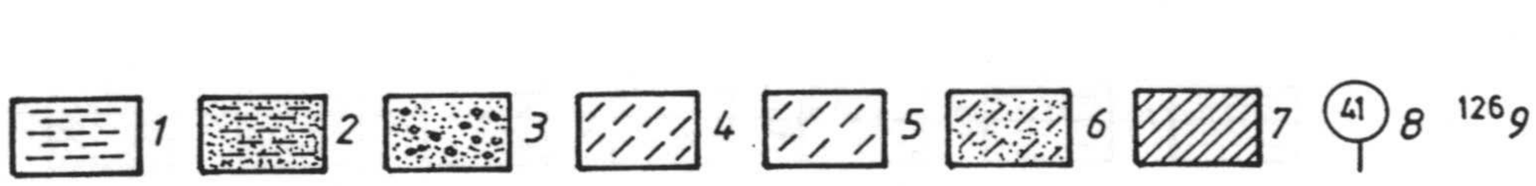

P-19
NWW
P-19'
ESE
Prof.(m)
0
100
200
300
400
500
600
163
164
165
145
36
245
1200
36
48
158
1600
265
65
550
148
818
800
0
1
2 km


P-20
NWW
P-20'
ESE
Prot.(m)
0
100
200
300
400
500
600
166
167
168
169
171
11
94
132
25
5
25
36
7
47
809
7
46
13
19
394
23
10
9
165
166
103
0
1
2 km


P-21
NWW
P-21'
ESE
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
172
173
174
175
176
177
5
61
2
33
75
1504
150
1994
52
66
103
37
1006
10000
15
691
83
681
52
142
467
453
64
0
1
2 km


P-27
SSW
P-27'
NNE
Prof(m)
0
100
200
300
400
500
181
180
178
172
166
163
15
47
9
6
62
5
61
11
94
145
9
21
9
58
36
1409
1002
10000
10000
19
265
148
103
0
1
2 km

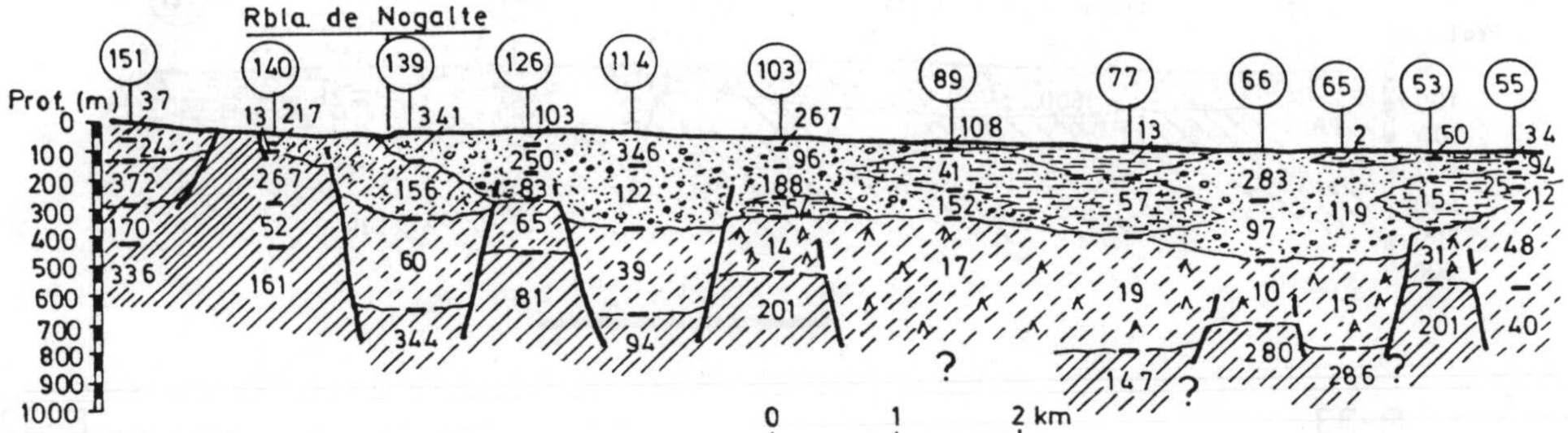

P-23
SSW
P-23'
NNE
Rbla de Nogalte
Rbla de la Torrecilla
Prof. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
150
138
125
113
102
87
88
76
64
52
51
41
33
27
18
402
271
319
29
54
200
75
335
208
41
7
20
94
105
126
199
227
289
160
213
145
335
283
94
41
66
5
6
19
75
202
75
137
174
78
84
29
13
21
416
30
45
234
31
34
15
41
49
48
37
55
50
18
15
24
32
65
24
23
0
1
2 km


1
2
3
4
5
6
7
41
8
126
9

P-24
SSW

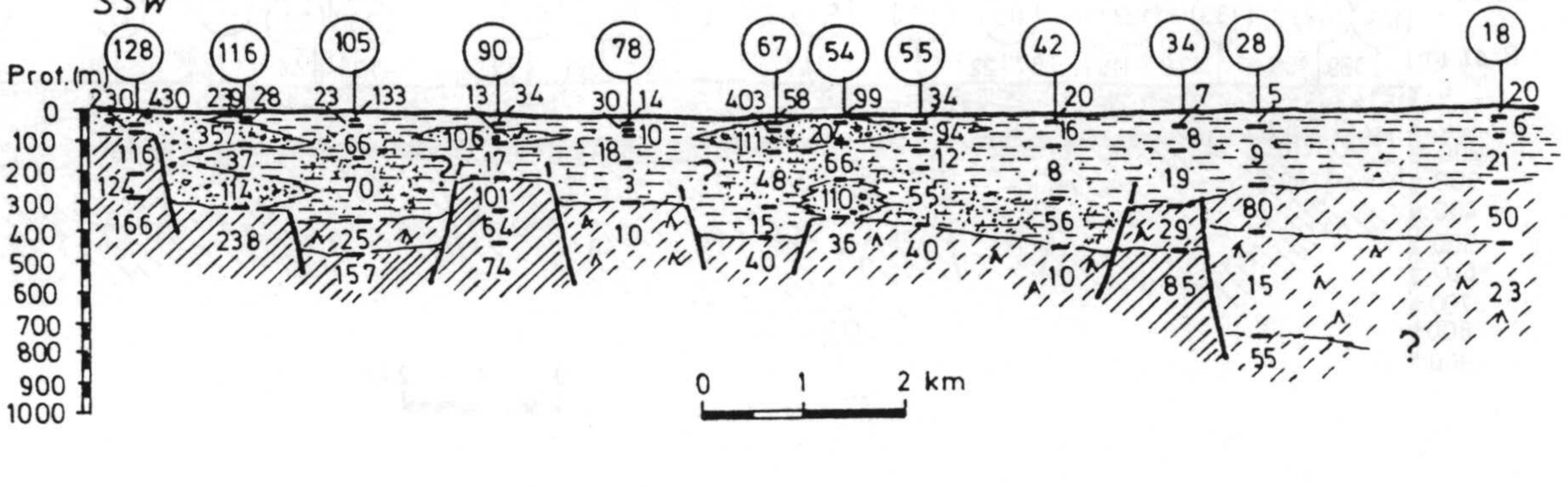
Rbla. de Nogalte

P-24'
NNE



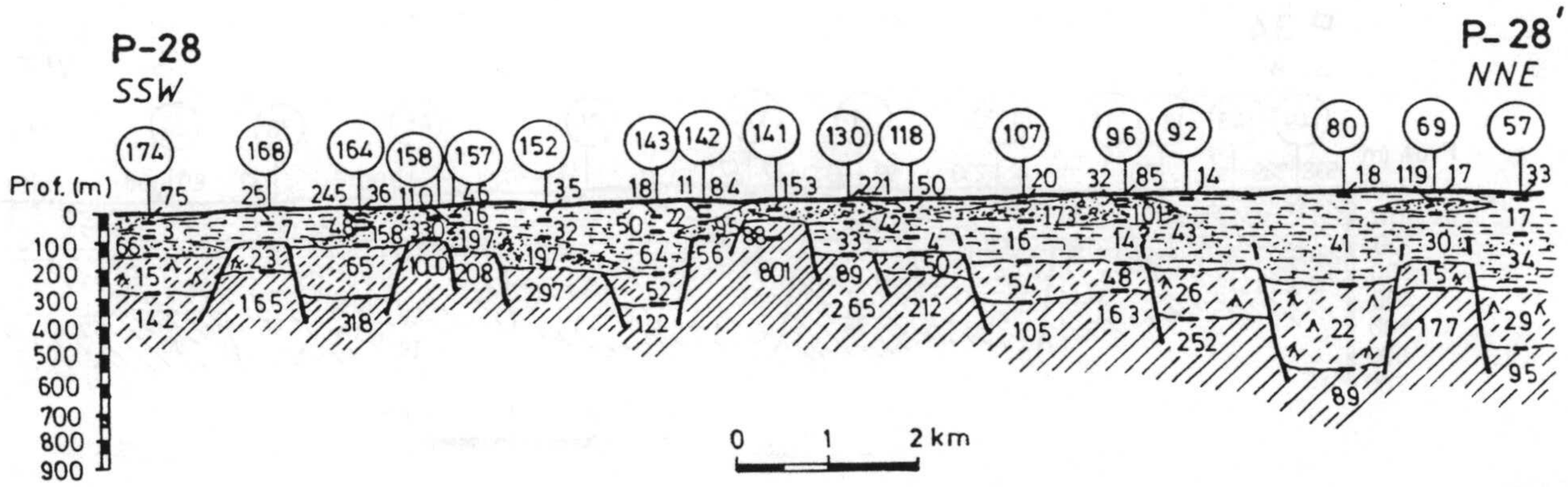
P-25
SSW

P-25'
NNE



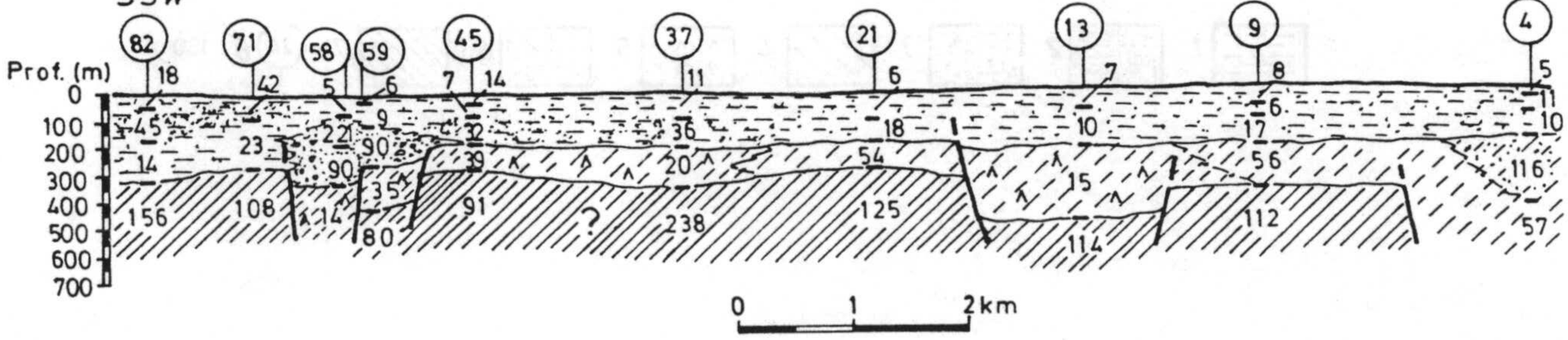
P-28
SSW

P-28'
NNE

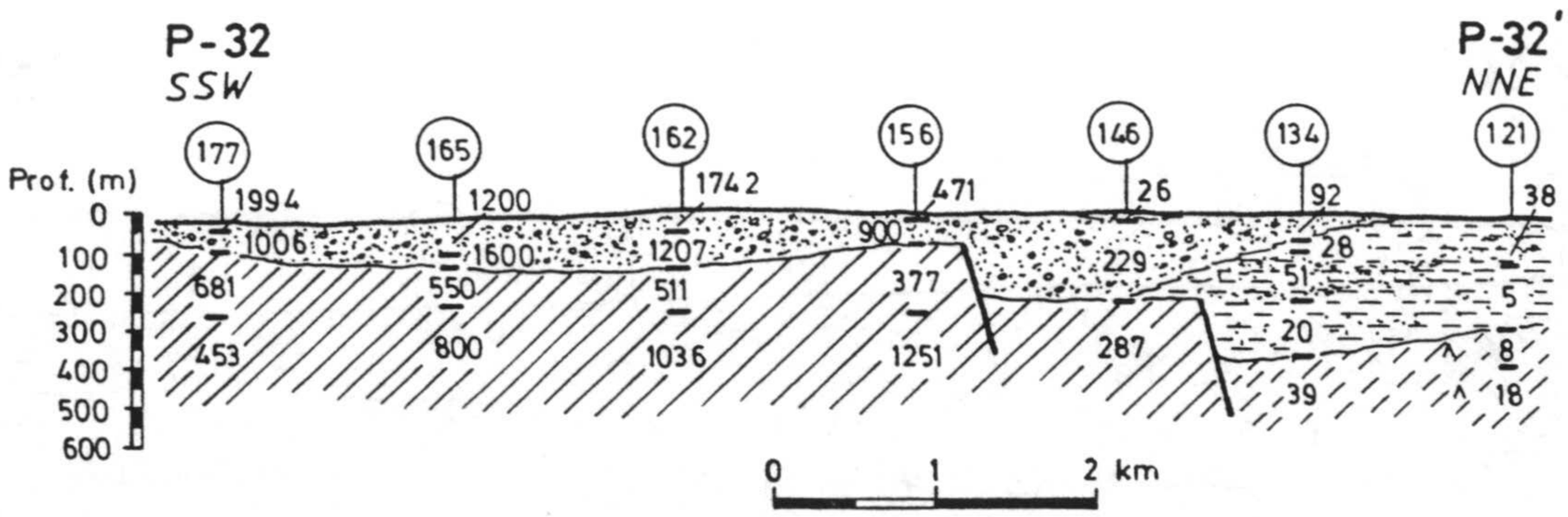


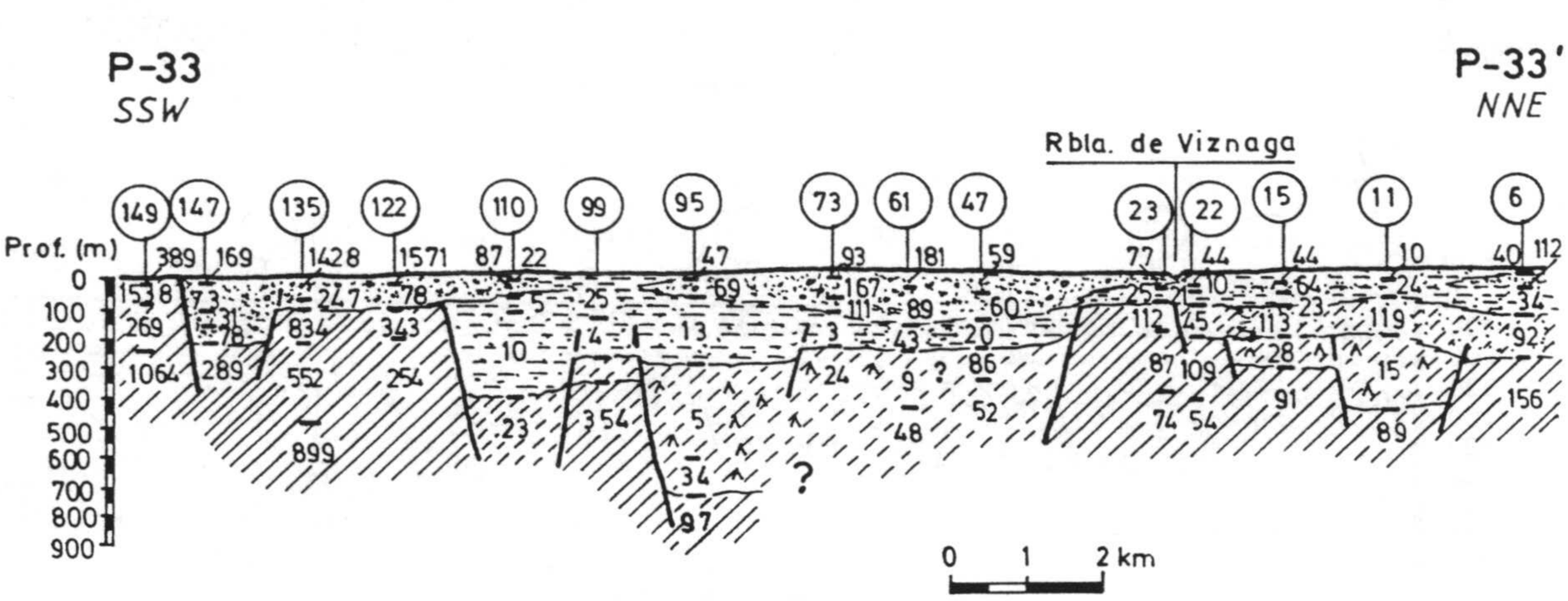
P-31
SSW

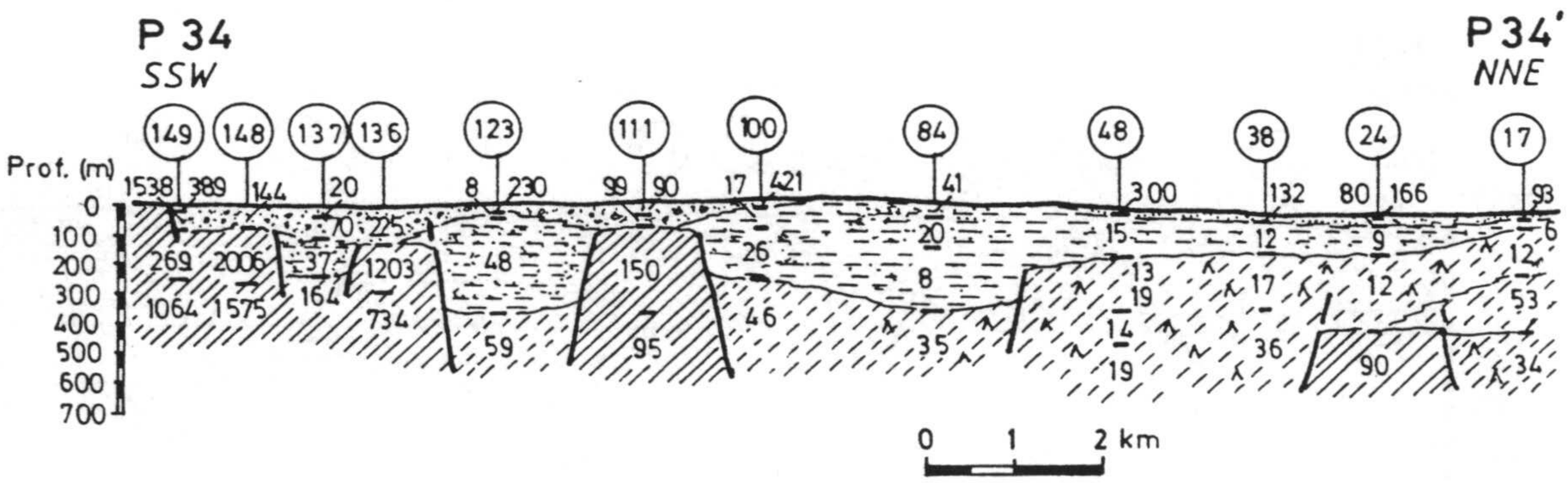
P-31'
NEE

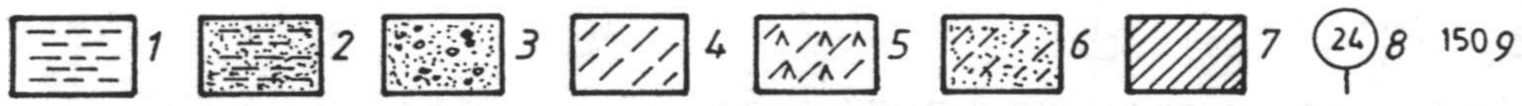


1 2 3 4 5 6 7 8 15 9


P-32
SSW
P-32'
NNE
Prot. (m)
0
100
200
300
400
500
600
177
165
162
156
146
134
121
1994
1200
1742
471
26
92
38
1006
1600
1207
900
681
550
511
377
229
28
51
5
453
800
1036
1251
287
20
8
39
18
0 1 2 km


P-33
SSW
P-33'
NNE
Rbla. de Viznaga
Prot. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
149
147
135
122
110
99
95
73
61
47
23
22
15
11
6
389
169
1428
1571
87
22
47
93
181
59
77
44
44
10
40
112
1538
73
247
78
5
25
69
167
111
89
60
25
10
64
24
34
269
31
834
343
10
14
13
7
3
43
20
112
45
113
23
119
92
1064
289
552
254
23
354
5
24
9
?
86
87
109
28
15
156
899
34
48
52
74
54
91
89
97
?
0 1 2 km


P 34
SSW
P 34'
NNE
Prot. (m)
0
100
200
300
400
500
600
700
149
148
137
136
123
111
100
84
48
38
24
17
1538
389
144
20
8
230
99
90
17
421
41
300
132
80
166
93
70
225
269
2006
37
1203
48
150
26
20
15
12
9
6
1064
1575
164
734
59
95
46
8
35
13
19
17
12
53
14
19
36
90
34
0 1 2 km


1
2
3
4
5
6
7
24
8
1509

ANEXO 2

DATOS CLIMATOLÓGICOS

En este anexo se incluyen los datos completados de la precipitación en cada una de las estaciones utilizadas en el estudio de climatología; igualmente, y para las mismas estaciones, se muestran los valores obtenidos de evapotranspiración potencial y real, y de lluvia útil. Finalmente, se presentan los datos de temperatura de las estaciones Lorca-Cerealicultura, Puerto Lumbreras y Lorca-San Julián.

Estación Lorca-San Julián.

PRECIPITACION
Lorca San Julián
Período:1971/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	21.5	78.5	83.0	9.5	6.5	50.0	10.5	8.5	46.0	10.0	4.0	24.0	352.0
1972/1973	73.5	26.0	0.0	0.0	10.0	90.0	6.0	7.0	69.0	0.0	5.0	19.0	305.5
1973/1974	60.0	63.0	29.5	3.0	30.0	32.0	38.0	0.0	40.0	31.0	51.0	15.0	392.5
1974/1975	100.0	0.0	0.0	1.0	35.5	35.0	95.0	50.0	28.0	0.0	22.0	7.0	373.5
1975/1976	1.0	10.0	43.0	1.0	11.0	0.0	132.0	91.0	8.0	0.0	5.0	25.0	327.0
1976/1977	45.0	2.0	34.0	34.0	0.0	10.0	22.0	39.0	33.0	4.0	10.0	0.0	233.0
1977/1978	100.0	53.0	12.0	4.0	3.0	22.0	43.0	6.0	14.0	0.0	0.0	4.0	261.0
1978/1979	12.0	22.0	0.0	30.0	9.0	3.0	2.1	2.0	55.0	92.0	0.0	22.0	249.1
1979/1980	61.0	4.0	0.0	111.0	70.0	13.0	21.0	62.0	0.0	36.0	0.0	2.0	380.0
1980/1981	0.0	7.0	8.0	0.0	9.0	11.0	83.0	13.0	19.0	0.0	11.0	7.0	168.0
1981/1982	10.0	0.0	5.0	40.0	13.0	11.0	30.0	9.0	0.0	0.0	4.0	0.0	122.0
1982/1983	57.0	16.0	0.0	0.0	19.0	0.0	11.0	0.0	2.0	0.0	81.0	0.0	186.0
1983/1984	9.0	67.0	20.0	3.0	14.0	19.0	34.0	58.0	8.0	0.0	0.0	0.0	232.0
1984/1985	7.0	28.0	3.0	3.0	47.0	0.0	3.0	55.0	0.0	0.0	0.0	24.0	170.0
1985/1986	23.0	62.0	17.0	3.8	0.0	126.0	0.0	47.0	17.0	19.0	0.0	12.0	326.8
1986/1987	107.0	10.0	4.0	7.0	35.0	0.0	0.0	4.0	13.0	0.0	16.0	14.0	210.0
1987/1988	36.0	164.0	19.0	23.0	38.0	10.0	26.0	55.0	43.0	0.0	0.0	25.5	439.5
1988/1989	9.0	62.0	8.0	66.5	38.0	75.5	15.0	27.0	26.5	16.7	17.5	94.0	455.7
1989/1990	139.0	66.0	52.6	11.0	0.0	57.0	62.0	25.2	0.3	1.0	0.7	44.5	459.3
Media	45.8	39.0	17.8	18.5	20.4	29.7	33.3	29.4	22.2	11.0	12.0	17.8	297.0

ETP
Lorca San Julián
Período:1971/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	68	26.8	22	19.1	25.2	35.9	52	80.3	109.7	134.6	130.3	83.5	787.4
1972/1973	56.5	32.9	16	16.5	20.9	26.6	44.3	89.6	111.5	162.7	141.8	112.6	831.9
1973/1974	59.1	35.7	16.7	22	21	33.4	40.5	94.1	118.4	147.3	134.1	107.6	829.9
1974/1975	54.8	33.8	21.8	24.2	22.7	34.2	47.2	62.5	111.1	170	152.2	96	830.5
1975/1976	66.4	34.6	17.9	19.9	23.8	34.6	40.8	76.5	124.3	158.3	149.2	94.8	841.1
1976/1977	56.2	27.9	25.6	22.3	32.1	43.2	60.4	80.5	117.9	138.1	125.5	96.4	826.1
1977/1978	61.2	36	26.3	17.5	31.1	44.8	49.6	73.1	99.2	149.5	148.9	110.5	847.7
1978/1979	57.9	26.6	27.2	26.5	25.4	38.4	50.5	85.6	126.4	153.5	157.1	95.3	870.4
1979/1980	62.1	37.1	26.4	21.5	26.2	44.3	45.6	78	119	139.9	143.8	110.2	854.1
1980/1981	64.9	33.8	20.7	22.9	24.6	53.5	47.8	80	122.6	130.4	134.3	105.9	841.4
1981/1982	74.9	35.9	26.5	25	24.7	36.5	44.1	71.1	143	174.9	137.1	95.9	889.6
1982/1983	62.7	31.7	22.2	18.6	14.1	43.3	52.3	83.7	122.8	162.3	137.8	117.9	869.4
1983/1984	71.4	40.6	23.3	22.2	22.3	26.2	57	61.8	105.7	161.6	125.8	104.4	822.3
1984/1985	56.9	38.4	22.2	13.7	31.6	34.2	57.9	70.1	123.6	132.4	149	114.1	844.1
1985/1986	72.2	29.5	23.6	19.2	22.3	32.2	36.5	94.3	115.2	149	166.8	123.6	884.4
1986/1987	64.1	31.8	17	15.9	22.7	50.5	58.5	72.5	127.4	162.1	162.6	115.3	900.4
1987/1988	64.1	31	22.3	23.1	22.8	48.7	58.6	80.6	107.8	162.1	162.6	106.7	890.4
1988/1989	77.7	35.3	15.3	17.5	22.7	42.8	45.7	80.5	127.3	162.1	173.8	102.4	903.1
1989/1990	71	41.2	31.3	18.6	39.3	42.1	44.4	81.3	80.4	78.5	159.2	119.5	806.8
Media	64.3	33.7	22.3	20.3	25.0	39.2	49.1	78.7	116.5	148.9	146.9	105.9	851.1

ETR
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	21.5	23.8	22.0	18.9	26.1	36.0	37.6	8.5	46.0	10.0	4.0	22.9	277.2
1972/1973	49.9	33.0	16.1	1.6	10.0	13.8	44.4	17.7	69.0	0.0	5.0	13.8	274.3
1973/1974	36.9	35.7	16.7	22.1	21.0	33.5	40.5	34.9	40.0	31.0	51.0	15.0	378.4
1974/1975	38.7	33.9	5.5	1.0	18.5	34.1	36.7	62.6	52.5	0.0	22.0	7.0	312.6
1975/1976	1.0	9.1	16.6	19.8	19.5	0.0	38.1	76.6	21.2	3.9	5.0	25.0	235.7
1976/1977	44.8	2.2	14.1	22.3	31.6	10.0	22.0	36.6	35.4	4.0	10.0	0.0	233.0
1977/1978	19.7	36.0	26.4	17.4	24.1	22.0	41.3	7.8	6.3	7.7	0.0	3.7	212.2
1978/1979	12.3	20.5	1.5	21.3	17.8	3.0	2.1	2.0	54.2	55.0	0.0	22.0	211.6
1979/1980	46.0	19.0	0.0	13.8	27.3	44.3	21.9	74.0	0.0	36.0	0.0	2.0	284.2
1980/1981	0.0	7.0	8.0	0.0	9.0	11.0	28.4	63.0	19.0	0.0	8.7	9.3	163.4
1981/1982	10.0	0.0	5.0	15.4	24.6	21.2	29.3	10.4	2.1	0.0	4.0	0.0	122.0
1982/1983	28.3	31.8	12.9	0.0	8.5	10.5	11.0	0.0	2.0	0.0	37.7	27.8	170.5
1983/1984	4.6	40.5	23.3	22.3	10.7	21.8	37.7	52.1	19.0	0.0	0.0	0.0	232.0
1984/1985	1.8	33.2	3.0	3.0	10.2	34.1	5.7	55.0	0.0	0.0	0.0	24.0	170.0
1985/1986	13.98	29.4	23.6	19.2	17.3	26.0	26.1	9.1	47.9	19.0	0.0	4.1	235.7
1986/1987	64.5	26.7	4.0	5.6	19.0	17.4	0.0	4.0	13.0	0.0	16.0	7.7	177.9
1987/1988	42.3	28.8	22.3	23.3	23.5	47.3	15.7	65.3	43.0	0.0	0.0	25.5	337.0
1988/1989	9.0	24.6	15.2	17.4	22.7	42.8	45.6	43.6	26.5	16.7	17.5	67.6	349.1
1989/1990	45.3	36.7	31.3	18.6	38.7	37.9	38.0	63.8	0.3	1.0	0.7	44.5	356.8
Media	25.8	24.8	14.1	13.8	20.0	24.6	27.5	36.2	26.2	9.7	9.6	16.9	249.1

LLU
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	0.0	12.4	61.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.7
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1
1973/1974	1.3	10.8	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5
1974/1975	21.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	60.9
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.6	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	91.3
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	40.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.5
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	37.1	0.0	0.0	37.8
1979/1980	0.0	0.0	0.0	55.9	36.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.8
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	0.0	15.6
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	73.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.2
1986/1987	33.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.7
1987/1988	0.0	108.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.9
1988/1989	0.0	0.0	0.0	30.5	28.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	104.0
1989/1990	82.9	0.0	15.0	2.7	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	107.1
Media	9.5	7.5	4.4	4.7	3.4	6.7	4.9	2.5	0.0	2.0	0.8	1.3	47.6

ETR
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	21.5	23.8	22.0	18.9	26.1	36.0	51.9	19.2	46.0	10.0	4.0	22.9	302.2
1972/1973	49.9	33.0	16.1	1.6	10.0	13.8	44.4	42.7	69.0	0.0	5.0	13.8	299.3
1973/1974	36.9	35.7	16.7	22.0	21.0	33.5	40.5	54.4	40.0	31.0	51.0	15.0	397.8
1974/1975	38.7	33.9	21.7	6.7	18.5	34.1	36.7	62.6	77.5	0.0	22.0	7.0	359.5
1975/1976	1.0	9.1	16.6	19.8	19.5	0.0	38.1	76.6	46.2	3.9	5.3	25.0	260.9
1976/1977	44.8	2.2	14.1	22.3	31.6	10.0	22.0	36.6	35.4	4.0	10.0	0.0	233.0
1977/1978	19.7	36.0	26.4	17.4	31.1	40.0	41.3	7.8	6.3	7.7	0.0	3.7	237.2
1978/1979	14.5	20.5	1.5	21.3	17.8	3.0	2.1	2.0	5.5	80.0	0.0	22.0	190.0
1979/1980	46.0	19.0	0.0	13.8	27.3	44.3	45.6	75.2	0.0	36.0	0.0	2.0	309.2
1980/1981	0.0	7.0	8.0	0.0	9.0	11.0	28.4	67.6	19.0	0.0	8.7	9.3	168.0
1981/1982	10.0	0.0	5.0	15.4	24.6	21.2	29.3	10.4	2.1	0.0	4.0	0.0	122.0
1982/1983	28.3	31.8	12.9	0.0	8.5	10.5	11.0	0.0	2.0	0.0	37.7	43.3	186.0
1983/1984	4.6	40.5	23.3	22.3	10.7	21.8	37.7	52.1	19.0	0.0	0.0	0.0	232.0
1984/1985	1.8	33.2	3.0	3.0	10.2	34.1	5.7	55.0	0.0	0.0	0.0	24.0	170.0
1985/1986	14.0	29.4	23.6	19.2	19.6	26.0	36.6	23.6	47.9	19.0	0.0	4.1	263.0
1986/1987	64.5	31.8	17.1	12.5	19.0	17.4	0.0	4.0	13.0	0.0	16.0	7.7	202.9
1987/1988	42.3	28.8	22.3	23.3	23.5	48.7	39.3	65.3	43.0	0.0	0.0	25.5	362.0
1988/1989	9.0	24.6	15.2	17.4	22.7	42.8	45.6	68.6	26.5	16.7	17.5	91.4	398.0
1989/1990	45.3	41.1	31.3	18.6	39.2	42.2	44.4	81.2	3.2	1.0	0.7	44.5	392.7
Media	25.9	25.3	15.6	14.5	20.5	25.8	31.6	42.4	26.4	11.0	9.6	19.0	267.7

LLU
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	0.0	0.0	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
1973/1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	66.3
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	15.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	12.1
1979/1980	0.0	0.0	0.0	30.9	36.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.8
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.9
1986/1987	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7
1987/1988	0.0	83.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.9
1988/1989	0.0	0.0	0.0	5.5	28.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.2
1989/1990	57.9	0.0	10.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	72.2
Media	4.3	4.9	3.0	2.1	3.4	4.0	2.0	2.2	0.0	0.7	0.0	0.0	26.5

ETR
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	21.5	23.8	22.0	18.9	26.1	36.0	51.9	44.2	46.0	10.0	4.0	22.9	327.2
1972/1973	49.9	33.0	16.1	1.6	10.0	13.8	44.4	44.8	69.0	0.0	5.0	13.8	301.4
1973/1974	36.9	35.7	16.7	22.0	21.0	33.5	40.5	54.4	40.0	31.0	51.0	15.0	397.8
1974/1975	38.7	33.9	21.7	6.7	18.5	34.1	36.7	62.6	91.5	0.0	22.0	7.0	373.5
1975/1976	1.0	9.1	16.6	19.8	19.5	0.0	38.1	76.6	71.2	3.9	5.0	25.0	285.7
1976/1977	44.8	2.2	14.1	22.3	31.6	10.0	22.0	36.6	35.4	4.0	10.0	0.0	233.0
1977/1978	19.7	36.0	26.4	17.4	31.1	45.0	49.5	18.0	6.3	7.7	0.0	3.7	260.7
1978/1979	12.3	20.5	1.5	21.3	17.8	3.0	2.1	2.0	55.0	92.0	0.0	22.0	249.4
1979/1980	46.0	19.0	0.0	13.8	27.3	44.4	46.6	79.6	18.1	36.0	0.0	2.0	332.8
1980/1981	0.0	7.0	8.0	0.0	9.0	11.0	31.0	65.0	19.0	0.0	11.0	7.0	168.0
1981/1982	10.0	0.0	5.0	16.3	24.9	21.4	30.1	10.3	0.0	0.0	4.0	0.0	122.0
1982/1983	29.3	31.5	12.2	0.0	9.9	9.1	11.0	0.0	2.0	0.0	41.6	39.4	186.0
1983/1984	6.0	39.9	23.2	22.4	10.8	22.9	37.8	53.6	15.5	0.0	0.0	0.0	232.0
1984/1985	3.1	31.9	3.0	3.0	11.3	34.9	3.8	55.0	0.0	0.0	0.0	24.0	170.0
1985/1986	14.0	29.4	23.6	19.2	19.6	26.0	36.6	48.6	47.9	19.0	0.0	4.1	288.0
1986/1987	64.5	31.8	17.1	15.8	22.7	19.1	0.0	4.0	13.0	0.0	16.0	7.7	211.6
1987/1988	42.3	28.8	22.3	23.3	23.5	48.7	58.5	71.1	43.0	0.0	0.0	25.5	387.0
1988/1989	9.0	24.6	12.2	17.4	22.7	42.8	45.6	80.6	39.5	16.7	17.5	91.4	420.0
1989/1990	45.3	41.1	31.3	18.6	39.2	42.2	44.4	81.2	28.2	1.0	0.7	44.5	417.7
Media	26.0	25.2	15.4	14.7	20.9	26.2	33.2	46.7	33.7	11.6	9.9	18.7	282.3

LLU
Lorca San Julián
Período:1971/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	0.0	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973/1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	41.3
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	5.9	36.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	58.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.9
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.2
1989/1990	32.9	0.0	10.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.2
Media	1.7	3.1	1.8	0.4	2.3	2.6	0.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2

Estación Lorca-Cerealicultura.

ETR
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	55.1	18.5	0.0	6.6	21.7	3.0	27.4	52.2	93.0	10.2	3.0	0.0	290.6
1967/1968	2.5	27.4	15.5	17.0	21.8	26.4	45.3	49.7	19.5	0.0	1.5	2.5	229.0
1968/1969	0.0	18.8	24.5	15.5	15.4	38.1	29.3	36.1	11.4	0.0	3.5	18.0	210.6
1969/1970	58.5	27.0	16.4	22.9	23.0	17.3	34.2	2.5	2.5	0.0	0.0	0.3	204.7
1970/1971	14.4	0.0	11.4	25.1	10.7	19.8	48.6	69.5	17.1	1.9	0.0	39.9	258.4
1971/1972	23.3	21.7	21.1	24.8	25.8	34.7	38.8	21.7	21.2	13.7	12.1	29.1	287.9
1972/1973	49.9	34.8	17.1	19.5	11.8	14.2	45.3	13.5	80.3	0.0	3.0	8.8	298.3
1973/1974	33.2	35.7	18.9	21.7	21.8	33.5	41.1	39.3	41.5	42.5	30.5	8.0	367.7
1974/1975	40.5	38.7	9.2	2.1	22.7	33.3	45.6	60.5	57.4	0.0	31.0	11.7	352.6
1975/1976	4.0	9.8	18.3	24.8	25.8	5.9	40.9	76.3	15.5	0.0	6.4	24.3	252.0
1976/1977	8.9	3.8	10.3	32.6	27.2	13.6	11.3	26.4	22.9	2.0	14.4	0.0	173.2
1977/1978	35.4	44.4	32.2	21.1	85.8	20.7	28.3	18.5	13.7	1.6	0.0	0.0	301.7
1978/1979	11.4	18.6	7.4	21.3	25.7	5.0	1.5	1.5	0.0	14.0	0.0	25.5	131.9
1979/1980	50.9	3.6	0.0	9.4	23.5	38.1	41.0	59.0	0.0	34.0	2.0	9.0	270.5
1980/1981	0.0	3.5	0.0	0.0	11.8	12.5	39.3	42.2	17.0	0.0	11.3	14.7	152.3
1981/1982	27.0	0.0	8.0	14.2	20.4	29.8	34.7	13.7	1.2	0.0	2.5	0.0	151.6
1982/1983	27.9	27.9	16.7	15.5	8.3	8.2	7.0	0.0	1.0	0.0	37.4	15.1	165.0
1983/1984	5.1	42.9	22.6	19.4	5.8	22.1	28.0	63.2	29.3	0.0	1.2	5.2	244.7
1984/1985	8.4	33.5	5.9	1.2	13.0	29.1	22.6	31.1	0.0	0.0	0.0	26.0	415.6
1985/1986	4.7	29.7	16.4	15.5	18.5	32.2	37.7	15.8	31.9	33.5	0.0	8.7	415.5
1986/1987	61.5	29.7	2.5	3.4	20.2	21.7	0.5	22.0	12.0	0.0	15.5	8.6	442.2
1987/1988	57.0	30.5	26.4	25.7	21.2	34.0	16.4	35.0	45.4	17.1	0.0	16.1	522.3
1988/1989	21.1	23.7	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	35.4	6.9	8.6	41.4	76.9	684.7
1989/1990	40.6	37.2	27.6	17.7	30.8	30.4	20.9	71.5	0.5	2.1	0.1	67.2	706.5
Media	26.7	23.4	14.5	16.4	22.4	23.3	30.7	35.7	22.6	7.8	9.0	15.1	247.5

LLU
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	33.4
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	87.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.1
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
1971/1972	0.0	21.6	33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.2	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	70.7
1973/1974	77.8	9.2	0.0	0.0	0.0	14.6	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.6
1974/1975	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.3	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	51.4	26.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
1982/1983	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
1985/1986	0.0	34.7	0.0	0.0	0.0	46.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.5
1986/1987	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	16.2	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	60.8
1989/1990	77.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.3
Media	14.2	2.7	1.4	3.1	1.6	6.6	3.7	1.3	0.2	0.0	0.0	1.7	36.6

ETR
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	55.1	25.2	18.3	6.6	21.7	3.0	27.4	52.2	93.0	10.0	3.0	0.0	315.5
1967/1968	2.5	27.4	15.5	17.0	21.8	26.4	45.3	65.8	19.5	0.0	1.5	2.5	245.1
1968/1969	0.0	15.8	24.5	15.5	15.4	38.1	29.3	36.1	11.4	0.0	3.5	18.0	207.6
1969/1970	58.5	27.0	16.4	22.9	23.0	27.3	42.6	5.5	2.5	0.0	0.0	0.3	226.1
1970/1971	14.4	0.0	11.4	25.1	10.7	19.8	48.6	69.8	23.6	1.9	3.9	0.0	229.1
1971/1972	23.3	21.7	21.1	24.8	25.8	34.7	51.9	33.6	21.2	13.7	12.1	29.1	312.9
1972/1973	49.9	34.8	17.1	19.5	11.8	14.2	45.3	38.5	81.8	0.0	3.0	8.8	324.8
1973/1974	33.2	35.7	18.9	21.7	21.8	33.5	41.1	64.3	41.5	42.5	30.5	8.0	392.7
1974/1975	48.8	35.7	24.2	8.7	22.7	31.3	45.6	60.5	82.4	0.0	31.0	11.7	402.6
1975/1976	4.0	9.8	18.3	24.8	25.8	5.9	40.9	76.3	40.5	0.0	6.4	24.3	277.0
1976/1977	0.0	3.8	10.3	32.6	27.2	13.6	11.3	26.4	22.9	2.0	14.4	0.0	164.3
1977/1978	35.4	44.4	32.2	21.1	26.9	27.4	28.3	18.5	13.7	1.6	0.0	0.0	249.5
1978/1979	11.4	18.6	7.4	21.3	25.7	5.0	1.5	1.5	3.5	14.0	0.0	25.5	135.4
1979/1980	50.9	3.6	0.0	9.4	23.5	38.1	45.0	80.0	0.0	34.0	2.0	9.0	295.5
1980/1981	0.0	3.5	0.0	0.0	11.8	12.5	39.3	42.2	17.0	0.0	11.3	14.7	152.3
1981/1982	27.0	0.0	8.0	14.2	20.4	29.8	42.2	13.7	1.2	0.0	2.5	0.0	159.0
1982/1983	27.9	27.9	16.7	15.5	12.9	10.1	7.0	0.0	1.0	0.0	37.4	15.1	171.5
1983/1984	5.1	42.9	22.6	19.4	5.8	23.8	28.0	63.2	29.3	0.0	1.2	5.2	246.5
1984/1985	8.4	33.5	5.9	1.2	13.0	29.1	29.3	31.1	0.0	0.0	0.0	26.0	424.0
1985/1986	4.7	29.7	16.4	15.5	18.5	32.2	38.1	40.4	31.9	33.5	0.0	8.7	447.1
1986/1987	61.5	29.7	20.5	10.5	20.2	21.7	0.5	22.0	12.0	0.0	15.5	8.6	492.2
1987/1988	57.0	30.5	26.4	25.7	21.2	34.0	16.4	35.0	45.4	17.1	0.0	16.1	547.3
1988/1989	21.1	23.7	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	60.4	6.9	8.6	41.4	101.9	734.7
1989/1990	40.6	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	41.0	71.5	0.5	2.1	0.1	67.2	781.5
Media	26.7	23.4	16.6	16.9	20.1	24.3	33.2	42.0	25.1	7.8	9.2	14.5	259.8

LLU
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	62.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.1
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971/1972	0.0	0.0	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2
1973/1974	52.8	9.2	0.0	0.0	0.0	14.6	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.6
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	60.4
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	26.4	26.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	62.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.8
1986/1987	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.5
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	21.7
1989/1990	52.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.9
Media	8.0	0.8	1.3	1.1	1.1	5.7	1.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.6	21.6

ETR
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	55.1	25.2	23.9	6.6	21.7	3.0	27.4	52.2	93.0	12.9	3.0	0.0	324.0
1967/1968	2.5	27.4	15.5	17.0	21.8	26.4	45.3	65.8	19.5	0.0	1.5	2.5	245.1
1968/1969	0.0	15.8	24.5	15.5	15.4	38.1	29.3	36.1	11.4	0.0	3.5	18.0	207.6
1969/1970	58.5	27.0	16.4	22.9	23.0	27.3	46.2	30.5	2.5	0.0	0.0	0.3	254.7
1970/1971	14.4	0.0	11.4	25.1	10.7	19.8	48.6	69.8	23.6	1.9	0.0	35.9	261.1
1971/1972	23.3	21.7	21.1	24.8	25.8	34.7	51.9	58.6	21.2	13.7	12.1	29.1	337.9
1972/1973	49.9	34.8	17.1	19.5	11.8	14.2	45.3	63.5	81.8	0.0	3.0	8.8	349.8
1973/1974	33.2	35.7	18.9	21.7	21.8	33.5	41.1	88.4	42.5	42.5	30.5	8.0	417.7
1974/1975	40.5	35.7	24.2	8.7	22.7	31.3	45.6	60.5	87.9	0.0	31.0	11.7	399.7
1975/1976	4.0	9.8	18.3	24.8	25.8	5.9	40.9	76.3	65.5	0.0	6.4	24.3	302.0
1976/1977	8.9	3.8	10.3	32.6	27.2	13.6	11.3	26.4	22.9	2.0	14.4	0.0	173.2
1977/1978	35.4	44.4	32.2	21.1	26.9	35.1	28.3	18.5	13.7	1.6	0.0	0.0	257.2
1978/1979	11.4	18.6	7.4	21.3	25.7	5.0	1.5	1.5	0.0	14.0	0.0	25.5	131.9
1979/1980	50.9	3.6	0.0	9.4	23.5	38.1	45.0	101.4	3.7	34.0	2.0	9.0	320.5
1980/1981	0.0	3.5	0.0	0.0	11.8	12.5	39.3	42.2	17.0	0.0	11.3	14.7	152.3
1981/1982	27.0	0.0	8.0	14.2	20.4	29.8	42.2	44.0	42.6	44.0	44.0	42.6	358.8
1982/1983	27.9	27.9	16.7	15.5	12.9	14.1	7.0	0.0	1.0	0.0	37.4	15.1	175.5
1983/1984	5.1	42.9	22.6	19.4	5.8	23.8	28.0	63.2	29.3	0.0	1.2	5.2	246.5
1984/1985	8.4	33.5	5.9	1.2	13.0	29.1	29.3	31.1	0.0	0.0	0.0	26.0	424.0
1985/1986	4.7	29.7	16.4	15.5	18.5	32.2	38.1	65.4	31.9	33.5	0.0	8.7	472.1
1986/1987	61.5	29.7	20.5	17.7	20.2	25.2	0.5	22.0	12.0	0.0	15.5	8.6	527.9
1987/1988	57.0	30.5	26.4	25.7	21.2	34.0	16.4	35.0	45.4	17.1	0.0	16.1	558.0
1988/1989	21.1	23.7	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	68.0	6.9	8.6	41.4	106.5	747.0
1989/1990	40.6	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	42.6	80.0	15.4	2.1	0.1	67.2	818.8
Media	26.7	23.4	16.8	17.2	20.1	24.9	33.4	50.0	28.8	9.8	10.8	18.1	280.1

LLU
Cerealicultura
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	37.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.1
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971/1972	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2
1973/1974	27.8	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	1.4	26.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.8
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.8
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989/1990	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3
Media	3.8	0.4	0.2	0.1	1.1	3.1	0.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5

PRECIPITACION
Cerealicultura
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	97.2	7.0	0.0	6.6	21.7	3.0	61.1	18.5	105.9	0.0	3.0	0.0	324.0
1967/1968	2.5	57.9	0.0	14.5	35.0	63.9	22.3	23.5	19.5	0.0	1.5	2.5	243.1
1968/1969	0.0	28.8	29.5	22.0	17.3	24.9	25.7	26.5	11.4	0.0	3.5	18.0	207.6
1969/1970	179.9	27.5	15.0	24.0	0.0	21.0	19.0	2.5	2.5	0.0	0.0	0.3	291.7
1970/1971	14.4	0.0	34.5	12.5	0.2	74.0	37.4	33.2	17.1	1.9	0.0	44.7	269.9
1971/1972	23.3	89.3	50.8	7.7	17.9	44.5	12.2	21.7	21.2	21.3	4.5	32.2	346.6
1972/1973	58.9	58.8	0.5	3.3	11.6	131.7	0.8	9.8	81.8	0.0	3.0	12.4	372.6
1973/1974	137.2	20.7	22.3	5.5	32.2	68.4	38.0	0.5	41.5	42.5	30.5	8.0	447.3
1974/1975	99.2	7.8	0.0	2.1	47.7	36.9	85.6	52.8	24.9	0.0	31.0	11.7	399.7
1975/1976	4.0	14.7	49.2	0.0	18.8	1.9	130.5	85.9	1.7	0.0	6.4	24.3	337.4
1976/1977	8.9	3.8	26.5	43.5	0.0	13.6	11.3	30.0	19.3	2.0	14.4	0.0	173.2
1977/1978	105.8	51.3	13.2	1.6	2.5	20.7	28.3	23.6	10.2	0.0	0.0	0.0	257.2
1978/1979	11.4	25.3	0.7	36.0	11.0	5.0	1.5	1.5	0.0	14.0	0.0	25.5	131.9
1979/1980	54.5	0.0	0.0	104.9	54.0	16.0	26.0	56.0	0.0	34.0	2.0	9.0	356.4
1980/1981	0.0	3.5	0.0	0.0	11.8	12.5	63.0	18.5	17.0	0.0	18.0	8.0	152.3
1981/1982	27.0	0.0	8.0	61.0	14.0	6.0	31.4	9.1	0.0	0.0	2.5	0.0	159.0
1982/1983	67.5	31.0	0.0	0.0	16.5	0.0	7.0	0.0	1.0	0.0	50.5	2.0	175.5
1983/1984	8.5	73.5	4.0	4.0	19.0	17.3	36.8	69.0	8.0	0.0	1.2	5.2	246.5
1984/1985	9.5	34.9	3.4	1.2	66.6	3.0	1.8	31.1	0.0	0.0	0.0	26.0	177.5
1985/1986	22.0	87.7	21.5	5.0	3.3	102.4	9.6	31.2	16.5	33.5	0.0	16.3	349.0
1986/1987	115.9	12.0	1.5	7.4	37.9	0.0	0.5	22.0	12.0	0.0	15.5	37.0	261.7
1987/1988	57.0	52.5	21.2	28.5	30.0	5.6	24.8	26.5	62.5	0.0	0.0	16.1	324.7
1988/1989	21.1	67.5	2.5	53.1	16.7	61.2	14.6	24.1	4.9	8.6	47.0	131.6	452.9
1989/1990	134.0	51.6	33.5	12.8	0.0	29.6	59.4	33.0	0.5	2.1	0.1	67.2	423.8
Media	52.5	33.6	14.1	19.1	20.2	31.8	31.2	27.1	20.0	6.7	9.8	20.8	286.7

ETP
Cerealicultura
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	59.3	25.2	27.4	17.7	23.7	40.7	41.2	84.7	99.5	163.7	149.3	102.7	835.1
1967/1968	75.6	35.0	15.6	21.4	21.1	26.5	45.3	72.3	114.9	152.4	139.8	105.4	825.3
1968/1969	72.2	35.7	24.6	22.1	15.5	38.0	51.5	86.8	106.3	141.5	129.8	73.3	797.3
1969/1970	58.5	26.9	16.5	21.0	23.0	27.4	46.2	71.4	107.2	132.1	134.6	104.5	769.3
1970/1971	54.2	41.3	13.7	18.9	25.0	24.4	48.7	69.6	100.6	138.8	147.4	95.4	778.0
1971/1972	67.6	24.0	21.2	19.0	24.8	34.8	51.8	74.0	107.0	141.9	126.9	79.5	772.5
1972/1973	57.1	34.9	17.2	18.9	19.4	27.5	45.2	86.0	106.1	140.9	134.5	106.2	793.9
1973/1974	61.5	35.8	18.8	24.0	21.8	33.5	41.2	88.3	115.3	136.8	135.4	104.1	816.5
1974/1975	56.9	35.6	24.1	24.6	23.6	31.4	45.5	60.3	104.5	158.0	139.6	93.9	798.0
1975/1976	66.3	35.3	18.2	19.2	24.9	35.0	42.3	76.5	119.3	141.9	138.3	94.0	811.2
1976/1977	57.4	25.0	24.5	22.2	32.5	43.7	61.1	81.5	120.2	140.7	128.0	98.3	835.1
1977/1978	76.3	44.4	32.2	21.0	26.9	39.9	61.5	66.0	105.8	144.6	130.4	108.8	857.8
1978/1979	51.7	24.2	22.8	25.3	26.6	38.1	48.0	119.2	149.5	186.3	185.8	109.8	987.3
1979/1980	65.7	37.3	22.5	14.5	22.7	38.2	45.1	101.5	157.8	182.8	193.6	135.3	1017.0
1980/1981	77.1	37.0	18.3	18.6	24.3	57.3	51.8	94.2	143.1	128.8	174.8	107.0	932.3
1981/1982	85.6	34.8	25.9	22.1	20.4	29.8	42.6	70.5	134.0	175.9	135.4	103.8	880.8
1982/1983	61.7	27.8	16.6	15.5	12.9	41.1	53.6	88.3	135.1	177.1	146.6	123.6	899.9
1983/1984	78.6	43.0	22.0	21.3	21.1	27.3	58.9	63.2	107.6	171.2	129.5	103.3	847.0
1984/1985	58.8	35.9	20.8	12.6	28.4	29.1	61.1	74.7	132.1	166.7	152.9	110.6	883.7
1985/1986	72.4	29.8	16.5	15.5	18.6	32.1	38.1	99.0	129.6	174.8	168.1	115.4	909.9
1986/1987	65.6	29.8	20.5	17.6	20.2	42.2	67.5	85.1	140.5	176.8	170.3	128.3	964.4
1987/1988	68.9	32.6	26.4	25.7	20.5	46.7	61.6	97.0	110.5	164.4	116.1	99.8	870.2
1988/1989	70.5	31.8	18.6	15.9	25.1	36.4	50.2	80.2	124.6	172.6	183.6	112.2	921.7
1989/1990	65.6	37.2	27.6	17.8	30.8	35.2	42.7	80.0	133.9	159.6	154.9	123.0	908.3
Media	66.0	33.3	21.4	19.7	23.1	35.7	50.1	82.1	121.0	157.1	147.7	105.8	863.0

Estación de Puerto Lumbreras.

PRECIPITACION
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	70.0	13.7	0.0	0.0	20.0	0.0	53.4	0.0	99.0	0.0	0.0	0.0	256.1
1967/1968	0.0	60.2	0.0	29.5	33.2	77.0	16.6	9.5	13.5	0.0	0.5	2.1	242.1
1968/1969	0.0	24.2	27.0	24.9	19.1	31.4	9.3	38.6	3.2	0.0	17.2	40.0	234.9
1969/1970	240.7	70.3	7.0	24.1	0.0	21.0	25.5	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	390.1
1970/1971	14.5	0.0	37.4	8.4	0.0	78.8	21.9	37.6	14.3	1.8	1.1	141.6	357.4
1971/1972	27.5	67.8	79.0	15.6	9.0	68.2	19.2	32.8	20.2	0.0	3.5	36.8	379.6
1972/1973	69.9	70.8	2.4	2.2	9.0	84.2	1.0	3.2	33.6	0.3	2.3	44.6	323.5
1973/1974	92.9	48.3	35.7	4.4	71.1	48.9	50.6	0.6	26.9	46.9	17.9	28.3	472.5
1974/1975	67.2	2.5	0.0	2.3	44.5	35.6	89.7	51.1	17.3	0.0	0.8	27.7	338.7
1975/1976	4.9	10.6	48.8	0.0	0.0	0.5	152.0	93.1	0.5	0.0	1.1	15.1	326.6
1976/1977	25.5	3.1	31.3	57.4	2.7	7.1	62.0	24.9	5.5	0.0	22.9	0.0	242.4
1977/1978	111.6	68.1	25.2	5.0	0.0	18.2	30.3	10.3	11.4	0.0	0.0	0.0	280.1
1978/1979	21.7	37.2	1.6	40.5	15.3	5.3	2.6	0.0	0.4	30.9	0.0	6.6	162.1
1979/1980	46.1	0.0	0.0	97.7	49.4	20.2	25.3	49.5	0.0	17.1	6.8	1.9	314.0
1980/1981	0.0	1.0	5.5	0.0	8.3	13.4	100.5	12.2	14.1	0.0	13.7	0.4	169.1
1981/1982	39.6	0.0	6.8	67.5	21.4	7.3	33.5	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	190.3
1982/1983	96.6	56.6	0.0	0.4	19.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	216.7
1983/1984	14.2	164.7	4.7	0.0	29.8	1.0	21.3	70.1	7.5	0.0	0.0	0.0	313.3
1984/1985	10.3	17.3	0.0	3.6	70.9	0.0	0.5	48.1	0.0	0.0	0.0	43.1	193.8
1985/1986	1.3	92.8	12.5	2.5	1.0	90.6	3.1	46.0	27.9	47.2	0.0	11.7	336.6
1986/1987	76.8	12.5	0.0	7.1	33.2	0.0	0.0	11.0	12.5	9.0	9.3	35.3	206.7
1987/1988	34.7	25.0	18.0	30.8	44.5	0.0	23.2	32.2	9.5	0.0	0.0	0.0	217.9
1988/1989	30.2	53.9	0.0	78.9	48.8	64.2	25.6	17.8	1.0	24.7	0.0	25.1	370.2
1989/1990	89.1	79.7	88.3	7.1	0.0	90.5	82.1	31.0	0.0	11.1	1.1	28.6	508.6
Media	49.4	40.8	18.0	21.2	22.9	31.8	35.4	26.5	13.3	7.9	5.8	20.4	293.5

ETP
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	48.0	23.0	18.8	21.0	27.3	54.7	45.0	96.1	108.1	186.0	158.2	130.6	916.8
1967/1968	79.9	46.0	15.5	26.4	21.8	30.6	54.1	83.2	114.1	164.3	181.1	123.6	940.6
1968/1969	84.6	46.4	19.0	17.9	19.4	32.8	40.0	92.8	121.0	165.5	176.3	92.3	908.0
1969/1970	53.4	23.7	21.7	28.8	24.5	34.5	52.9	76.8	103.5	132.7	152.3	117.3	822.1
1970/1971	70.1	54.1	19.5	17.4	28.1	28.7	47.1	87.3	123.0	169.0	138.9	74.4	857.6
1971/1972	59.7	27.1	20.1	27.8	44.7	64.7	76.2	83.7	94.2	114.3	118.3	82.4	813.2
1972/1973	62.4	45.0	26.0	20.7	27.0	29.4	49.5	92.8	109.7	137.6	128.8	84.6	813.5
1973/1974	60.6	46.9	16.6	19.3	29.0	27.5	48.3	61.0	115.0	163.7	141.8	91.1	820.8
1974/1975	53.1	40.1	29.0	29.7	22.9	30.6	41.8	66.1	110.3	180.1	150.0	95.5	849.2
1975/1976	68.9	35.5	17.9	22.9	23.8	35.6	39.7	75.7	121.4	159.4	145.3	92.5	838.6
1976/1977	58.7	30.3	26.4	24.5	20.9	37.2	62.6	79.1	110.2	136.0	125.5	98.2	809.6
1977/1978	62.3	37.7	26.9	16.4	34.9	45.1	48.8	70.6	104.4	153.7	142.8	105.4	849.0
1978/1979	59.1	31.4	28.5	23.1	26.3	38.5	49.4	82.2	127.8	153.7	148.9	89.6	858.5
1979/1980	65.3	42.3	31.3	19.7	22.8	31.8	37.1	60.7	96.1	112.7	122.8	124.9	767.5
1980/1981	43.2	19.9	9.8	9.3	11.7	48.1	61.4	91.6	132.3	146.0	139.4	117.9	830.6
1981/1982	75.7	46.7	29.9	27.9	25.5	43.3	49.5	76.2	149.2	193.6	154.9	100.1	972.5
1982/1983	64.7	34.8	23.4	28.4	18.8	45.6	52.6	83.1	131.8	184.4	150.3	125.5	943.4
1983/1984	80.0	48.0	28.8	24.0	21.8	28.8	59.3	59.1	124.1	181.4	139.6	116.4	911.3
1984/1985	64.6	40.5	25.8	17.9	35.9	41.2	73.2	78.5	142.9	192.8	150.1	131.0	994.4
1985/1986	97.2	38.8	18.6	23.0	23.5	34.9	43.5	96.1	121.2	150.3	156.0	111.1	914.2
1986/1987	68.5	36.7	23.5	19.1	26.9	43.4	64.2	84.4	133.6	143.5	150.4	119.2	913.4
1987/1988	68.5	35.0	30.2	27.9	23.1	47.1	55.4	84.4	102.1	163.2	159.4	100.1	896.4
1988/1989	73.9	36.0	19.6	15.5	23.3	43.0	47.7	82.2	130.2	104.9	175.0	98.6	849.9
1989/1990	60.2	34.0	25.7	17.6	33.5	33.9	37.8	74.9	119.5	157.0	142.0	114.7	850.8
Media	65.9	37.5	23.0	21.9	25.7	38.8	51.5	79.9	118.6	156.1	147.8	105.7	872.6

ETR
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	34.1	23.1	8.1	0.0	18.6	1.4	28.5	24.9	65.9	12.3	0.0	0.0	216.9
1967/1968	0.0	35.2	15.5	11.2	22.6	30.7	54.0	20.1	13.5	0.0	0.0	2.1	204.9
1968/1969	0.0	8.9	18.9	18.0	19.3	32.9	35.8	40.8	3.2	0.0	17.2	40.0	234.9
1969/1970	51.6	27.3	21.7	28.8	24.6	6.7	41.0	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	203.3
1970/1971	14.5	0.0	14.5	17.4	14.0	23.3	47.1	62.4	14.3	1.8	1.1	42.2	252.4
1971/1972	18.6	27.0	20.2	27.9	42.8	43.3	44.1	32.8	20.2	0.0	3.5	33.7	313.9
1972/1973	54.0	45.0	26.0	20.3	9.0	17.7	49.1	3.2	33.6	0.3	2.3	22.6	283.0
1973/1974	58.1	46.8	16.7	19.2	29.1	27.6	48.0	37.4	26.9	46.9	17.9	28.3	402.9
1974/1975	37.6	32.1	0.0	2.3	22.1	30.7	41.7	66.0	49.6	0.0	0.8	27.6	310.5
1975/1976	5.0	9.4	16.9	22.9	23.0	0.8	38.3	75.6	19.0	0.0	1.1	15.1	227.0
1976/1977	25.5	3.1	18.1	24.5	21.0	34.9	24.6	54.5	13.3	0.0	20.4	2.5	242.4
1977/1978	30.2	37.8	27.0	16.4	35.0	18.7	30.3	10.3	7.6	3.8	0.0	0.0	217.1
1978/1979	21.7	24.2	14.7	22.5	26.3	12.3	2.6	0.0	0.4	30.9	0.0	6.6	162.1
1979/1980	43.7	2.4	0.0	12.8	23.5	31.9	37.2	53.9	5.9	17.1	6.8	1.9	237.1
1980/1981	0.0	1.0	5.5	0.0	8.0	13.7	37.0	61.6	14.1	0.0	9.0	5.1	155.0
1981/1982	26.8	12.8	6.8	18.0	25.5	38.8	30.6	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	177.3
1982/1983	29.3	34.8	23.3	3.7	12.1	7.4	1.5	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	154.1
1983/1984	5.7	48.0	28.8	8.2	2.3	28.5	13.8	39.2	46.0	0.0	0.0	0.0	220.4
1984/1985	10.3	17.3	0.0	3.6	1.3	41.2	5.3	48.1	0.0	0.0	0.0	43.1	170.2
1985/1986	1.3	28.6	18.6	23.6	9.0	31.6	28.3	16.4	57.5	35.1	12.1	4.4	266.5
1986/1987	68.5	15.1	0.0	5.4	19.0	15.9	0.0	11.0	12.5	9.0	9.3	7.9	173.6
1987/1988	61.0	25.0	18.0	16.3	24.1	34.9	13.0	42.5	9.5	0.0	0.0	0.0	244.2
1988/1989	30.2	25.2	19.5	15.5	23.2	43.1	47.7	37.2	8.2	24.7	0.0	25.1	299.6
1989/1990	35.9	33.9	25.7	17.7	33.6	33.8	37.8	67.9	0.0	11.1	1.1	28.6	327.1
Media	27.6	23.5	15.2	14.8	20.4	25.1	30.7	34.3	17.6	7.9	6.0	13.4	236.6

LLU
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	20.7
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	146.0	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	190.5
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.3	69.9
1971/1972	0.0	4.2	58.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5
1973/1974	28.7	2.8	0.0	0.0	34.3	13.4	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.6	46.1	0.0	0.0	0.0	0.0	112.7
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	41.5	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	43.5	19.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
1981/1982	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
1982/1983	35.0	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.6
1983/1984	0.0	92.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.9
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	29.0	0.0	0.0	0.0	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.8
1986/1987	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
1987/1988	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	22.6	39.7	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.6
1989/1990	34.2	14.8	63.4	2.3	0.0	9.4	44.3	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	181.5
Media	12.5	9.9	5.1	3.4	3.9	5.8	7.0	2.5	0.9	0.0	0.0	2.8	53.7

ETR
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	34.1	23.1	18.9	7.6	18.6	1.4	28.5	24.9	65.9	33.1	0.0	0.0	256.1
1967/1968	0.0	35.2	15.5	11.2	22.6	30.7	54.0	42.1	13.5	0.0	0.5	2.1	227.4
1968/1969	0.0	8.9	18.9	18.0	19.3	32.9	35.8	40.8	3.2	0.0	17.2	40.0	234.9
1969/1970	51.6	23.7	21.7	28.8	24.6	31.7	41.0	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	224.7
1970/1971	14.5	0.0	14.5	17.4	14.0	23.3	47.1	68.0	14.3	1.8	1.1	42.2	258.0
1971/1972	18.6	27.0	20.2	27.9	46.4	64.6	44.1	32.8	20.2	0.0	3.5	33.7	338.9
1972/1973	54.0	45.0	26.0	20.3	9.0	17.7	49.8	21.3	33.6	0.3	2.3	22.6	301.8
1973/1974	57.7	46.8	16.7	19.2	29.1	27.6	48.0	61.1	28.2	46.9	17.9	28.3	427.6
1974/1975	37.6	32.1	0.0	2.3	22.1	30.7	41.1	66.0	74.6	0.0	0.8	27.6	334.8
1975/1976	5.0	9.4	16.9	22.9	23.0	0.8	38.3	75.6	44.0	0.0	1.1	15.1	252.0
1976/1977	25.5	3.1	18.1	24.5	21.0	34.9	2.1	54.5	13.3	0.0	20.4	2.5	219.9
1977/1978	30.2	37.8	27.0	16.4	35.0	43.7	30.3	10.3	7.6	3.8	0.0	0.0	242.1
1978/1979	21.7	21.2	14.7	22.5	26.3	12.3	2.6	0.0	0.4	30.9	0.0	6.6	159.1
1979/1980	43.7	2.4	0.0	12.8	23.5	31.9	37.2	60.8	24.0	17.1	6.8	1.9	262.1
1980/1981	0.0	1.0	5.5	0.0	8.0	13.7	37.0	75.7	14.1	0.0	9.0	5.1	169.1
1981/1982	26.8	12.8	6.8	18.0	25.5	43.4	39.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	190.3
1982/1983	29.3	34.8	23.3	28.5	12.2	7.4	1.5	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	179.1
1983/1984	5.7	48.0	28.8	23.9	11.6	28.5	13.8	39.2	46.0	0.0	0.0	0.0	245.4
1984/1985	10.3	17.3	0.0	3.6	11.5	41.2	18.7	48.1	0.0	0.0	0.0	43.1	193.8
1985/1986	1.3	28.6	18.6	23.6	23.5	35.0	43.5	26.2	57.5	35.1	12.1	4.4	309.4
1986/1987	68.5	28.1	0.0	5.4	19.0	15.9	0.0	11.0	12.5	9.0	9.3	7.9	186.6
1987/1988	62.1	25.0	18.0	16.3	24.1	34.9	12.9	42.5	9.5	0.0	0.0	0.0	245.2
1988/1989	30.2	25.2	19.5	15.5	23.2	43.1	47.7	62.2	8.2	24.7	0.0	25.1	324.6
1989/1990	35.9	33.9	25.7	17.7	33.6	33.8	37.8	75.0	17.9	11.1	1.1	28.6	352.1
Media	27.7	23.8	15.6	16.8	21.9	28.4	31.3	39.8	21.2	8.8	6.1	13.4	254.9

LLU
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	121.0	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	165.5
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.3	39.3
1971/1972	0.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973/1974	3.7	2.8	0.0	0.0	36.3	13.4	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.6	46.1	0.0	0.0	0.0	0.0	87.7
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	16.5	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	18.5	19.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	10.0	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.6
1983/1984	0.0	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.9
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	37.2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.6
1989/1990	9.2	14.8	63.4	2.3	0.0	9.4	44.3	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	156.5
Media	6.7	7.6	4.2	0.9	3.9	3.0	4.4	2.5	0.0	0.0	0.0	1.7	34.8

ETR
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	34.1	23.1	18.9	7.6	18.6	1.4	28.5	24.9	65.9	33.1	0.0	0.0	256.1
1967/1968	0.0	35.2	15.2	11.2	22.6	30.7	54.0	56.8	13.5	0.0	0.5	2.1	241.8
1968/1969	0.0	8.9	18.9	18.0	19.3	32.9	35.8	40.8	3.2	0.0	17.2	40.0	234.9
1969/1970	51.6	23.7	21.7	28.8	24.6	34.4	52.8	11.9	0.1	0.0	0.0	0.0	249.7
1970/1971	14.5	0.0	14.5	17.4	14.0	23.3	47.1	68.0	14.3	1.8	1.1	42.2	258.0
1971/1972	18.6	27.0	20.2	27.9	46.4	64.8	69.0	32.8	20.2	0.0	3.5	33.7	363.9
1972/1973	54.0	45.0	26.0	20.3	9.0	17.7	49.5	21.3	33.6	0.3	2.3	22.6	301.5
1973/1974	57.7	46.8	16.7	19.2	29.1	27.6	48.0	61.1	53.2	17.9	28.3	37.6	443.3
1974/1975	37.6	32.1	0.0	2.3	22.1	30.7	41.7	66.0	77.7	0.0	0.8	27.6	338.6
1975/1976	5.0	9.4	16.9	22.9	0.3	0.8	38.3	75.6	69.0	0.0	1.1	15.1	254.3
1976/1977	25.5	3.1	18.1	24.5	211.0	34.9	24.6	54.5	13.3	0.0	20.4	0.0	429.9
1977/1978	30.2	37.8	27.0	16.4	35.0	45.0	48.9	15.5	7.6	0.0	0.0	0.0	263.3
1978/1979	21.7	24.2	14.7	22.5	26.3	12.3	2.6	0.0	0.4	30.9	0.0	6.6	162.1
1979/1980	47.7	2.4	0.0	112.8	23.5	31.9	37.2	60.8	49.0	14.1	6.8	1.9	388.1
1980/1981	0.0	1.0	5.5	0.0	8.0	13.7	37.0	75.7	14.1	0.0	9.0	5.1	169.1
1981/1982	26.8	12.8	6.8	18.0	25.5	43.4	39.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	190.3
1982/1983	29.3	34.8	23.3	28.5	18.8	25.9	1.5	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	204.1
1983/1984	5.7	48.0	28.8	23.9	22.6	28.8	27.4	39.2	46.0	0.0	0.0	0.0	270.4
1984/1985	10.3	17.3	0.0	3.6	11.5	41.2	18.7	48.1	0.0	0.0	0.0	43.1	193.8
1985/1986	1.3	28.6	18.6	23.6	23.5	35.0	43.5	46.1	57.5	35.1	12.1	4.4	329.3
1986/1987	68.5	28.1	0.0	5.4	19.0	15.9	0.0	11.0	12.5	9.0	9.3	7.9	186.6
1987/1988	62.1	25.0	18.0	16.3	24.1	34.9	13.0	42.5	9.5	0.0	0.0	0.0	245.3
1988/1989	30.2	25.2	19.5	15.5	23.2	43.1	47.7	82.2	13.2	24.7	0.0	25.1	349.6
1989/1990	35.9	33.9	25.7	17.7	33.6	33.8	37.8	75.1	42.9	11.1	1.1	28.6	377.2
Media	27.8	23.9	15.6	21.0	29.6	29.3	35.1	42.8	25.7	7.3	6.5	13.7	278.4

LLU
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	96.0	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	140.4
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.3
1971/1972	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973/1974	0.0	9.2	0.0	0.0	15.8	13.4	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.1
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	46.1	0.0	0.0	0.0	0.0	62.7
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6
1983/1984	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6
1989/1990	0.0	0.0	62.4	2.3	0.0	9.4	44.3	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	131.5
Media	4.0	5.1	3.1	0.1	1.7	1.9	3.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.6	22.2

Estación de Pulpí-Canalejas.

ETR
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	49.9	22.0	24.2	17.1	14.6	0.0	25.7	53.3	27.3	0.0	0.0	0.0	234.1
1967/1968	0.0	22.0	14.8	19.5	21.8	26.3	45.1	37.5	0.0	0.0	5.0	0.0	192.0
1968/1969	0.0	12.0	23.1	18.4	10.6	12.2	6.6	28.7	4.8	0.0	0.0	24.0	140.4
1969/1970	54.2	26.5	16.1	20.6	22.6	26.9	45.6	21.9	3.0	0.0	0.0	0.0	237.3
1970/1971	17.0	0.0	11.6	18.9	25.0	24.4	48.7	69.6	48.5	0.0	3.0	15.0	281.8
1971/1972	14.0	23.5	20.7	19.0	25.5	34.7	51.7	63.9	5.0	7.0	0.0	20.0	285.0
1972/1973	48.4	36.3	18.3	18.4	18.9	26.9	44.5	25.3	6.0	0.0	0.0	6.5	249.5
1973/1974	41.9	37.1	19.9	24.1	21.9	33.7	41.4	40.6	15.0	15.0	17.0	3.0	310.5
1974/1975	20.4	33.3	23.3	24.5	23.4	31.2	37.1	60.1	13.8	0.0	0.0	5.0	272.0
1975/1976	10.0	8.4	18.6	19.1	6.0	1.0	39.8	76.9	60.4	0.0	26.3	30.7	297.1
1976/1977	6.0	0.0	13.7	22.7	32.7	42.8	32.2	34.0	21.0	17.0	22.0	8.0	252.0
1977/1978	28.8	38.1	23.8	18.5	29.4	43.0	47.5	13.0	4.0	0.0	2.0	1.0	249.0
1978/1979	0.0	23.5	29.1	23.8	25.4	12.3	10.3	14.7	0.0	57.0	0.0	10.0	206.0
1979/1980	47.0	36.0	0.0	9.5	23.6	38.4	45.3	73.2	5.1	4.0	0.0	8.0	290.2
1980/1981	5.0	16.0	13.2	6.5	6.0	4.0	29.0	42.0	9.0	0.0	13.0	0.0	143.7
1981/1982	17.0	0.0	4.0	15.3	21.9	13.8	14.0	17.7	3.3	1.0	0.0	1.0	109.0
1982/1983	30.7	29.5	17.9	14.5	11.9	23.5	3.0	3.0	0.0	0.0	13.0	2.0	149.0
1983/1984	3.0	38.6	19.5	22.2	8.4	16.3	10.0	35.3	14.9	0.0	1.0	4.0	173.2
1984/1985	2.0	19.0	0.0	0.0	9.1	28.9	51.0	28.0	0.0	0.0	0.0	6.0	144.0
1985/1986	4.0	19.0	2.8	15.2	18.3	31.7	37.6	60.5	0.5	16.2	0.0	5.8	211.6
1986/1987	65.3	21.8	0.0	13.0	15.5	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	156.2
1987/1988	34.5	30.8	26.4	25.7	21.2	28.4	16.0	55.0	3.0	0.0	0.0	13.4	254.4
1988/1989	42.6	31.8	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	80.3	3.4	11.0	13.6	101.0	429.7
1989/1990	40.5	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	42.6	80.0	46.2	3.8	0.0	6.0	367.7
Media	24.3	23.4	16.1	17.5	19.6	25.1	32.3	42.3	12.3	5.5	5.3	11.3	234.8

LLU
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=100

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	116.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	116.7
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971/1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973/1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974/1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.7	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	51.9
1976/1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977/1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.7
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	55.9
1989/1990	0.0	11.5	61.3	11.8	0.0	0.0	19.1	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	121.5
Media	4.9	0.5	2.6	0.5	0.0	4.7	1.7	2.0	0.0	0.0	0.0	2.2	19.0

PRECIPITACION
Pulpi
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Total
1966/1967	85.0	19.8	0.0	23.0	0.0	0.0	61.0	18.0	27.3	0.0	0.0	0.0	234.1
1967/1968	0.0	55.0	0.0	26.0	32.0	50.0	9.0	15.0	0.0	0.0	5.0	0.0	192.0
1968/1969	0.0	26.5	15.0	12.0	12.0	12.0	9.3	24.8	4.8	0.0	0.0	24.0	140.4
1969/1970	251.0	28.0	7.0	13.0	0.0	24.0	22.0	6.0	3.0	0.0	0.0	0.0	354.0
1970/1971	17.0	0.0	57.0	11.0	0.0	86.0	45.0	37.0	10.8	0.0	3.0	15.0	281.8
1971/1972	14.0	53.0	82.0	11.0	9.0	42.0	30.0	12.0	5.0	7.0	0.0	20.0	285.0
1972/1973	62.0	95.0	0.0	3.0	7.0	66.0	1.0	3.0	6.0	0.0	0.0	17.0	260.0
1973/1974	92.0	38.0	32.0	7.0	25.0	45.0	11.0	0.0	15.0	15.0	17.0	3.0	300.0
1974/1975	104.0	3.0	0.0	3.0	51.0	14.0	69.0	23.0	0.0	0.0	0.0	5.0	272.0
1975/1976	10.0	20.0	21.0	5.0	6.0	1.0	144.0	85.0	0.0	0.0	37.0	20.0	349.0
1976/1977	6.0	0.0	59.0	56.0	3.0	3.0	36.0	37.0	5.0	17.0	30.0	0.0	252.0
1977/1978	80.0	59.0	15.0	0.0	13.0	21.0	41.0	13.0	4.0	0.0	2.0	1.0	249.0
1978/1979	0.0	46.0	7.0	53.0	4.0	4.0	22.0	3.0	0.0	57.0	0.0	10.0	206.0
1979/1980	79.0	4.0	0.0	67.0	40.0	43.0	29.0	18.0	5.1	4.0	0.0	8.0	297.1
1980/1981	5.0	16.0	19.7	0.0	6.0	4.0	69.0	2.0	9.0	0.0	13.0	0.0	143.7
1981/1982	17.0	0.0	4.0	40.0	7.0	4.0	14.0	21.0	0.0	1.0	0.0	1.0	109.0
1982/1983	88.0	15.0	0.0	3.0	22.0	0.0	3.0	3.0	0.0	0.0	13.0	2.0	149.0
1983/1984	3.0	70.0	11.0	3.0	12.0	9.0	10.0	43.2	7.0	0.0	1.0	4.0	173.2
1984/1985	2.0	19.0	0.0	0.0	85.0	2.0	2.0	28.0	0.0	0.0	0.0	6.0	144.0
1985/1986	4.0	19.0	59.2	2.0	0.0	191.0	7.0	10.0	0.0	16.2	0.0	7.0	315.4
1986/1987	68.0	17.9	0.0	18.5	40.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	2.0	157.0
1987/1988	34.5	38.5	44.0	16.0	34.0	0.0	16.0	55.0	3.0	0.0	0.0	13.4	254.4
1988/1989	74.0	28.0	3.0	65.0	24.0	79.0	23.0	12.0	0.0	11.0	13.6	184.0	516.6
1989/1990	103.2	86.0	88	20.0	0.0	52.0	86.2	44.0	0.0	3.8	0.0	6.0	489.2
Media	49.9	31.5	20.4	18.5	24.7	31.5	26.5	12.9	4.9	5.8	10.3	14.5	255.2

ETP
Pulpí
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	55.3	22.0	24.2	17.4	23.3	40.1	40.6	84.1	98.9	163.6	149.2	102.4	820.9
1967/1968	74.6	34.0	14.8	21.3	21.8	26.3	45.1	72.1	114.8	152.4	139.8	105.3	822.3
1968/1969	70.3	33.9	23.1	23.6	16.9	40.1	53.8	89.2	108.3	142.6	130.9	75.3	807.9
1969/1970	57.9	26.5	16.1	20.6	22.6	26.9	45.6	70.7	106.6	131.7	134.3	104.2	763.7
1970/1971	54.5	41.6	13.9	18.9	25.0	24.4	48.7	69.6	100.6	138.7	147.4	95.3	778.7
1971/1972	67.0	23.5	20.7	19.0	25.5	34.7	51.7	73.8	106.9	141.8	126.8	79.4	770.8
1972/1973	58.7	36.3	18.3	18.4	18.9	26.9	44.5	85.3	105.4	140.5	134.2	105.8	793.3
1973/1974	62.9	37.1	19.9	24.1	21.9	33.7	41.4	88.5	115.5	136.9	135.4	104.3	821.5
1974/1975	55.8	33.3	23.3	24.5	23.4	31.2	45.3	60.1	104.3	157.9	139.5	93.7	792.2
1975/1976	66.9	35.9	18.6	19.4	26.0	35.3	42.7	76.9	119.6	142.1	138.5	94.2	816.0
1976/1977	59.9	27.1	26.5	22.7	32.7	42.8	60.7	77.9	113.5	135.5	124.1	95.0	818.4
1977/1978	64.4	38.1	23.8	18.5	29.4	43.0	51.9	69.6	108.6	145.9	131.9	110.4	835.5
1978/1979	59.5	30.6	29.1	24.1	25.4	36.5	46.3	118.1	149.1	187.0	186.9	109.0	1001.6
1979/1980	65.6	37.2	22.5	14.7	23.6	38.4	45.3	101.7	157.8	182.8	193.4	135.3	1018.4
1980/1981	74.7	34.5	16.3	18.4	24.1	57.0	51.4	93.9	143.0	128.6	174.9	106.9	923.8
1981/1982	82.9	31.7	23.1	23.7	21.9	31.7	44.9	73.0	135.2	175.6	136.2	105.1	885.1
1982/1983	63.6	29.5	17.9	14.5	11.9	39.3	51.7	86.4	134.1	177.4	146.2	123.1	895.7
1983/1984	75.6	40.0	19.5	22.2	22.7	28.4	60.2	64.7	108.7	171.1	130.1	104.1	847.3
1984/1985	61.4	38.3	22.9	12.5	28.3	28.9	61.0	74.5	132.1	166.7	152.9	110.6	890.2
1985/1986	73.0	30.4	17.0	15.2	18.3	31.7	37.6	98.5	129.3	174.9	168.2	115.3	909.3
1986/1987	68.6	32.5	22.8	17.6	20.2	42.1	67.4	85.1	140.4	176.8	170.4	128.3	972.2
1987/1988	68.8	32.7	26.4	25.7	21.2	46.8	61.5	97.0	110.4	164.3	116.3	99.9	871.0
1988/1989	70.4	31.8	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	80.3	124.5	172.7	183.5	112.2	921.3
1989/1990	65.7	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	42.6	80.0	133.8	159.7	155.0	123.0	908.4
Media	65.8	33.2	21.1	19.6	23.4	35.7	49.7	82.1	120.9	157.0	147.7	105.8	861.9

ETR
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	49.9	22.0	14.1	8.4	14.6	0.0	25.7	53.3	27.3	0.0	0.0	0.0	215.4
1967/1968	0.0	22.0	14.8	19.5	21.8	26.3	45.1	24.4	0.0	0.0	5.0	0.0	178.9
1968/1969	0.0	12.0	23.1	18.4	10.6	12.2	6.6	28.7	4.8	0.0	0.0	24.0	140.4
1969/1970	54.2	26.5	16.1	20.6	15.0	5.2	40.8	6.0	3.0	0.0	0.0	0.0	187.3
1970/1971	17.0	0.0	11.6	18.9	25.0	24.4	48.7	69.6	20.5	0.0	3.0	15.0	253.7
1971/1972	14.0	23.5	20.7	19.0	25.5	34.7	46.7	24.8	5.0	7.0	0.0	20.0	240.9
1972/1973	48.4	36.3	18.3	18.4	18.9	17.0	44.5	7.9	6.0	0.0	0.0	6.5	222.3
1973/1974	41.9	37.1	19.9	24.1	21.9	33.7	41.4	7.7	15.0	15.0	17.0	3.0	277.6
1974/1975	20.4	33.3	7.1	3.0	22.6	31.2	29.3	60.1	8.6	0.0	0.0	5.0	220.6
1975/1976	10.0	8.4	18.6	19.1	6.0	1.0	39.8	76.9	10.4	0.0	26.3	30.7	247.1
1976/1977	6.0	0.0	13.7	22.7	32.7	22.6	23.0	34.0	21.0	17.0	22.0	8.0	222.7
1977/1978	28.8	38.1	23.8	18.5	25.3	29.8	41.0	13.0	4.0	0.0	2.0	1.0	225.3
1978/1979	0.0	23.5	29.1	23.8	25.4	12.3	10.3	14.7	0.0	57.0	0.0	10.0	206.0
1979/1980	47.0	36.0	0.0	9.5	23.6	38.4	29.1	39.5	5.1	4.0	0.0	8.0	240.2
1980/1981	5.0	16.0	13.2	6.5	6.0	4.0	29.0	42.0	9.0	0.0	13.0	0.0	143.7
1981/1982	17.0	0.0	4.0	15.3	21.9	13.8	14.0	17.7	3.3	1.0	0.0	1.0	109.0
1982/1983	30.7	29.5	17.9	3.0	7.7	14.3	3.0	3.0	0.0	0.0	13.0	2.0	124.2
1983/1984	3.0	38.6	19.5	22.2	8.4	16.3	10.0	35.3	14.9	0.0	1.0	4.0	173.2
1984/1985	2.0	19.0	0.0	0.0	9.1	28.9	22.0	28.0	0.0	0.0	0.0	6.0	115.1
1985/1986	4.0	19.0	2.8	15.2	18.3	31.7	37.6	10.5	0.5	16.2	0.0	5.8	161.6
1986/1987	65.3	21.8	0.0	13.0	15.5	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	2.0	158.2
1987/1988	34.5	30.8	26.4	25.7	21.2	28.4	16.0	55.0	3.0	0.0	0.0	13.4	254.4
1988/1989	42.6	31.8	18.6	14.9	25.2	36.3	50.1	33.7	0.0	11.0	13.6	82.0	359.7
1989/1990	40.5	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	42.6	76.2	0.0	3.8	0.0	6.0	317.7
Media	24.3	23.4	15.0	15.7	18.9	22.0	29.0	31.8	6.7	5.5	5.3	10.6	208.1

LLU
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=50

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	166.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	166.7
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1
1971/1972	0.0	0.0	44.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.1
1972/1973	0.0	23.5	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.2
1973/1974	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9
1974/1975	46.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.7	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	101.9
1976/1977	0.0	0.0	0.0	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3
1977/1978	11.6	10.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	12.7	12.8	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9
1985/1986	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	145.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.7
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	10.9	0.0	0.0	1.2	15.0	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.0	156.9
1989/1990	46.6	14.9	61.3	11.8	0.0	0.0	19.1	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	171.5
Media	14.9	2.0	4.7	2.3	2.4	10.2	4.0	2.2	0.0	0.0	0.0	4.3	47.0

ETR
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	49.9	22.0	24.2	17.1	14.6	0.0	25.7	53.3	27.3	0.0	0.0	0.0	234.1
1967/1968	0.0	22.0	14.8	19.5	21.8	26.3	45.1	37.5	0.0	0.0	5.0	0.0	192.0
1968/1969	0.0	12.0	23.1	18.4	10.6	12.2	6.6	28.7	4.8	0.0	0.0	24.0	140.4
1969/1970	54.2	26.5	16.1	20.6	22.6	22.6	40.8	6.0	3.0	0.0	0.0	0.0	212.3
1970/1971	17.0	0.0	11.6	18.9	25.0	24.4	48.7	69.6	45.5	0.0	3.0	15.0	278.7
1971/1972	14.0	23.5	20.7	19.0	25.5	34.7	51.7	44.8	5.0	7.0	0.0	20.0	265.9
1972/1973	48.4	36.3	18.3	18.4	18.9	26.9	44.5	25.3	6.0	0.0	0.0	6.5	249.5
1973/1974	41.9	37.1	19.9	24.1	21.9	33.7	41.4	32.7	15.0	15.0	17.0	3.0	302.6
1974/1975	20.4	33.3	23.3	11.9	22.6	31.2	29.3	60.1	13.8	0.0	0.0	5.0	250.8
1975/1976	10.0	8.4	18.6	19.1	6.0	1.0	39.8	76.9	35.4	0.0	26.3	30.7	272.1
1976/1977	6.0	0.0	13.7	22.7	32.7	42.8	27.8	34.0	21.0	17.0	22.0	8.0	247.7
1977/1978	28.8	38.1	23.8	18.5	29.4	43.0	47.5	13.0	4.0	0.0	2.0	1.0	249.0
1978/1979	0.0	23.5	29.1	23.8	25.4	12.3	10.3	14.7	0.0	57.0	0.0	10.0	206.0
1979/1980	47.0	36.0	0.0	9.5	23.6	38.4	45.3	48.2	5.1	4.0	0.0	8.0	265.2
1980/1981	5.0	16.0	13.2	6.5	6.0	4.0	29.0	42.0	9.0	0.0	13.0	0.0	143.7
1981/1982	17.0	0.0	4.0	15.3	21.9	13.8	14.0	17.7	3.3	1.0	0.0	1.0	109.0
1982/1983	30.7	29.5	17.9	14.5	11.9	23.5	3.0	3.0	0.0	0.0	13.0	2.0	149.0
1983/1984	3.0	38.6	19.5	22.2	8.4	16.3	10.0	35.3	14.9	0.0	1.0	4.0	173.2
1984/1985	2.0	19.0	0.0	0.0	9.1	28.9	47.0	28.0	0.0	0.0	0.0	6.0	140.1
1985/1986	4.0	19.0	2.8	15.2	18.3	31.7	37.6	35.5	0.5	16.2	0.0	5.8	186.6
1986/1987	65.3	21.8	0.0	13.0	15.5	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	156.2
1987/1988	34.5	30.8	26.4	25.7	21.2	28.4	16.0	55.0	3.0	0.0	0.0	13.4	254.4
1988/1989	42.6	31.8	18.6	15.8	25.2	36.3	50.1	58.7	0.0	11.0	13.6	101.0	404.7
1989/1990	40.5	37.2	27.6	17.7	30.8	35.3	42.6	80.0	21.2	3.8	0.0	6.0	342.7
Media	24.3	23.4	16.1	17.0	19.5	24.9	31.4	37.5	9.9	5.5	5.3	11.3	226.1

LLU
Pulpí
Período:1966/1990
Cap.Campo=75

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1967/1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968/1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969/1970	141.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.7
1970/1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
1971/1972	0.0	0.0	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1
1972/1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973/1974	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
1974/1975	21.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2
1975/1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.7	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	76.9
1976/1977	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
1977/1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978/1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979/1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9
1980/1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981/1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982/1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983/1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984/1985	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
1985/1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.7
1986/1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987/1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988/1989	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	105.9
1989/1990	21.6	14.9	61.3	11.8	0.0	0.0	19.1	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	146.5
Media	8.0	0.6	3.4	0.7	0.2	7.8	2.8	2.1	0.0	0.0	0.0	3.2	28.8

Estaciones termométricas Lorca-Cerealicultura, Puerto Lumbreras y Lorca San Julián.

TEMPERATURA
Lorca Ceralicultura
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Total
1966/1967	16.6	10.8	11.5	8.7	10.4	12.8	12.4	17.9	19.6	26.1	25.7	22.2	16.2
1967/1968	19.1	13.0	8.1	9.6	9.6	9.8	13.0	16.2	21.3	25.0	24.7	22.5	16.0
1968/1969	18.3	12.8	10.3	9.4	7.6	11.8	13.7	17.8	20.1	23.8	23.5	17.8	15.6
1969/1970	15.6	10.2	7.5	8.6	9.2	9.1	12.3	15.3	19.9	22.6	23.9	22.0	14.7
1970/1971	15.0	13.7	6.8	8.2	9.9	8.6	12.9	15.2	19.2	23.4	25.4	20.8	14.9
1971/1972	17.2	9.5	8.9	8.1	9.7	10.7	13.3	15.7	19.9	23.7	23.0	18.4	14.8
1972/1973	15.7	12.5	8.1	8.4	8.6	9.5	12.5	17.6	20.0	23.7	24.0	22.4	15.3
1973/1974	16.8	13.1	9.0	10.2	9.4	11.2	12.2	18.2	21.3	23.4	24.2	22.3	15.9
1974/1975	15.8	12.8	10.2	10.1	9.9	10.5	12.7	14.2	19.9	25.5	24.6	20.8	15.6
1975/1976	17.5	12.9	8.7	8.8	10.4	11.4	12.3	16.6	21.7	23.9	24.5	20.9	15.8
1976/1977	16.4	10.9	10.9	10.1	12.7	13.5	15.8	17.6	22.0	23.9	23.5	21.7	16.6
1977/1978	19.7	15.7	13.3	10.3	11.9	13.3	16.3	16.0	20.7	24.4	23.9	23.2	17.4
1978/1979	16.7	12.2	12.0	12.4	12.8	13.9	15.1	22.6	25.2	27.9	28.8	23.6	18.6
1979/1980	19.0	15.4	12.2	9.7	12.1	14.2	14.9	21.0	25.9	27.6	29.3	26.2	19.0
1980/1981	20.2	14.8	10.4	10.3	11.9	16.8	15.4	19.9	24.6	23.1	28.0	23.2	18.2
1981/1982	21.0	13.7	11.8	10.6	10.2	11.3	13.3	16.6	23.6	27.2	24.4	22.6	17.2
1982/1983	17.5	12.1	9.2	8.7	7.9	13.5	15.1	18.8	23.7	27.3	25.5	24.9	17.0
1983/1984	19.8	15.1	10.4	10.0	10.0	10.4	15.6	15.3	20.7	26.8	23.7	22.4	16.7
1984/1985	17.0	13.9	10.4	7.7	12.2	11.1	16.2	17.1	23.4	26.4	26.1	23.4	17.1
1985/1986	19.2	12.7	9.3	8.8	9.8	11.9	12.6	20.1	23.2	27.1	27.5	24.0	17.2
1986/1987	18.7	13.4	11.2	10.2	11.0	14.5	17.8	19.0	24.4	27.2	27.6	25.5	18.4
1987/1988	18.6	13.2	11.9	11.5	10.2	14.5	16.3	19.8	21.2	26.2	22.4	22.1	17.3
1988/1989	19.1	13.4	10.2	9.2	11.8	13.0	14.9	18.1	22.8	26.9	28.8	23.7	17.7
1989/1990	18.4	14.6	12.6	9.8	13.2	12.8	13.7	18.1	23.7	25.8	26.3	24.9	17.8
Media	17.9	13.0	10.2	9.6	10.5	12.1	14.2	17.7	22.0	25.4	25.4	22.6	16.7

TEMPERATURA
Puerto Lumbreras
Período:1966/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1966/1967	15.5	11.2	10.2	10.6	12.3	16.1	14.0	19.9	21.1	28.0	26.6	25.7	17.6
1967/1968	20.6	16.6	9.6	12.4	11.3	12.2	15.8	18.7	21.9	26.2	28.5	25.0	18.2
1968/1969	21.0	16.3	10.2	9.7	10.2	12.2	13.1	19.5	22.4	26.3	28.2	21.3	17.5
1969/1970	15.5	10.3	9.9	11.5	10.5	11.5	14.3	16.8	20.0	23.0	26.0	24.0	16.1
1970/1971	18.6	17.3	9.8	9.0	11.9	10.8	13.8	18.5	22.4	26.6	24.7	18.6	16.8
1971/1972	16.7	11.3	9.6	11.4	15.2	16.9	17.9	17.8	19.0	21.1	22.4	19.5	16.6
1972/1973	17.0	15.1	11.0	9.4	11.1	10.4	13.7	18.8	20.7	23.5	23.5	19.7	16.2
1973/1974	16.7	15.5	8.4	9.0	11.6	10.0	13.5	14.6	21.3	26.1	24.9	20.6	16.0
1974/1975	15.8	14.5	12.2	12.1	10.5	11.1	12.8	15.7	21.0	27.6	25.8	21.4	16.7
1975/1976	18.2	13.3	9.0	10.2	10.5	11.9	12.2	16.8	22.1	25.7	25.3	20.9	16.3
1976/1977	16.3	11.8	11.0	10.3	9.4	11.9	15.7	17.0	20.7	23.3	23.1	21.5	16.0
1977/1978	17.4	14.1	11.8	8.7	13.5	14.0	14.1	16.4	20.4	25.2	25.1	22.7	17.0
1978/1979	16.9	12.7	12.2	10.6	11.5	12.8	14.2	17.9	22.9	25.2	25.7	20.7	16.9
1979/1980	17.0	14.0	11.7	8.5	9.4	10.3	10.9	14.0	18.7	20.5	22.6	24.8	15.2
1980/1981	13.4	9.0	5.9	5.6	6.5	13.8	15.4	18.5	23.1	24.3	24.6	24.0	15.3
1981/1982	20.3	17.1	13.9	13.2	12.7	15.0	15.5	18.2	25.2	28.4	26.3	22.6	19.0
1982/1983	18.5	14.4	11.9	12.9	10.5	15.0	15.6	18.7	23.6	27.8	25.9	25.2	18.3
1983/1984	20.5	16.8	13.0	11.6	11.1	11.6	16.4	15.5	22.8	27.6	24.9	24.2	18.0
1984/1985	18.9	16.1	13.1	10.8	15.2	14.8	18.9	18.6	24.7	28.3	25.9	25.8	19.3
1985/1986	22.7	15.0	10.3	11.3	11.5	12.8	13.9	20.0	22.5	25.0	26.4	23.6	17.9
1986/1987	18.9	14.6	11.7	10.3	12.4	14.4	17.1	18.7	23.7	24.4	25.9	24.5	18.1
1987/1988	18.8	14.1	13.2	12.4	11.3	14.9	15.7	18.6	20.5	26.1	26.7	22.3	17.9
1988/1989	19.1	13.6	9.7	8.3	10.6	13.5	13.8	17.8	23.1	20.2	28.2	21.8	16.6
1989/1990	17.0	13.2	11.4	9.0	13.1	11.8	12.1	16.9	22.0	25.5	25.0	23.8	16.7
Media	18.0	14.1	10.9	10.4	11.4	12.9	14.6	17.7	21.9	25.2	25.5	22.7	17.1

TEMPERATURA
Lorca San Julián
Período:1971/1990

Año	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total
1971/1972	17.5	10.5	9.4	8.4	10.1	11.2	13.6	16.8	20.4	23.0	23.5	19.2	15.3
1972/1973	16.0	12.5	8.2	8.2	9.5	9.8	12.8	18.4	20.9	26.0	24.9	23.4	15.9
1973/1974	16.5	13.2	8.5	9.8	9.6	11.3	12.2	19.0	21.7	24.5	24.1	22.8	16.1
1974/1975	15.8	12.8	10.0	10.4	10.1	11.5	13.4	14.9	20.9	26.7	26.0	21.3	16.2
1975/1976	17.8	13.1	9.0	9.4	10.5	11.7	12.4	16.9	22.4	25.6	25.7	21.2	16.3
1976/1977	16.1	11.5	11.1	10.0	12.5	13.3	15.6	17.4	21.7	23.6	23.2	21.4	16.5
1977/1978	17.2	13.7	11.6	9.0	12.6	13.9	14.2	16.7	19.8	24.8	25.7	23.3	16.9
1978/1979	16.8	11.7	12.0	11.6	11.4	12.9	14.5	18.4	22.8	25.2	26.5	21.5	17.1
1979/1980	17.4	14.0	11.7	10.2	11.5	13.9	13.6	17.4	22.0	23.9	25.2	23.3	17.0
1980/1981	17.7	13.1	10.0	10.4	10.9	15.3	13.8	17.5	22.3	22.9	24.2	22.7	16.7
1981/1982	19.6	14.1	12.1	11.5	11.5	12.8	13.7	16.8	24.5	27.1	24.6	21.7	17.5
1982/1983	17.5	12.8	10.6	9.4	8.1	13.7	14.7	18.4	22.4	26.0	24.6	24.2	16.9
1983/1984	18.5	14.3	10.4	9.9	10.0	9.8	15.0	14.8	20.3	25.9	23.2	22.4	16.2
1984/1985	16.4	14.1	10.4	7.7	12.6	11.8	15.4	16.2	22.4	23.1	25.7	23.7	16.6
1985/1986	19.1	12.5	11.2	9.8	10.7	11.8	12.2	19.5	21.7	24.8	27.4	24.9	17.1
1986/1987	18.0	13.2	9.5	9.0	11.0	15.3	16.0	17.0	23.0	26.0	27.0	24.0	17.4
1987/1988	18.0	13.0	11.0	11.0	11.0	15.0	16.0	18.0	21.0	26.0	27.0	23.0	17.5
1988/1989	20.0	14.0	9.0	9.5	11	14.0	14.0	18.0	23.0	26.0	28.0	22.5	17.4
1989/1990	18.5	14.5	12.5	9.0	14.1	13.1	13.0	17.5	17.3	16.9	26.7	24.3	16.5
Media	17.6	13.1	10.4	9.7	11.0	12.7	14.0	17.3	21.6	24.6	25.4	22.7	16.7

ANEXO 3

INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS

En este anexo se muestran algunos datos de interés de los sesenta y dos puntos acuíferos de la red de control hidrogeoquímico utilizada en este estudio. La mayoría de los datos ha sido cedida amablemente por el ITGE y la Comunidad de Usuarios del Alto Guadalentín; y los restantes, una pequeña parte, fueron obtenidos por el autor. No están recogidos todos los puntos acuíferos que existen en el área estudiada, sino solamente aquellos que han suministrado información significativa, de acuerdo con los objetivos planteados.

Inventario de Puntos Acuíferos utilizados en la red de control hidrogeoquímico

Nº	CÓDIGO	T.MUNICIPAL	TOPONIMIA	TITULAR	NATURALEZA	COTA	PROFUNDIDAD	CAUDAL	USO	OBSERVACIONES
1	253880018	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	pozo-sondeo	250.00	175		agricultura	
2	253880016	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	pozo-sondeo	260.00	194		agricultura	
3	253880061	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	sondeo	260.00	180		agricultura	
4	253880059	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	sondeo	260.00	210		agricultura	
5	253880056	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	sondeo	270.00	200	40	agricultura	
6	253880054	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	sondeo	271.00	180		agricultura	
7	253870014	Lorca	La Hoya	SAT Niñetas	sondeo	290.00	235	40	agricultura	
8	253870013	Lorca	Marchena Nº1	SAT M. del Val	sondeo	280.00	200		agricultura	
9	253930081	Lorca	Finca Marchena	D. Moreno Montiel	sondeo	281.00	192	45	agricultura	
10	253930056	Lorca	Los Molinos	SAT Vgen. de la Huerta	sondeo	330.00	298	55	agricultura	con gas
11	253930057	Lorca	Los Molinos	SAT Vgen. de la Huerta	sondeo	331.00	130	17	agricultura	con gas; cerrado
12	253930070	Lorca	Camino del Torrejón	F. Pividal Pérez	sondeo	290.00	270	50	agricultura	
13	253930060	Lorca	Camino del Torrejón	F. Pividal Pérez	sondeo	285.00		60	agricultura	
14	253930049	Lorca	Los Derramadores	San Julián Higuera, S.A.	sondeo	292.00	169	29	agricultura	desde que se perforó con gas
15	253930010	Lorca	Los Derramadores	San Julián Higuera, S.A.	pozo-sondeo	297.00	174	40	agricultura	
16	253930090	Lorca	Marchena	F. Pividal Pérez	sondeo	288.00	234		agricultura	
17	253930083	Lorca	Casa Mula	J. López Díaz	sondeo	295.00	273	65	agricultura	
18	253930085	Lorca	El Campillo	SAT El Campillo	sondeo	308.00	280	107	agricultura	
19	253930059	Lorca	La Torre y Charco	J.L. Abellaneda Martínez	sondeo	289.69		35	agricultura	
20	253930064	Lorca	Paretejas	J.L. Abellaneda Martínez	sondeo	292.00	200	50	agricultura	precipitados de carbonatos en boca del sondeo
21	253930021	Lorca	Pozos de Agudo	J.L. Abellaneda Martínez	sondeo	297.74	170	40	agricultura	precipitados de carbonatos en boca del sondeo
22	253930005	Lorca	El Vado	Hdros. de G. Martínez	sondeo	290.00	215	15	agricultura	
23	253930029	Lorca	Cortijo Félix	Hdros. de Sánchez Soto	pozo-sondeo	324.87	90	10	agricultura	
24	253970011	Lorca	Purias	P. Jimeno Mellado	pozo-sondeo	387.64	48		agricultura	nunca seco
25	253970009	Lorca	Finca Villa Grande	J. Payá Navarro	pozo-sondeo	337.00	75	15	agricultura	
26	253970006	Lorca	Campillos	Hnos. López Lázaro	pozo-sondeo	316.00	125		agricultura	
27	253930067	Lorca	El Saladar	Hnos. López Lázaro	sondeo	295.00	160	45	agricultura	
28	253930089	Lorca	El Saladar	Hnos. López Lázaro	sondeo	299.00	180	60	agricultura	
29	253920073	Lorca	El Saladar	SAT Oliva	sondeo	299.00	216	50	agricultura	
30	253920066	Lorca	El Saladar	SAT Oliva	sondeo	299.00	203	50	agricultura	con gas al aumentar la profundidad bomba
31	253920091	Lorca	El Saladar	Sat Almenara	sondeo	301.00	260	40	agricultura	desde que se perforó con gas; cerrado

**Cota en m s.n.m.; profundidad en m; caudal en l/s.*

Inventario de Puntos Acuíferos utilizados en la red de control hidrogeoquímico

Nº	CÓDIGO	T.MUNICIPAL	TOPONIMIA	TITULAR	NATURALEZA	COTA	PROFUNDIDAD	CAUDAL	USO	OBSERVACIONES
32	253920075	Lorca	Finca Payá	F. Yepes Jodar	sondeo	303.00	220	58	agricultura	
33	253960080	Lorca	El Rocío	SAT El Pino	sondeo	306.00	200	40	agricultura	con gas al descender el nivel del agua
34	253960068	Pto. Lumbreras	Casa de Meseguer	P. Meseguer Guillamón	sondeo	316.00	206	50	agricultura	con gas
35	253960069	Lorca	Bujercal	P. Tudela Balboa	sondeo	323.00	200	40	agricultura	desde que se perforó con gas
36	253960029	Pto. Lumbreras	Bujercal	J. Alcánta Sabater	sondeo	333.40	200	20	agricultura	con gas
37	253960081	Pto. Lumbreras	Bujercal	Muñoz Calero	sondeo	333.00	190	30	agricultura	con gas
38	253960084	Pto. Lumbreras	Finca Los Parras	B. Parra López	sondeo	331.00	280	20	agricultura	con gas al descender el nivel del agua; cerrado
39	253920061	Pto. Lumbreras	Fca. Los Postes	S. Llamas Campoy	sondeo	326.00	200	60	agricultura	con gas
40	253920048	Pto. Lumbreras	Estac. P. Lumbreras	P. Almela	sondeo	328.00	210	35	agricultura	
41	253920069	Pto. Lumbreras	LLano de Béjar	P. Ortuño Franco	sondeo	345.00	196	55	agricultura	
42	253920036	Pto. Lumbreras	Llano de Béjar	P. Ortuño Franco	sondeo	340.00	250	80	agricultura	
43	253920060	Pto. Lumbreras	Llano de Béjar	P. Ortuño Franco	sondeo	338.00	200	90	agricultura	
44	253920086	Lorca	Torrecilla	Com. Regantes de Pulpí	sondeo	318.00	200	130	agricultura	
45	253920067	Lorca	Torrecilla	Com. Regantes de Pulpí	sondeo	318.00	200	110	agricultura	
46	253920089	Lorca	Torrecilla	F. García Reverte	sondeo	317.00			agricultura	
47	253920008	Lorca	Los Soros	C.R. Vgen. Desamparados	pozo-sondeo	326.00	220	50	agricultura	
48	253920096	Lorca	Finca La Jeresa	A. Jiménez Pelegrín	sondeo	366.00	270	70	agricultura	
49	253920095	Lorca	Finca La Jeresa	A. Jiménez Pelegrín	sondeo	366.50	250	90	agricultura	
50	253920078	Pto. Lumbreras	Espagarralico	Sat El Descanso	sondeo	389.00	260	70	agricultura	con gas; el agua deja precipitados de hierro
51	253960091	Pto. Lumbreras	Los Valencianos	Pascual Aznar	sondeo	358.00	206	25	agricultura	
52	253950004	Pto. Lumbreras	Los Molinos	E. Gea Torrente	sondeo	413.00	280	15	agricultura	
53	253960089	Lorca	Venta Ceferino	SAT Venta Ceferino	sondeo	335.00	200	15	agricultura	con gas
54	253960088	Lorca	Venta Ceferino	SAT Los Cartageneros	sondeo	327.00	170	45	agricultura	
55	253960071	Lorca	Los Sanes	P. Ros López	sondeo	327.00	190	35	agricultura	
56	253960074	Lorca	Finca La Condesa	J. Martínez Fueyo	sondeo	335.00	209	35	agricultura	
57	253960054	Lorca	Cabezo del Muro		sondeo	333.00	120	4	agricultura	
58	254020068	Lorca	La Escarihuela	SAT Los Llanos	sondeo	310.00	180	15	agricultura	
59	253960092	Lorca	Los Olivos	Ricard	sondeo	299.00	150	25	agricultura	
60	254020051	Lorca	La Noria	F. Ruiz García	sondeo	306.00			agricultura	
61	254010035	Lorca	Cjo. de Peregrín	SAT Norte de Almendricos	sondeo	354.00	190	30	agricultura	precipitados de carbonatos en boca del sondeo
62	254010027	Lorca	Cjo. de los Beas	C. del Campo-Caja Rural	sondeo	397.00	230	25	agricultura	

**Cota en m s.n.m.; profundidad en m; caudal en l/s.*

ANEXO 4

FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS

En este anexo se incluyen los datos analíticos de las muestras obtenidas en las siete campañas realizadas durante el desarrollo de este estudio, así como los parámetros estadísticos de algunas de las variables estudiadas en los distintos puntos acuíferos de la red hidroquímica y los porcentajes de muestras para los distintos intervalos de las variables consideradas. También se pueden consultar los resultados obtenidos de los análisis Cluster y de Componentes Principales (ACP). Finalmente, se muestran los valores de fuerza iónica e índices de saturación de algunas de las muestras recogidas.

Datos analíticos de las muestras tomadas en las campañas de Septiembre (1989), Enero (1990), Septiembre (1990), Agosto (1991), Noviembre (1991), Enero (1992) y Abril (1992).

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN SEPTIEMBRE DE 1989

VARIABLE	M3	M5	M7	M9	M11	M15	M17	M18	M22	M23	M24	M25	M27	M29	M30	M31	M33
T	23.2	20.2	23.8	24.7	19.7	28.8	25.0	23.0	27.8	21.6	24.2	22.1	28.8	28.6	29.4	31.8	26.9
pH	6.70	6.73	6.93	6.90	6.57	6.15	6.94	7.82	6.45	7.29	7.34	7.04	6.27	6.54	6.22	6.34	6.35
C	5020	5840	4477	4200	6540	4082	4290	2050	2660	2980	1720	4610	2230	2450	2010	4320	2927
TSD	4536	4840	4020	2806	5795	3635	2845	1869	2504	2204	1204	3039	2086	2558	2322	4617	3489
Cl^-	1150	1198	1060	845	1109	730	788	628	545	658	143	1057	341	674	390	387	382
SO_4^{2-}	1385	1869	1449	680	2518	1086	885	379	573	471	414	645	388	374	234	1017	892
HCO_3^-	615	366	337	390	503	741	345	323	702	358	303	397	782	788	1062	2043	1352
Ca^{2+}	525	498	386	242	452	384	248	160	258	132	171	106	266	390	310	572	446
Mg^{2+}	230	238	211	219	345	281	226	133	151	187	30	260	103	143	153	357	203
Na^+	568	610	510	379	750	321	266	188	225	317	106	505	139	131	105	180	160
K^+	40	33	49	36	57	48	47	54	40	38	30	37	56	50	55	50	52
NO_3^-	22	27	17	14	60	43	39	4	9	42	6	31	10	7	10	8	1
NO_2^-	0.05	0.09	0.09	0.12	0.04	0.04	0.09	0.05	0.04	0.09	0.04	0.11	0.04	0.04	0.08	0.04	0.05
NH_4^+	0.70	0.59	0.49	0.55	0.86	1.20	0.63	0.41	0.54	0.51	0.81	0.82	0.77	0.96	2.46	2.76	1.08

VARIABLE	M38	M40	M45	M47	M48	M49	M51	M52	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	30.2	30.7	26.9	27.8	28.0	28.2	28.2	22.0	27.5	28.5	28.4	28.7	23.6	24.4	22.6	28.7	29.2
pH	6.01	5.99	7.06	7.17	7.36	7.40	6.50	7.15	6.48	6.85	7.98	7.22	6.29	6.18	6.56	6.83	6.59
C	2660	2690	2178	2860	2300	1290	2410	2520	4160	4060	2550	2750	4250	4670	4430	3280	3420
TSD	3647	2616	1846	2679	2344	1299	2293	2156	3896	3254	2171	2292	4687	4930	4559	3295	3424
Cl^-	328	135	466	612	678	288	360	446	476	664	504	470	504	528	496	142	109
SO_4^{2-}	942	502	508	842	605	280	577	561	1274	1080	642	750	1693	2112	2205	1980	2066
HCO_3^-	1490	1389	285	410	372	363	724	434	1137	510	371	372	801	984	619	297	330
Ca^{2+}	545	184	170	166	157	100	342	198	339	339	141	168	511	610	598	566	549
Mg^{2+}	194	258	138	186	205	85	140	90	345	211	130	122	305	320	278	176	199
Na^+	88	98	184	369	253	130	91	335	258	258	318	347	302	295	265	92	98
K^+	52	41	52	53	56	39	48	51	60	74	58	63	66	74	85	32	38
NO_3^-	7	8	42	40	17	13	10	40	6	12	6	9	7	5	12	8	34
NO_2^-	0.14	0.04	0.04	0.04	0.10	0.09	0.04	0.04	0.15	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
NH_4^+	1.19	1.11	0.48	0.60	0.61	0.48	0.68	1.27	0.80	0.47	0.56	0.58	0.96	1.61	1.34	1.88	0.92

** T:temperatura en °C; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; iones en mg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ENERO DE 1990

VARIABLE	M1	M3	M5	M7	M9	M11	M13	M15	M17	M18	M22	M23	M24	M25	M27	M29	M30	M31
T	28.4	23.1	20.0	22.9	24.5	19.4	30.6	25.2	24.8	22.6	27.8	21.4	24.2	22.1	28.1	28.6	29.1	31.9
pH	6.85	6.71	6.80	6.86	7.01	6.68	6.68	6.26	7.02	7.78	6.45	7.29	7.34	7.04	6.52	6.54	6.15	6.32
C	4655	4090	5810	4471	3830	6511	2566	4077	4210	2010	2660	2980	1720	4610	2200	2400	1087	4360
TSD	4401	4524	4917	4101	2797	5758	2425	3610	2851	1804	2512	2108	1194	2904	2085	2539	2319	4565
Cl^-	1068	1140	1210	1061	830	1078	405	726	777	597	530	646	140	942	330	643	380	380
SO_4^{2-}	1470	1376	1850	1442	685	2496	462	1072	870	358	551	457	408	651	372	360	240	995
HCO_3^-	547	630	390	360	410	500	889	748	348	305	722	349	298	427	796	810	1085	2054
Ca^{2+}	410	520	519	435	240	459	222	380	256	163	265	115	175	70	277	395	303	566
Mg^{2+}	239	240	248	216	221	356	188	284	237	137	159	178	30	273	120	140	144	351
Na^+	603	551	635	520	361	752	209	310	270	188	230	292	105	482	125	135	100	168
K^+	35	42	30	45	30	55	42	41	45	52	40	30	27	28	52	49	54	43
NO_3^-	28	24	30	22	19	61	7	48	47	4	15	40	29	30	12	6	9	6
NO_2^-	0.08	0.06	0.11	0.06	0.08	0.09	0.04	0.08	0.10	0.02	0.05	0.10	0.05	0.12	0.05	0.03	0.09	0.05
NH_4^+	0.52	0.68	0.49	0.36	0.45	0.97	0.81	1.00	0.52	0.30	0.42	0.62	0.72	0.94	0.86	0.82	2.41	1.99

VARIABLE	M33	M38	M40	M45	M47	M48	M49	M51	M52	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	26.2	30.2	30.7	26.4	27.8	27.8	27.2	28.0	22.0	27.1	28.2	28.4	28.4	23.2	24.2	22.4	28.4	29.0
pH	6.41	6.01	6.02	7.04	7.17	7.10	7.49	6.58	7.15	6.43	6.80	7.98	7.09	6.42	6.16	6.50	6.84	6.79
C	2860	2651	2690	2138	2870	2320	1530	2400	2520	4150	4040	2550	2740	4234	4684	4380	3250	3406
TSD	3505	3629	2631	1792	2616	2347	1210	2235	2091	3810	3206	2113	2282	4105	4922	4521	3302	3362
Cl^-	372	316	120	458	592	660	201	362	434	466	648	496	463	487	515	487	137	99
SO_4^{2-}	882	906	498	495	824	597	276	547	552	1266	1062	626	748	1642	2091	2185	1971	2049
HCO_3^-	1350	1486	1405	290	424	372	374	714	413	1104	508	360	370	826	987	599	299	326
Ca^{2+}	453	561	195	162	160	168	96	331	190	325	290	138	161	499	621	603	571	536
Mg^{2+}	220	216	260	130	178	226	87	141	89	344	214	124	128	287	318	285	182	192
Na^+	170	85	102	170	351	250	125	88	318	239	403	310	340	293	305	260	95	95
K^+	55	50	40	48	50	55	36	41	98	59	70	51	60	62	78	87	32	32
NO_3^-	2	8	10	38	36	18	14	10	46	6	10	7	11	8	6	14	13	32
NO_2^-	0.08	0.10	0.04	0.09	0.04	0.18	0.06	0.04	0.04	0.10	0.06	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03
NH_4^+	1.10	1.09	1.11	0.70	0.60	0.58	0.56	0.68	1.27	0.89	0.54	0.68	0.60	0.87	1.42	1.40	1.92	0.82

** T:temperatura en °C; C:conductividad en S/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; iones en mg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN SEPTIEMBRE DE 1990

VARIABLE	M1	M3	M5	M6	M7	M9	M11	M13	M15	M17	M18	M22	M23	M24	M25	M27	M29	M30	M31
T	29.6	24.0	20.4	20.9	23.6	25.9	20.2	31.4	25.4	25.6	22.9	27.8	21.6	24.2	22.1	28.7	28.6	29.4	32.1
pH	6.91	6.82	6.70	6.93	6.82	7.06	6.60	6.71	6.19	7.04	7.72	6.45	7.29	7.34	7.04	6.34	6.54	6.10	6.24
C	4877	5087	5867	6010	4498	4044	6600	2597	4090	4350	2094	2660	2980	1720	4610	2225	2490	2010	4408
TSD	4503	4795	5099	5457	4227	2924	5895	3390	3763	2937	1899	2679	2246	1236	3090	2248	2725	2130	4698
Cl^-	1098	1197	1258	1387	1080	875	1090	438	710	787	627	575	679	146	992	391	682	398	336
SO_4^{2-}	1490	1401	1875	1932	1475	710	2510	487	1110	885	369	568	473	413	668	410	380	245	1021
HCO_3^-	550	688	405	448	390	420	519	882	766	356	332	766	363	305	430	832	863	1108	2124
Ca^{2+}	425	589	562	632	466	260	489	247	397	279	167	279	130	184	97	279	421	332	598
Mg^{2+}	249	239	255	289	208	210	388	180	299	252	139	188	189	35	297	123	160	167	370
Na^+	625	597	669	714	537	388	770	218	347	277	198	246	320	110	530	138	155	112	182
K^+	36	47	39	53	51	39	63	49	51	53	62	42	46	32	39	58	54	57	55
NO_3^-	30	36	35	41	20	21	65	6	52	47	5	14	45	10	36	16	9	9	9
NO_2^-	0.10	0.12	0.10	0.06	0.12	0.10	0.08	0.07	0.09	0.12	0.04	0.08	0.08	0.07	0.10	0.06	0.06	0.10	0.08
NH_4^+	0.44	0.57	0.79	0.58	0.31	0.57	0.78	0.92	0.98	0.88	0.32	0.61	0.49	0.83	0.90	0.80	0.90	0.30	2.46

VARIABLE	M33	M38	M40	M45	M47	M48	M49	M51	M52	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	27.1	30.2	30.7	27.2	27.8	27.2	27.8	28.1	22.0	27.4	28.7	28.4	28.6	24.2	24.9	22.7	28.6	29.1
pH	6.38	6.01	6.03	7.08	7.17	7.16	7.46	6.61	7.15	6.53	6.75	7.98	7.12	6.69	6.28	6.54	6.88	6.80
C	2994	2660	2790	2211	2980	2460	1620	2460	2520	4250	4100	2550	2790	4254	4730	4460	3310	3440
TSD	3592	3781	2815	1917	2842	2613	1347	2439	2206	3996	3337	2256	2367	4237	5062	4660	3392	3489
Cl^-	397	349	140	476	634	745	266	382	460	477	698	512	483	520	533	527	157	129
SO_4^{2-}	904	956	535	515	888	665	299	597	573	1314	1120	666	769	1712	2131	2214	2010	2087
HCO_3^-	1368	1504	1438	295	458	423	390	794	463	1169	498	380	382	863	1028	639	306	344
Ca^{2+}	463	590	235	194	183	184	110	354	192	346	295	156	176	468	638	612	579	551
Mg^{2+}	228	222	284	140	198	245	86	138	92	360	215	134	132	290	322	296	188	203
Na^+	172	92	123	190	375	273	136	110	320	255	406	330	350	304	315	265	99	98
K^+	57	57	46	56	63	58	43	53	57	67	88	68	64	70	84	89	37	39
NO_3^-	2	10	13	50	42	19	16	10	48	7	11	9	10	9	9	16	14	37
NO_2^-	0.04	0.11	0.04	0.06	0.04	0.20	0.08	0.04	0.04	0.11	0.05	0.05	0.09	0.07	0.08	0.10	0.09	0.06
NH_4^+	1.12	1.10	1.11	0.68	0.60	0.61	0.50	0.68	1.27	0.69	0.67	0.60	0.61	1.04	1.50	1.53	1.78	0.94

** T:temperatura en °C; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; iones en mg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN AGOSTO DE 1991

VARIABLE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M13	M14	M15	M16	M18	M19	M20	M21
T	30.0	20.1	27.7	22.1	20.8	21.4	23.8	24.0	27.9	20.1	28.1	31.8	24.5	23.1	29.6	23.1	26.8	26.9	26.8
pH	6.92	7.01	6.98	6.91	6.94	6.88	7.12	7.02	7.18	6.82	7.04	6.76	6.12	6.41	6.49	7.91	6.58	6.60	6.54
Eh	8	15	17	20	16	28	36	28	30	16	36	38	16	10	12	-44	9	18	12
C	5006	6100	5167	5800	5913	6520	4512	4988	3810	6510	2694	2685	4310	4130	2524	2126	4266	3190	3100
TSD	4736	5818	5235	5440	5527	5814	4524	4397	3179	6575	2762	2705	5742	4008	2673	2308	3783	3656	3374
Cl^-	1140	1150	1265	1302	1366	1460	1128	1190	910	1198	501	457	758	860	609	703	544	595	615
SO_4^{2-}	1518	2320	1462	1815	1920	1968	1477	1336	765	2635	492	506	1703	1134	649	444	1210	1010	875
HCO_3^-	570	490	796	502	460	494	450	402	452	610	945	925	1700	800	551	374	910	1000	885
Ca^{2+}	440	610	630	570	610	678	520	526	318	700	268	268	715	405	320	188	440	441	398
Mg^{2+}	278	266	245	265	255	294	213	259	205	280	133	201	381	310	180	148	271	277	239
Na^+	644	798	673	830	776	744	576	520	402	886	277	229	364	384	210	224	298	278	255
K^+	41	63	55	63	45	60	67	66	46	68	68	55	75	63	68	74	39	59	62
NO_3^-	36	62	41	46	39	59	25	51	23	125	17	10	3	9	18	8	18	12	10
PO_4^{3-}	2.3	2.8	3.0	1.9	1.5	1.7	3.6	3.9	2.5	2.6	1.3	1.0	0.1	0.8	2.0	1.6	2.2	0.5	0.7
SiO_2	30	26	36	24	26	25	33	38	38	33	44	39	17	22	52	110	31	26	21
Sr^{2+}	32	23	24	15	22	23	25	20	12	28	13	12	20	15	11	9	16	13	8
Li^+	183	243	305	295	301	366	267	235	112	435	120	233	434	134	174	210	330	120	105
B^-	480	900	610	810	844	901	694	563	242	1251	229	219	726	675	177	186	341	707	555
F^-	226	221	200	241	218	193	220	190	173	285	191	180	85	47	778	219	78	85	125
Fe^{3+}	349	524	60	126	138	180	480	177	120	410	235	57	267	120	136	10021	403	159	1121
Mn^{2+}	26	22	15	15	10	8	19	20	13	16	39	99	44	20	345	296	13	16	17
Al^{3+}	210	438	135	80	116	266	399	135	195	155	167	189	462	61	188	11654	363	306	577
Ni^{2+}	68	86	80	63	66	70	65	110	55	138	50	44	21	7	40	126	71	15	14
Cu^{2+}	76	60	99	39	51	66	66	81	49	103	36	32	10	70	31	99	22	287	8
Cr^{3+}	75	51	53	43	40	55	50	75	32	85	28	36	522	42	30	90	18	24	51
Pb^{2+}	560	426	368	213	310	499	416	612	269	542	312	310	410	308	346	618	143	100	269
Zn^{2+}	30	68	28	39	45	28	51	18	11	28	18	39	18	43	32	12	40	25	5
Ba^{2+}	12	20	18	14	17	12	10	11	16	7	20	18	20	15	19	102	11	10	9
Cd^{2+}	41	32	29	33	25	24	26	43	38	35	21	28	15	24	20	39	36	30	31

* *T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN AGOSTO DE 1991

VARIABLE	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M41	M42	M43
T	27.7	21.7	24.3	22.1	22.6	28.8	27.8	28.7	29.6	28.5	25.2	29.6	29.1	29.8	29.3	30.2	30.2	30.5	30.4
pH	6.51	7.31	7.38	7.21	7.08	6.51	6.71	6.41	6.13	6.89	6.21	6.36	6.08	6.19	6.12	6.31	7.12	7.07	7.28
Eh	7	8	12	32	18	8	9	4	15	-10	13	9	12	14	15	25	28	21	29
C	2803	3300	1566	4310	4718	2297	1688	2710	2140	1568	3180	2577	3500	4012	4100	1590	1290	1200	1265
TSD	2959	2438	1395	3526	4042	2681	2170	3058	2848	1734	4563	3045	4624	4728	4699	2205	1439	1528	1630
Cl^-	639	751	170	1181	1100	452	378	743	450	376	442	390	370	400	465	200	285	220	330
SO_4^{2-}	591	485	458	677	1022	473	243	405	260	162	1053	758	1310	1318	1185	380	149	300	296
HCO_3^-	810	381	330	479	635	981	889	1000	1350	651	1550	1012	1700	1760	1795	1000	530	540	475
Ca^{2+}	306	133	196	177	291	301	295	435	364	202	488	462	597	585	645	232	131	157	157
Mg^{2+}	216	200	38	280	326	163	117	193	184	85	257	188	336	354	282	143	78	77	93
Na^+	275	346	114	569	491	170	134	172	133	135	193	105	187	165	195	133	150	135	155
K^+	46	58	35	45	71	65	71	61	62	62	64	70	66	65	65	58	59	61	65
NO_3^-	20	38	13	67	58	21	7	10	6	12	1	22	1	1	1	8	18	5	5
PO_4^{3-}	1.1	0.8	0.2	1.8	0.8	0.9	1.1	0.5	0.7	0.5	0.2	0.4	0.1	4.4	4.4	0.1	0.7	1.0	4.6
SiO_2	39	32	32	35	42	41	42	22	23	41	36	46	29	28	31	30	30	24	45
Sr^{2+}	11	6	4	9	14	10	9	12	11	5	14	10	18	20	15	17	6	4	3
Li^+	175	146	185	185	222	158	122	117	127	145	239	173	242	217	219	89	49	49	66
B^-	406	498	499	726	703	255	167	470	407	178	552	168	523	737	817	456	201	468	111
F^-	256	174	217	232	255	342	328	214	185	199	85	145	89	18	52	58	130	103	167
Fe^{3+}	269	3512	682	165	188	120	612	89	60	236	1098	189	6350	3419	9541	92	110	69	30
Mn^{2+}	65	23	18	6	6	55	894	521	1081	388	144	680	92	26	97	229	19	11	15
Al^{3+}	138	389	209	110	76	140	236	317	269	255	853	131	384	1310	548	118	26	500	66
Ni^{2+}	103	888	91	88	88	82	118	55	46	81	56	50	20	31	15	14	30	34	28
Cu^{2+}	95	30	57	69	80	77	98	28	15	52	25	33	9	18	15	12	18	10	13
Cr^{3+}	77	9	70	55	57	45	45	42	35	42	36	38	291	29	10	11	10	11	9
Pb^{2+}	468	79	385	502	610	516	459	350	359	510	459	284	177	355	126	152	230	240	287
Zn^{2+}	74	11	16	10	42	18	12	18	9	66	44	56	65	212	68	31	20	41	36
Ba^{2+}	13	10	8	12	10	6	16	32	21	22	12	12	15	25	10	12	31	29	25
Cd^{2+}	38	17	31	42	37	28	32	24	27	32	31	21	28	20	20	24	14	11	17

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN AGOSTO DE 1991

VARIABLE	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	27.1	27.6	27.9	27.0	26.8	28.9	30.2	28.9	22.3	27.6	27.0	29.0	28.8	30.0	24.3	25.6	22.8	28.8	29.3
pH	7.40	7.10	7.30	7.14	7.21	7.51	7.02	6.86	7.32	6.20	6.51	6.97	7.55	7.02	6.75	6.25	6.55	6.90	6.74
Eh	44	36	26	30	23	30	25	8	34	17	9	24	35	12	-5	8	10	11	9
C	2602	2300	2960	3650	3901	1741	1551	2521	2480	4255	4361	4014	2689	2845	4261	4810	4501	3391	3502
TSD	2371	2108	2613	3243	3109	1679	1947	2760	2504	4746	4479	3564	2691	2662	4797	5591	5042	3608	3697
Cl^-	701	560	670	730	877	340	366	419	501	475	481	778	644	555	571	689	610	205	175
SO_4^{2-}	522	530	646	960	812	371	438	615	630	1326	1458	1180	735	818	1900	2165	2265	2070	2125
HCO_3^-	378	321	439	505	476	462	531	878	522	1704	1304	508	466	440	935	1177	726	317	361
Ca^{2+}	266	210	176	210	205	135	201	410	231	455	382	302	196	210	554	680	630	602	571
Mg^{2+}	174	150	219	255	271	102	105	135	98	377	372	219	152	157	341	346	318	210	220
Na^+	194	231	330	410	328	155	178	164	361	278	320	423	367	355	337	381	310	122	110
K^+	66	69	66	72	69	58	61	61	68	50	85	93	80	78	80	91	106	46	41
NO_3^-	26	25	34	63	21	19	22	21	56	3	8	12	10	12	10	11	20	19	26
PO_4^{3-}	0.2	1.7	0.6	0.9	2.1	2.3	0.2	1.1	0.8	0.4	1.1	0.8	0.9	0.8	1.0	0.4	0.9	0.9	1.2
SiO_2	36	28	21	21	33	29	37	34	27	48	39	30	31	24	46	25	30	40	41
Sr^{2+}	6	8	9	10	10	4	6	19	4	21	22	13	8	7	18	21	20	14	22
Li^+	66	47	33	201	188	36	78	67	66	145	210	32	187	188	204	146	168	100	165
B^-	105	224	244	603	750	185	159	185	645	290	472	635	496	476	455	351	488	294	301
F^-	151	166	186	160	191	210	210	826	103	211	122	205	199	210	198	120	105	175	197
Fe^{3+}	110	197	216	1012	255	190	206	355	224	3126	788	124	178	1005	255	967	469	1506	580
Mn^{2+}	12	26	25	24	18	13	151	18	15	1968	2234	16	14	21	12	60	1087	144	99
Al^{3+}	80	84	465	350	170	152	134	306	231	426	229	322	210	194	175	210	435	329	118
Ni^{2+}	41	44	14	18	41	45	41	34	28	78	142	41	55	24	36	18	45	40	39
Cu^{2+}	64	17	30	26	28	18	8	22	44	55	53	39	74	31	35	45	69	18	59
Cr^{3+}	36	14	34	40	40	21	18	36	21	114	84	68	49	70	84	69	71	39	32
Pb^{2+}	412	325	320	338	110	38	394	297	380	539	514	384	501	498	504	455	522	455	305
Zn^{2+}	244	73	84	125	70	320	30	36	17	18	26	11	9	14	12	41	30	41	38
Ba^{2+}	24	35	36	34	13	19	26	12	28	28	21	16	18	18	10	20	19	25	25
Cd^{2+}	30	36	34	45	11	10	20	18	20	31	38	29	27	10	30	30	12	26	20

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN NOVIEMBRE DE 1991

VARIABLE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M13	M14	M15	M16	M18	M19	M20	M21
T	25.9	19.4	24.9	21.3	20.6	20.2	22.9	23.6	28.1	19.3	27.6	31.5	24.8	24.0	29.3	22.8	26.7	26.0	26.4
pH	6.90	6.96	6.81	6.77	6.75	6.80	7.01	6.77	7.00	6.63	6.42	6.31	6.16	6.51	6.43	7.89	6.52	6.78	6.69
Eh	10.0	11	20	22	19	30	42	37	35	20	30	36	20	7	14	-21	10	20	8
C	4990	6080	5050	6020	6050	6170	4157	4869	3490	6470	2480	2410	4860	4590	2362	2064	4300	3350	3120
TSD	4670	5809	5134	5482	5644	5910	4531	4327	3095	6572	2622	2561	5572	4381	2619	2248	3908	3617	3129
Cl^-	1135	1136	1193	1292	1350	1430	1134	1171	908	1136	431	426	710	933	591	688	527	568	639
SO_4^{2-}	1510	2325	1450	1889	1967	2117	1483	1332	754	2672	486	482	1631	1223	667	451	1298	945	703
HCO_3^-	561	488	865	549	503	488	430	398	439	671	937	903	1683	869	528	362	967	1010	800
Ca^{2+}	438	603	602	540	603	644	510	508	280	686	249	253	521	476	320	180	435	393	341
Mg^{2+}	279	269	250	259	267	283	239	255	199	295	136	182	389	268	172	142	278	216	198
Na^+	635	792	656	825	806	788	592	510	424	876	268	223	406	488	206	220	319	349	318
K^+	35	59	42	52	53	57	67	60	35	60	61	49	83	69	61	70	32	63	66
NO_3^-	29	61	32	42	48	53	18	40	18	118	11	5	3.4	11	15	4	14	15	14
PO_4^{3-}	2.2	3.0	2.0	1.0	1.0	1.5	3.2	3.7	2.0	3.0	0.2	0.5	0.6	1.0	1.4	1.1	2.0	0.6	0.7
SiO_2	25	21	21	19	24	21	30	28	24	23	29	25	25	25	44	105	22	27	24
Sr^{2+}	20	18	17	8	16	21	19	16	10	23	11	10	15	12	6	4	11	8	9
Li^+	165	330	245	274	285	341	268	229	87	422	108	205	447	162	157	195	336	116	125
B^-	451	905	551	837	866	901	685	579	256	1210	232	237	587	627	182	183	346	440	424
F^-	200	210	200	230	202	198	200	183	170	253	182	173	80	40	37	211	65	90	172
Fe^{3+}	333	27470	1919	144	145	161	468	172	135	611	205	32	336	161	179	9787	376	228	587
Mn^{2+}	17	15	8	8	12	14	25	18	9	19	52	135	73	1016	657	250	15	26	69
Al^{3+}	249	578	296	75	122	310	412	153	248	169	183	235	165	309	212	8919	396	9	79
Ni^{2+}	60	74	59	47	51	64	60	96	39	120	43	34	73	42	34	104	60	73	68
Cu^{2+}	73	45	70	36	47	72	58	74	34	72	21	27	21	25	19	81	13	5	65
Cr^{3+}	50	48	30	28	42	50	42	72	20	63	24	31	40	31	22	70	12	28	47
Pb^{2+}	510	398	250	180	269	410	421	587	209	470	258	230	310	279	238	569	115	264	302
Zn^{2+}	18	63	20	30	37	34	57	27	12	13	14	28	27	35	28	10	43	58	7
Ba^{2+}	6	10	13	15	12	9	7	8	8	5	12	15	15	7	15	93	7	5	6
Cd^{2+}	30	29	19	18	17	18	19	56	40	28	16	20	18	19	16	34	33	22	28

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN NOVIEMBRE DE 1991

VARIABLE	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M41	M42	M43
T	27.6	21.6	23.9	22.0	22.4	28.4	27.5	28.4	29.2	28.3	28.5	29.3	29.7	29.5	29.3	28.7	30.0	30.2	30.3
pH	6.58	7.37	7.1	7.19	7.01	6.78	6.42	6.44	6.12	6.58	6.16	6.21	6.07	6.04	6.01	6.62	7.11	7.07	7.31
Eh	12	6	7	24	12	11	7	2	12	-5	8	5	7	6	9	14	25	22	26
C	2870	3290	1891	4240	4710	2300	1700	2840	1860	1440	3020	2498	2990	3900	3830	1820	1220	1120	1240
TSD	3051	2447	1354	3523	3943	2626	2219	2913	2445	1567	3797	3001	4434	4474	4653	2173	1371	1305	1565
Cl^-	705	775	152	1190	1065	465	355	781	426	355	426	381	355	383	426	190	279	191	326
SO_4^{2-}	535	477	451	664	1042	402	256	437	225	120	1024	762	1198	1174	1183	355	135	205	289
HCO_3^-	884	385	335	488	600	1008	949	810	1098	610	1305	991	1604	1753	1790	1015	525	495	457
Ca^{2+}	327	123	192	162	263	273	298	377	275	172	482	468	570	590	672	241	126	113	145
Mg^{2+}	226	222	40	271	294	198	121	170	147	84	238	173	260	343	277	117	70	58	90
Na^+	268	340	112	602	497	162	131	221	162	139	204	106	191	148	191	142	135	147	147
K^+	48	56	31	41	68	62	67	67	68	50	70	68	67	52	67	59	55	60	62
NO_3^-	18	36	10	65	56	20	3	12	7	9	2	19	1	2	1	10	17	7	3
PO_4^{3-}	2.0	0.6	0.1	1.3	1.0	0.9	1.0	4.0	1.0	0.2	0.2	0.1	0.1	2.0	4.3	0.8	0.6	0.8	4.2
SiO_2	25	20	25	23	40	23	29	23	25	24	31	23	26	20	28	29	23	23	38
Sr^{2+}	10	3	1	10	12	7	5	9	8	1	11	8	10	14	8	12	4	3	2
Li^+	116	117	173	131	198	126	93	47	125	81	166	146	193	191	186	75	40	47	61
B^-	404	503	504	773	650	695	188	209	249	194	253	159	245	206	335	133	191	224	112
F^-	205	161	221	241	234	301	310	200	190	183	90	67	80	65	48	60	100	94	149
Fe^{3+}	176	5822	712	77	165	81	427	204	78	133	279	152	134	70	1354	104	89	197	38
Mn^{2+}	67	11	14	7	10	14	1085	716	1095	299	1849	610	1230	413	1607	724	11	12	19
Al^{3+}	104	412	201	164	63	332	427	180	263	181	147	119	20	43	292	153	12	36	60
Ni^{2+}	84	74	70	58	49	60	120	50	55	60	100	41	32	90	41	40	34	40	31
Cu^{2+}	80	21	41	42	67	52	82	35	10	38	11	22	10	27	36	13	13	13	10
Cr^{3+}	63	6	72	38	40	20	35	12	27	27	13	30	279	17	9	8	8	10	6
Pb^{2+}	367	62	374	408	546	407	327	210	310	396	169	132	148	328	365	129	210	238	272
Zn^{2+}	41	8	15	12	35	12	7	14	7	47	32	43	51	197	62	22	14	38	31
Ba^{2+}	10	4	12	10	11	5	14	30	21	12	10	8	10	19	6	7	30	26	20
Cd^{2+}	34	12	27	39	28	22	27	19	21	24	25	12	20	15	12	17	12	8	14

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN NOVIEMBRE DE 1991

VARIABLE	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	26.8	27.4	27.6	26.5	26.4	28.0	30.0	28.3	21.5	26.9	25.7	28.8	29.1	28.6	24.1	25.5	22.3	28.3	28.8
pH	7.31	7.26	7.27	7.13	7.12	7.43	6.95	6.62	7.44	6.17	6.64	6.87	7.11	6.72	6.84	6.76	6.55	7.43	7.08
Eh	37	40	30	38	12	36	19	7	30	19	7	22	30	2	-2	10	7	2	7
C	2541	2150	2920	3880	3810	1430	1520	2470	2270	4260	4290	3780	2570	2719	4240	4790	4490	3330	3497
TSD	2309	2056	2555	3238	3013	1660	1954	2671	2426	6154	4377	3670	2652	2635	4678	5418	5004	3620	3661
Cl^-	693	557	667	738	860	340	345	412	497	483	487	781	664	552	568	681	602	212	170
SO_4^{2-}	530	497	633	951	801	372	443	603	624	1310	1433	1162	687	826	1918	2054	2268	2054	2129
HCO_3^-	367	329	425	503	466	427	560	854	475	1693	1257	488	489	451	879	1159	720	311	340
Ca^{2+}	247	198	173	205	191	141	225	403	219	473	363	267	187	208	503	666	627	591	569
Mg^{2+}	171	140	202	256	268	97	95	129	93	373	361	221	134	154	328	345	319	206	229
Na^+	187	222	336	411	310	141	175	152	359	291	334	401	382	348	349	376	308	130	106
K^+	56	60	60	74	62	50	60	57	70	40	90	88	78	77	85	90	105	44	35
NO_3^-	23	24	32	67	18	16	17	15	59	1	5	5	5	10	5	5	12	15	22
PO_4^{3-}	0.1	1.9	0.5	1.0	1.8	1.7	0.4	0.5	1.0	0.1	0.2	0.4	0.3	0.5	0.8	0.2	0.3	1.0	1.1
SiO_2	29	21	18	16	23	18	24	27	19	48	27	18	16	14	24	18	21	37	34
Sr^{2+}	4	4	6	8	7	6	5	15	1	20	14	9	6	4	14	20	16	13	23
Li^+	46	33	24	195	167	27	53	48	40	130	149	17	138	143	155	128	130	90	108
B^-	112	204	233	634	747	204	237	335	651	258	477	608	471	456	359	311	450	267	289
F^-	148	140	160	157	176	200	196	796	98	210	132	198	201	228	210	110	91	188	201
Fe^{3+}	108	212	204	3260	258	218	1383	241	3806	24670	755	77	79	1012	250	1112	523	3241	532
Mn^{2+}	16	12	5	13	15	12	193	9	39	1941	2015	9	4	23	11	58	1101	250	112
Al^{3+}	97	72	523	365	162	140	998	394	613	408	239	364	247	209	509	239	475	346	129
Ni^{2+}	20	42	3	13	27	32	33	11	15	72	140	11	32	10	12	5	6	21	18
Cu^{2+}	66	15	25	30	12	16	3	18	31	34	10	30	64	22	47	37	41	12	35
Cr^{3+}	26	13	35	38	41	12	8	20	12	97	69	42	29	56	62	30	47	25	16
Pb^{2+}	428	316	300	341	112	46	370	220	310	526	478	367	432	468	469	417	501	410	297
Zn^{2+}	227	62	80	132	56	210	18	51	6	13	10	3	5	7	17	40	28	12	15
Ba^{2+}	19	24	29	30	12	15	30	17	13	25	18	12	22	20	12	17	21	24	27
Cd^{2+}	40	27	38	41	17	12	14	15	18	30	32	21	19	7	29	25	17	22	16

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ENERO DE 1992

VARIABLE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M13	M14	M15	M16	M18	M19	M20	M21
T	25.6	19.6	24.6	21.0	20.0	21.0	23.3	23.9	27.9	19.0	27.4	31.3	24.6	23.9	29.1	22.6	26.5	26.0	26.1
pH	6.91	6.98	6.93	6.94	6.80	7.02	7.12	7.08	7.18	6.71	7.05	6.97	6.10	6.58	6.48	7.91	6.6	6.81	6.74
Eh	8	13	16	20	17	24	40	36	36	18	36	38	20	4	12	-51	13	18	10
C	4931	5900	5065	5481	5826	6420	4412	5928	3568	6412	2715	2802	4966	4868	2410	2097	4226	3396	3272
TSD	4735	5796	5258	5256	5535	5820	4605	4383	3165	6606	2789	2728	5617	4461	2671	2293	3752	3560	3209
Cl^-	1138	1142	1255	1286	1376	1435	1140	1173	915	1210	506	489	702	958	605	694	534	587	648
SO_4^{2-}	1515	2316	1467	1700	1858	1968	1462	1340	755	2621	492	505	1657	1203	660	442	1200	936	718
HCO_3^-	578	496	801	510	492	500	491	406	466	622	968	917	1747	928	537	372	912	968	841
Ca^{2+}	442	607	632	566	632	687	533	528	310	710	270	272	577	481	331	185	441	399	366
Mg^{2+}	284	274	283	276	274	302	250	261	206	306	148	219	410	276	187	143	286	218	203
Na^+	639	784	660	767	740	751	577	508	396	880	277	220	379	471	201	220	247	316	300
K^+	39	60	53	59	62	60	70	62	48	67	66	53	80	70	66	74	62	65	69
NO_3^-	36	61	46	44	46	54	21	45	22	124	13	8	6	14	16	6	16	17	16
PO_4^{3-}	2.0	3.1	3.3	1.8	1.2	1.8	4.0	4.0	2.2	2.7	1.0	1.4	1.1	1.8	2.3	1.6	1.9	1.7	1.1
SiO_2	36	26	35	25	30	32	32	34	33	30	36	32	36	38	57	126	35	40	32
Sr^{2+}	22	20	18	12	18	22	19	17	9	24	10	9	17	15	6	5	14	9	11
Li^+	186	342	306	292	306	360	275	41	102	456	128	236	455	201	188	203	330	148	158
B^-	477	900	621	801	827	950	690	576	241	1238	217	210	580	630	176	188	350	402	387
F^-	216	218	210	237	210	200	198	180	168	260	190	178	112	88	69	224	86	118	204
Fe^{3+}	306	282	65	126	112	145	466	178	159	369	218	44	291	106	142	10101	406	264	566
Mn^{2+}	20	14	10	10	10	12	20	16	12	20	31	100	50	615	821	294	14	20	48
Al^{3+}	221	460	168	92	106	196	407	132	190	176	166	182	117	251	169	12000	368	30	84
Ni^{2+}	65	80	67	74	68	88	67	106	42	127	45	41	79	56	42	115	69	87	88
Cu^{2+}	79	56	88	47	51	78	59	83	47	89	32	38	47	42	28	96	20	21	70
Cr^{3+}	62	60	48	36	47	66	45	86	32	80	28	35	60	39	40	88	28	47	57
Pb^{2+}	526	418	376	340	326	496	430	627	300	537	312	310	406	315	306	626	146	304	394
Zn^{2+}	24	61	23	50	43	28	53	25	8	29	16	36	29	49	36	8	40	46	6
Ba^{2+}	6	12	14	12	13	10	10	8	10	6	16	21	11	12	18	111	8	8	9
Cd^{2+}	37	30	25	21	18	27	21	49	40	37	19	24	26	26	20	38	38	26	30

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ENERO DE 1992

VARIABLE	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M41	M42	M43
T	27.3	21.4	23.7	21.8	22.3	28.3	27.4	28.4	29.0	28.2	27.8	29.4	29.6	29.4	29.3	28.6	29.8	30.0	30.2
pH	6.70	7.32	7.20	7.26	7.10	6.70	6.50	6.50	6.20	6.72	6.20	6.30	6.10	6.10	6.08	6.66	7.10	7.09	7.25
Eh	10	10	8	30	20	10	8	4	14	-11	12	8	8	10	12	19	30	24	28
C	2946	3306	1931	4226	4726	2290	1650	2884	2058	1510	3260	2515	3006	3920	3820	1878	1261	1136	1239
TSD	3043	2465	1385	3548	3952	2575	2178	2951	2587	1645	3840	3021	4307	4499	4597	2291	1411	1341	1582
Cl^-	708	780	156	1176	1100	464	370	768	431	361	430	383	369	390	439	225	286	198	327
SO_4^{2-}	529	481	455	670	914	378	240	475	247	138	980	750	1180	1161	1104	372	140	211	291
HCO_3^-	865	384	340	506	648	980	900	799	1140	633	1366	1010	1611	1756	1792	1018	531	506	460
Ca^{2+}	336	126	196	172	285	291	292	393	319	186	480	460	582	586	680	279	130	114	150
Mg^{2+}	220	220	41	277	318	176	120	178	151	86	246	178	259	348	275	120	73	61	88
Na^+	260	342	114	590	501	160	130	204	156	130	197	101	188	150	186	148	140	148	148
K^+	53	57	32	46	70	66	70	70	70	58	71	70	69	54	68	61	58	62	61
NO_3^-	20	36	12	66	54	18	4	13	6	12	4	22	4	5	3	12	19	9	7
PO_4^{3-}	1.6	0.3	0.2	1.6	0.8	1.0	1.1	4.8	1.2	0.6	1.0	0.3	0.3	2.2	2.1	0.7	0.4	0.5	3.9
SiO_2	36	28	30	28	42	31	40	32	42	36	48	36	29	28	33	37	26	26	40
Sr^{2+}	11	3	4	10	14	6	7	11	20	2	12	10	12	16	10	16	6	3	5
Li^+	155	145	184	168	206	141	128	81	148	120	196	152	201	196	191	81	46	50	60
B^-	400	496	496	710	690	461	167	168	206	172	258	163	234	212	298	130	201	230	106
F^-	241	174	210	230	246	304	322	241	229	210	146	110	116	89	76	64	110	102	160
Fe^{3+}	266	3500	662	146	172	106	608	154	84	169	226	502	152	71	660	112	90	201	27
Mn^{2+}	66	13	18	6	6	47	868	728	1179	336	1964	221	1275	451	1687	651	18	14	15
Al^{3+}	127	394	200	94	84	128	310	91	193	226	143	74	22	48	230	158	20	40	61
Ni^{2+}	98	86	77	71	96	80	121	63	60	82	110	48	28	96	49	49	35	41	24
Cu^{2+}	91	25	58	68	82	58	90	39	28	48	41	38	11	34	45	16	15	16	10
Cr^{3+}	77	10	70	51	63	42	43	27	34	42	66	34	285	21	18	8	10	9	9
Pb^{2+}	436	78	389	510	605	504	406	304	365	468	278	192	153	340	383	133	216	241	280
Zn^{2+}	63	8	14	10	38	13	10	18	9	51	40	52	58	211	70	30	18	40	30
Ba^{2+}	8	9	8	7	10	6	16	36	20	14	13	9	10	21	10	12	31	26	21
Cd^{2+}	37	28	31	42	30	28	31	22	23	29	30	16	24	16	17	24	12	10	14

* *T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ENERO DE 1992

VARIABLE	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	26.8	27.5	27.7	26.5	26.5	28.1	29.8	28.9	21.6	27.1	25.8	28.7	27.8	28.7	24.0	25.4	22.4	28.4	28.9
pH	7.40	7.27	7.26	7.14	7.18	7.40	7.06	6.81	7.40	6.19	6.60	6.92	7.20	6.88	6.81	6.42	6.60	7.02	6.74
Eh	42	38	31	39	20	37	22	12	36	18	9	25	32	12	-6	8	8	8	6
C	2560	2176	2930	3894	3844	1402	1517	2490	2300	4255	4300	3771	2618	2764	4210	4799	4498	3369	3510
TSD	2338	2089	2578	3247	3055	1630	1886	2768	2431	4747	4393	3450	2663	2658	4622	5425	4989	3638	3663
Cl^-	701	560	668	732	866	340	350	406	486	470	465	770	655	555	577	670	586	204	165
SO_4^{2-}	522	502	641	953	802	371	407	635	594	1315	1440	1164	706	820	1802	2069	2269	2060	2132
HCO_3^-	371	336	432	510	474	435	541	887	524	1701	1270	493	476	450	910	1171	729	319	350
Ca^{2+}	254	200	170	211	195	125	210	410	227	477	370	274	192	211	536	671	629	599	571
Mg^{2+}	175	146	216	259	274	115	90	136	104	380	371	224	148	156	340	348	324	216	236
Na^+	193	221	325	407	315	140	170	160	341	270	294	392	360	344	318	352	288	122	95
K^+	60	62	61	71	70	52	61	59	65	42	87	87	77	78	80	92	100	40	36
NO_3^-	22	27	34	68	18	18	18	25	55	3	8	8	10	12	9	11	15	20	21
PO_4^{3-}	0.3	1.8	0.4	1.2	2.1	2.3	0.1	1.6	0.8	0.5	1.4	0.9	0.5	0.8	1.0	0.3	0.6	0.8	1.0
SiO_2	35	26	19	19	24	24	30	30	24	61	59	22	28	19	29	22	24	39	32
Sr^{2+}	3	5	9	10	10	6	6	15	5	19	20	10	6	7	16	15	19	14	21
Li^+	61	40	26	196	184	32	69	52	58	145	167	21	169	168	189	132	139	100	120
B^-	101	210	235	629	740	152	194	224	624	269	480	624	490	460	410	327	468	280	300
F^-	150	151	181	158	180	205	200	812	112	204	124	196	194	225	194	114	100	174	188
Fe^{3+}	110	202	209	1012	250	183	410	421	204	3210	804	180	144	1001	251	810	488	1598	547
Mn^{2+}	14	18	10	16	18	10	198	30	40	2000	2410	20	10	22	16	60	866	191	92
Al^{3+}	88	79	495	354	164	151	210	300	510	410	230	351	198	190	186	210	420	340	120
Ni^{2+}	37	46	8	18	37	39	46	16	40	77	144	24	45	24	38	14	22	29	22
Cu^{2+}	71	18	26	30	18	18	10	28	36	35	60	34	69	27	51	42	52	14	47
Cr^{3+}	28	13	32	37	42	16	16	30	20	110	88	51	35	63	83	61	54	31	20
Pb^{2+}	410	321	301	340	110	45	392	346	350	537	510	380	462	477	512	428	510	417	301
Zn^{2+}	230	66	84	134	60	260	21	40	8	14	21	6	10	11	16	40	24	28	24
Ba^{2+}	18	27	30	29	15	18	29	10	16	24	20	13	20	18	11	19	26	19	22
Cd^{2+}	39	30	31	40	15	13	21	24	22	31	36	22	20	8	27	29	12	20	20

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ABRIL DE 1992

VARIABLE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M13	M14	M15	M16	M18	M19	M20	M21
T	25.5	19.8	24.3	22.8	21.1	22.2	24.1	24.5	27.4	19.3	28.0	31.9	24.8	23.7	29.5	23.0	26.6	25.9	26.4
pH	6.98	7.06	7.03	7.27	7.06	7.15	7.38	7.29	7.44	6.94	7.55	7.60	6.40	6.69	6.55	8.06	6.63	6.82	6.93
Eh	6	17	15	29	20	23	35	31	39	11	43	46	17	2	8	-72	12	15	10
C	4891	5769	5095	5220	5697	6810	4740	5200	3740	6350	3090	3020	5030	5070	2670	2130	4150	3460	3340
TSD	4792	5839	5394	5131	5496	5760	4716	4460	3310	6824	3153	3148	5860	4589	2777	2368	3784	3536	3323
Cl^-	1142	1151	1385	1272	1402	1456	1152	1185	923	1385	675	675	719	994	619	710	557	610	675
SO_4^{2-}	1522	2300	1487	1667	1817	1895	1416	1345	760	2569	507	553	1689	1186	643	438	1115	915	735
HCO_3^-	580	503	735	466	489	510	583	427	515	561	1020	954	1824	996	598	389	871	924	875
Ca^{2+}	451	627	655	601	673	733	564	547	353	761	309	364	652	493	346	189	437	406	385
Mg^{2+}	289	282	305	299	287	329	272	270	223	334	181	248	453	305	200	150	275	224	214
Na^+	640	780	665	646	640	633	567	503	378	872	292	216	356	452	195	218	280	301	288
K^+	48	67	61	75	70	66	78	70	71	89	72	64	82	76	71	86	41	68	71
NO_3^-	41	66	60	40	47	56	20	47	25	171	18	13	8	13	17	4	17	16	14
PO_4^{3-}	2.6	3.3	5.1	3.5	1.8	2.2	5.1	4.8	2.7	2.9	2.7	3.1	2.0	3.6	4.5	2.4	2.1	2.4	2.6
SiO_2	45	32	42	39	42	43	36	43	50	48	52	49	54	50	73	140	46	55	50
Sr^{2+}	27	21	16	17	21	20	17	13	7	22	7	7	16	16	7	6	17	11	10
Li^+	201	356	371	338	368	394	298	282	156	470	143	265	471	248	234	226	321	202	221
B^-	510	887	759	779	810	962	713	575	225	1290	206	186	576	620	167	191	352	361	348
F^-	212	228	237	262	212	205	205	177	161	275	195	186	223	204	162	230	110	147	275
Fe^{3+}	289	212	137	84	97	138	471	184	107	293	244	73	78	61	108	14400	451	410	517
Mn^{2+}	16	11	4	8	9	6	14	10	5	12	7	56	36	75	1140	344	12	18	12
Al^{3+}	187	352	83	110	100	123	406	100	118	198	129	78	46	60	123	17970	326	45	81
Ni^{2+}	72	80	105	104	97	101	71	131	88	131	57	68	94	72	59	138	82	120	117
Cu^{2+}	80	67	102	66	72	80	56	110	64	139	44	49	62	63	45	108	47	52	99
Cr^{3+}	71	66	87	68	66	95	56	101	51	121	36	47	77	65	51	121	36	63	82
Pb^{2+}	547	438	621	583	590	601	467	706	481	686	438	463	561	493	410	721	191	418	587
Zn^{2+}	29	57	29	70	56	12	45	14	6	44	23	48	38	65	44	3	37	12	1
Ba^{2+}	8	16	10	6	10	5	3	5	13	3	15	34	4	16	23	132	12	6	7
Cd^{2+}	36	37	38	36	20	36	27	46	35	42	23	25	30	28	24	41	43	31	36

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ABRIL DE 1992

VARIABLE	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M41	M42	M43
T	27.5	21.5	24.1	22.0	22.5	28.7	27.7	28.4	29.4	28.4	27.5	29.5	29.8	29.6	29.4	28.9	30.1	30.1	30.2
pH	6.81	7.35	7.40	7.61	7.16	6.67	6.83	6.67	6.35	7.05	6.42	6.48	6.12	6.38	6.32	6.71	7.14	7.13	7.29
Eh	5	9	14	47	23	3	6	1	20	-17	16	13	15	18	21	31	32	25	30
C	3040	3346	1957	4230	4740	2270	1520	2990	2710	1680	3480	2600	3162	3970	3790	1993	1280	1182	1260
TSD	3097	2501	1475	3696	4141	2652	2187	3074	2883	1812	3967	3091	4360	4600	4733	2358	1481	1415	1730
Cl^-	710	782	180	1172	1172	462	426	735	442	380	450	396	402	426	518	267	300	216	338
SO_4^{2-}	505	484	468	683	907	373	213	579	358	175	947	735	1160	1134	1078	412	151	226	306
HCO_3^-	825	390	355	549	671	976	864	787	1235	670	1442	1048	1610	1745	1786	1021	546	518	488
Ca^{2+}	364	130	208	200	314	345	289	426	380	220	478	453	612	589	727	306	137	123	164
Mg^{2+}	206	219	48	305	371	157	116	194	178	91	265	190	254	353	274	128	82	69	94
Na^+	270	350	117	568	486	159	132	198	144	127	204	108	177	168	184	167	152	151	166
K^+	76	61	36	68	77	72	76	73	71	77	77	74	72	69	70	68	61	68	66
NO_3^-	22	38	11	72	51	22	6	15	8	11	3	21	6	4	5	21	15	6	6
PO_4^{3-}	0.4	0.5	0.1	2.7	1.0	0.8	1.3	7.5	1.7	0.8	3.3	0.5	0.2	3.6	0.2	1	0.7	0.7	5.3
SiO_2	52	37	44	40	45	53	52	47	54	53	78	52	38	54	67	52	28	30	44
Sr^{2+}	9	4	3	8	13	9	6	10	8	4	15	10	25	21	19	23	6	5	2
Li^+	268	171	202	233	231	217	213	169	213	217	291	189	227	218	216	116	57	62	68
B^-	407	479	493	671	740	175	151	131	165	125	264	177	232	248	290	128	215	261	108
F^-	288	180	206	226	262	368	360	386	318	230	275	307	212	204	307	77	137	116	178
Fe^{3+}	463	1631	621	530	198	142	2783	135	81	315	212	204	210	60	235	169	128	226	6
Mn^{2+}	63	16	15	1	3	1127	758	754	1538	414	2253	782	1489	558	1959	627	27	34	6
Al^{3+}	141	377	216	66	101	33	162	66	47	527	132	130	31	63	108	162	46	52	65
Ni^{2+}	120	101	112	131	135	120	115	75	70	115	140	63	16	113	78	53	38	46	22
Cu^{2+}	109	36	67	102	98	98	100	61	47	95	113	50	27	46	58	21	19	22	12
Cr^{3+}	89	17	64	105	112	83	83	59	55	75	106	42	301	55	56	10	12	16	10
Pb^{2+}	659	103	421	695	730	616	663	479	424	604	723	450	197	409	437	201	228	246	301
Zn^{2+}	109	6	12	7	60	11	16	29	10	82	61	74	72	286	80	42	22	43	35
Ba^{2+}	2	8	6	8	8	1	20	37	18	20	14	13	17	37	9	19	37	32	28
Cd^{2+}	42	26	32	41	42	36	38	27	29	38	40	25	33	29	26	32	15	14	16

** T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN ABRIL DE 1992

VARIABLE	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
T	26.9	27.6	27.8	26.6	26.7	28.6	29.9	28.8	22.5	27.7	26.9	28.9	27.8	28.9	24.1	25.3	22.5	28.5	29.0
pH	7.66	7.29	7.31	7.16	7.35	7.65	7.28	6.90	7.59	6.09	6.48	7.01	7.49	7.08	6.99	6.38	6.61	6.98	6.63
Eh	51	31	29	32	35	49	30	10	48	21	13	31	41	29	-14	12	11	16	12
C	2610	2210	2951	3911	3930	1490	1526	2510	2370	4289	4310	3863	2790	2878	4190	4812	4521	3410	3563
TSD	2412	2467	2634	3297	3156	1877	1914	2961	2490	4892	4547	3500	2738	2678	4858	5489	5023	3679	3732
Cl^-	715	569	675	729	896	335	381	432	485	466	462	766	639	571	710	669	581	201	176
SO_4^{2-}	521	522	657	963	798	369	399	695	578	1334	1460	1175	798	812	1742	2106	2276	2072	2150
HCO_3^-	380	343	446	527	487	610	526	925	610	1712	1296	492	425	443	950	1182	735	326	363
Ca^{2+}	269	216	178	230	219	150	196	435	250	492	397	297	211	221	603	675	638	612	575
Mg^{2+}	180	152	220	266	287	134	99	149	90	381	389	218	169	161	375	352	328	221	239
Na^+	204	228	318	401	326	156	177	172	325	265	271	391	356	335	315	350	286	118	99
K^+	68	68	68	72	76	60	67	68	67	57	81	91	80	80	82	96	101	48	40
NO_3^-	25	26	35	5	50	18	20	24	44	2	7	10	8	11	6	9	14	18	25
PO_4^{3-}	0.1	2.0	0.7	1.1	3.3	4.4	0.1	4.0	0.6	1.0	4.5	1.4	1.6	1.1	1.3	0.6	1.0	1.0	1.3
SiO_2	42	31	25	26	30	36	45	35	33	87	153	41	36	30	52	31	36	42	40
Sr^{2+}	5	7	8	11	8	3	3	18	3	26	18	12	7	8	17	14	21	16	20
Li^+	75	61	31	210	213	55	87	89	81	189	303	37	227	210	234	161	172	130	141
B^-	98	227	241	601	738	131	132	112	608	307	464	657	516	493	503	381	512	312	327
F^-	155	200	210	163	195	223	204	874	124	215	117	200	196	205	177	121	130	166	185
Fe^{3+}	119	183	220	856	253	66	85	1784	183	2612	998	561	3393	906	262	783	412	1014	658
Mn^{2+}	6	33	37	22	5	7	207	29	8	2036	3365	38	25	18	7	76	819	110	70
Al^{3+}	84	96	412	312	171	162	64	235	115	461	234	306	171	188	92	190	406	322	116
Ni^{2+}	55	53	16	26	59	53	53	51	57	84	151	68	93	67	138	68	96	63	51
Cu^{2+}	89	24	31	33	27	23	33	47	52	67	246	51	85	46	75	76	89	22	61
Cr^{3+}	40	12	30	41	58	23	28	49	34	142	123	92	68	81	111	106	97	40	36
Pb^{2+}	407	340	318	336	103	34	431	473	407	580	721	411	554	511	649	512	569	469	318
Zn^{2+}	255	74	93	109	85	438	27	17	24	20	98	21	19	20	8	36	27	57	60
Ba^{2+}	23	38	35	33	14	17	21	4	32	29	23	10	12	13	6	18	20	20	21
Cd^{2+}	32	40	27	46	14	9	24	24	23	39	47	28	35	12	38	36	18	25	18

* *T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en µS/cm (25 °C); TSD:total de sólidos disueltos en mg/l; cloruros, sulfatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, fosfatos, sílice y estroncio en mg/l; resto de iones en µg/l. El número de muestra coincide con el número de punto acuífero.*

Parámetros estadísticos de algunas de las variables estudiadas en los distintos puntos acuíferos de la red hidroquímica (MED:media aritmética; MAX:máximo; MIN:mínimo; DT:desviación típica;T:temperatura en °C; Eh en mV; C:conductividad en μmhos/cm y a 25 °C; TSD e iones en mg/l).

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-1															
MED	27.5	6.9	8	4892	4640	1120	1504	564	434	270	631	39	33	34	25
MÁX	30	7.0	10	5006	4792	1142	1522	580	451	289	644	48	41	45	32
MÍN	25.5	6.9	6	4655	4401	1068	1470	547	410	239	603	35	28	25	20
DT	1.9	0.0	1.4	115.8	140.3	27.8	18.4	12.8	13.3	18.7	13.8	4.6	4.7	7.4	4.7
M-2															
MED	19.7	7.0	14	5962	5816	1145	2315	494	612	273	789	62	63	26	21
MÁX	20.1	7.1	17	6100	5839	1151	2325	503	627	282	798	67	66	32	23
MÍN	19.4	7.0	11	5769	5796	1136	2300	488	603	266	780	59	61	21	18
DT	0.3	0.0	2.2	136.1	15.7	6.1	9.4	5.8	9.1	6.1	7.0	3.1	2.1	3.9	1.8
M-3															
MED	24.1	6.9	17	4939	4982	1226	1433	733	593	256	624	49	37	34	19
MÁX	24.9	7.0	20	5467	5394	1385	1487	865	655	305	673	61	60	42	24
MÍN	23.1	6.7	15	4090	4524	1140	1376	615	520	230	551	40	22	21	16
DT	0.7	0.1	1.9	349.2	333.1	78.1	41	86.7	49.0	25.4	47.2	7.3	12.2	7.7	3.1
M-4															
MED	21.8	7.0	23	5630	5327	1288	1768	507	569	275	767	62	43	27	13
MÁX	22.8	7.3	29	6020	5482	1302	1889	549	601	299	830	75	46	39	17
MÍN	21.0	6.8	20	5220	5131	1272	1667	466	540	259	646	52	40	19	8
DT	0.7	0.2	3.7	304.7	141.6	10.9	89.0	29.5	21.6	15.3	74.1	8.3	2.2	7.4	3.4
M-5															
MED	20.4	6.8	18	5858	5294	1309	1879	444	585	261	697	47	39	31	19
MÁX	21.1	7.1	20	6050	5644	1402	1967	503	673	287	806	70	48	42	22
MÍN	20.0	6.7	16	5697	4840	1198	1817	366	498	238	610	30	27	24	16
DT	0.4	0.1	1.6	99.7	307.5	78.2	45.8	51.5	57.8	15.4	71.1	13.8	7.9	7.0	2.4
M-6															
MED	21.1	7.0	26	6386	5752	1434	1976	488	675	299	726	59	53	30	22
MÁX	22.2	7.2	30	6810	5910	1460	2117	510	733	329	788	66	59	43	23
MÍN	20.2	6.8	23	6010	5457	1387	1895	448	632	283	633	53	41	21	20
DT	0.7	0.1	2.9	278.2	155.3	26.0	75.5	21.3	35.6	16.1	52.1	4.3	6.2	8.3	1.1
M-7															
MED	23.5	7.0	38.3	4467	4389	1108	1458	434	488	230	554	61	20	33	20
MÁX	24.1	7.4	42	4740	4716	1152	1483	583	564	272	592	78	25	36	25
MÍN	22.9	6.8	35	4157	4020	1060	1416	337	386	208	510	45	17	30	17
DT	0.4	0.2	2.9	158.9	249.9	36.5	22.0	78.0	57.3	22.6	29.3	11.6	2.4	2.2	3.0
M-8															
MED	24.0	7.0	33	5246	4392	1180	1338	408	527	261	510	65	46	36	17
MÁX	24.5	7.3	37	5928	4460	1190	1345	427	547	270	520	70	51	43	20
MÍN	23.6	6.8	28	4869	4327	1171	1332	398	508	255	503	60	40	28	13
DT	0.3	0.2	3.7	411.1	47.3	8.0	4.8	11.2	13.8	5.5	6.2	3.8	4.0	5.5	2.5
M-9															
MED	26.6	7.1	35	3812	3039	887	730	442	286	212	390	44	20	36	10
MÁX	28.1	7.4	39	4200	3310	923	765	515	353	223	424	71	25	50	12
MÍN	24.5	6.9	30	3490	2797	830	680	390	240	199	361	30	14	24	7
DT	1.5	0.2	3.2	230.9	184.4	34.2	34.3	38.2	39.4	8.5	18.7	12.6	3.4	9.4	1.8
M-10															
MED	19.4	6.8	16	6436	6644	1232	2624	616	714	304	879	71	135	34	24
MÁX	20.1	6.9	20	6510	6824	1385	2672	671	761	334	886	89	171	48	28
MÍN	19.0	6.6	11	6350	6572	1136	2569	561	686	280	872	60	118	23	22
DT	0.4	0.1	3.3	60.4	104.6	92.6	36.9	39.1	28.3	19.8	5.2	10.8	21.2	9.1	2.3
M-11															
MED	19.8	6.6		6550	5816	1092	2508	507	467	363	757	58	62		
MÁX	20.2	6.7		6600	5895	1109	2518	519	489	388	770	63	65		
MÍN	19.4	6.6		6511	5758	1078	2496	500	452	345	750	55	60		
DT	0.3	0.0		37.1	57.9	12.8	9.1	8.3	16.0	18.2	9.0	3.4	2.2		
M-12															
MED	27.8	7.0	36	2745	2832	528	494	968	274	150	279	67	15	41	10
MÁX	28.1	7.6	43	3090	3153	675	507	1020	309	181	292	72	18	52	13
MÍN	27.4	6.4	30	2480	2622	431	486	937	249	133	268	61	11	29	7
DT	0.3	0.4	4.6	219.5	196.1	89.8	7.8	32.4	21.8	19.0	8.6	4.0	2.9	8.6	2.2

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-13															
MED	31.4	6.8	39	2680	2826	482	499	912	271	203	219	52	8	36	10
MÁX	31.9	7.6	46	3020	3390	675	553	954	364	248	229	64	13	49	12
MÍN	30.6	6.3	36	2410	2425	405	462	882	222	180	209	42	5	25	7
DT	0.4	0.4	3.8	192.9	335.9	90.3	28.3	24.0	44.6	24.1	6.1	6.7	2.7	8.9	1.8
M-14															
MED	24.7	6.2	18	4792	5698	722	1670	1739	616	408	376	80	5	33	17
MÁX	24.8	6.4	20	5030	5860	758	1703	1824	715	453	406	83	8	54	20
MÍN	24.5	6.1	16	4310	5572	702	1631	1683	521	381	356	75	3	17	15
DT	0.1	0.1	1.8	284.5	112.5	21.5	28.0	54.6	73.6	27.9	19.1	3.1	2.0	13.9	1.9
M-15															
MED	24.9	6.4	6	4415	4064	844	1145	835	431	289	396	60	27	34	15
MÁX	28.8	6.7	10	5070	4589	994	1223	996	493	310	488	76	52	50	16
MÍN	23.1	6.2	2	4077	3610	710	1072	741	380	268	310	41	9	22	12
DT	1.8	0.2	3.0	392.2	381.3	112.5	55.1	91.1	46.3	14.6	68.4	12.1	18.0	11.1	1.5
M-16															
MED	29.4	6.5	12	2492	2685	606	655	554	329	185	203	67	17	57	8
MÁX	29.6	6.6	14	2670	2777	619	667	598	346	200	210	71	18	73	11
MÍN	29.1	6.4	8	2362	2619	591	643	528	320	172	195	61	15	44	6
DT	0.2	0.0	2.2	118.7	57.4	10.0	9.3	27.0	10.7	10.3	5.6	3.6	1.1	10.6	2.1
M-17															
MED	25.1	7.0		4283	2878	784	880	350	261	238	271	48	44		
MÁX	25.6	7.0		4350	2937	788	885	356	279	252	277	53	47		
MÍN	24.8	6.9		4210	2845	777	870	345	248	226	266	45	39		
DT	0.3	0.0		57.3	42.0	5.0	7.1	4.6	13.1	10.7	4.5	3.4	3.8		
M-18															
MED	22.9	7.9	-47	2082	2113	664	412	351	176	142	208	67	5	120	6
MÁX	23.1	8.1	-21	2130	2368	710	451	389	189	150	224	86	8	140	9
MÍN	22.6	7.7	-72	2010	1804	597	358	305	160	133	188	52	4	105	4
DT	0.2	0.1	18.2	39.9	225.0	41.9	37.7	28.8	11.4	5.5	14.9	11.2	1.4	13.8	4.9
M-19															
MED	26.7	6.6	11	4236	3807	541	1206	915	441	283	288	44	16	34	15
MÁX	26.8	6.6	13	4300	3908	557	1298	967	447	296	319	62	18	46	17
MÍN	26.5	6.5	9	4150	3752	527	1115	871	435	271	247	32	14	22	11
DT	0.1	0.0	1.6	55.9	59.9	11.3	64.8	34.2	4.3	9.3	26.2	11.2	1.5	8.6	2.3
M-20															
MED	26.2	6.8	18	3349	3592	590	952	976	410	234	311	64	15	37	10
MÁX	26.9	6.8	20	3460	3656	610	1010	1010	441	277	349	68	17	55	13
MÍN	25.9	6.6	15	3190	3536	568	915	924	393	216	278	59	12	26	8
DT	0.4	0.1	1.8	99.8	47.1	15.1	35.5	33.5	18.6	25.1	25.8	3.3	1.9	11.8	1.9
M-21															
MED	26.4	6.7	10	3208	3259	644	758	850	373	214	290	67	14	32	10
MÁX	26.8	6.9	12	3340	3374	675	875	885	398	239	318	71	16	50	11
MÍN	26.1	6.5	8	3100	3129	615	703	800	341	198	255	62	10	21	8
DT	0.2	0.1	1.4	101.2	95.8	21.5	68.6	33.3	21.5	15.8	23.0	3.4	2.2	11.3	1.1
M-22															
MED	27.6	6.6	8	2806	2835	630	550	796	305	195	253	49	17	38	10
MÁX	27.8	6.8	12	3040	3097	710	591	884	364	226	275	76	22	52	11
MÍN	27.3	6.5	5	2660	2504	530	505	702	258	151	225	40	9	25	9
DT	0.2	0.1	2.7	142.6	242.7	74.1	27.3	64.1	36.7	27.8	18.5	11.7	4.2	9.6	0.8
M-23															
MED	21.5	7.3	8	3169	2344	724	475	373	127	202	330	49	39	29	4
MÁX	21.7	7.4	10	3346	2501	752	485	390	133	222	350	61	45	37	6
MÍN	21.4	7.3	6	2980	2108	646	457	349	115	178	292	30	36	20	3
DT	0.1	0.0	1.5	164.3	143.2	56.4	9.0	14.7	5.9	16.8	19.3	10.9	3.1	6.2	1.2
M-24															
MED	24.1	7.3	10	1786	1320	155	438	324	189	37	111	32	13	33	3
MÁX	24.3	7.4	14	1957	1475	180	468	355	208	48	117	36	29	44	4
MÍN	23.7	7.1	7	1566	1194	140	408	298	171	30	105	27	6	25	1
DT	0.2	0.1	2.9	132.4	101.0	13.7	23.5	20.2	12.0	5.9	4.1	2.8	6.8	7.0	1.2

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-25															
MED	22.0	7.2	33	4405	3332	1101	665	468	141	280	549	43	52	32	9
MÁX	22.1	7.6	47	4610	3696	1190	683	549	200	305	602	68	72	40	10
MÍN	21.8	7.0	24	4226	2904	942	645	397	70	260	482	28	30	23	8
DT	0.1	0.2	8.5	179.3	288.1	95.7	12.5	48.8	45.3	14.4	41.5	11.4	17.6	6.5	0.8
M-26															
MED	22.5	7.1	18	4724	4020	1109	971	639	288	327	494	72	55	42	13
MÁX	22.6	7.2	23	4740	4141	1172	1042	671	314	371	501	77	58	45	14
MÍN	22.3	7.0	12	4710	3943	1065	907	600	263	294	486	68	51	40	12
DT	0.1	0.1	4.0	11.1	80.1	38.9	61.2	25.7	18.2	27.9	5.7	3.4	2.6	1.8	0.8
M-27															
MED	28.5	6.5	8	2259	2422	415	399	908	290	149	150	62	17	37	8
MÁX	28.8	6.8	11	2300	2681	465	473	1008	345	198	170	72	22	53	10
MÍN	28.1	6.3	3	2200	2085	330	372	782	266	103	125	52	10	23	6
DT	0.3	0.2	3.1	37.2	251.2	55.7	32.9	92.1	24.8	31.7	15.2	6.3	4.2	11.2	1.6
M-28															
MED	27.6	6.6	8	1640	2189	382	238	901	294	119	132	71	5	41	7
MÁX	27.8	6.8	9	1700	2219	426	256	949	298	121	134	76	7	52	9
MÍN	27.4	6.4	6	1520	2170	355	213	864	289	116	130	67	3	29	5
DT	0.2	0.2	1.1	71.4	18.6	26.6	15.6	30.9	3.4	2.1	1.5	3.2	1.6	8.2	1.5
M-29															
MED	28.5	6.5	3	2681	2831	718	430	837	405	168	174	61	10	31	11
MÁX	28.7	6.5	4	2990	3074	781	579	1000	435	194	221	73	15	47	12
MÍN	28.4	6.4	1	2400	2539	643	360	787	377	140	131	49	6	22	9
DT	0.1	0.1	1.3	217.7	208.0	48.2	71.1	70.8	20.2	20.3	32.6	9.1	3.0	10.0	1.1
M-30															
MED	29.3	6.2	15	1982	2505	417	258	1154	326	161	130	62	8	36	12
MÁX	29.6	6.4	20	2710	2883	450	358	1350	380	184	162	71	10	54	20
MÍN	29.0	6.1	12	1087	2130	380	225	1062	275	144	100	54	6	23	8
DT	0.2	0.1	2.9	443.7	261.7	25.2	41.9	95.4	33.4	14.6	23.2	6.7	1.5	12.7	4.9
M-31															
MED	31.9	6.3		4363	4627	368	1011	2074	579	359	177	49	8		
MÁX	32.1	6.3		4408	4698	387	1021	2124	598	370	182	55	9		
MÍN	31.8	6.2		4320	4565	336	995	2043	566	351	168	43	6		
DT	0.1	0.0		36.0	54.7	22.6	11.4	35.9	13.9	7.9	6.2	4.9	1.2		
M-32															
MED	28.4	6.8	-11	1550	1690	368	149	641	195	87	133	62	11	39	3
MÁX	28.5	7.1	-5	1680	1812	380	175	670	220	91	139	77	12	53	5
MÍN	28.2	6.6	-17	1440	1567	355	120	610	172	84	127	50	9	24	1
DT	0.1	0.2	4.3	87.9	92.2	10.3	21.3	22.2	17.9	2.7	4.6	9.8	1.2	10.4	1.6
M-33															
MED	27.0	6.3	12	3103	3822	414	955	1390	470	237	186	64	2	48	13
MÁX	28.5	6.4	16	3480	4563	450	1053	1550	488	265	204	77	4	78	15
MÍN	25.2	6.2	8	2860	3489	372	882	1305	446	203	160	52	1	31	11
DT	1.0	0.1	2.9	200.5	345.4	28.2	62.1	75.2	14.9	20.0	16.7	8.7	1.0	18.3	1.6
M-34															
MED	29.5	6.3	9	2548	3040	388	751	1015	461	182	105	71	21	39	10
MÁX	29.6	6.5	13	2600	3091	396	762	1048	468	190	108	74	22	52	10
MÍN	29.3	6.2	5	2498	3001	381	735	991	453	173	101	68	19	23	8
DT	0.1	0.1	2.9	42.2	33.6	5.9	10.3	20.6	5.4	7.0	2.5	2.2	1.2	11.0	0.9
M-35															
MED	29.6	6.1	11	3165	4431	374	1212	1631	590	277	186	69	3	31	16
MÁX	29.8	6.1	15	3500	4624	402	1310	1700	612	336	191	72	6	38	25
MÍN	29.1	6.1	7	2990	4307	355	1160	1604	570	254	177	66	1	26	10
DT	0.3	0.0	3.2	205.0	120.1	17.2	58.2	39.8	15.8	34.0	5.3	2.3	2.1	4.5	5.8
M-36															
MED	29.6	6.2	12	3951	4575	400	1197	1754	588	350	158	60	3	33	18
MÁX	29.8	6.4	18	4012	4728	426	1318	1760	590	354	168	69	5	54	21
MÍN	29.4	6	6	3900	4474	383	1134	1745	585	343	148	52	1	20	14
DT	0.1	0.1	4.5	43.7	100.0	16.3	71..5	5.5	2.1	4.4	8.8	7.2	1.6	12.8	2.9

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-37															
MED	29.3	6.1	14	3885	4670	462	1138	1791	681	277	189	68	3	40	13
MÁX	29.4	6.3	21	4100	4733	518	1185	1795	727	282	195	70	5	67	19
MÍN	29.3	6.0	9	3790	4597	426	1078	1786	645	274	184	65	1	28	8
DT	0.0	0.1	4.4	125.0	51.1	35.2	47.4	3.3	29.6	3.1	4.3	1.8	1.7	15.8	4.3
M-38															
MED	30.2	6.0		2657	3686	331	935	1493	565	211	88	53	8		
MÁX	30.2	6.0		2660	3781	349	956	1504	590	222	92	57	10		
MÍN	30.2	6.0		2651	3629	316	906	1486	545	194	85	50	7		
DT	0.0	0.0		4.2	67.8	13.6	21.1	7.7	18.6	12	2.9	2.9	1.2		
M-39															
MED	29.1	6.6	22	1820	2257	221	380	1014	265	127	148	62	13	37	17
MÁX	30.2	6.7	31	1993	2358	267	412	1021	306	143	167	68	21	52	23
MÍN	28.6	6.3	14	1590	2173	190	355	1000	232	117	133	58	8	29	12
DT	0.6	0.2	6.4	146.8	72.7	29.7	20.7	8.1	29.8	10.1	12.5	3.9	5.0	9.2	3.9
M-40															
MED	30.7	6.0		2723	2687	132	512	1411	205	267	108	42	10		
MÁX	30.7	6.0		2790	2815	140	535	1438	235	284	123	46	13		
MÍN	30.7	6.0		2690	2616	120	498	1389	184	258	98	40	8		
DT	0.0	0.0		47.1	90.5	8.5	16.6	20.4	21.9	11.8	11.0	2.6	2.1		
M-41															
MED	30.0	7.1	29	1263	1426	288	144	533	131	76	144	58	17	27	6
MÁX	30.2	7.1	32	1290	1481	300	151	546	137	82	152	61	19	30	6
MÍN	29.8	7.1	25	1220	1371	279	135	525	126	70	135	55	15	23	4
DT	0.1	0.0	2.6	26.8	40.1	7.7	6.5	7.8	3.9	4.6	7.0	2.2	1.5	2.6	0.9
M-42															
MED	30.2	7.1	23	1160	1397	206	236	515	127	66	145	63	7	26	4
MÁX	30.5	7.1	25	1200	1528	220	300	540	157	77	151	68	9	30	5
MÍN	30.0	7.1	21	1120	1305	191	205	495	113	58	135	60	5	23	3
DT	0.2	0.0	1.6	32.6	85.3	12.1	38.0	16.7	17.9	7.4	6.1	3.1	1.5	2.7	0.8
M-43															
MED	30.3	7.3	28	1250	1627	330	296	470	154	91	154	64	5	42	3
MÁX	30.4	7.3	30	1265	1730	338	306	488	164	94	166	66	7	45	5
MÍN	30.2	7.3	26	1239	1565	326	289	457	145	88	147	61	3	38	2
DT	0.1	0.0	1.5	11.6	64.2	4.7	6.6	12.4	7.2	2.4	7.6	2.1	1.5	2.9	1.2
M-44															
MED	26.9	7.4	43	2578	2358	703	524	374	259	175	194	63	24	36	5
MÁX	27.1	7.7	51	2610	2412	715	530	380	269	180	204	68	26	42	6
MÍN	26.8	7.3	37	2541	2309	693	521	367	247	171	187	56	22	29	3
DT	0.1	0.1	5.0	28.7	38.4	7.9	3.6	5.2	8.9	3.2	6.1	4.8	1.6	4.6	1.1
M-45															
MED	27.2	7.2	36	2195	2039	521	510	314	193	142	207	59	33	27	6
MÁX	27.6	7.3	40	2300	2467	569	530	343	216	152	231	69	50	31	8
MÍN	26.4	7.0	31	2138	1792	458	495	285	162	130	170	48	24	21	4
DT	0.4	0.1	3.3	49.9	208.4	47.3	12.1	22.0	18.5	7.0	22.8	7.3	9.4	3.6	1.6
M-46															
MED	27.8	7.3	29	2940	2595	670	644	436	174	214	327	64	34	21	8
MÁX	27.9	7.3	31	2960	2634	675	657	446	178	220	336	68	35	25	9
MÍN	27.6	7.3	26	2920	2555	667	633	425	170	202	318	60	32	18	6
DT	0.1	0.0	1.9	16.0	30.6	3.1	8.7	7.8	3.0	7.2	6.6	3.3	1.1	2.7	1.2
M-47															
MED	27.1	7.2	35	3435	3023	681	912	477	195	228	389	65	54	21	10
MÁX	27.8	7.2	39	3911	3297	738	963	527	230	266	411	74	68	26	11
MÍN	26.5	7.1	30	2860	2616	592	824	410	160	178	351	50	36	16	8
DT	0.6	0.0	3.8	468.8	276.9	60.3	55.2	42.6	24.0	36.0	22.1	9.2	13.3	3.6	1.1
M-48															
MED	27.1	7.2	22	3224	2805	797	726	439	188	254	294	64	19	28	9
MÁX	28.0	7.4	35	3930	3156	896	812	487	219	287	328	76	21	33	10
MÍN	26.4	7.1	12	2300	2344	660	597	372	157	205	250	55	17	23	7
DT	0.6	0.1	8.3	750.2	333.9	93.0	91.8	46.1	19.6	27.4	31.5	7.5	1.3	4.2	1.3

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-49															
MED	28.1	7.5	38	1500	1528	301	334	437	122	101	140	48	16	27	5
MÁX	28.9	7.7	49	1741	1877	340	372	610	150	134	156	60	19	36	6
MÍN	27.2	7.4	30	1290	1210	201	276	363	96	85	125	36	13	18	3
DT	0.5	0.1	6.9	137.4	226.4	49.4	42.9	77.7	19.4	16.8	10.8	8.6	2.1	6.6	1.3
M-50															
MED	30.0	7.1	24	1529	1925	361	422	540	208	97	175	62	19	34	5
MÁX	30.2	7.3	30	1551	1954	381	443	560	225	105	178	67	22	45	6
MÍN	29.8	7.0	19	1517	1886	345	399	526	196	90	170	60	17	24	3
DT	0.1	0.1	4.1	13.4	27.2	14.2	19.0	13.0	11.0	5.5	3.1	2.8	1.9	7.8	1.2
M-51															
MED	28.5	6.7	9	2466	2590	396	610	825	384	138	134	55	16	32	17
MÁX	28.9	6.9	12	2521	2961	432	695	925	435	149	172	68	25	35	19
MÍN	28.0	6.5	7	2400	2235	360	547	714	331	129	88	41	10	27	15
DT	0.4	0.1	1.9	43.2	251.2	26.3	43.3	76.5	37.4	5.7	33.6	8.2	6.3	3.2	1.8
M-52															
MED	22.0	7.3	37	2426	2329	473	587	492	215	94	337	68	50	26	3
MÁX	22.5	7.6	48	2520	2504	501	630	610	250	104	361	98	59	33	5
MÍN	21.5	7.2	30	2270	2091	434	552	413	190	89	318	51	40	19	1
DT	0.3	0.2	6.7	102.0	159.5	24.2	27.9	61.6	21.0	5.0	16.4	13.8	6.5	5.1	1.5
M-53															
MED	27.3	6.2	19	4265	5135	474	1321	1703	474	377	276	47	2	61	22
MÁX	27.7	6.2	21	4289	6154	483	1334	1712	492	381	291	57	3	87	26
MÍN	26.9	6.1	17	4255	4746	466	1310	1693	455	373	265	40	1	48	19
DT	0.3	0.0	1.5	14.15	591.5	6.3	9.4	6.8	13.2	3.1	9.8	6.8	0.8	15.9	2.7
M-54															
MED	26.8	6.5	10	4260	4214	473	1378	1220	360	363	282	76	7	70	19
MÁX	27.5	6.6	13	4361	4547	487	1460	1304	397	389	334	90	8	153	22
MÍN	25.7	6.4	7	4150	3810	462	1266	1104	325	344	239	59	5	27	14
DT	0.7	0.1	2.2	73.1	280.7	8.6	82.3	75.3	23.4	14.7	32.9	12.2	1.0	49.5	3.0
M-55															
MED	28.7	6.9	26	3947	3426	729	1135	500	295	217	382	84	10	28	11
MÁX	29.0	7.0	31	4100	3670	781	1180	510	339	224	423	93	12	41	13
MÍN	28.2	6.8	22	3771	3206	648	1062	488	267	211	258	70	5	18	9
DT	0.2	0.1	3.4	128.3	156.1	53.3	44.4	8.3	21.5	4.1	51.6	8.2	2.3	8.8	1.6
M-56															
MED	28.4	7.6	34	2617	2469	588	694	424	174	142	346	70	8	28	7
MÁX	29.1	8.0	41	2790	2738	664	798	489	211	169	382	80	10	36	8
MÍN	27.8	7.1	30	2550	2113	496	626	360	138	124	310	51	5	16	6
DT	0.4	0.3	4.2	85.2	254.6	73.0	54.5	50.0	26.9	14.4	25.0	10.8	1.8	7.4	0.8
M-57															
MED	28.8	7.0	14	2784	2511	521	792	415	194	144	346	71	11	22	7
MÁX	30.0	7.2	29	2878	2678	571	826	451	221	161	355	80	12	30	8
MÍN	28.4	6.7	2	2719	2282	463	748	370	161	122	335	60	9	14	4
DT	0.5	0.2	9.7	53.9	172.7	43.4	32.2	35.6	22.5	15.0	6.1	8.0	1.0	5.9	1.5
M-58															
MED	23.9	6.7	-7	4234	4569	562	1773	881	525	324	317	75	8	38	16
MÁX	24.3	7.0	-2	4261	4858	710	1918	950	603	375	349	85	10	52	18
MÍN	23.2	6.3	-14	4190	4105	487	1642	801	468	287	293	62	5	24	14
DT	0.4	0.2	4.4	23.7	264.5	68.7	97.3	51.1	40.8	29.4	18.5	8.2	1.7	11.6	1.5
M-59															
MED	25.0	6.3	10	4756	5262	612	2104	1098	652	336	339	86	8	24	18
MÁX	25.6	6.8	12	4812	5591	689	2465	1182	680	352	381	96	11	31	21
MÍN	24.2	6.2	8	4670	4922	515	2054	984	610	318	295	74	5	18	14
DT	0.5	0.2	1.7	56.5	260.9	75.6	34.7	86.7	26.2	13.9	31.8	7.4	2.4	4.7	3.0
M-60															
MED	22.5	6.6	9	4468	4828	556	2240	681	620	307	283	96	15	28	19
MÁX	22.8	6.6	11	4521	5042	610	2276	735	638	328	310	106	20	36	21
MÍN	22.3	6.5	7	4380	4521	487	2485	599	598	278	260	85	12	21	16
DT	0.2	0.0	1.6	45.6	218.9	47.4	34.8	54.9	14.1	18.7	19.1	8.2	2.5	5.8	1.9

	T	pH	Eh	C	TSD	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SiO_2	Sr^{2+}
M-61															
MED	28.5	7.0	9	3334	3505	180	2031	311	589	200	111	40	12	40	14
MÁX	28.8	7.4	16	3410	3679	212	2072	326	612	221	130	48	14	42	16
MÍN	28.3	6.8	2	3250	3295	137	1971	297	566	176	92	32	8	37	13
DT	0.2	0.2	5.1	54.5	155.8	30.4	40.0	9.9	15.8	16.4	14.2	6.0	2.6	1.8	1.1
M-62															
MED	29.0	6.8	9	3477	3575	146	2105	345	560	217	100	37	28	37	22
MÁX	29.3	7.1	12	3563	3732	176	2150	363	575	239	110	41	37	41	23
MÍN	28.8	6.6	6	3406	3362	99	2049	326	536	192	95	32	21	32	20
DT	0.2	0.1	2.3	52.3	136.4	30.6	35.3	13.2	13.8	17.5	5.3	2.9	5.7	3.8	1.1

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de las variables consideradas.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
19 - 20	2.9	5.6	0.0	0.0	3.5	3.5	3.5
20 - 21	2.9	0.0	8.1	5.3	3.5	3.5	0.0
21 - 22	5.9	5.6	5.4	3.5	7.0	5.3	5.3
22 - 23	8.8	11.1	8.1	8.8	7.0	5.3	10.5
23 - 24	8.8	5.6	5.4	7.0	5.3	8.8	1.8
24 - 25	11.8	11.1	8.1	7.0	5.3	3.5	10.5
25 - 26	0.0	2.8	8.1	3.5	7.0	7.0	5.3
26 - 27	5.9	5.6	0.0	10.5	10.5	8.8	10.5
27 - 28	11.8	16.7	18.9	12.3	10.5	15.8	15.8
28 - 29	26.5	22.2	18.9	15.8	19.3	19.3	17.5
29 - 30	5.9	2.8	8.1	15.8	15.8	14.0	12.3
30 - 31	5.9	8.3	5.4	8.8	3.5	1.8	5.3
31 - 32	2.9	2.8	2.7	1.8	1.8	1.8	1.8
32 - 33	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de temperatura.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
5.5 - 6.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0 - 6.5	32.4	30.6	24.3	22.8	22.8	21.1	17.5
6.5 - 7.0	32.4	33.3	40.5	36.8	43.9	38.6	29.8
7.0 - 7.5	26.5	30.6	29.7	35.1	31.6	38.6	40.4
7.5 - 8.0	5.9	5.6	5.4	5.3	1.8	1.8	10.5
8.0 - 8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de pH.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
-75 - -50	0.0	0.0	1.8	1.8
-50 - -25	1.8	0.0	0.0	0.0
-25 - 0	3.5	5.3	3.5	3.5
0 - 25	66.7	70.2	68.4	57.9
25 - 50	28.1	24.6	26.3	35.1
50 - 75	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de Eh.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
1000 - 1500	2.9	2.8	0.0	5.3	8.8	7.0	7.0
1500 - 2000	2.9	5.6	5.4	10.5	8.8	8.8	8.8
2000 - 2500	20.6	16.7	18.9	8.8	15.8	12.3	7.0
2500 - 3000	26.5	27.8	27.0	19.3	12.3	15.8	15.8
3000 - 3500	5.9	5.6	5.4	10.5	12.3	10.5	15.8
3500 - 4000	0.0	2.8	0.0	7.0	8.8	12.3	12.3
4000 - 4500	26.5	25.0	24.3	17.5	12.3	12.3	8.8
4500 - 5000	5.9	8.3	8.1	8.8	10.5	8.8	8.8
5000 - 5500	2.9	0.0	2.7	3.5	1.8	3.5	8.8
5500 - 6000	2.9	2.8	2.7	3.5	0.0	5.3	3.5
6000 - 6500	0.0	0.0	2.7	1.8	8.8	3.5	1.8
6500 - 7000	2.9	2.8	2.7	3.5	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de conductividad.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
1000 - 1500	5.9	5.6	5.4	3.5	5.3	5.3	5.3
1500 - 2000	5.9	5.6	5.4	8.8	7.0	7.0	7.0
2000 - 2500	23.5	25.0	18.9	10.5	14.0	12.3	10.5
2500 - 3000	17.6	19.4	18.9	19.3	15.8	17.5	14.0
3000 - 3500	14.7	8.3	13.5	10.5	10.5	12.3	17.5
3500 - 4000	8.8	11.1	10.8	10.5	14.0	12.3	10.5
4000 - 4500	2.9	8.3	5.4	7.0	8.8	8.8	5.3
4500 - 5000	17.6	13.9	10.8	14.0	7.0	10.5	14.0
5000 - 5500	0.0	0.0	8.1	5.3	7.0	5.3	8.8
5500 - 6000	2.9	2.8	2.7	8.8	7.0	7.0	5.3
6000 - 6500	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
6500 - 7000	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	1.8	1.8

Porcentajes de muestras del acuífero para los diferentes intervalos de TSD.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 250	11.8	13.9	10.8	8.8	8.8	8.8	7.0
250 - 500	35.3	38.9	32.4	29.8	33.3	31.6	29.8
500 - 750	32.4	25.0	32.4	31.6	28.1	29.8	35.1
750 - 1000	5.9	8.3	8.1	10.5	10.5	10.5	8.8
1000 - 1250	14.7	13.9	10.8	12.3	14.0	12.3	10.5
1250 - 1500	0.0	0.0	5.4	7.0	5.3	7.0	8.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración del ion cloruro.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 250	2.9	2.8	2.7	5.3	7.0	8.8	7.0
250 - 500	17.6	25.0	18.9	21.1	22.8	17.5	15.8
500 - 750	29.4	22.2	24.3	17.5	15.8	21.1	22.8
750 - 1000	11.8	13.9	13.5	10.5	10.5	12.3	14.0
1000 - 1250	8.8	5.6	8.1	12.3	12.3	10.5	10.5
1250 - 1500	8.8	11.1	10.8	12.3	10.5	8.8	8.8
1500 - 1750	2.9	2.8	2.7	3.5	3.5	5.3	7.0
1750 - 2000	5.9	5.6	5.4	7.0	5.3	5.3	3.5
2000 - 2250	8.8	8.3	10.8	5.3	7.0	5.3	5.3
2250 - 2500	0.0	2.8	0.0	3.5	3.5	3.5	3.5
2500 - 2750	2.9	0.0	2.7	1.8	1.8	1.8	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion sulfato.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
250 - 500	50.0	50.0	51.4	35.1	38.6	35.1	28.1
500 - 750	20.6	19.4	10.8	22.8	19.3	22.8	31.6
750 - 1000	11.8	13.9	18.9	24.6	21.1	22.8	19.3
1000 - 1250	5.9	5.6	8.1	3.5	8.8	7.0	8.8
1250 - 1500	8.8	8.3	5.4	3.5	3.5	3.5	3.5
1500 - 1750	0.0	0.0	2.7	7.0	5.3	5.3	5.3
1750 - 2000	0.0	0.0	0.0	3.5	3.5	3.5	3.5
2000 - 2250	2.9	2.8	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para diferentes intervalos de concentración de ion bicarbonato.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 25	70.6	66.7	64.9	71.9	75.4	73.7	73.7
25 - 50	26.5	30.6	29.7	14.0	12.3	14.0	14.0
50 - 75	2.9	2.8	5.4	12.3	10.5	10.5	10.5
75 - 100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100 - 125	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	1.8	0.0
125 - 150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150 - 175	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion nitrato.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	2.9	5.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0
100 - 200	32.4	27.8	27.0	17.5	22.8	22.8	15.8
200 - 300	11.8	16.7	18.9	22.8	24.6	21.1	19.3
300 - 400	20.6	13.9	10.8	14.0	10.5	14.0	19.3
400 - 500	8.8	13.9	16.2	15.8	12.3	12.3	15.8
500 - 600	20.6	16.7	16.2	12.3	15.8	15.8	7.0
600 - 700	2.9	5.6	8.1	15.8	14.0	12.3	17.5
700 - 800	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8	5.3

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración del ion calcio.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 50	2.9	2.8	2.7	1.8	1.8	1.8	1.8
50 - 100	5.9	5.6	5.4	8.8	12.3	8.8	10.5
100 - 150	20.6	22.2	16.2	14.0	14.0	15.8	8.8
150 - 200	20.6	16.7	18.9	15.8	15.8	12.3	17.5
200 - 250	23.5	27.8	24.3	17.5	17.5	21.1	17.5
250 - 300	11.8	13.9	21.6	24.6	26.3	22.8	21.1
300 - 350	11.8	5.6	2.7	10.5	7.0	12.3	10.5
350 - 400	2.9	5.6	8.1	7.0	5.3	3.5	10.5
400 - 450	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
400 - 450	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion magnesio.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	14.7	13.9	8.1	0.0	0.0	1.8	1.8
100 - 200	26.5	25.0	29.7	36.8	33.3	33.3	33.3
200 - 300	20.6	22.2	16.2	17.5	15.8	21.1	21.1
300 - 400	23.5	19.4	24.3	21.1	22.8	21.1	21.1
400 - 500	0.0	5.6	2.7	7.0	10.5	3.5	5.3
500 - 600	8.8	5.6	8.1	5.3	3.5	7.0	5.3
600 - 700	2.9	5.6	5.4	3.5	5.3	3.5	8.8
700 - 800	2.9	2.8	5.4	5.3	3.5	7.0	1.8
800 - 900	0.0	0.0	0.0	3.5	5.3	1.8	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración del ion sodio.

Intervalo	Set-1989	Ene-1990	Set-1990	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
20 - 40	29.4	30.6	18.9	3.5	10.5	7.0	3.5
40 - 60	55.9	55.6	54.1	28.1	40.4	28.1	8.8
60 - 80	11.8	8.3	18.9	61.4	38.6	57.9	73.7
80 - 100	2.9	5.6	8.1	5.3	8.8	7.0	12.3
100 - 120	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración del ion potasio.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 5	10.5	22.8	15.8	15.8
5 - 10	28.1	35.1	33.3	33.3
10 - 15	26.3	21.1	21.1	12.3
15 - 20	15.8	15.8	22.8	22.8
20 - 25	15.8	5.3	7.0	12.3
25 - 30	1.8	0.0	0.0	3.5
30 - 35	1.8	0.0	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion estroncio.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 25	21.1	66.7	17.5	1.8
25 - 50	75.4	31.6	75.4	66.7
50 - 75	1.8	0.0	5.3	24.6
75 - 100	0.0	0.0	0.0	3.5
100 - 125	1.8	1.8	0.0	0.0
125 - 150	0.0	0.0	1.8	1.8
150 - 175	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de sílice.

Intervalo	Septiembre-1989	Enero-1990	Septiembre-1990
0.00 - 0.05	67.6	36.1	21.6
0.05 - 0.10	20.6	55.6	62.2
0.10 - 0.15	11.8	5.6	13.5
0.15 - 0.20	0.0	5.8	2.7

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion nitrito.

Intervalo	Septiembre-1989	Enero-1990	Septiembre-1990
0.0 - 0.5	14.7	13.9	16.2
0.5 - 1.0	55.9	61.1	59.5
1.0 - 1.5	17.6	16.7	16.2
1.5 - 2.0	5.9	5.6	5.4
2.0 - 2.5	2.9	2.8	2.7
2.5 - 3.0	2.9	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion amonio.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 1	54.4	63.2	43.9	35.1
1 - 2	22.8	22.8	33.3	19.3
2 - 3	14.0	5.3	12.3	17.5
3 - 4	3.5	5.3	8.8	14.0
4 - 5	5.3	3.5	1.8	7.0
5 - 6	0.0	0.0	0.0	5.3
6 - 7	0.0	0.0	0.0	0.0
7 - 8	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion fosfato.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 50	10.5	17.5	12.3	3.5
50 - 100	12.3	12.3	14.0	15.8
100 - 150	21.1	28.1	21.1	7.0
150 - 200	21.1	22.8	28.1	12.3
200 - 250	21.1	5.3	8.8	36.8
250 - 300	3.5	5.3	3.5	8.8
300 - 350	5.3	5.3	7.0	5.3
350 - 400	1.8	0.0	1.8	7.0
400 - 450	3.5	3.5	0.0	0.0
450 - 500	0.0	0.0	3.5	3.5

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion litio.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 250	28.1	35.1	38.6	38.6
250 - 500	33.3	31.6	33.3	26.3
500 - 750	28.1	22.8	19.3	24.6
750 - 1000	8.8	8.8	7.0	8.8
1000 - 1250	0.0	1.8	1.8	0.0
1250 - 1500	1.8	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion boro.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	15.8	26.3	12.3	1.8
100 - 200	47.4	43.9	50.9	42.1
200 - 300	29.8	24.6	31.6	43.9
300 - 400	3.5	3.5	3.5	10.5
400 - 500	0.0	0.0	0.0	0.0
500 - 600	0.0	0.0	0.0	0.0
600 - 700	0.0	0.0	0.0	0.0
700 - 800	1.8	1.8	0.0	0.0
800 - 900	1.8	0.0	1.8	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion flúor.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 5000	94.7	93.0	98.2	98.2
5000 - 10000	3.5	3.5	0.0	0.0
10000 - 15000	1.8	0.0	1.8	1.8
15000 - 20000	0.0	0.0	0.0	0.0
20000 - 25000	0.0	1.8	0.0	0.0
25000 - 30000	0.0	1.8	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion hierro.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 500	87.7	77.2	78.9	75.4
500 - 1000	5.3	7.0	10.5	10.5
1000 - 1500	3.5	8.8	3.5	5.3
1500 - 2000	1.8	5.3	5.3	3.5
2000 - 2500	1.8	1.8	1.8	3.5
2500 - 3000	0.0	0.0	0.0	0.0
3000 - 3500	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion manganeso.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 2500	98.2	98.2	98.2	98.2
2500 - 5000	0.0	0.0	0.0	0.0
5000 - 7500	0.0	0.0	0.0	0.0
7500 - 10000	0.0	1.8	0.0	0.0
10000 - 12500	1.8	0.0	1.8	0.0
12500 - 15000	0.0	0.0	0.0	0.0
17500 - 20000	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion aluminio.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 50	56.1	56.1	49.1	10.5
50 - 100	33.3	36.8	40.4	54.4
100 - 150	10.5	7.0	10.5	33.3
150 - 200	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion níquel.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 50	56.1	75.4	63.2	38.6
50 - 100	40.4	24.6	36.8	47.4
100 - 150	1.8	0.0	0.0	12.3
150 - 200	0.0	0.0	0.0	0.0
200 - 250	0.0	0.0	0.0	1.8
250 - 300	1.8	0.0	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion cobre.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	94.7	98.2	96.5	80.7
100 - 200	1.8	0.0	1.8	17.5
200 - 300	1.8	1.8	1.8	0.0
300 - 400	0.0	0.0	0.0	1.8
400 - 500	0.0	0.0	0.0	0.0
500 - 600	1.8	0.0	0.0	0.0

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion cromo.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	5.3	3.5	3.5	1.8
100 - 200	8.8	12.3	8.8	7.0
200 - 300	14.0	26.3	8.8	5.3
300 - 400	29.8	26.3	38.6	8.8
400 - 500	19.3	21.1	21.1	35.1
500 - 600	17.5	10.5	14.0	17.5
600 - 700	5.3	0.0	5.3	15.8
700 - 800	0.0	0.0	0.0	8.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion plomo.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 100	93.0	93.0	93.0	91.2
100 - 200	1.8	3.5	1.8	3.5
200 - 300	3.5	3.5	5.3	3.5
300 - 400	1.8	0.0	0.0	0.0
400 - 500	0.0	0.0	0.0	1.8

Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion cinc.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 25	82.5	86.0	84.2	78.9
25 - 50	15.8	12.3	14.0	19.3
50 - 75	0.0	0.0	0.0	0.0
75 - 100	0.0	1.8	0.0	0.0
100 - 125	1.8	0.0	1.8	0.0
125 - 150	0.0	0.0	0.0	1.8

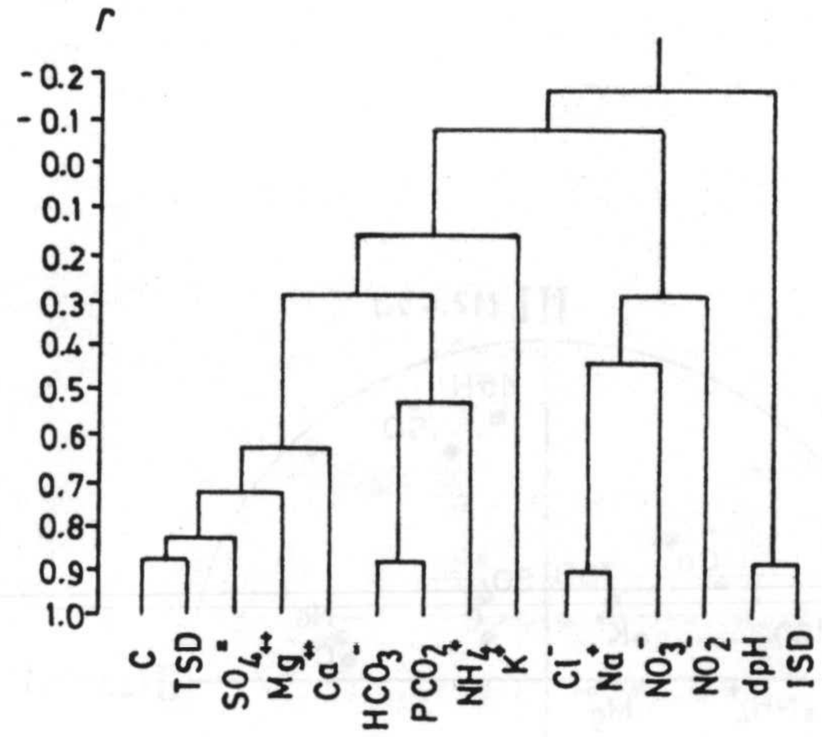
Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion bario.

Intervalo	Ago-1991	Nov-1991	Ene-1992	Abr-1992
0 - 10	3.5	3.5	3.5	1.8
10 - 20	24.6	47.4	24.6	14.0
20 - 30	35.1	31.6	45.6	31.6
30 - 40	29.8	14.0	22.8	36.8
40 - 50	7.0	1.8	3.5	15.8
50 - 60	0.0	1.8	0.0	0.0

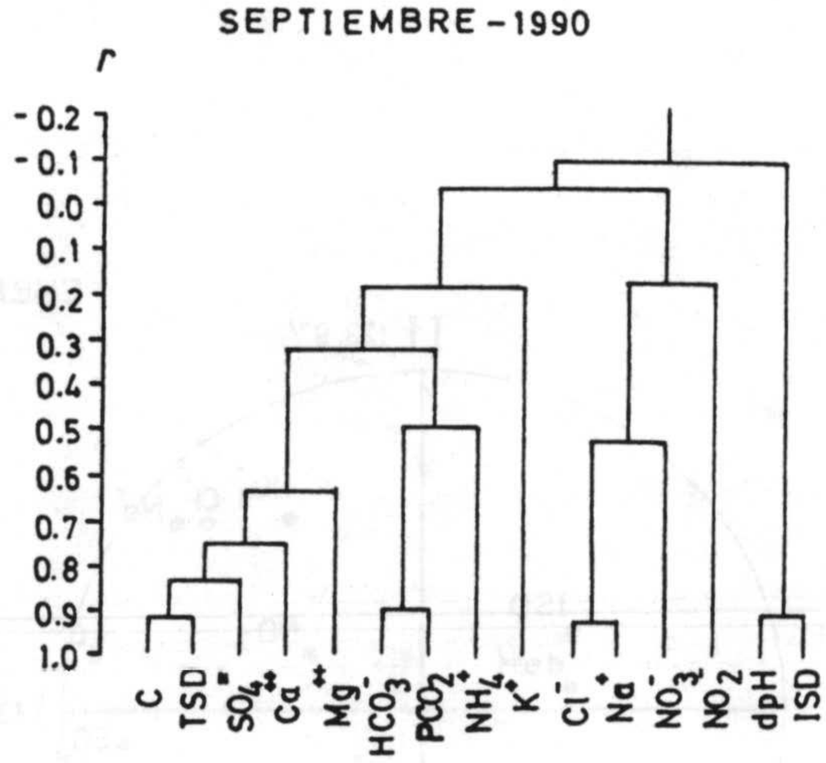
Porcentajes de muestras para los diferentes intervalos de concentración de ion cadmio.

Resultados de los análisis Cluster y de Componentes Principales (ACP) de las variables consideradas (muestreos: Enero, 1990; Septiembre, 1990; Agosto, 1991; Noviembre, 1991; Enero, 1992).

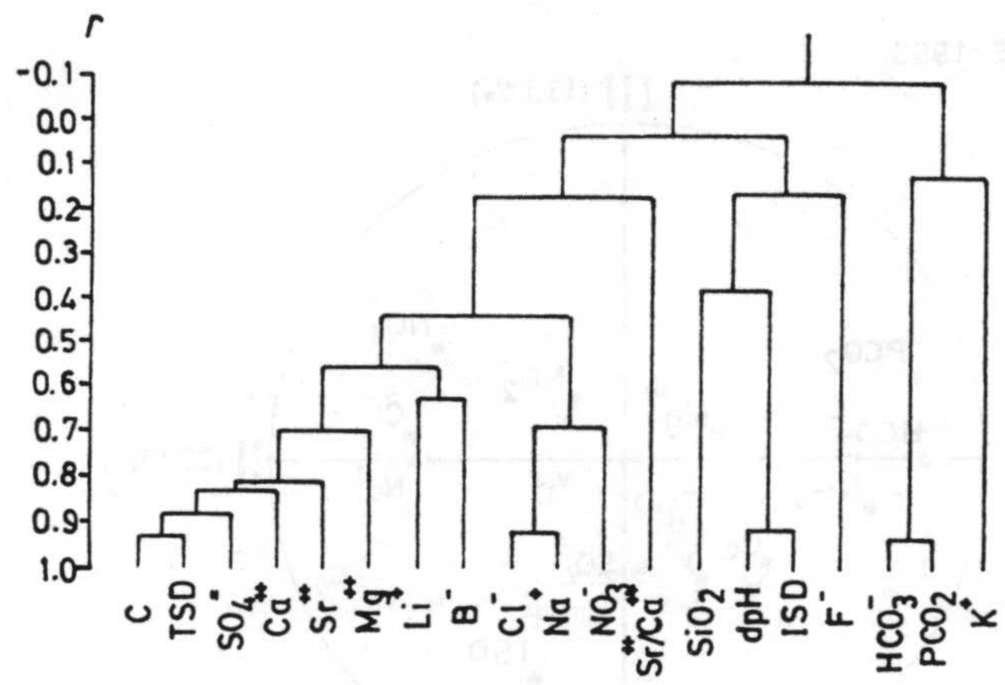
ENERO - 1990



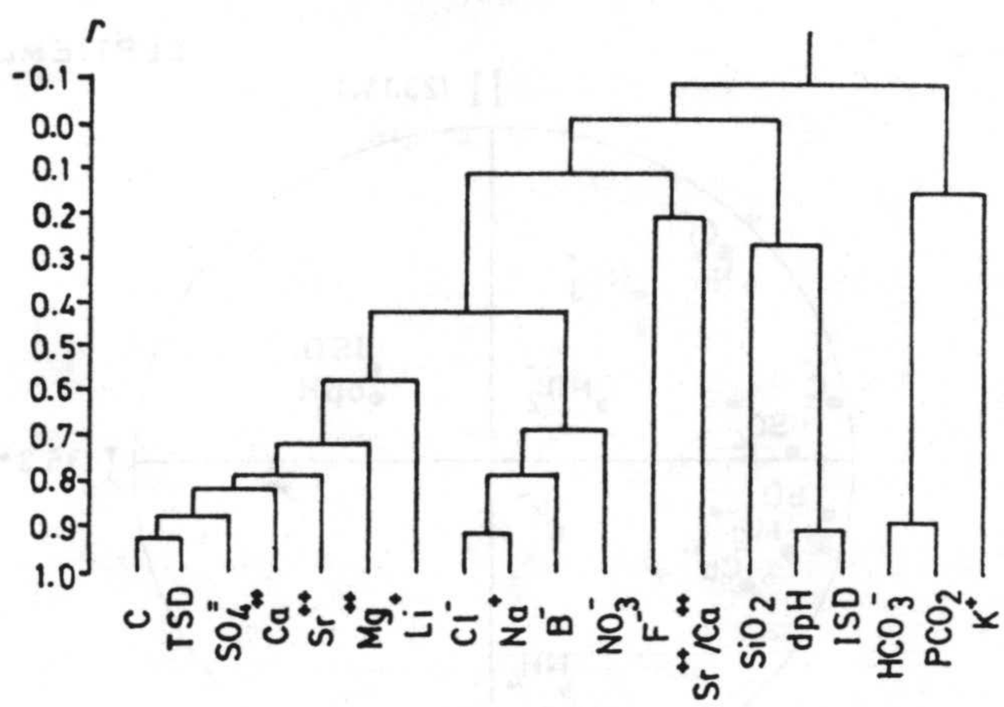
SEPTIEMBRE - 1990



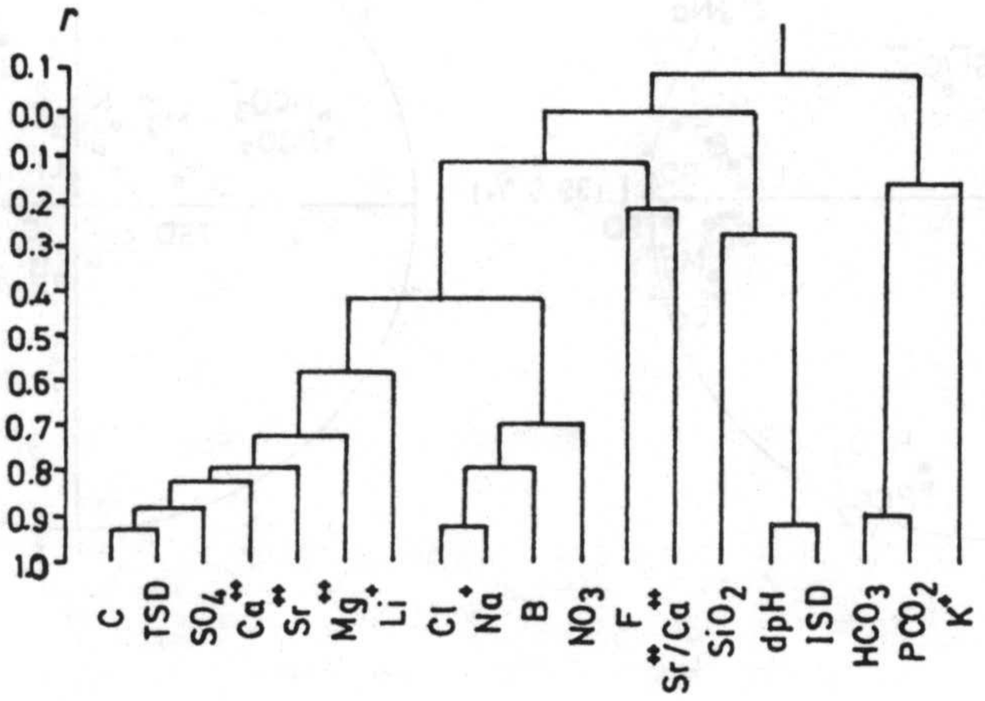
AGOSTO - 1991



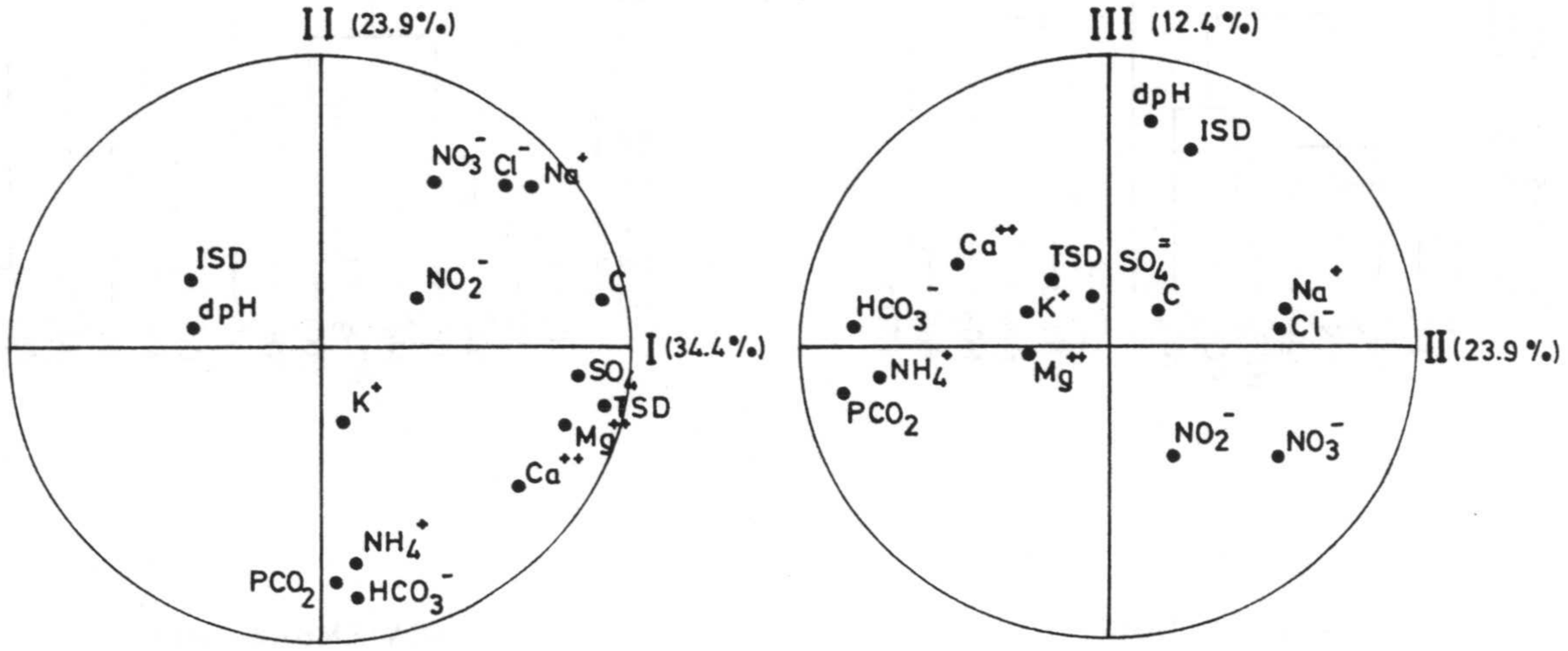
NOVIEMBRE - 1991



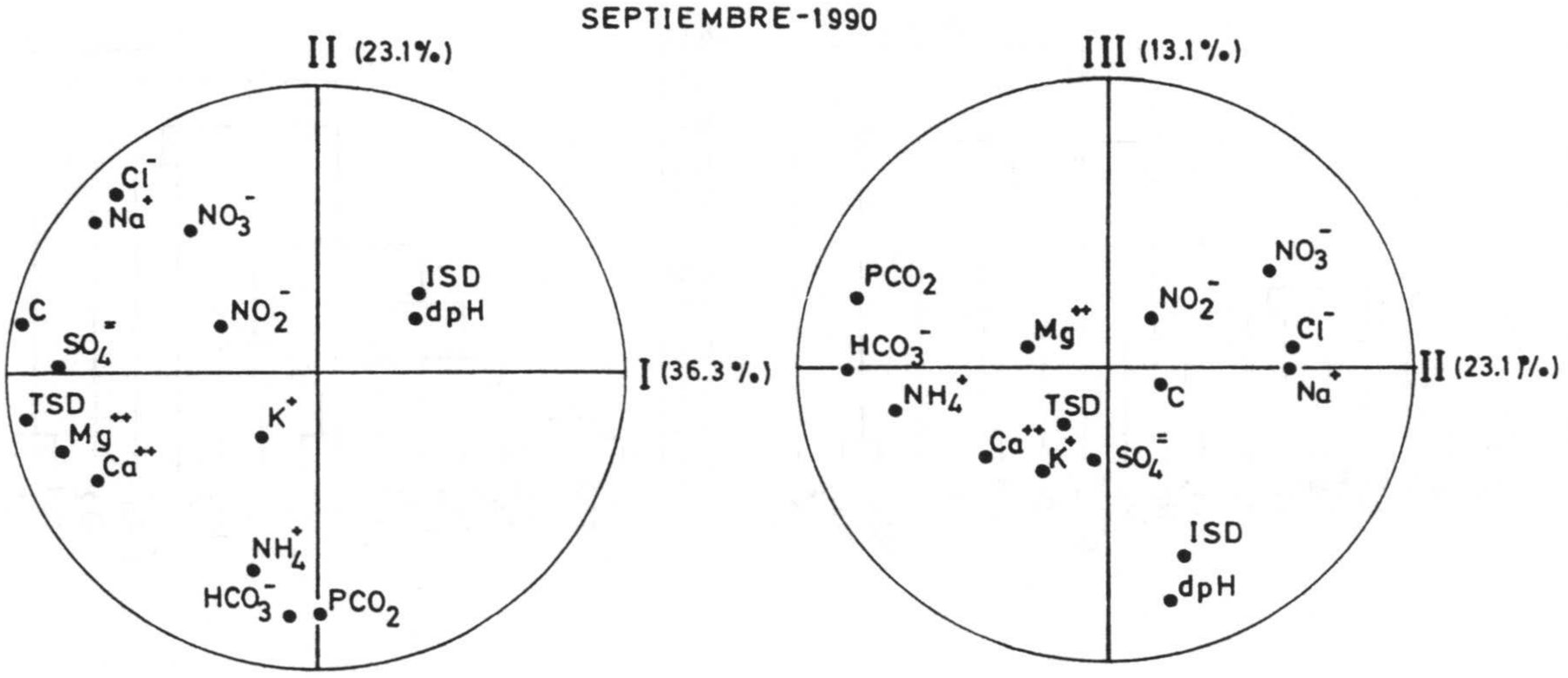
ENERO - 1992



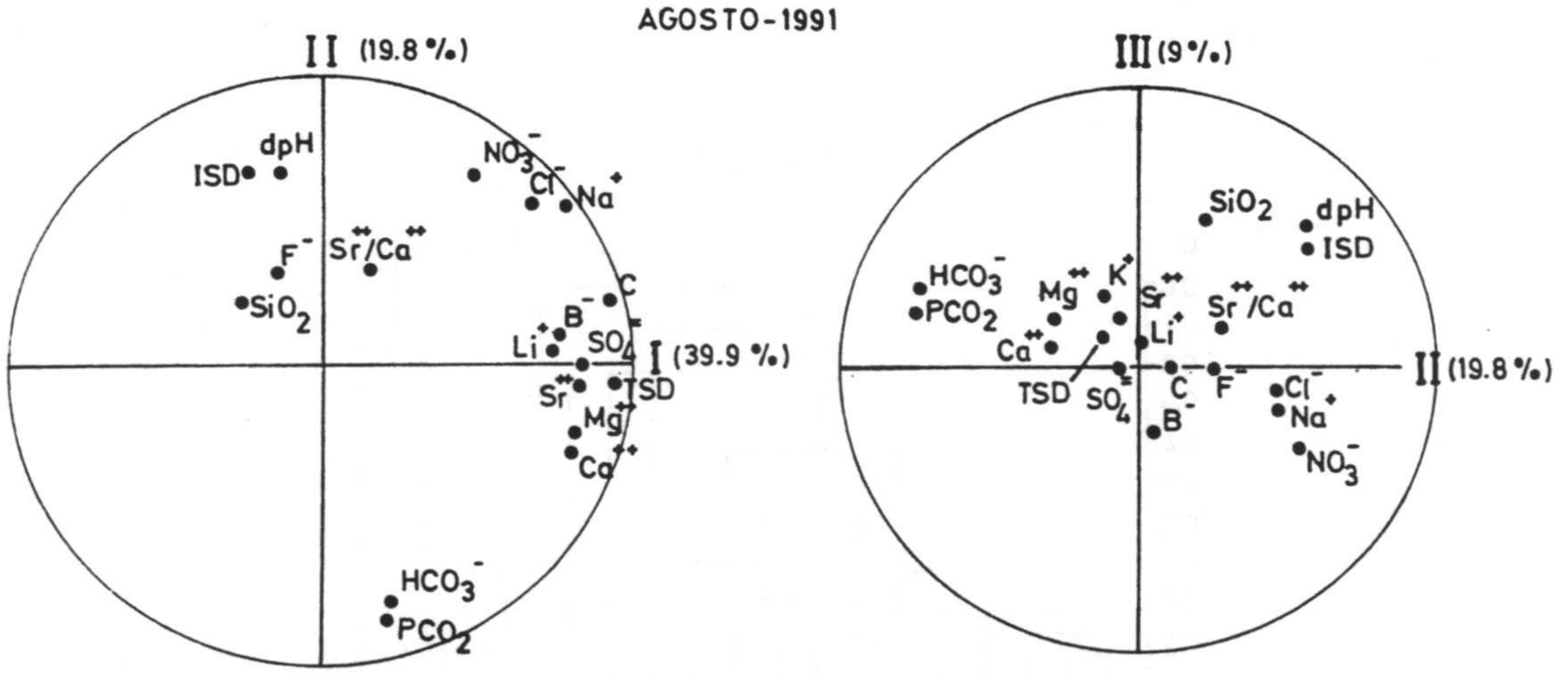
ENERO - 1990



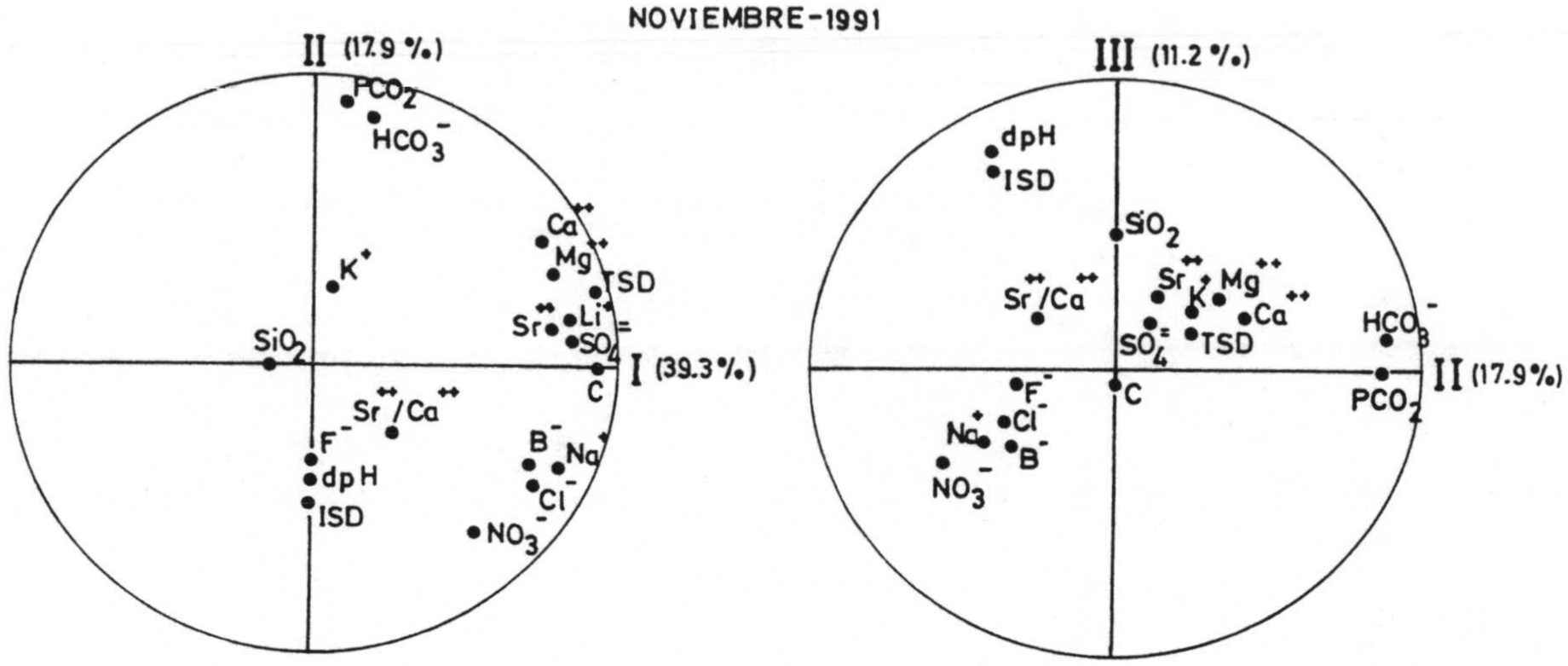
SEPTIEMBRE-1990



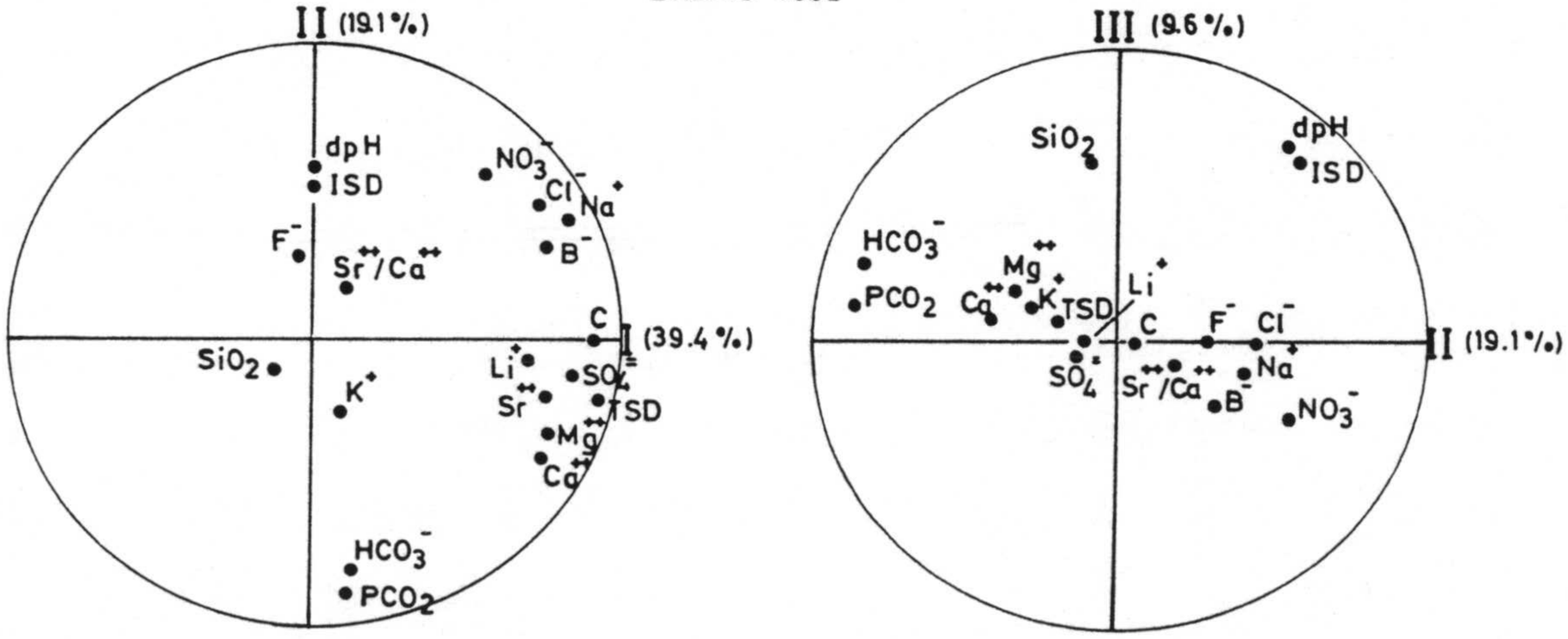
AGOSTO-1991



NOVIEMBRE-1991

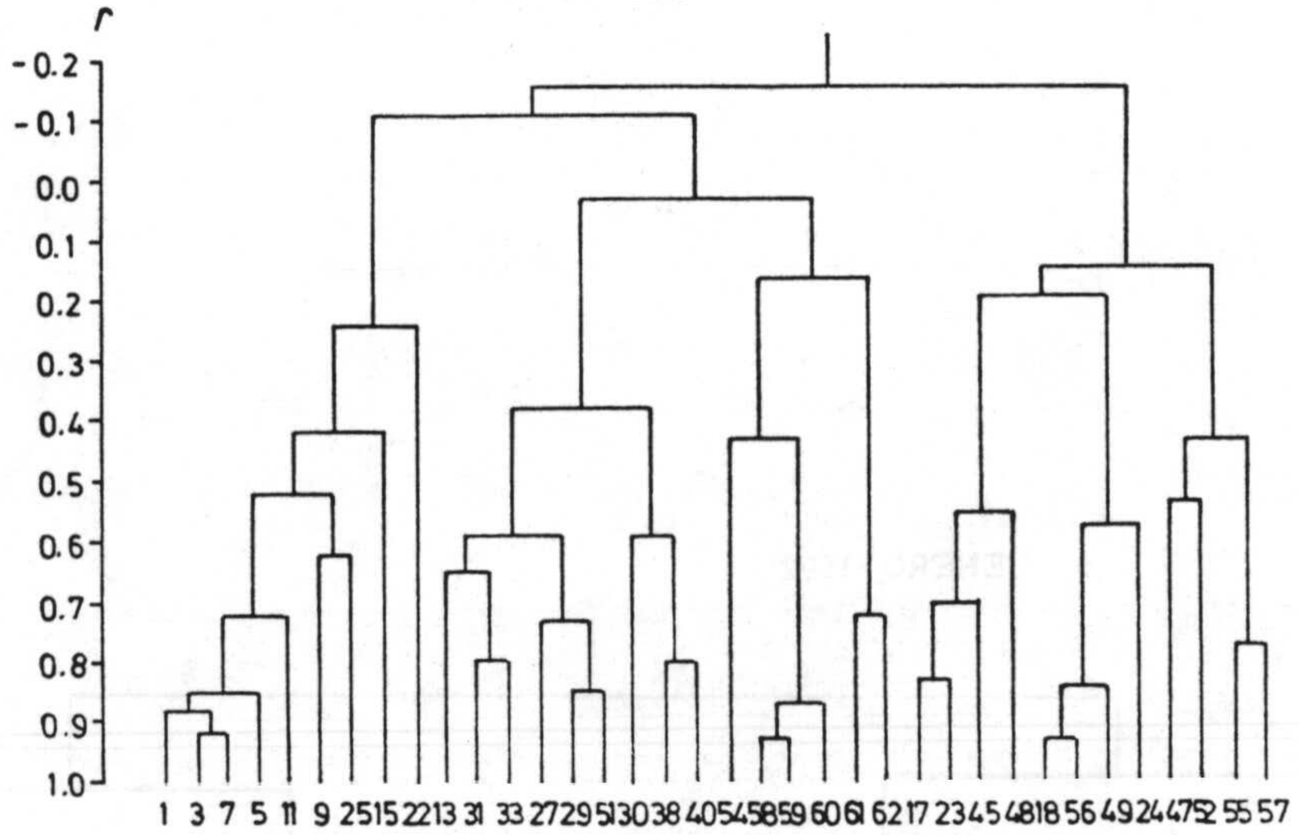


ENERO-1992

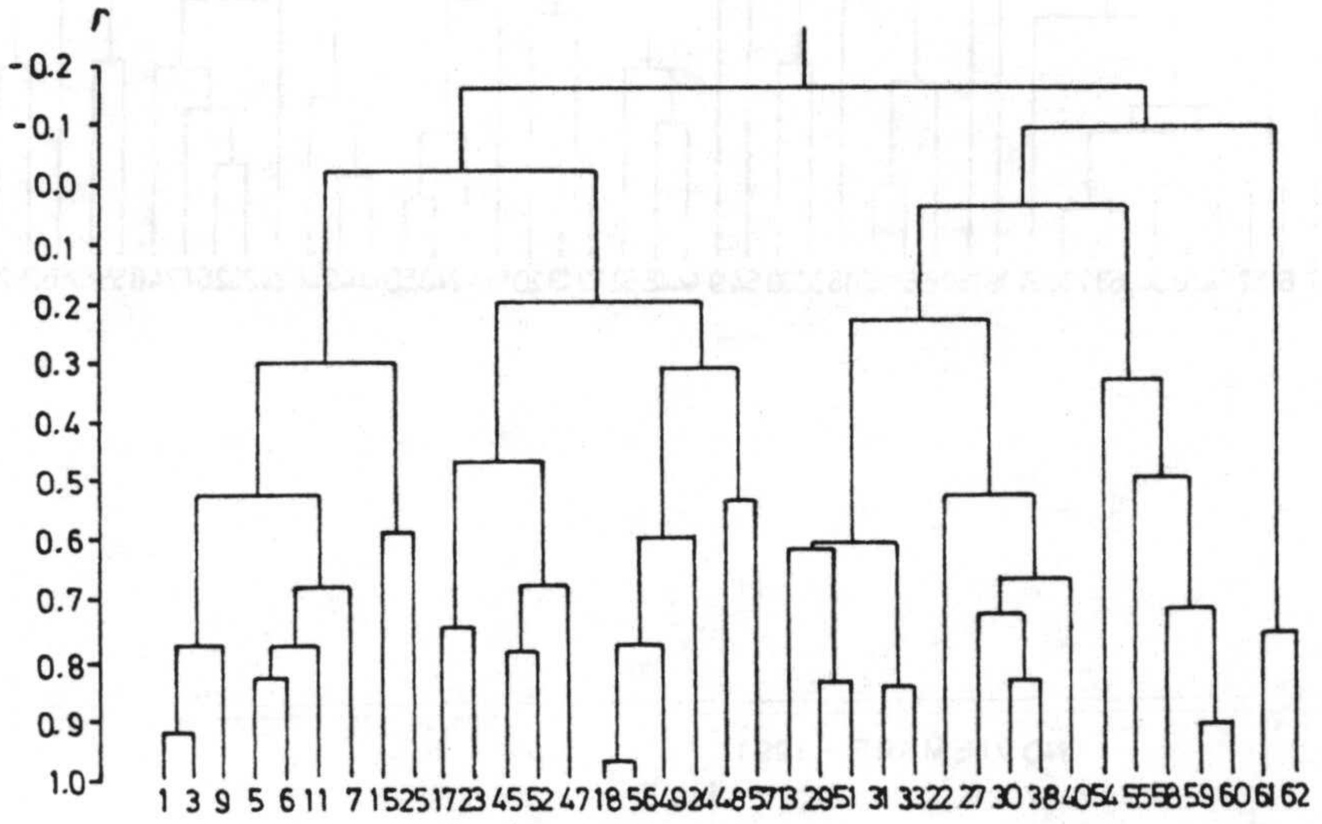


Resultados de los análisis Cluster y de Componentes Principales (ACP) de las muestras consideradas (muestreos: Enero, 1990; Septiembre, 1990; Agosto, 1991; Noviembre, 1991; Enero, 1992).

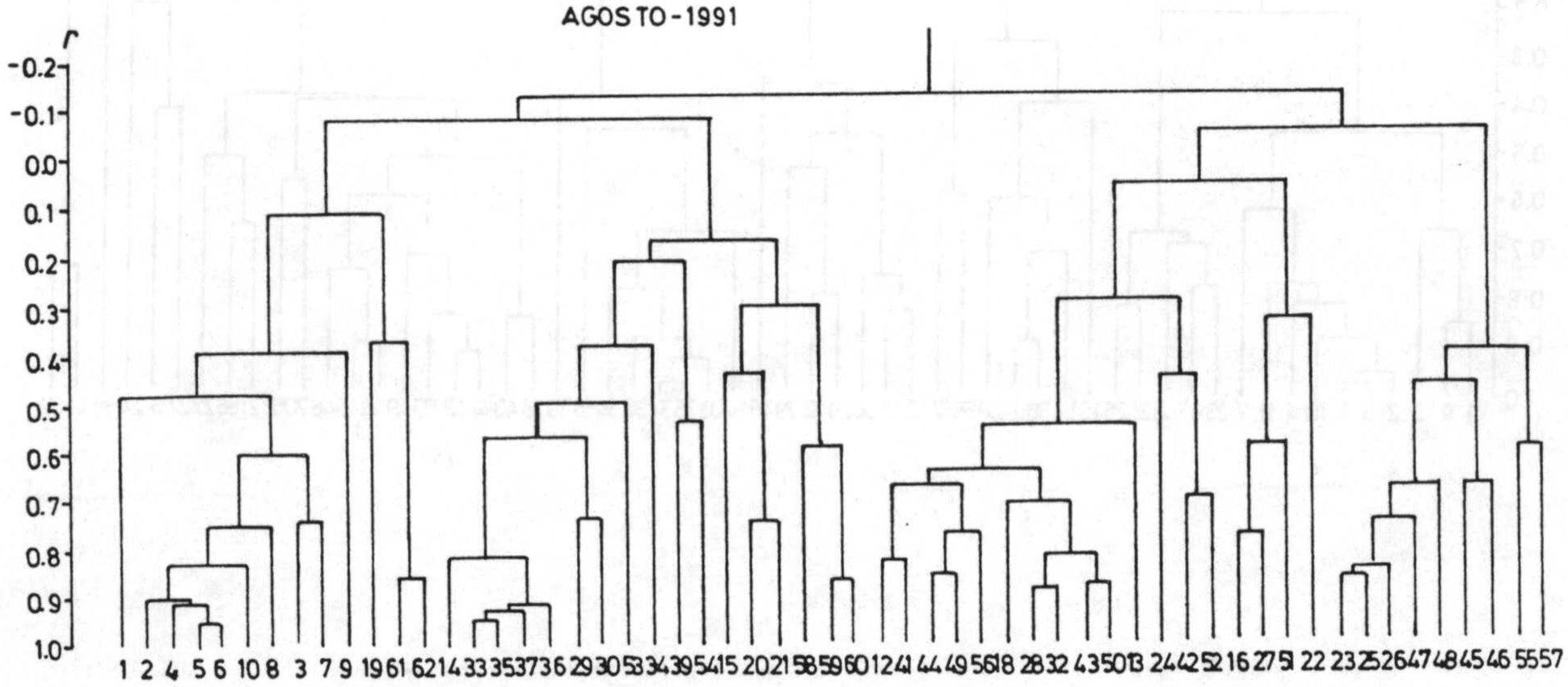
ENERO - 1990



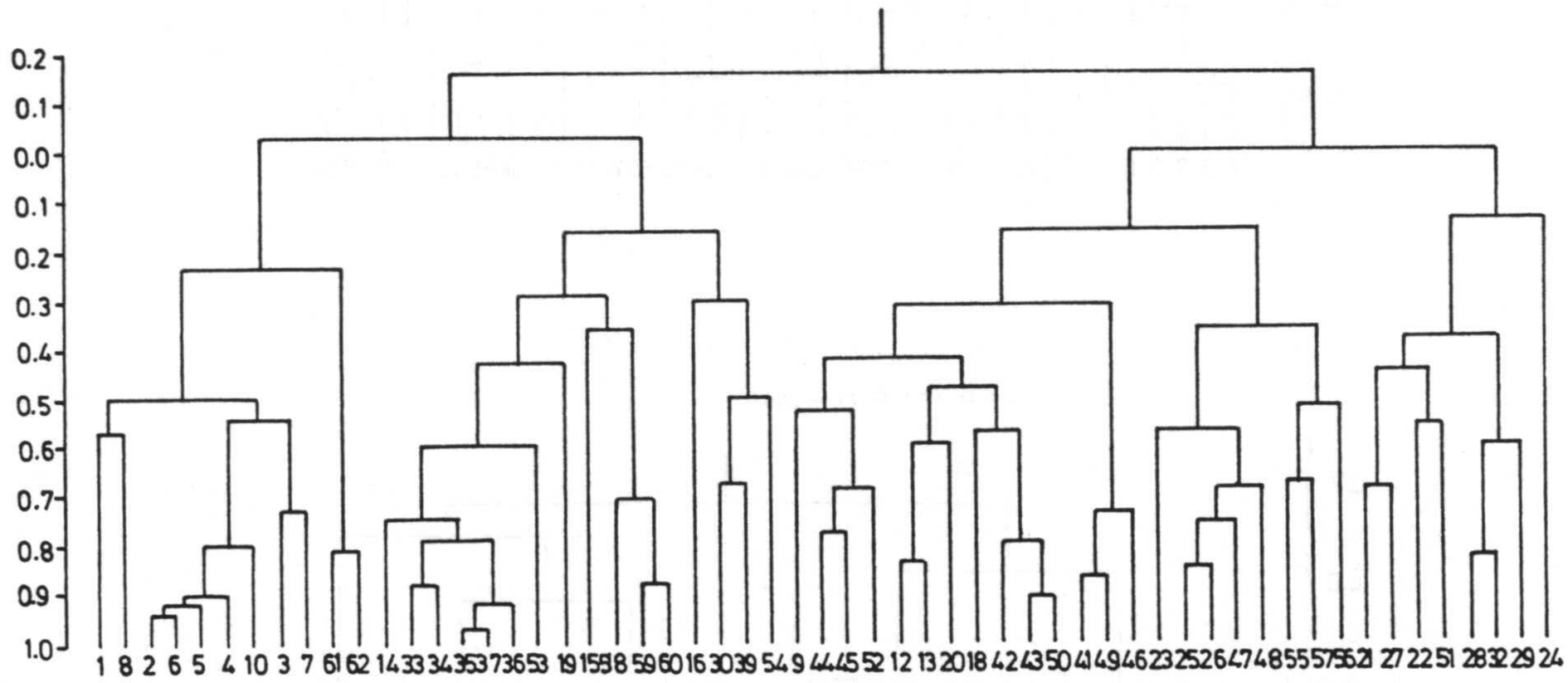
SEPTIEMBRE - 1990



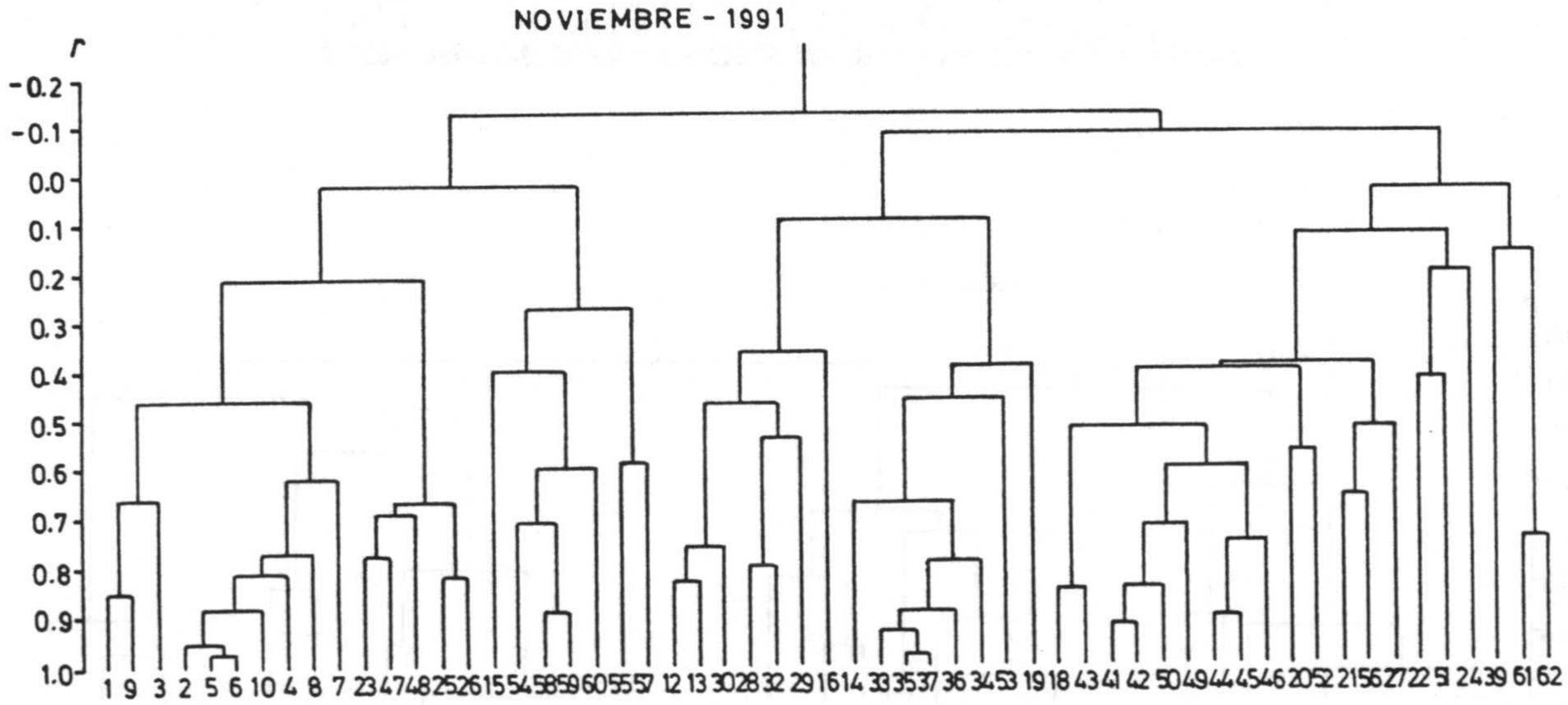
AGOSTO - 1991



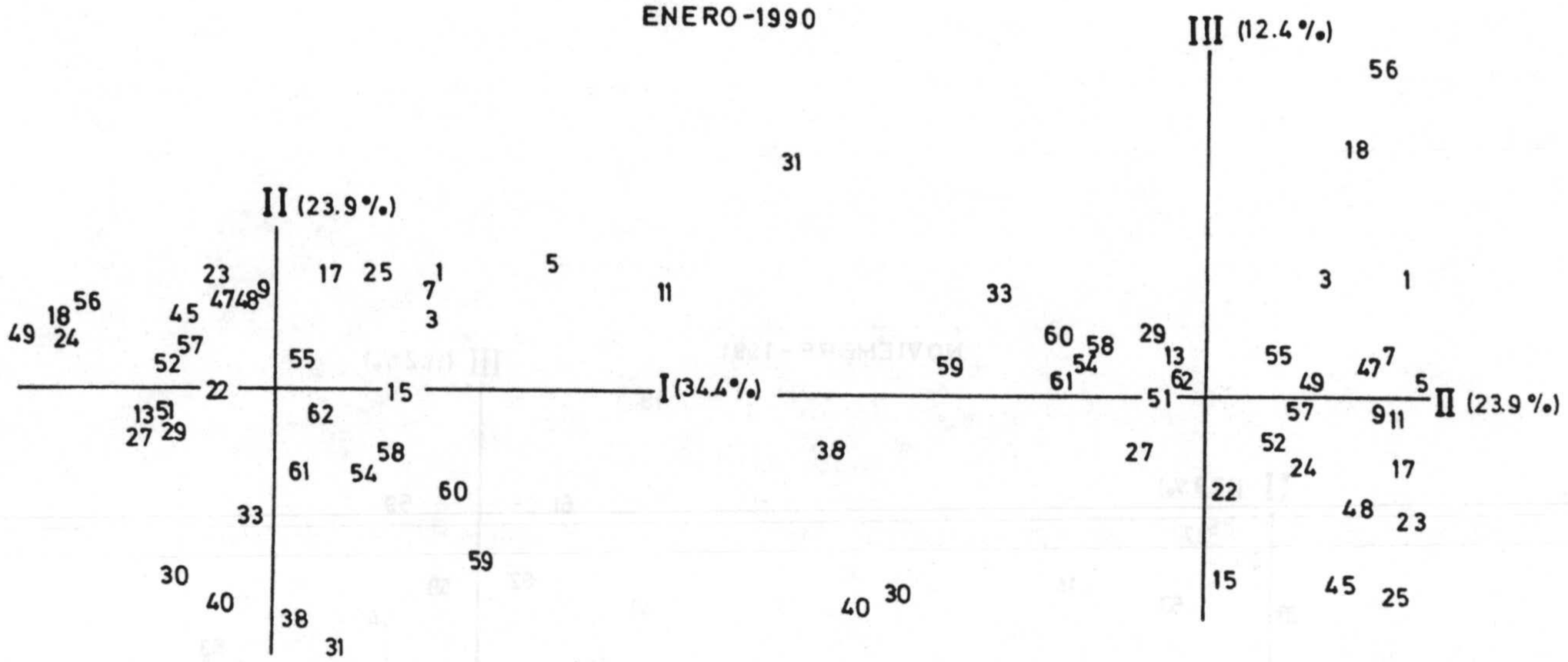
ENERO - 1992



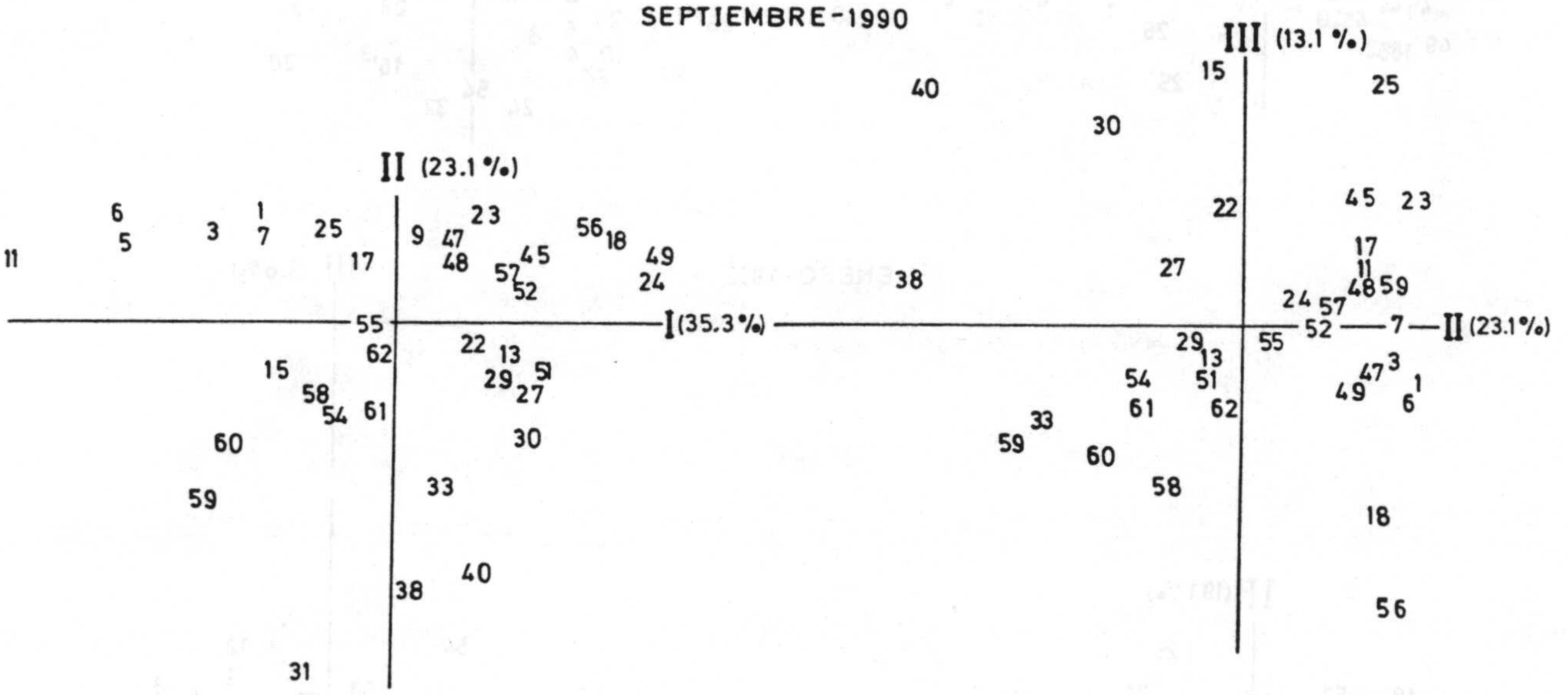
NOVIEMBRE - 1991



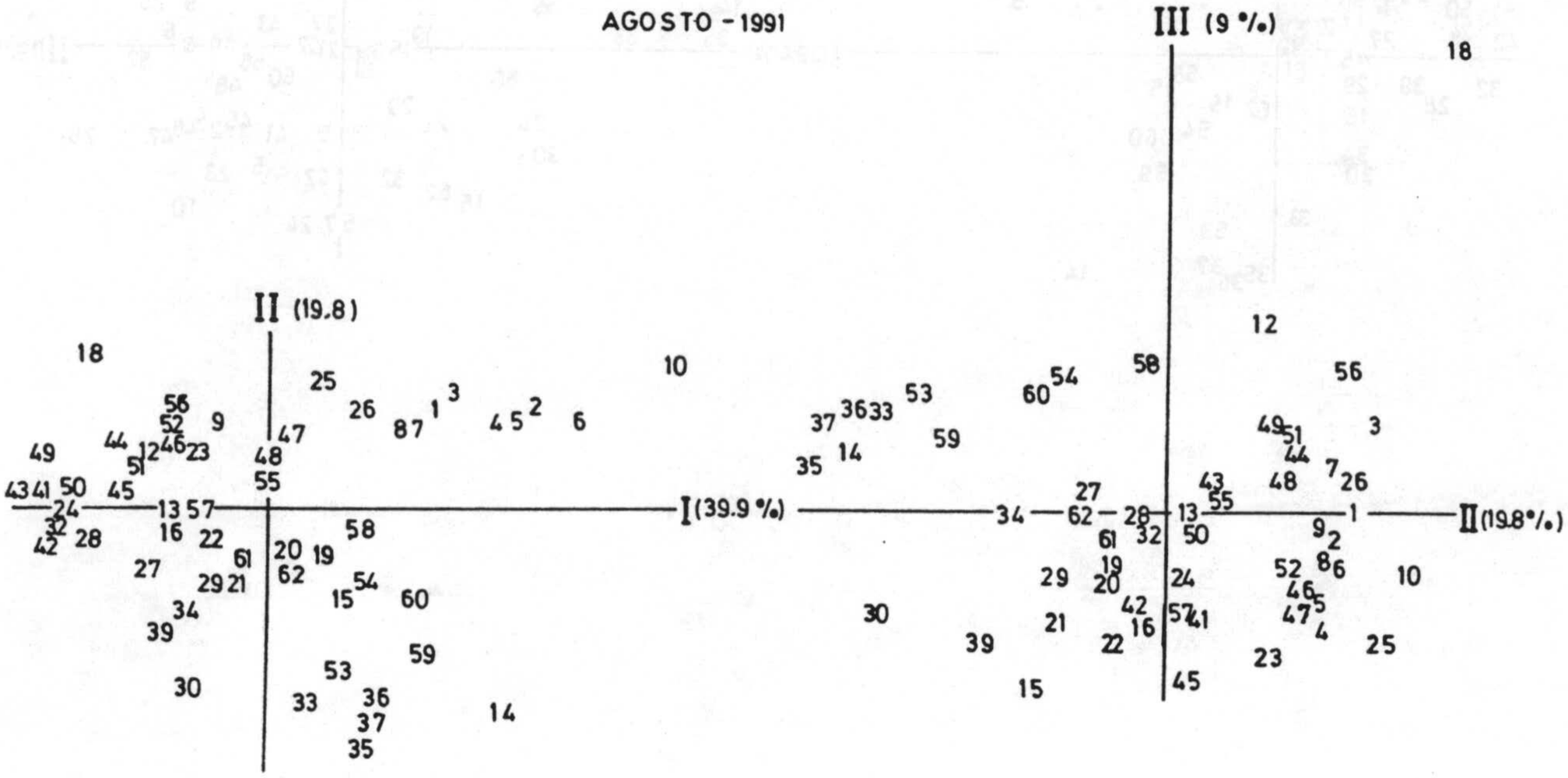
ENERO-1990



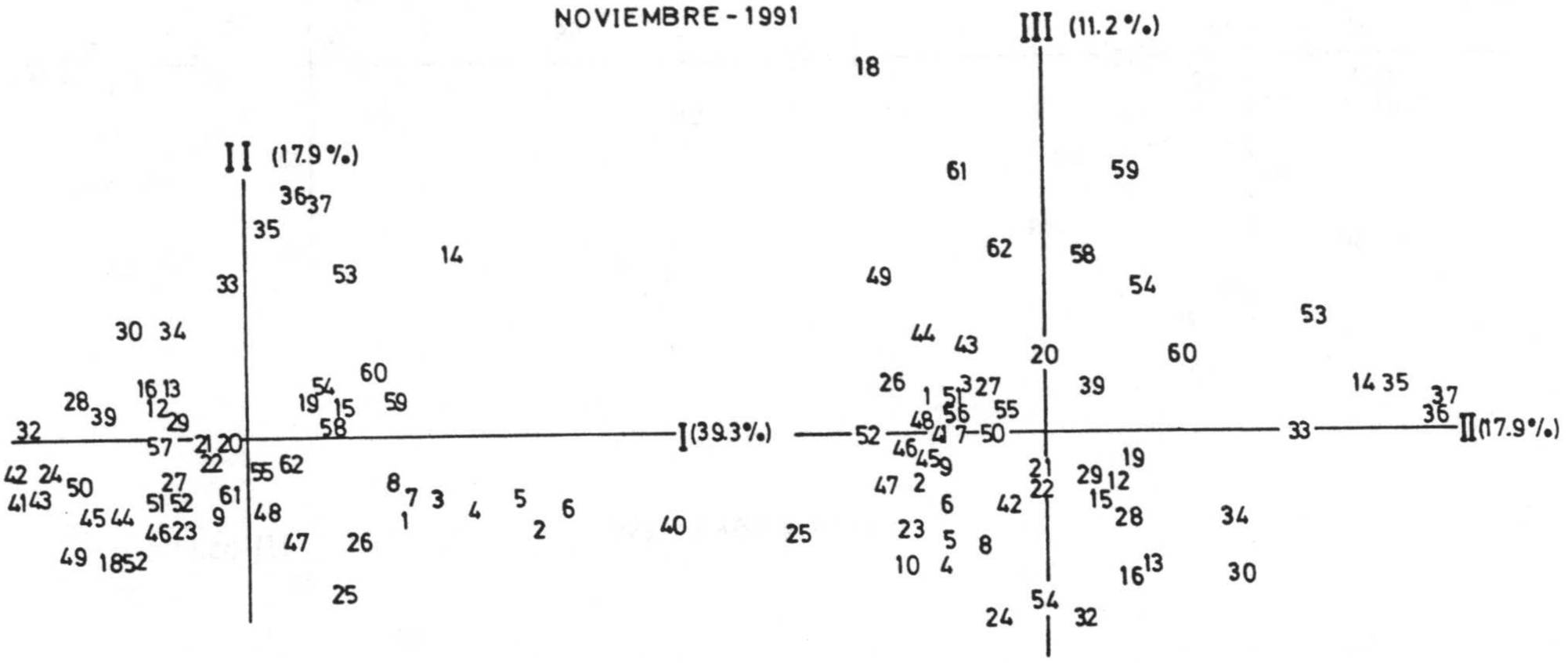
SEPTIEMBRE-1990



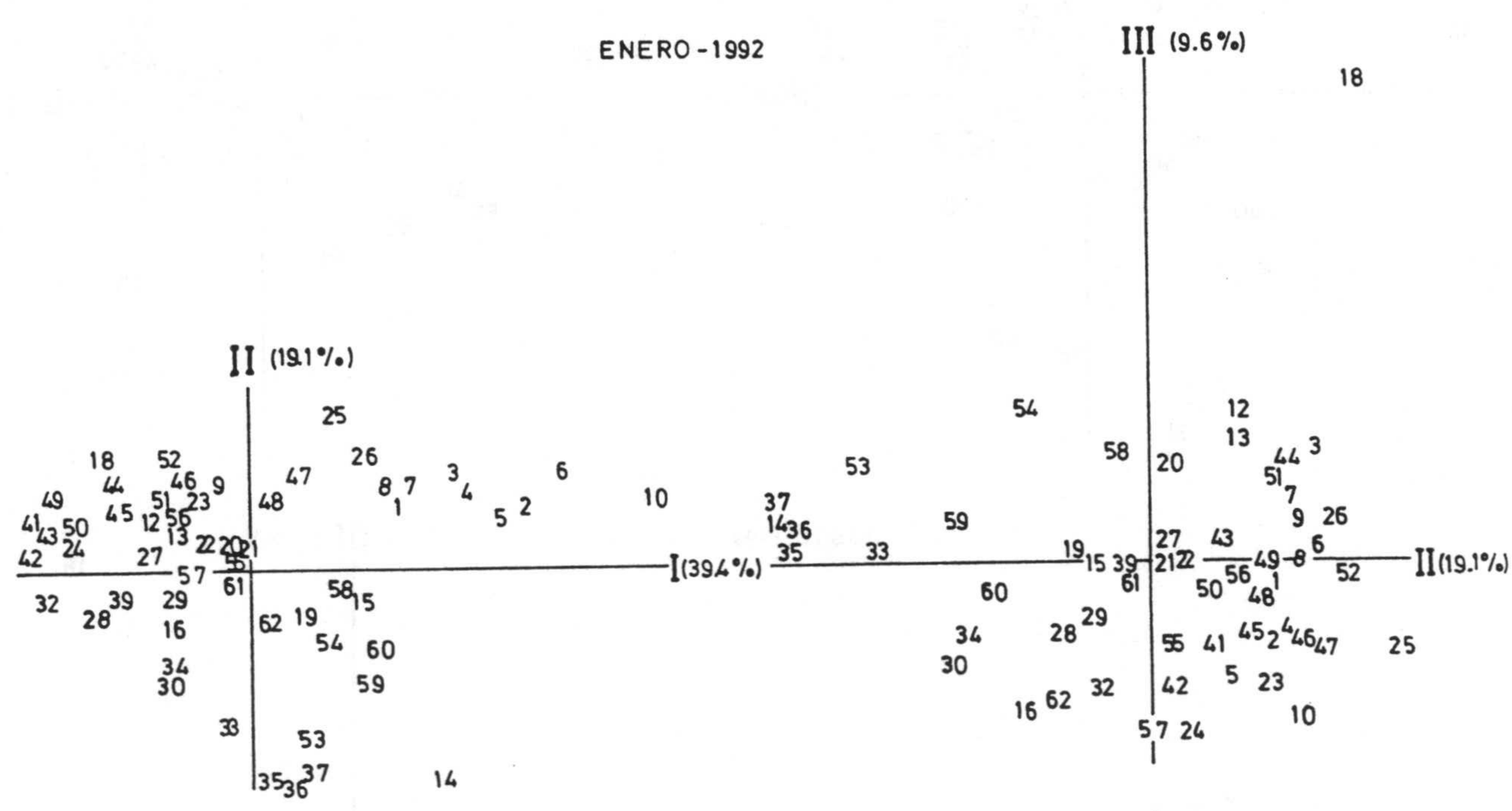
AGOSTO - 1991



NOVIEMBRE - 1991



ENERO - 1992



Valores de fuerza iónica e índices de saturación.

Valores de fuerza iónica e índices de saturación de las muestras obtenidas en Abril de 1992

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M13	M14	M15	M16	M18	M19	M20	M21
Fuerza iónica	0.115	0.201	0.131	0.127	0.135	0.145	0.115	0.111	0.079	0.166	0.067	0.074	0.140	0.108	0.067	0.055	0.090	0.082	0.077
Anhidrita	-0.402	-0.388	-0.299	-0.295	-0.245	-0.204	-0.350	-0.367	-0.661	-0.135	-0.826	-0.716	-0.254	-0.451	-0.671	-1.103	-0.452	-0.540	-0.631
Aragonito	0.437	0.352	0.709	0.692	0.516	0.663	0.914	0.686	0.840	0.433	1.241	1.358	0.475	0.415	0.068	1.063	0.315	0.512	0.595
Barita	2.772	0.107	-0.157	-0.300	-0.036	-0.363	-0.659	-0.440	-0.182	-0.477	-0.260	0.041	-0.575	0.025	0.010	0.795	-0.123	-0.456	-0.455
Calcita	0.577	0.496	0.850	0.834	0.660	0.806	1.054	0.826	0.978	0.578	1.378	1.491	0.615	0.556	0.203	1.205	0.453	0.652	0.734
Calcedonia	0.691	0.650	0.683	0.676	0.739	0.730	0.617	0.687	0.700	0.833	0.705	0.617	0.785	0.767	0.832	1.211	0.680	0.769	0.718
Celestina	0.008	-0.165	-0.264	-0.184	-0.077	-0.107	-0.221	-0.337	-0.719	0.001	-0.840	-0.838	-0.258	-0.290	-0.740	-0.891	-0.242	-0.474	-0.575
Cristobalita	-0.094	-0.188	-0.113	-0.134	-0.087	-0.085	-0.181	-0.108	-0.069	-0.010	-0.059	-0.117	-0.007	-0.034	0.080	0.404	-0.096	-0.013	-0.060
Cuarzo	0.893	0.827	0.880	0.866	0.922	0.919	0.813	0.885	0.909	1.007	0.916	0.840	0.984	0.962	1.048	1.403	0.886	0.972	0.924
Dolomita	2.276	1.920	2.668	2.660	2.234	2.554	3.094	2.656	3.086	2.071	3.844	4.177	2.350	2.192	1.510	3.606	2.020	2.351	2.525
Halita	-4.859	-4.771	-4.766	-4.809	-4.772	-4.768	-4.905	-4.942	-5.161	-4.653	-5.400	-5.541	-5.329	-5.063	-5.613	-5.475	-5.517	-5.439	-5.411
Magnesita	0.172	-0.137	0.285	0.285	0.022	0.204	0.505	0.297	0.589	-0.072	0.949	1.180	0.204	0.099	-0.205	0.860	0.044	0.173	0.268
Yeso	-0.117	-0.055	-0.004	0.013	0.077	0.109	-0.054	-0.074	-0.392	0.202	-0.561	-0.484	0.037	-0.151	-0.419	-0.796	-0.176	-0.259	-0.354

	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M41	M42	M43
Fuerza iónica	0.070	0.058	0.328	0.085	0.099	0.057	0.046	0.072	0.062	0.037	0.090	0.072	0.100	0.108	0.109	0.052	0.023	0.028	0.036
Anhidrita	-0.779	-1.242	-0.886	-1.017	-0.744	-0.863	-1.131	-0.657	-0.857	-1.274	-0.471	-0.516	-0.293	-0.341	-0.279	-0.850	-1.475	-1.334	-1.139
Aragonito	0.457	0.171	0.511	0.703	0.514	0.423	0.478	0.371	0.240	0.511	0.381	0.348	0.248	0.507	0.544	0.446	0.362	0.290	0.511
Barita	-1.130	-0.367	-0.427	-0.356	-0.311	-1.527	-0.370	0.165	-0.333	-0.397	-0.151	-0.233	-0.072	0.239	-0.395	-0.197	-0.158	-0.047	-0.039
Calcita	0.595	0.314	0.652	0.846	0.656	0.560	0.616	0.508	0.376	0.648	0.519	0.484	0.383	0.642	0.680	0.582	0.497	0.426	0.646
Calcedonia	0.717	0.669	0.696	0.695	0.741	0.705	0.711	0.659	0.702	0.707	0.895	0.685	0.547	0.703	0.800	0.693	0.710	0.747	0.596
Celestina	-0.737	-1.034	-1.047	-0.711	-3.443	-0.811	-1.150	-0.651	-0.908	-1.346	-0.368	-0.570	-0.115	-0.220	-0.286	-0.347	-1.175	-1.079	-1.411
Cristobalita	-0.052	-0.153	-0.102	-0.123	-0.072	-0.054	-0.056	-0.102	-0.051	-0.054	0.127	-0.067	-0.203	-0.048	0.047	-0.064	-0.037	-0.001	-0.150
Cuarzo	0.926	0.854	0.892	0.882	0.930	0.918	0.921	0.871	0.918	0.919	1.104	0.901	0.764	0.919	1.016	0.907	0.928	0.964	0.814
Dolomita	2.264	2.130	1.968	3.159	2.669	2.099	2.156	2.006	1.750	2.240	2.095	1.928	1.715	2.385	2.260	2.117	2.122	1.949	2.399
Halita	-5.412	-5.228	-6.318	-4.868	-4.948	-5.821	-5.920	-5.533	-5.889	-5.974	-5.748	-6.068	-5.872	-5.872	-5.751	-6.030	-5.990	-6.131	-5.911
Magnesita	0.150	0.267	-0.218	-0.766	0.470	0.025	0.022	-0.018	-0.138	0.077	0.057	-0.068	-0.180	0.231	0.068	0.021	0.114	0.013	0.242
Yeso	-0.511	-0.923	-0.589	-0.703	-0.434	-0.604	-0.864	-0.396	-0.604	-1.012	-0.203	-0.264	-0.043	-0.090	-0.026	-0.593	-1.227	-1.086	-0.893

Valores de fuerza iónica e índices de saturación de las muestras obtenidas en Abril de 1992

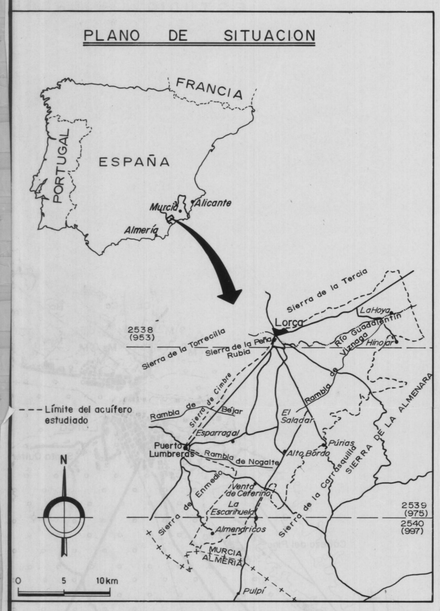
	M44	M45	M46	M47	M48	M49	M50	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57	M58	M59	M60	M61	M62
Fuerza iónica	0.058	0.051	0.062	0.078	0.077	0.041	0.041	0.068	0.052	0.112	0.107	0.082	0.062	0.062	0.124	0.135	0.129	0.101	0.102
Anhidrita	-0.857	-0.913	-0.947	-0.751	-0.846	-1.139	-0.986	-0.555	-0.843	-0.383	-0.436	-0.554	-0.800	-0.751	-0.249	-0.145	-0.154	-0.086	-0.098
Aragonito	0.858	0.378	0.400	0.375	0.516	0.889	0.584	0.692	0.924	0.097	0.262	0.326	0.626	0.281	0.749	0.287	0.244	0.370	0.047
Barita	0.020	0.260	0.254	0.319	-0.114	-0.195	-0.091	-0.735	0.293	0.214	0.186	-0.179	-0.146	-0.120	-0.317	0.165	0.307	0.250	0.269
Calcita	0.996	0.516	0.537	0.513	0.655	1.025	0.720	0.828	1.066	0.234	0.400	0.463	0.764	0.418	0.890	0.426	0.386	0.507	0.183
Calcedonia	0.629	0.487	0.392	0.431	0.490	0.532	0.611	0.523	0.599	0.942	1.199	0.592	0.549	0.454	0.778	0.535	0.647	0.610	0.581
Celestina	-0.923	-0.743	-0.650	-0.435	-0.636	-1.195	-1.165	-0.319	-1.076	-0.074	-0.179	-0.341	-0.641	-0.574	-0.172	-0.229	-0.003	-0.094	0.010
Cristobalita	-0.145	-0.280	-0.374	-0.346	-0.285	-0.227	-0.138	-0.235	-0.213	0.175	0.426	-0.165	-0.217	-0.303	-0.020	-0.252	-0.165	-0.151	-0.175
Cuarzo	0.836	0.697	0.602	0.637	0.696	0.745	0.828	0.737	0.789	1.152	1.406	0.806	0.759	0.668	0.975	0.736	0.837	0.822	0.796
Dolomita	3.144	2.215	2.500	2.413	2.752	3.336	2.496	2.527	2.973	1.671	2.108	2.142	2.765	2.042	2.867	1.871	1.775	1.917	1.332
Halita	-5.517	-5.563	-5.356	-5.232	-5.231	-5.943	-5.837	-5.827	-5.466	-5.633	-5.625	-5.233	-5.332	-5.409	-5.378	-5.365	-5.501	-6.346	-6.483
Magnesita	0.627	0.180	0.445	0.377	0.575	0.795	0.265	0.185	0.363	-0.082	0.186	0.165	0.483	0.110	0.442	-0.084	-0.154	-0.105	-0.364
Yeso	-0.584	-0.645	-0.680	-0.475	-0.571	-0.880	-0.737	-0.297	-0.533	-0.116	-0.162	-0.297	-0.533	-0.494	0.048	0.142	0.157	0.174	0.158

MAPA HIDROGEOLOGICO DEL ACUIFERO DEL ALTO GUADALENTIN

ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL ACUIFERO DEL ALTO GUADALENTIN

JUAN CARLOS CERON GARCIA (1993)

PLANO DE SITUACION



LEYENDA

SEDIMENTOS POSTOROGENICOS

CUATERNARIO	HOLOCENO	Q	Gravas, arenas y limos.	Acuífero
		Qt	Conglomerados con matriz limo-arcillosa (Terrazas)	Acuitardo
	PLEISTOCENO	Qc	Conglomerados	Acuífero
		Qe	Conglomerados	Acuífero
TERCIARIO NEOGENO	PLIOCENO	C	Conglomerados y margas	Acuitardo-Acuícludo
	MIOCENO SUPERIOR MESSINIENSE	Ca	Margas con areniscas y calizas	Acuitardo-Acuícludo
		My	Margas con yesos	Acuícludo
		Mp	Margas arenosas con pudingas intercaladas	Acuícludo
		Ma	Margas, arenas margosas y areniscas	Acuícludo
		Rd	Riodacitas	Acuícludo
	TORTONIENSE SUP.	Cm	Conglomerados, arcillas rojas, areniscas y margas	Acuitardo-Acuícludo
		Pm	Pudingas y margas	Acuícludo
	TORTONIENSE INF. MEDIO	M	Margas	Acuícludo
		Cc	Calcarenitas con conglomerados, areniscas y margas	Acuífero-Acuícludo
	HELVETIENSE	Mg	Margas con yesos, areniscas y conglomerados	Acuitardo-Acuícludo
		Cp	Conglomerados	Acuífero

ZONAS INTERNAS

COMPLEJO MALAGUIDE

JURASICO	Mc	Mc	Calizas	Acuífero
PERMICO-TRIASICO	Mo	Mo	Areniscas, cuarcitas y conglomerados	Acuífero

UNIDADES INTERMEDIAS

UNIDAD DE SIERRA DE ENMEDIO

TRIASICO	MEDIO-SUPERI.	Ic	Calizas recristalizadas y calcoesquistos	Acuífero-Acuícludo
	INFERIOR	Iy	Yesos	Acuífero
PERMICO		Id	Diabasas y metabasitas	Acuícludo-Acuitardo
		Ip	Pizarras y filitas esencialmente	Acuícludo

UNIDAD DE PEÑA RUBIA Y CASTILLAREJO

TRIASICO		I	Calizas y Dolomías con sílex	Acuífero
PERMICO	Ia	Ia	Pizarras, areniscas y cuarcitas	Acuícludo-Acuitardo

COMPLEJO ALPUJARRIDE

TRIASICO	MEDIO-SUPERI.	Ad	Dolomías y calizas dolomíticas	Acuífero
	INFERIOR			
PERMICO		Ap	Pizarras, cuarcitas y filitas	Acuitardo
CARBONIFERO				
DEVONICO		Ac	Cuarcitas, filitas y micaesquistos esencialmente	Acuitardo-Acuícludo
CAMBRICO				

COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE

TRIASICO	MEDIO-SUPERI.	Fm	Mármoles calizos y dolomíticos crema	Acuífero
	INFERIOR			
PERMICO		Fc	Cuarcitas y micaesquistos esencialmente	Acuícludo-Acuitardo

BETICO INDIFERENCIADO

TRIASICO		Bc	Carbonatos, filitas y cuarcitas	Acuífero-Acuícludo
PRECAMBRICO				

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto mecánico indiferenciado
- Falla
- Falla supuesta
- Falla normal
- Frente de cabalgamiento
- Anticlinal
- Sinclinal
- 20 Dirección y buzamiento
- 10 Esquistosidad

PUNTOS DE AGUA

- Pozo
- Pozo sondeo
- Sondeo

ESCALA 1:50.000

0 1 2 3 4 5km

BASE GEOLOGICA: Simplificado de Espinosa *et al.* (1973), Kampschuur *et al.* (1973) y Vivaldi *et al.* (1973)

GRUPO DE INVESTIGACION RECURSOS HIDRICOS Y GEOLOGIA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE GRANADA