



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**INFORME ANUAL SOBRE LA EVOLUCIÓN DE
HUNDIMIENTOS DEL TERRENO EN LA ZONA DE BOO,
EN RELACIÓN CON LAS EXPLOTACIONES DE
HUNOSA, FEBRERO DE 1995**



SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

R
1298



INDICE

	<u>Pág.</u>
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- OBJETIVO	1
3.- DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE Y SU ANALISIS	2
4.- ANALISIS DE RESULTADOS	3
4.1. Hundimientos y su evolución	3
4.2. Estudio comparativo de las cubetas real y teórica	4
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6

ANEJOS

A.- GRÁFICOS

B.- CUADRO

C.- CALCULO POR ORDENADOR DE HUNDIMIENTOS

D.- FIGURAS



INFORME ANUAL SOBRE LA EVOLUCIÓN DE HUNDIMIENTOS DEL TERRENO EN LA ZONA DE BOO, EN RELACIÓN CON LAS EXPLOTACIONES DE HUNOSA, A FEBRERO DE 1995

1.- INTRODUCCIÓN

Los antecedentes del presente trabajo pueden examinarse en el "Informe sobre los hundimientos del terreno en la zona de Boo, en relación con las explotaciones de Hunosa, a Mayo de 1994", realizado por este Área de Seguridad Minera del ITGE y fechado el 17.08.94, constituyendo este informe una continuación del mismo, que se pretende ir actualizando con periodicidad aproximadamente anual.

2.- OBJETIVO

El presente informe tiene por finalidad el análisis de las medidas topográficas de control realizadas en 28 hitos instalados en la zona (n^{os} 101 a 104, 106 a 124, 10, 21, 75, 78 y 79), cubriendo un período de tiempo comprendido entre el mes de Enero de 1994 y el mes de Febrero de 1995.

Las explotaciones en marcha a las que se refiere este análisis corresponden a las capas Molino (3^a a 5^a) y Mariana (3^a a 4^a), de cuyos efectos teóricos en superficie se emitió un informe el 05.11.92 titulado "Estudio de la subsidencia minera relacionada con la explotación de la capa Molino (3^a a 4^a) de Hunosa, en la zona de Boo (Asturias)", en el que se tuvo en cuenta la pre-cubeta de hundimiento definida por la explotación de esta misma capa, entre 4^a y 5^a plantas, y de Mariana, entre 3^a y 4^a plantas.



En la figura 1 (ver ANEJO D) se representa el plano de las labores, con el estado del avance en el pasado mes de Febrero de las explotaciones en marcha, la situación de hitos de control y la cubeta teórica de subsidencia.

3.- DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE Y SU ANALISIS

Se ha dispuesto para este trabajo de la documentación siguiente de HUNOSA, que ha sido proporcionada por la Dirección Regional de Minería y Energía de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, a cuya petición se realiza este Informe del ITGE:

- Plano de labores con situación de los hitos de control y estado de las explotaciones en Julio de 1994. Escala 1:2000. Pozo Santiago-Aller.
- Plano de labores con situación de los hitos de control y estado de las explotaciones en Octubre de 1994. Escala 1:2000. Pozo Santiago-Aller.
- Plano de labores con situación de los hitos de control y estado de las explotaciones en Febrero de 1995.
- Listado de mediciones efectuadas en los hitos de control colocados en superficie, en Julio de 1994.
- Listado de mediciones efectuadas en los hitos de control colocados en superficie, en Octubre de 1994.
- Listado de mediciones efectuadas en los hitos de control colocados en superficie, en Febrero de 1995.

De esta documentación de HUNOSA, puede resaltarse:



- Las mediciones efectuadas hasta Febrero de 1995 siguen sólo contemplando trabajos de nivelación (primer a cuarto itinerarios), no habiéndose realizado itinerarios planimétricos, por lo que en este nuevo informe, también, sólo es posible analizar los hundimientos del terreno, no pudiendo ser completado con el análisis de sus deformaciones horizontales.
- El hito nº 105 sigue sin ser incluido en el análisis por no disponer de sus coordenadas de base.
- El hito nº 76 tampoco se ha incluido en el análisis por no disponer de medidas en los dos últimos itinerarios. Se le considera, por tanto, en este informe como desaparecido.
- Las coordenadas del hito nº 102 ($x = 29312,646$ e $y = 19461,161$), que figuran en los listados de datos al origen, no se corresponden con la posición reflejada en los planos de labores con situación de hitos de control, entregados en la documentación, concretamente existe discrepancia en el valor de la ordenada. Es necesario informar sobre la correspondiente rectificación. A juzgar por el resultado del análisis de hundimientos realizado (ver más adelante), se piensa que la posición reflejada en los planos para este hito nº 102, es la correcta, debiendo suministrarse, por tanto, el valor de la nueva ordenada.

4.- ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Hundimientos y su evolución

Con los datos, deducidos, de hundimientos acumulados en mm para los distintos itinerarios, de los listados sobre nivelación de HUNOSA, se han elaborado los gráficos de



evolución de hundimientos para cada uno de los 28 hitos, que pueden verse en el ANEJO A.

Se expresa en el cuadro nº 1 (ver ANEJO B) para cada hito su hundimiento real (período entre Enero de 1994 y Febrero 1995), el hundimiento teórico previsto (según el estudio del 05.11.92, referenciado en el apartado 2) y la evolución de los hundimientos reales, a la vista de los gráficos antes reseñados.

En el ANEJO C se expone el cálculo de estos hundimientos reales con ayuda del Programa CONTSUB (Control de subsidencia), en función de las coordenadas de los hitos en su posición inicial y en la del itinerario 4. Este programa ha sido especialmente desarrollado por el ITGE para estos estudios.

Con estos resultados se han confeccionado las figuras 2 y 3, que suponen una síntesis de los mismos y que se pasan a analizar (ver ANEJO D).

4.2. Estudio comparativo de las cubetas real y teórica

En la figura 2, se ha establecido la comparación de los valores de las mediciones de hundimientos de los distintos hitos de control con los correspondientes en el plano de isolíneas de hundimiento (mm) del modelo teórico de subsidencia, ya indicado, correspondiente a la simulación de la explotación de las capas Molino (3ª a 5ª) y Mariana (3ª a 4ª).

En la figura 3, se ha representado la cubeta real de subsidencia, mediante las isolíneas de hundimiento, con intervalos de 25 mm, deducidas de los valores del hundimiento real de



los hitos. En la figura 4 se presenta una perspectiva de la superficie correspondiente a estos valores del hundimiento.

Según se desprende del cuadro nº 1 y del estudio de estas figuras, los hundimientos reales de los hitos son en su generalidad inferiores a los teóricos, excepción hecha de los hitos nº 102 (15 y 9 mm de hundimientos real y teórico respectivamente) y 112 (17 y 9 mm de hundimientos real y teórico respectivamente). En cuanto al primero (hito nº 102), el valor del hundimiento teórico, 9 mm, es un valor dudoso debido a la probable representación incorrecta del hito efectuada en este estudio de acuerdo con coordenadas, por error en el valor de la ordenada suministrada en los datos de partida del mismo. Respecto al hito nº 112, corresponde el mismo a la zona limítrofe septentrional de la cubeta teórica de subsidencia, donde sus hundimientos teóricos presentan sus valores más pequeños siendo por tanto fácilmente rebasables por el hundimiento real medido.

Puede observarse, si se tiene en cuenta además la figura 1, que la cubeta real que se va generando está en total sintonía con la cubeta teórica y sobre todo con el estado actual (Febrero -95) de las explotaciones. Los máximos hundimientos (entre 75 y 330 mm) quedan centrados en dos zonas, una al oeste y otra en el centro-este, que se corresponden con el avance de las explotaciones, siendo los hitos con mayores hundimientos los números 106 (243 mm), 109 (327 mm) y 119 (161 mm).

El hundimiento medio diferencial por hito en el período comprendido entre la 1ª y 4ª nivelación (270 días) ha sido de 49 mm con una velocidad media de 0,18 mm/día. Los valores superiores a la media corresponden a los hitos nº 103, 106, 107, 109, 111, 116, 117, 119 y 121, situados todos bajo las explotaciones en avance y en el entorno inmediato. Los hitos que han sufrido mayores incrementos porcentuales en sus hundimientos han sido los nº 101 (550%), 109 (529%) y 21 (2000%).



5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Se ha dispuesto para el presente informe de los resultados de las mediciones sobre 28 hitos realizadas hasta Febrero de 1995, abarcando los registros un período global aproximado de un año.
- 2) Estas mediciones, realizadas hasta Febrero de 1995, siguen contemplando únicamente altimetría (itinerarios de nivelación 1 a 4), por lo que sólo se han podido determinar y estudiar los hundimientos y no los desplazamientos y deformaciones horizontales.
- 3) El hito nº 105, no se ha incluido en el estudio por seguir sin disponerse de sus coordenadas planimétricas de base, las cuales deben ser suministradas para el próximo análisis.

El hito nº 76, tampoco se ha incluido en el estudio al no disponer de los datos de los dos últimos itinerarios de nivelación. Se le ha considerado, por tanto, como desaparecido, al carecer de información alguna.

- 4) Los datos de las coordenadas que figuran para el hito nº 102 deben ser revisadas, particularmente la ordenada, por no ser coincidentes con la posición presentada en los distintos planes de labores. Esta posición, según los resultados del estudio, parece ser correcta, por lo que deberá suministrarse las nuevas coordenadas revisadas del hito considerado.
- 5) Los valores de las mediciones de hundimiento de los distintos hitos, han sido comparados con los correspondientes en el plano de isolíneas de hundimiento



de la cubeta teórica de subsidencia, de las explotaciones de las capa Molino (3ª a 5ª) y Mariana (3ª a 4ª).

Estos valores son en su generalidad inferiores a los teóricos.

- 6) La cubeta real que se va generando, está en total concordancia con la cubeta teórica prevista y particularmente con la situación actual de las explotaciones, con la que se corresponden dos zonas de máximos hundimientos (75-330 mm).
- 7) Debe continuarse con las mediciones en los hitos de control, recalcando que es de gran importancia que éstas contemplen también itinerarios planimétricos, ya que del estudio de los desplazamientos y deformaciones del terreno, se podrá deducir si el nivel de los posibles daños se mantiene dentro de las previsiones teóricas asumidas.

Madrid, 13 de Junio de 1995

EL INGENIERO AUTOR DEL INFORME,

Vº Bº

EL INGENIERO JEFE DEL AREA
DE SEGURIDAD MINERA



Fdo.: Jesús Gómez de las Heras Candullo

Fdo.: Arturo Ochoa Bretón

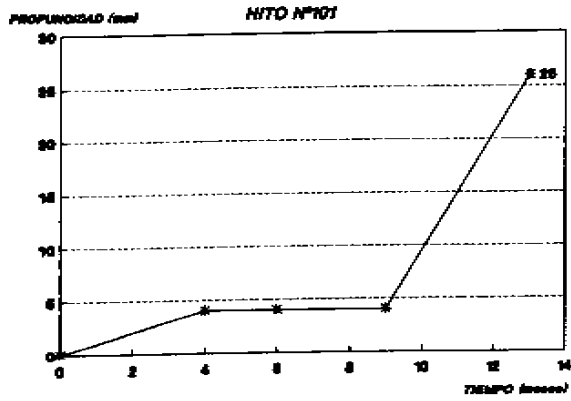


ANEJOS

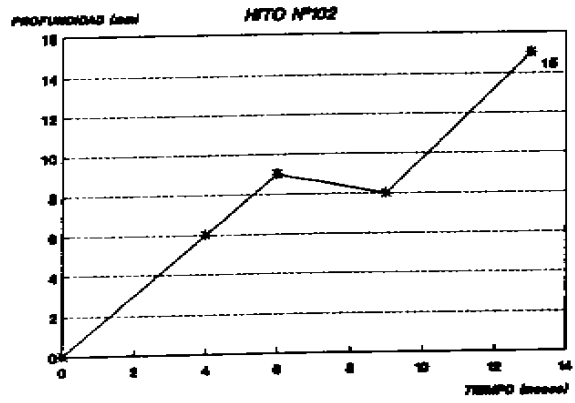


A.-GRAFICOS

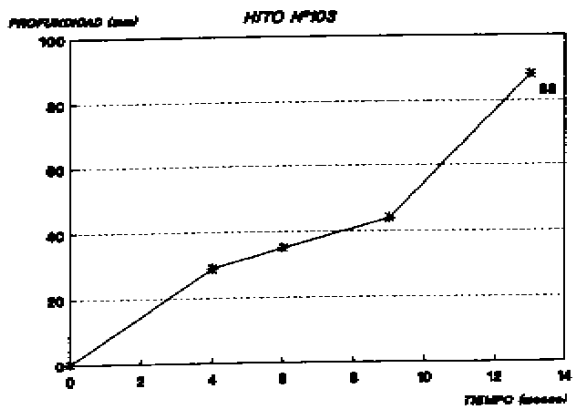
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



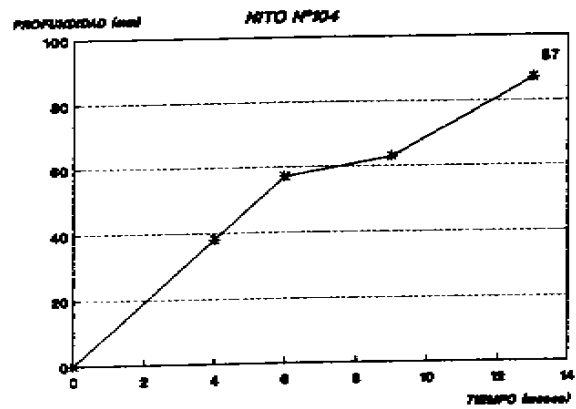
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



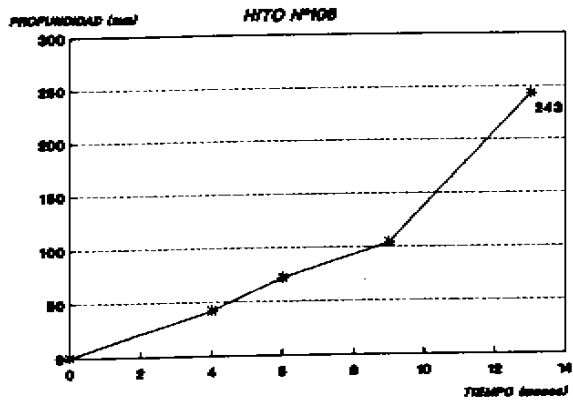
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



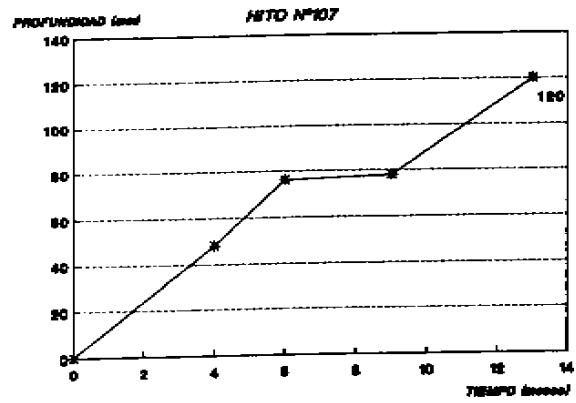
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



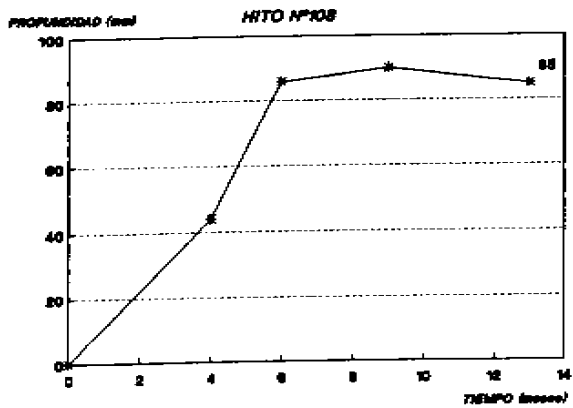
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



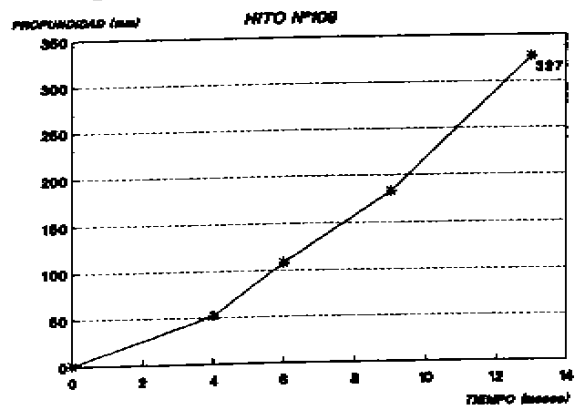
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



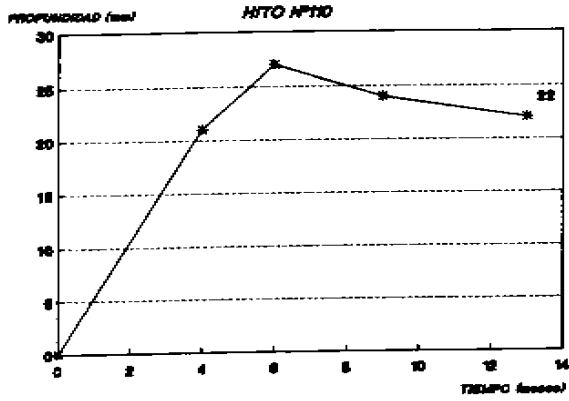
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



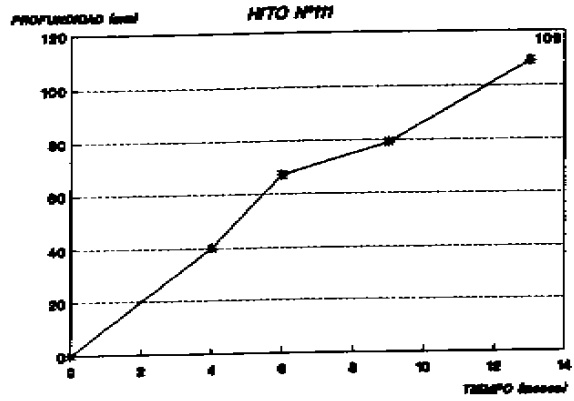
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



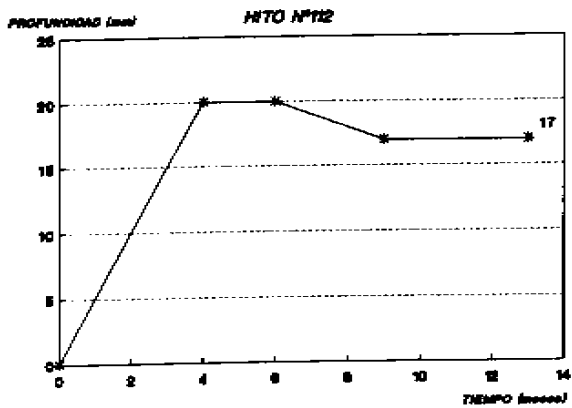
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



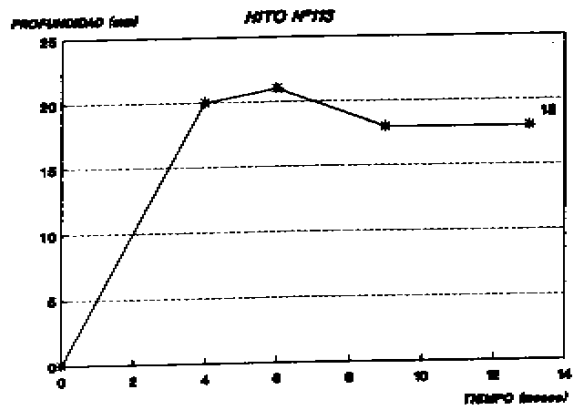
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



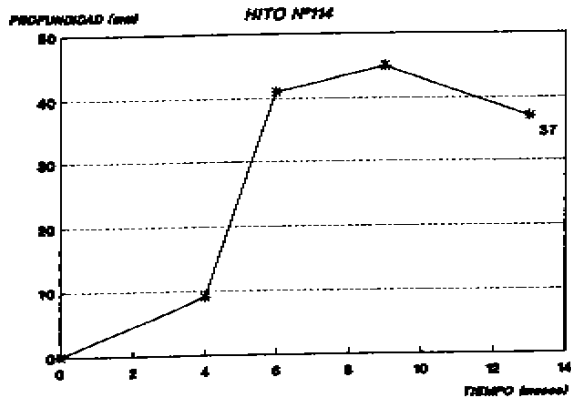
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



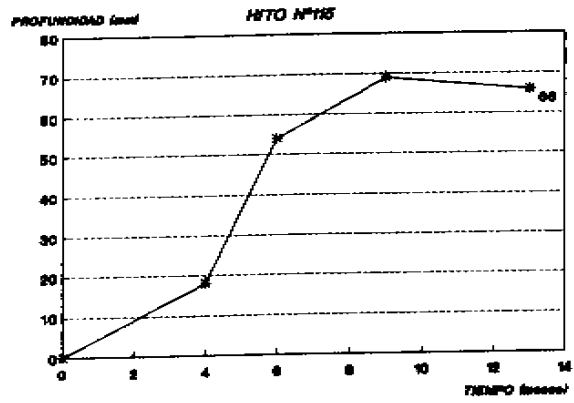
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



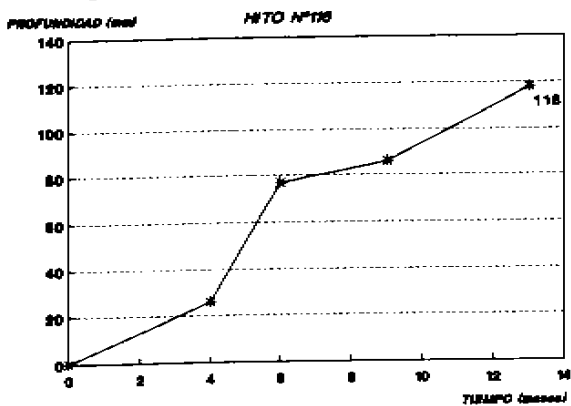
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



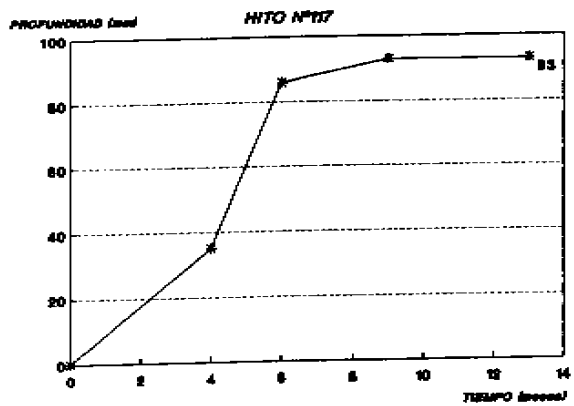
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



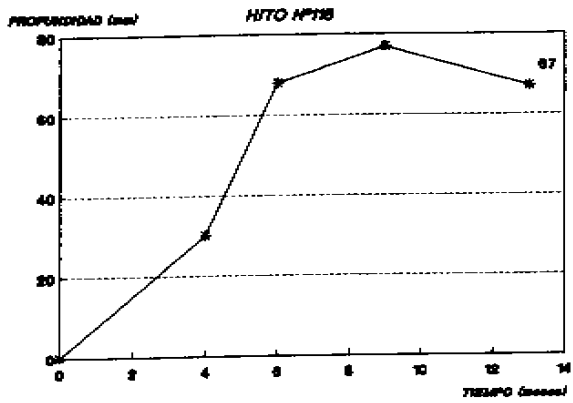
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



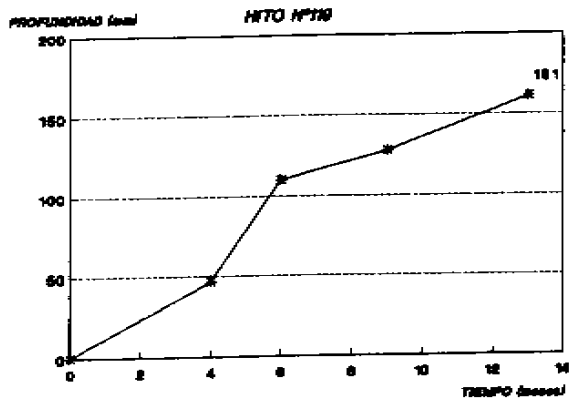
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



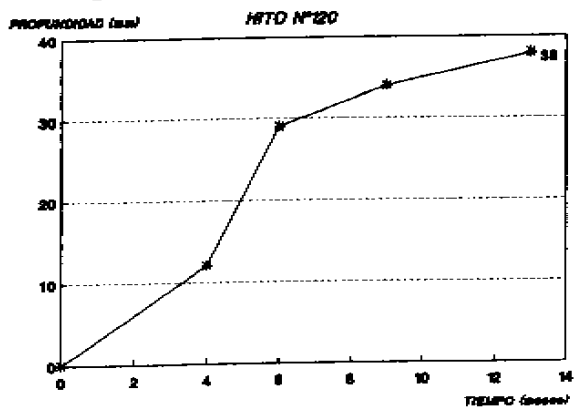
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



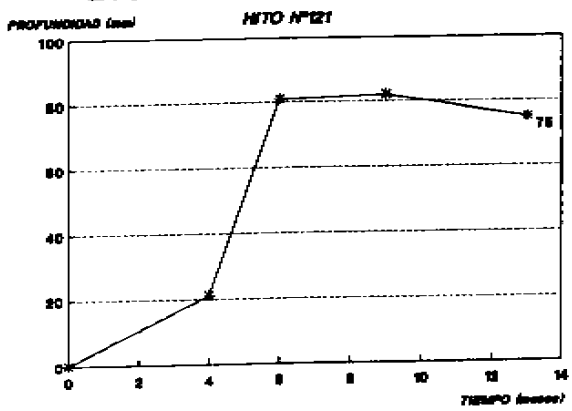
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



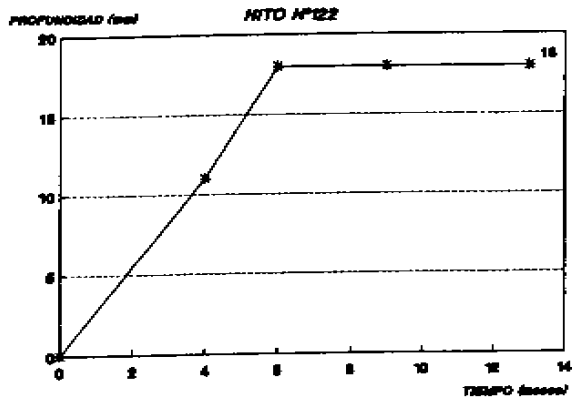
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



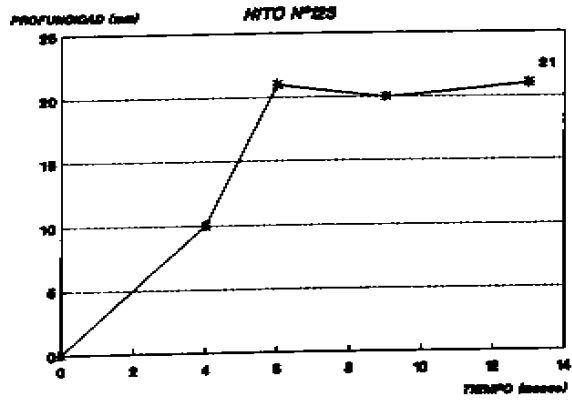
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



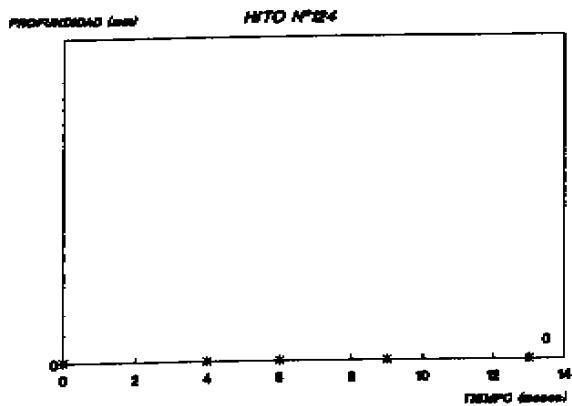
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



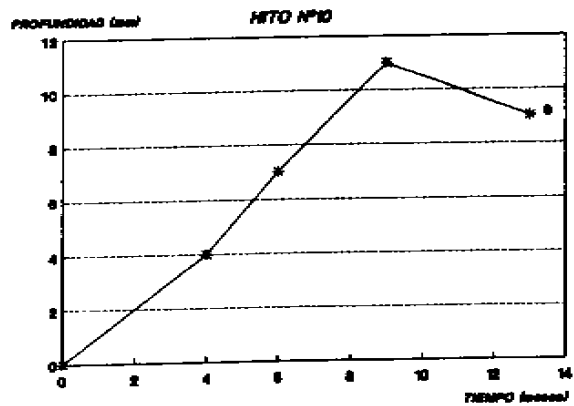
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



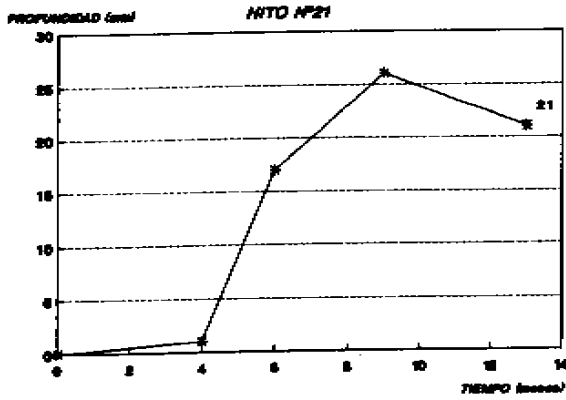
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



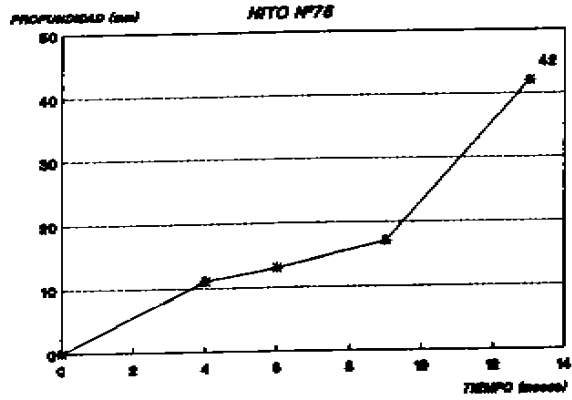
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



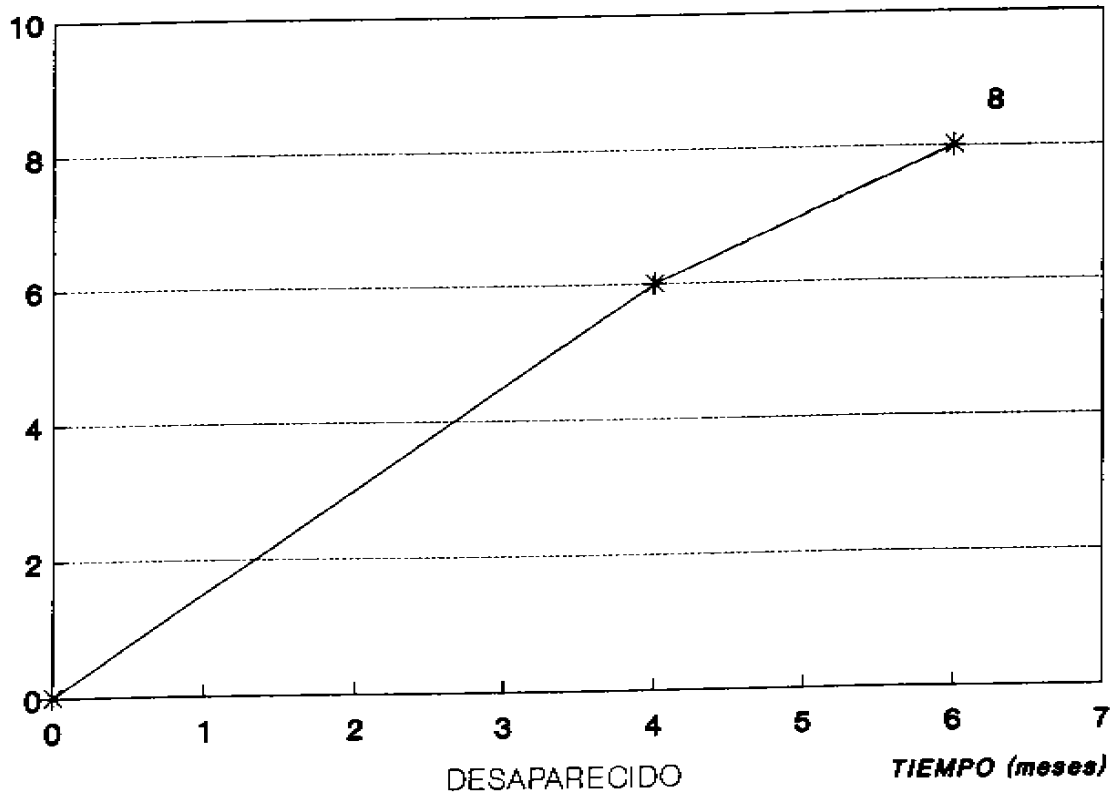
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



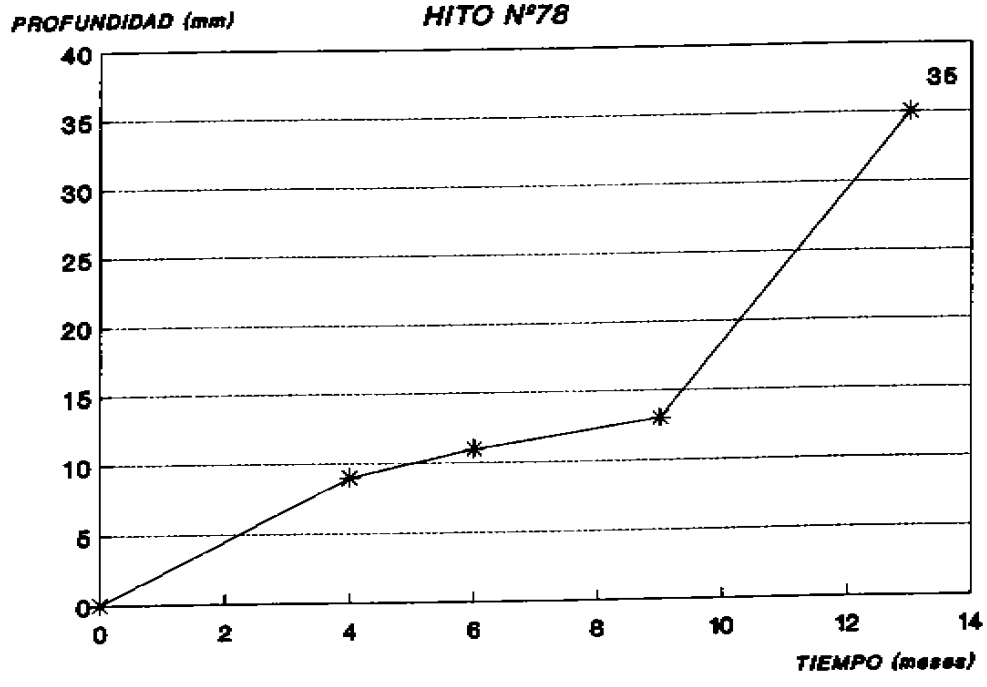
EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS

PROFUNDIDAD (mm)

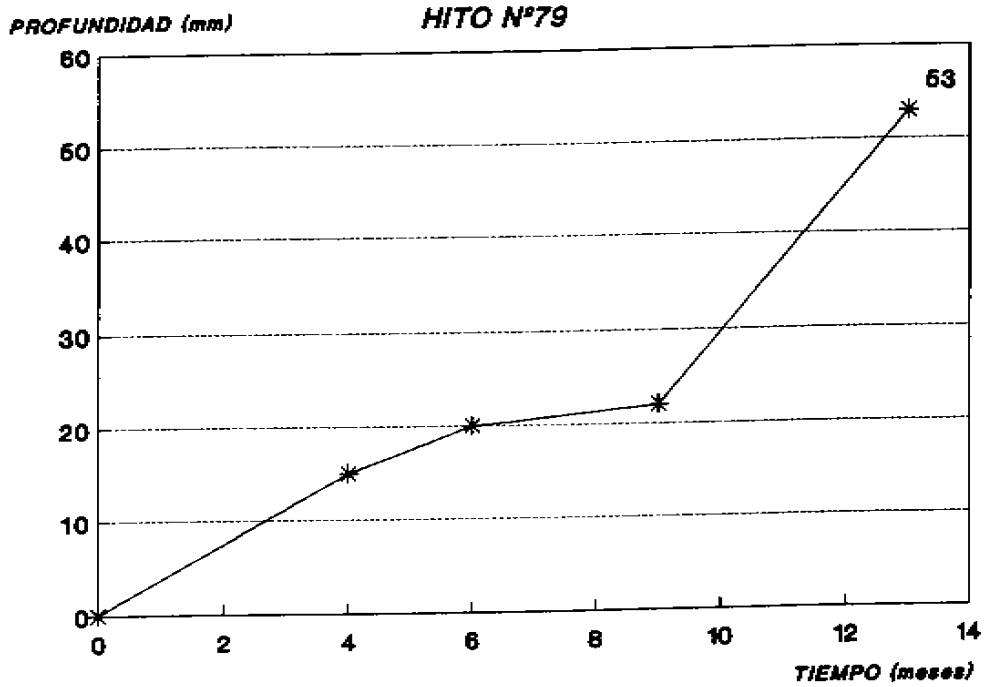
HITO N°76



EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS



EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS





B. CUADRO



CUADRO N° 1
Hundimientos y su evolución en Febrero de 1995

HITO N°	HUNDIMIENTO (mm)		EVOLUCIÓN HUNDIMIENTOS REALES	OBSERVACIONES
	Real	Teórico		
101	26	35	FC	
102	15	9 (*)	FC	
103	88	180	FC	
104	87	400	FC	
106	243	470	FC	
107	120	320	FC	
108	85	100	E	
109	327	330	FC	
110	22	150	E	
111	109	215	FC	
112	17	9	E	
113	18	60	E	
114	37	95	E	
115	66	185	TE	
116	118	260	FC	
117	93	200	TE	
118	67	110	E	
119	161	160	FC	
120	38	75	FC	
121	75	90	E	
122	18	195	E	
123	21	300	TE	
124	-11	225	I	
10	9	8	TE	
21	21	60	TE	
75	42	160	FC	
76	-	50	-	Desaparecido en Octubre/94
78	35	105	FC	
79	53	250	FC	

I = Inamovible

E = Estabilizado

TE = Tendencia a la estabilización

FC = En fase de crecimiento

(*) Valor dudoso debido a la probable posición incorrecta del hito, por error en el valor de la ordenada suministrada en los datos de partida del mismo.



C. CALCULO POR ORDENADOR DE
HUNDIMIENTOS

INFORME DEL ESTUDIO DE SUBSIDENCIA : BOO
ITINERARIO : 4 (Febrero 1995)
FECHA : 06-01-1995 HORA: 12:25:02

COORDENADAS DE LA VENTANA :

ESQUINA INFERIOR IZQUIERDA :
X = 28100 Y = 18600

ESQUINA SUPERIOR DERECHA :
X = 29850 Y = 19800

COORDENADAS INICIALES DE LOS HITOS

NO.HITO	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
101	29465.561	19352.612	397.711
102	29312.646	19461.161	418.489
103	29316.734	19262.936	439.908
104	29493.229	19176.053	459.512
106	29315.962	19171.636	472.873
107	29320.464	19065.109	499.768
108	29316.239	18961.329	527.792
109	29229.482	19159.289	481.383
110	29034.335	19195.794	454.537
111	29175.454	19178.489	471.554
112	29120.387	19464.693	447.383
113	28999.786	19336.022	446.97
114	28808.741	19398.297	566.068
115	28705.897	19295.618	572.197
116	28705.313	19196.881	573.569
117	28710.505	19098.597	600.618
118	28701.367	19011.054	612.289
119	28607.46	19196.941	589.512
120	28508.778	19211.088	628.787
121	28704.72	19397.615	615.49
122	28808.75	19307.044	539.168
123	28811.786	19200.225	533.727
124	28917.706	19211.694	482.652
10	29004.081	19571.345	510.989
21	28877.943	19434.455	544.316
75	29357.144	19270.414	431.729
78	29341.746	19294.686	429.623
79	29409.425	19245.886	435.534

COORDENADAS DE LOS HITOS EN EL ITINERARIO 4

NO.HITO	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
101	29465.561	19352.612	397.685
102	29312.646	19461.161	418.474

103	29316.734	19262.936	439.82
104	29493.229	19176.053	459.425
106	29315.962	19171.636	472.63
107	29320.464	19065.109	499.648
108	29316.239	18961.329	527.707
109	29229.482	19159.289	481.056
110	29034.335	19195.794	454.515
111	29175.454	19178.489	471.445
112	29120.387	19464.693	447.366
113	28999.786	19336.022	446.952
114	28808.741	19398.297	566.031
115	28705.897	19295.618	572.131
116	28705.313	19196.881	573.451
117	28710.505	19098.597	600.525
118	28701.367	19011.054	612.222
119	28607.46	19196.941	589.351
120	28508.778	19211.088	628.749
121	28704.72	19397.615	615.415
122	28808.75	19307.044	539.15
123	28811.786	19200.225	533.706
124	28917.706	19211.694	482.663
10	29004.081	19571.345	510.98
21	28877.943	19434.455	544.295
75	29357.144	19270.414	431.687
78	29341.746	19294.686	429.588
79	29409.425	19245.886	435.481

DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES HORIZONTALES Y HUNDIMIENTOS

NO. HITO	DESP. HORZ. (mm)	HUNDIMIENTO (mm)	DEF. HORZ. (mm/m)
101	0	26	0
102	0	15	0
103	0	88	0
104	0	87	0
106	0	243	0
107	0	120	0
108	0	85	0
109	0	327	0
110	0	22	0
111	0	109	0
112	0	17	0
113	0	18	0
114	0	37	0
115	0	66	0
116	0	118	0
117	0	93	0
118	0	67	0
119	0	161	0
120	0	38	0
121	0	75	0
122	0	18	0
123	0	21	0
124	0	-11	0
10	0	9	0
21	0	21	0
75	0	42	0
78	0	35	0
79	0	53	0

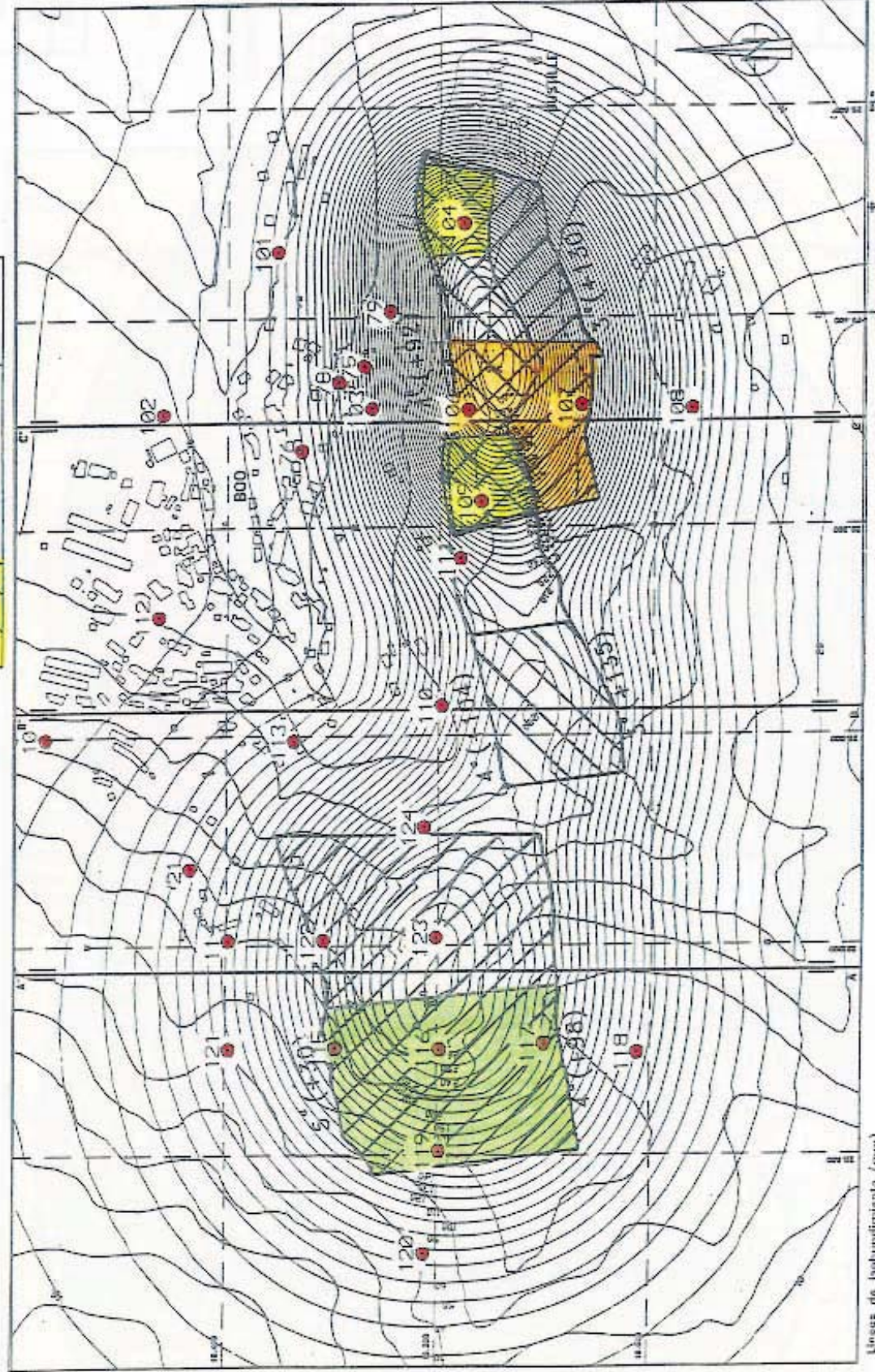


D.- FIGURAS

Zonas explotadas (Enero 1995)

Capas	Pol. (m)
Molino (3' a 4')	1,50
Molino (4' a 5')	1,10
Mariana (3' a 4')	1,30

B00



LEYENDA

115

Hito de control

PLANO DE LABORES CORRESPONDIENTE A LAS CAPAS MOLINO Y MARIANA. CUBETA TEORICA DE SUBSIDENCIA

ZONAS EXPLOTADAS E HITOS DE CONTROL

FIGURA 1

LEYENDA

— 400 —
 Isolínea de hundimiento de la cubeta teórica (simulación de la explotación de las capas):

Capas	Pot. (m)
Molino (3° a 4°)	1,50
Molino (4° a 5°)	1,10
Martana (3° a 4°)	1,30

115
 Hito de control

1- MEDICIONES DE HUNDIMIENTO EN HITOS DE CONTROL (Enero 1994 - Febrero 1995)

- Prácticamente nulas
- Inferiores a las teóricas
- Superiores " " (1)

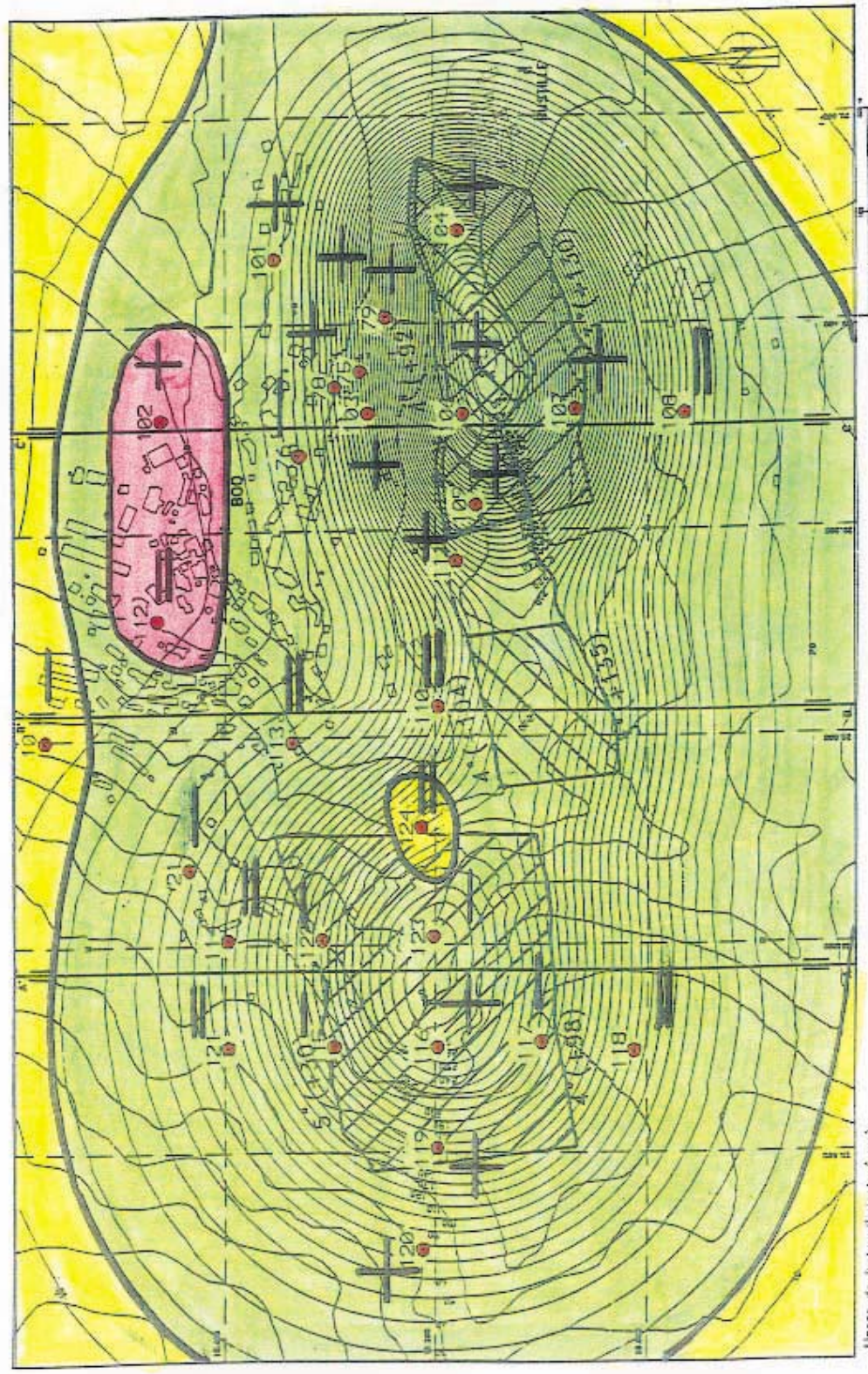
2- EVOLUCION DE HUNDIMIENTOS

- En fase de crecimiento
- Tendencia a la estabilidad
- Estabilizado

(1)

HITO	Hundimiento (mm)	
	Real	Teórico
102	15	9
112	17	9

BOO



Lineas de hundimientos (mm)

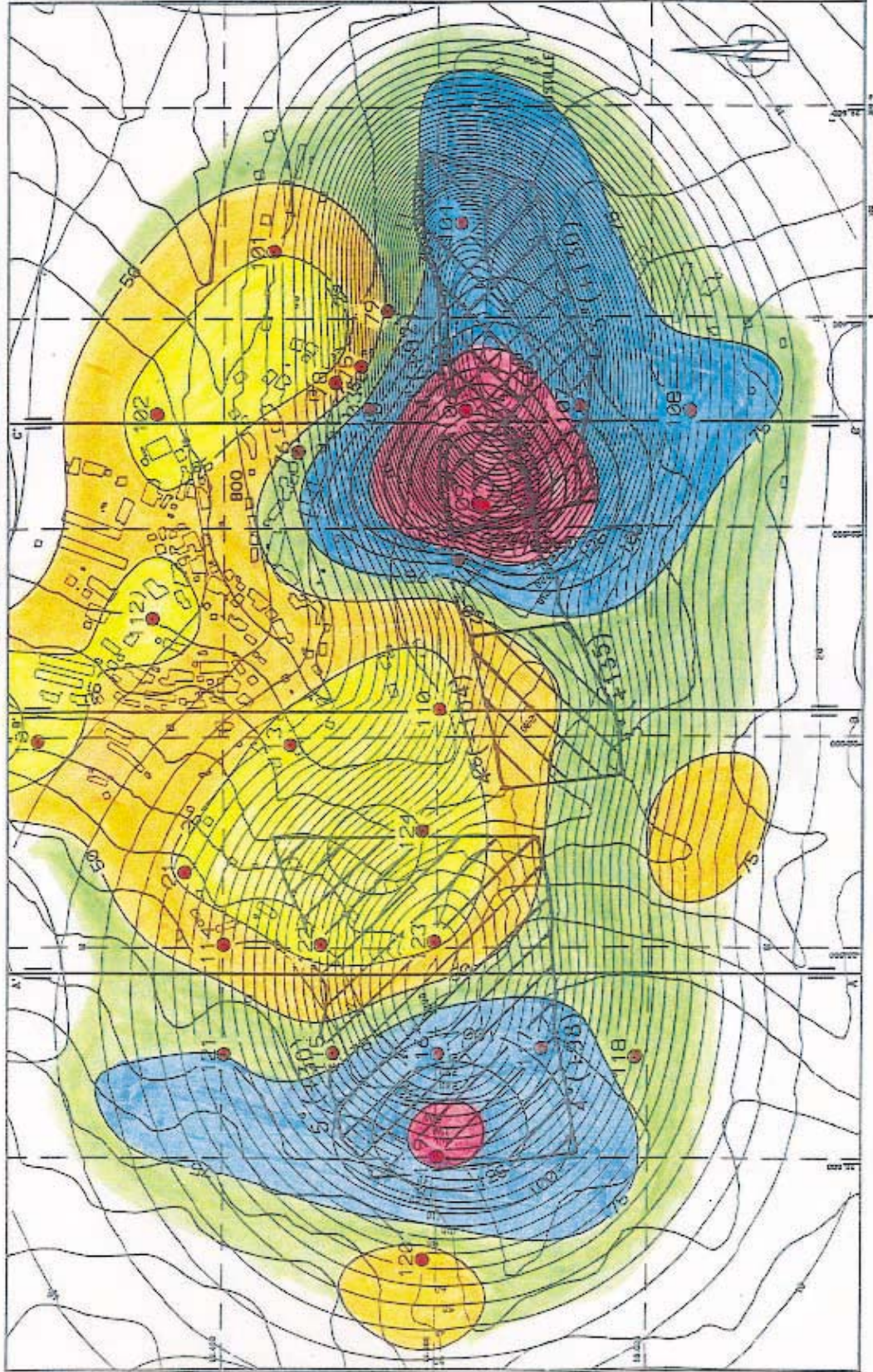
MEDICIONES DE HUNDIMIENTOS EN HITOS DE CONTROL Y SU EVOLUCION, EN LA ZONA DE BOO Y BUSTILLE
 COMPARACION CON EL MODELO TEORICO DE SUBSIDENCIA

* Posibilidad de error en las coordenadas del hito

FIGURA 2

Capas		Pot. (m)
	Molino (3' a 4')	1,50
	Molino (4' a 5')	1,10
	Marlana (3' a 4')	1,30

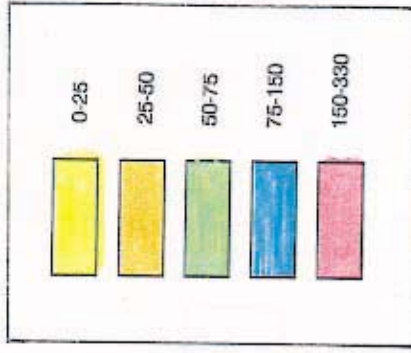
B00



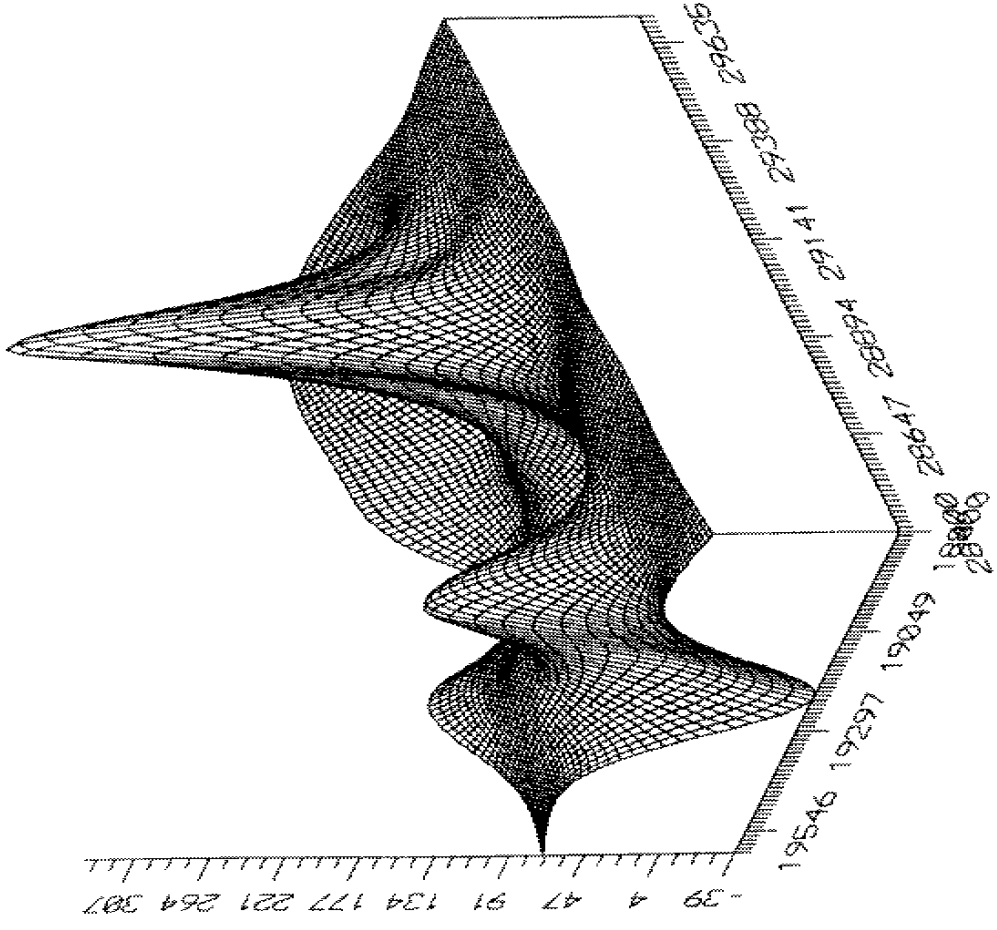
LEYENDA

122 ●
Punto de control

HUNDIMIENTOS (mm)
(Febrero de 1995)



HUNDIMIENTOS EN LA ZONA DE B00 Y BUSTILLE. CUBETA REAL DE SUBSIDENCIA



PERSPECTIVA DE LA SUPERFICIE CORRESPONDIENTE A LOS VALORES DE HUNDIMIENTO