

# LA CUEVA DE LA PEÑA DE CANDAMO (ASTURIAS):

## Primeros resultados microclimáticos

Manuel Hoyos Gómez\*, Vicente Soler Javaloyes\*\* y Javier Fortea Pérez\*\*\*

### I. CARACTERISTICAS KARSTICAS GENERALES

La cueva se desarrolla en la denominada Caliza de Montaña del Carbonífero, correspondiendo a un karst poligénico cuyos inicios en la zona se remontan a una fase de karstificación importante ocurrida durante el Plioceno inferior. Corresponde a una cavidad de escaso recorrido con

una longitud de unos 70 m. que debió formar parte de otra más extensa que por rellenos litoquímicos, hundimientos y evolución de la vertiente ha quedado reducida a las dimensiones actuales.

La alimentación hídrica del sistema kárstico se produce por infiltración de agua de lluvia, y aunque se reconocen en ella espeleotemas epiacuáticos, la circulación de agua

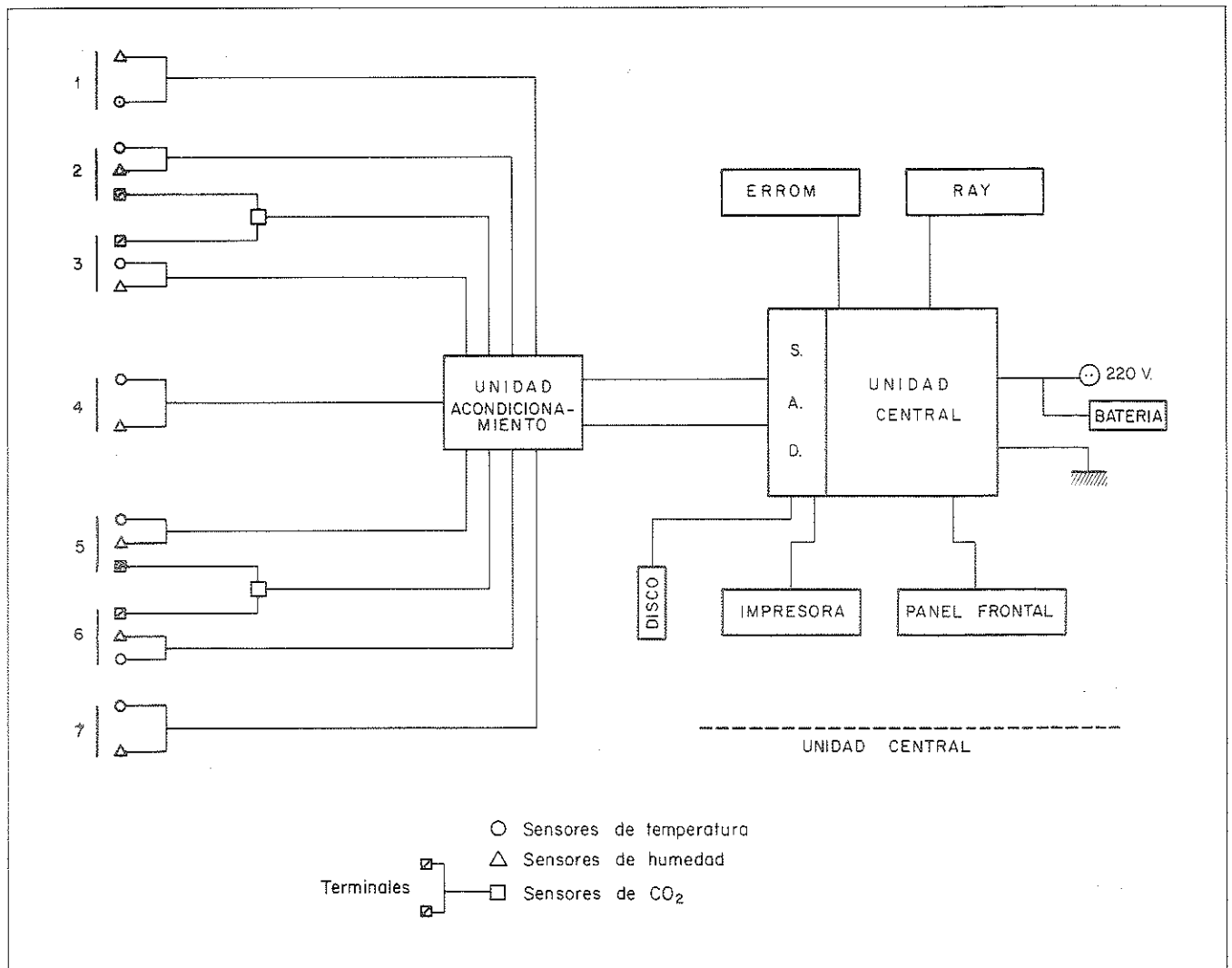


Figura 1

\* Departamento de Geología C.S.I.C. Museo Nacional de Ciencias Naturales. 28006 Madrid.

\*\* Estación Volcanológica de Canarias. C.S.I.C. 38206 La Laguna. Tenerife.

\*\*\* Area de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad. 33011 Oviedo.

actual se reduce al goteo y circulación laminar parietal con caracter estacional, ya que el nivel de base kárstico marcado por el río Nalón se encuentra muy por debajo, encontrándose alguna surgencia entre éste y la cueva.

Desde los años sesenta el acceso a la cueva ha permanecido cerrado por dos puertas metálicas que prácticamente la han mantenido aislada del exterior, y desde 1980 se han suprimido los visitantes siendo solo perturbado su ambiente interior de forma ocasional por las personas que han participado en su estudio. Los resultados que aquí se exponen corresponden a la primera fase de las tres que consta el estudio integral de la cueva, que se realiza con objeto de determinar las posibilidades de apertura al público, y

en su caso, el número máximo de individuos que podrían visitarla sin rebasar los límites de perturbación que se establezcan. En estos resultados, por tanto, se resumen las características microclimáticas de la cueva a puerta cerrada.

## II. SISTEMA DE MEDIDAS

El sistema de medidas ha sido diseñado en función de las características geomorfológicas de la cueva, con caracter autónomo y totalmente protegido dada la situación aislada de la cueva, por lo que puede permanecer funcionando ininterrumpidamente más de dos meses sin otra nece-

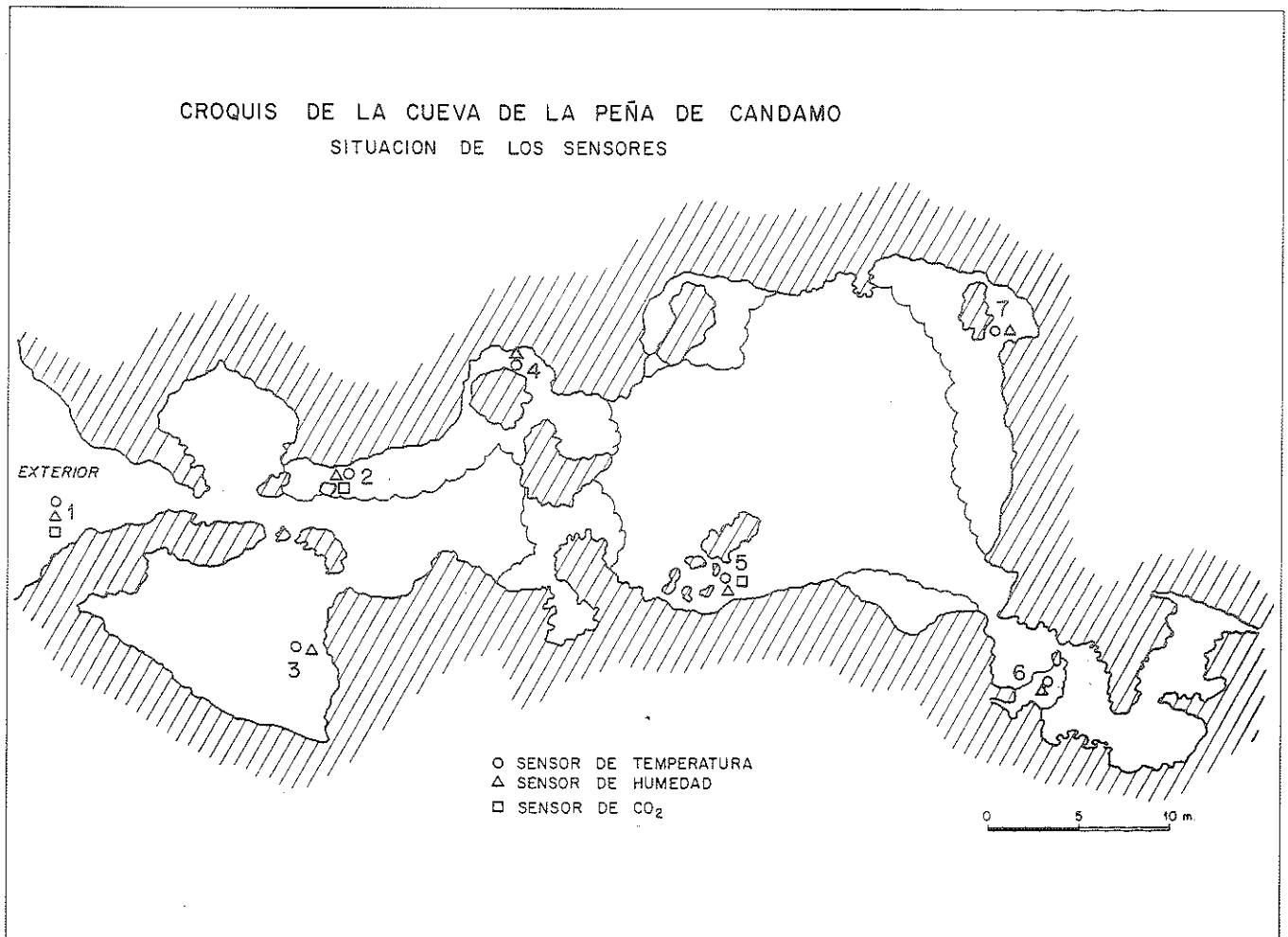


Figura 2

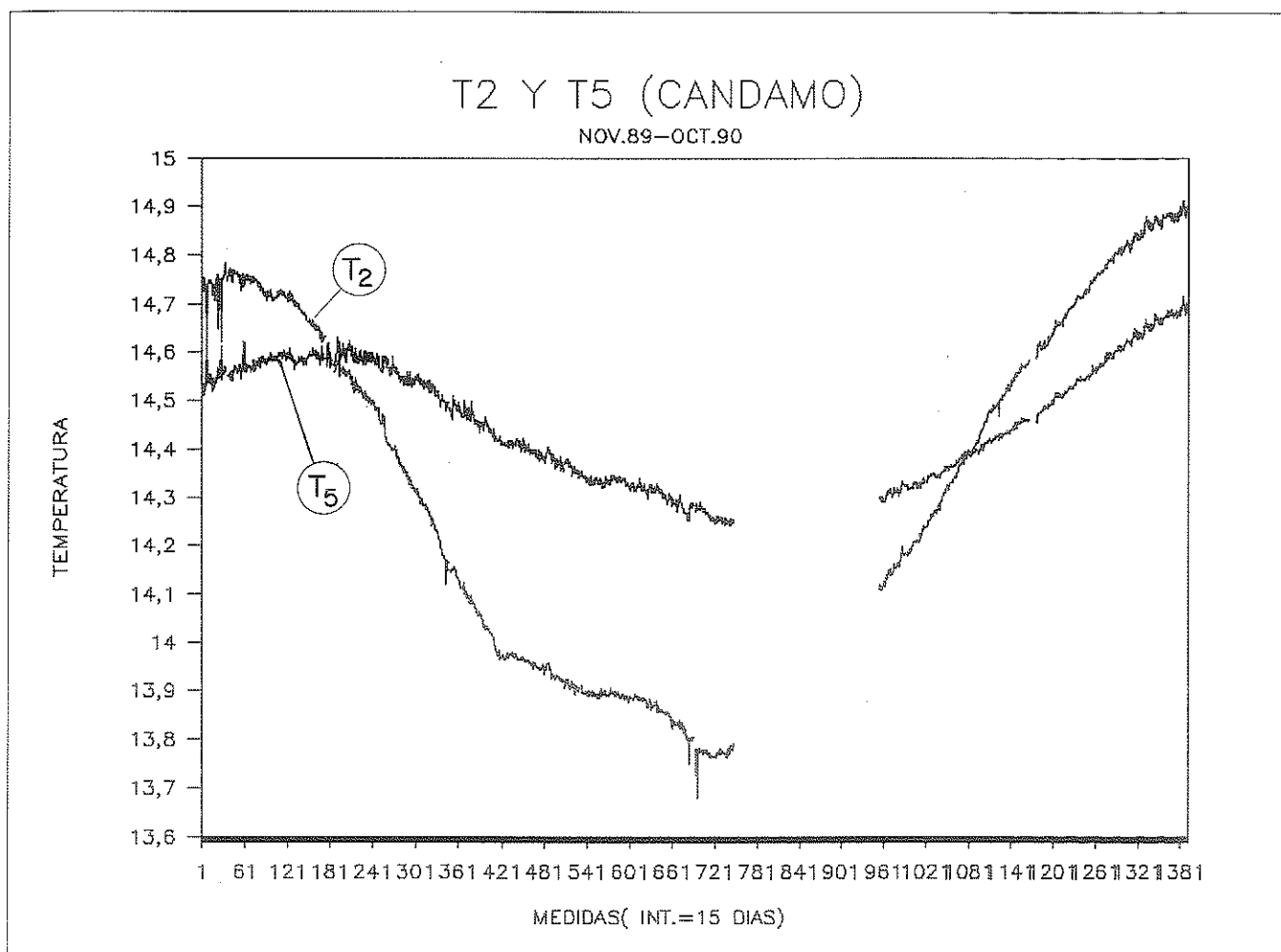


Figura 3

sidad que la de cambiar el disco de registro. Dicho sistema consta de las siguientes partes y elementos (Fig. 1):

—*Unidad Central.* Consta de un microprocesador especialmente diseñado para control y medida, que ejecuta un programa contenido en disco concebido de acuerdo con la modalidad de trabajo elegida, protegiendo la información contra posibles fallos de alimentación mediante el almacenado en disco de cada una de las medidas realizadas. Para cualquier modificación de las condiciones de trabajo, el sistema es accesible desde un pe-

queño teclado incorporado en el panel frontal del mismo.

—*Unidad de Acondicionamiento.* En esencia constituye una central que puede acomodar sensores de diferente naturaleza, actuando como medio receptor de la información de los sensores, adecuando dicha información a los niveles de tensión o corriente adecuados y transmitiéndolos a la Unidad Central.

—*Sensores.* Dadas las reducidas dimensiones de la cueva y en función de la morfología de la misma, se han instalado los siguientes sensores cuya posición queda reflejada en la fig. 2:

- 7 sensores de humedad relativa, de los cuales 6 están situados en el interior y son de tipo de "punto de rocío" y 1 de tipo capacitivo en el exterior, siendo el error de medida inferior al 1%.
- 7 sensores de temperatura, uno exterior y seis en el interior, con un error de medida inferior a 0,1°C.
- 2 sensores de CO<sub>2</sub> por absorción de infrarrojos, con un error menor del 1% en el rango de 0 - 3.000 ppm.

### III. CARACTERISTICAS MICROCLIMATICAS

Los resultados obtenidos corresponden a un año de medidas (Noviembre 1989-Noviembre 1990), en el que se rea-

lizaron ininterrumpidamente (salvo algún corte en la alimentación) una medida cada hora por sensor en condiciones de cueva cerrada. Los aspectos más sobresalientes de estos resultados son los siguientes.

#### III.1. Temperatura

La temperatura de la cueva se mantiene bastante constante a lo largo del año entre 13,77 y 14,92 grados centígrados en la zona externa y 14,24 - 14,74 en la interior (fig. 3), sin que las variaciones de la temperatura exterior influya de forma inmediata y directa sobre ella, ni siquiera en tiempos más amplios a escala estacional, puesto que a la tendencia general de aumento de la temperatura de

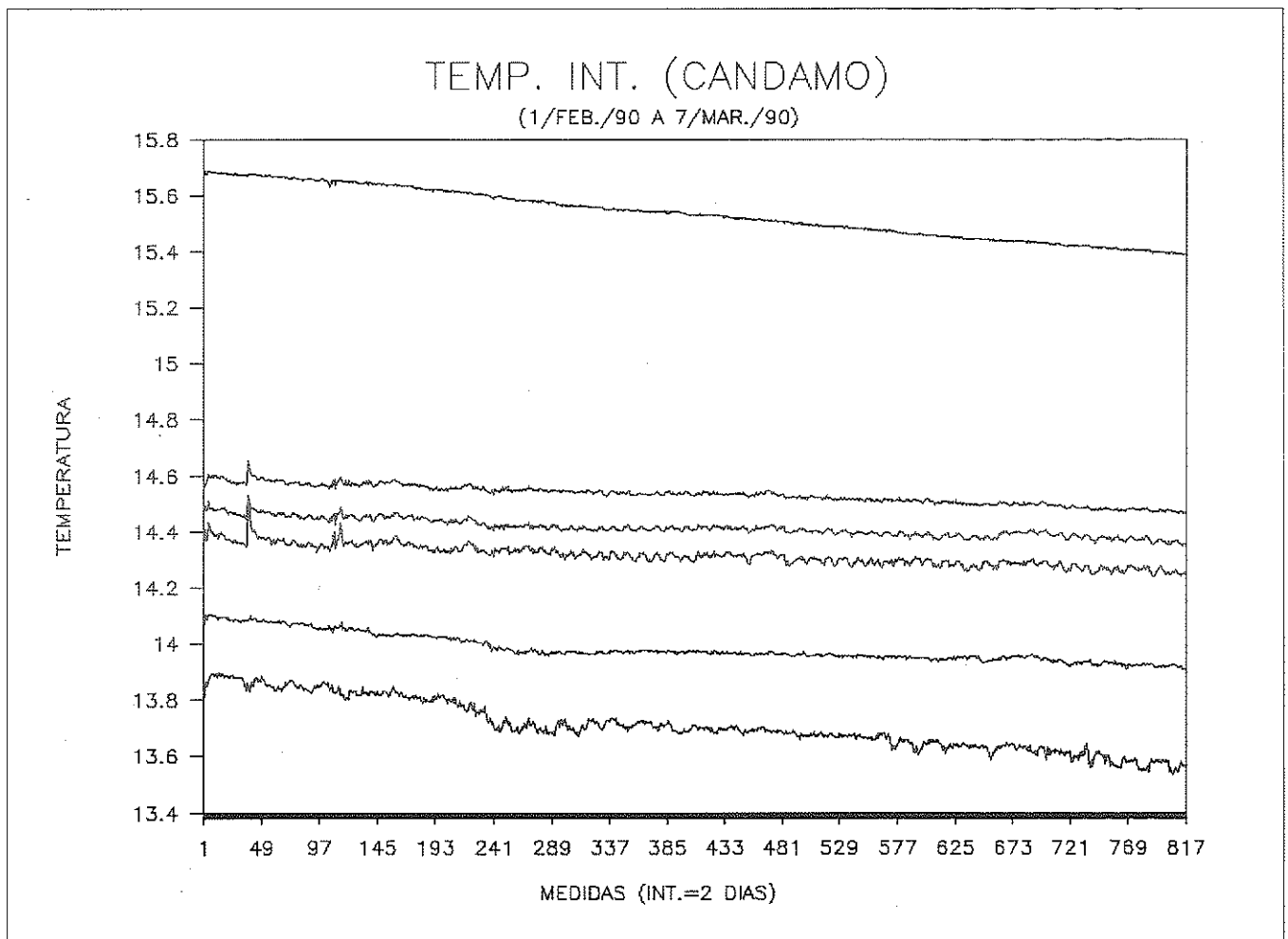


Figura 4

invierno a verano, en la cueva se produce, aunque con diferencias reducidas, el fenómeno contrario, ocurriendo lo mismo de verano a invierno. Esta dicotomía entre temperaturas exteriores y las interiores a la cueva es debida al efecto de las dos puertas metálicas que la aíslan del exterior.

Las oscilaciones diarias de la temperatura son muy débiles, del orden de centésimas de grado, y dentro de este orden de magnitud las amplitudes son ligeramente mayores en los sensores situados más al exterior (T-2, T-3), donde ocasionalmente se alcanzan variaciones de décima de grado.

Las oscilaciones estacionales tampoco son de gran amplitud, siendo en este caso del orden de  $1,15^{\circ}$  centígrado

en la zona externa (13,77 - 14,92 grados) y algo menor en la interior 0,50 grados (14,24 - 14,74 grados) (fig. 3), destacando que la temperatura es, dentro de este orden, ligeramente más alta en invierno que en verano, descendiendo suavemente durante la primavera y ascendiendo del mismo modo en otoño (figs. 4 y 5)

A su vez la mayor oscilación de la temperatura de la zona externa da lugar a que se produzca una inversión de temperaturas entre exterior e interior de la cueva, la primera en Diciembre y la segunda (retorno) entre Julio/Agosto de tal manera que en invierno la temperatura es más alta en la zona externa y en verano en la interna (fig. 3).

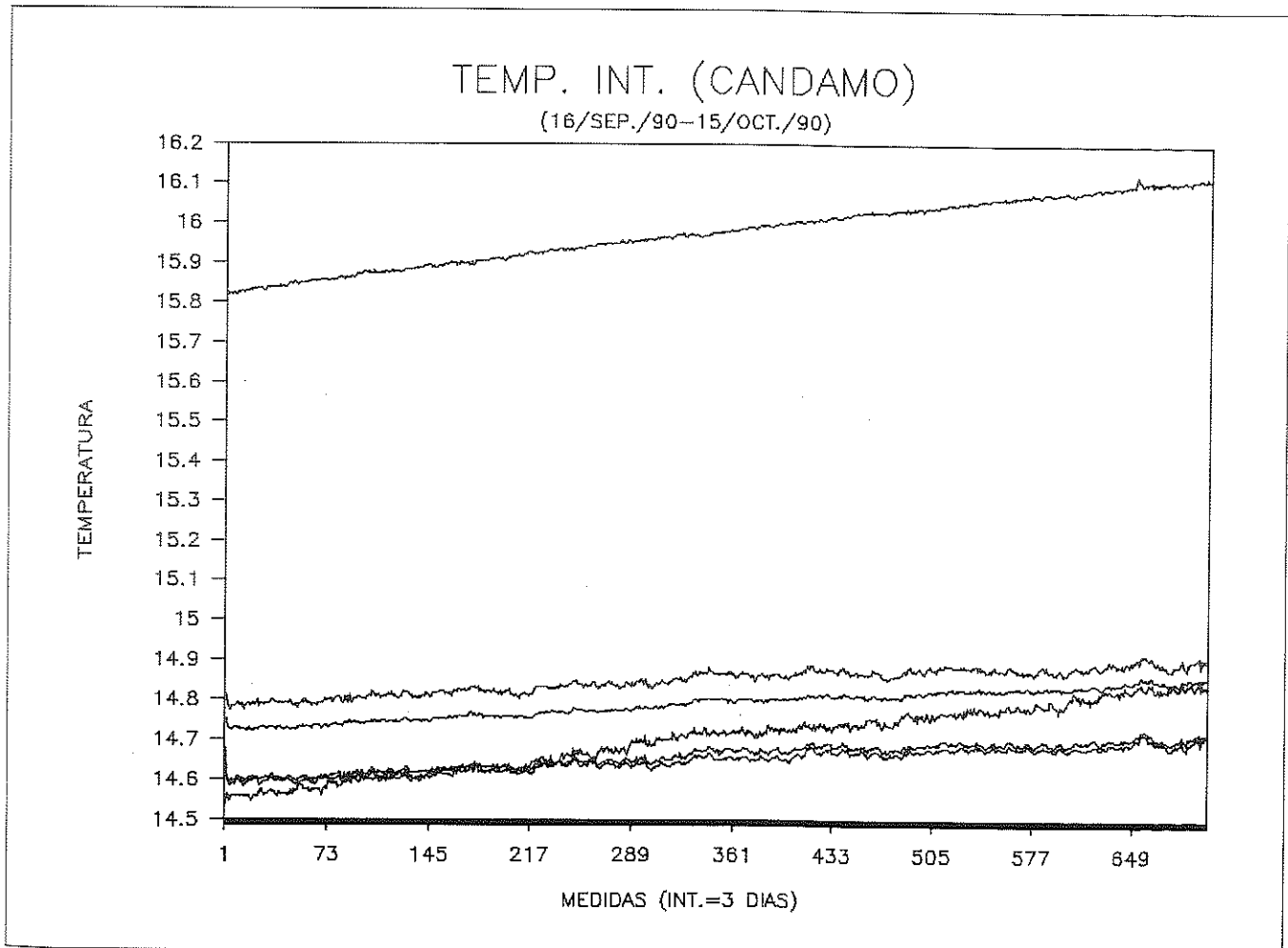


Figura 5

### III.2. Humedad relativa

La humedad, directamente relacionada con la infiltración de agua en la cueva, presenta siempre valores situados entre el 94% y el 100%, tanto en la zona externa como en la interna, permaneciendo en saturación gran parte del año, ya que las dos puertas metálicas impiden en gran parte la circulación de aire y por tanto la ventilación.

En estas condiciones de cueva cerrada que dan lugar a estos valores de humedad, es difícil establecer una relación entre la pluviosidad, tiempo de percolación y humedad en el interior de la cueva, aunque se observa una tendencia suave y lineal en primavera en las distintas zonas de la cueva

a ir aumentando la humedad (0,2% - 0,3% en dos meses) (fig. 6), alcanzándose en algunos puntos la saturación dependiendo del valor de partida invernal. El fenómeno contrario con una regresión del mismo orden se produce en otoño.

El sentido de estas variaciones de las humedades relativas del interior de la cueva es el contrario al de las temperaturas, mientras éstas tienden a descender en primavera, las humedades tienden a aumentar y de forma contraria en el otoño.

Las oscilaciones diarias son mínimas, se sitúan entre 0,1% y 0,3% sin otra relación que la ya expuesta con las variaciones climáticas del exterior e independien-

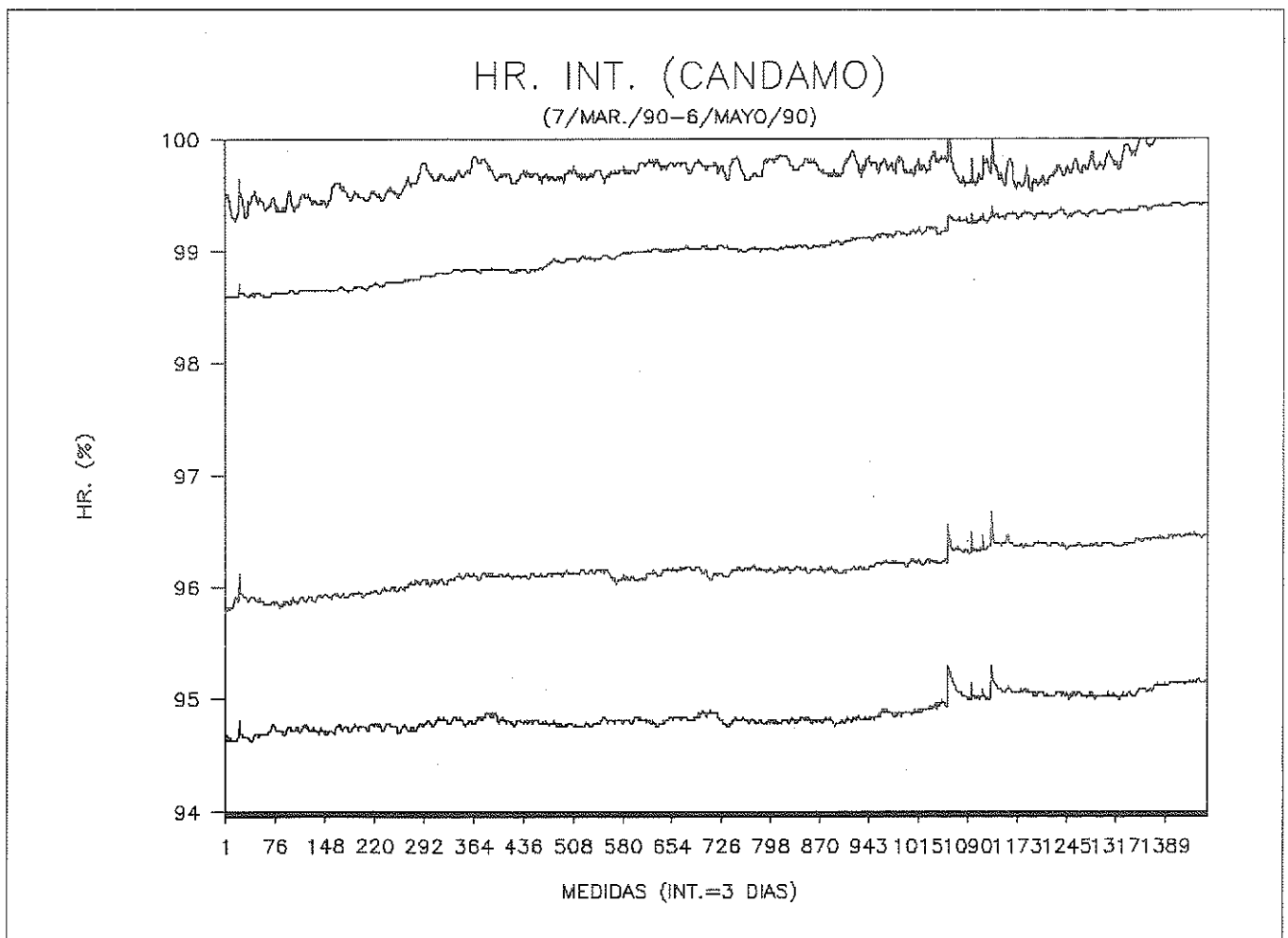


Figura 6

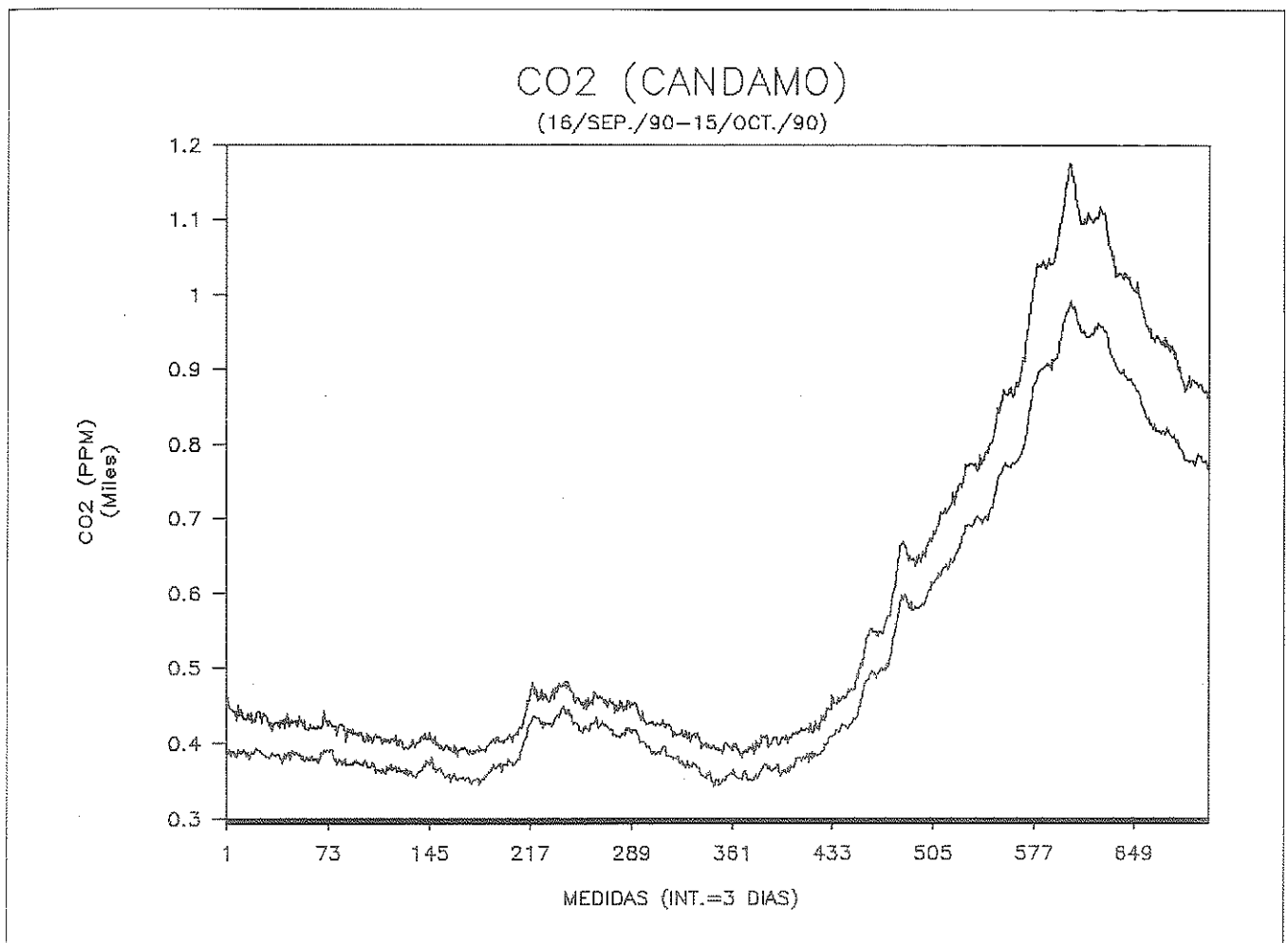


Figura 7

te de las variaciones diarias de la humedad relativa externa.

### III.3. Dióxido de Carbono

Las concentraciones de CO<sub>2</sub> varían sensiblemente a lo largo del año, desde concentraciones próximas a las del exterior en torno a 350 ppm, hasta 6.000 ppm, siendo las variaciones entre las zonas externa e interna del mismo sentido, aumentando o disminuyendo a la vez (fig. 7). Por otra parte, las diferencias entre ambas zonas son del orden de 50 ppm para valores de la concentración de CO<sub>2</sub> inferio-

res a 550 ppm, aumentando esta diferencia progresivamente al aumentar los valores de la concentración (100 ppm para valores entre 800 y 900 ppm, 200 ppm para valores de la concentración entre 1.000-1.200 ppm y 400 ppm para valores de 2.000-3.000 ppm).

Estas variaciones de la concentración de CO<sub>2</sub> están relacionadas directamente con las variaciones de la presión atmosférica exterior y no tienen relación con la ventilación, prácticamente inexistente por efecto de las dos puertas, ya que la temperatura y humedad permanecen "cuasi" constantes para los periodos de tiempo en los que se producen las variaciones de la concentración de CO<sub>2</sub>.

(figs. 8 y 9), de tal forma que a la tendencia de variación general de la presión atmosférica, ascenso o descenso, durante varios días responde la cueva en el mismo sentido con un ascenso o descenso en la concentración de  $\text{CO}_2$ . Dicha respuesta se produce con un retardo de varios días, entre 4 y 8 o más días, dependiendo del valor y amplitud de las oscilaciones intermedias de la presión y el tiempo entre los máximos de altas y bajas presiones.

#### IV. CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se encuentra la cueva de

Candamo, tanto la temperatura interior como la humedad relativa son parámetros bastante estables con débiles fluctuaciones independientes de las variaciones de sus homónimos del exterior.

Esta estabilidad debe atribuirse a la muy escasa relación con el exterior y/o con otras cavidades del karst en relación con éste, es decir a la escasez de circulación de aire.

Las dos puertas metálicas de cierre de la cueva son las responsables de la falta de ventilación y de la independencia de la temperatura y humedad relativa interiores con las del exterior. En consecuencia, y como primera medida, se ha propuesto a la Consejería de Cultura el ranurado de

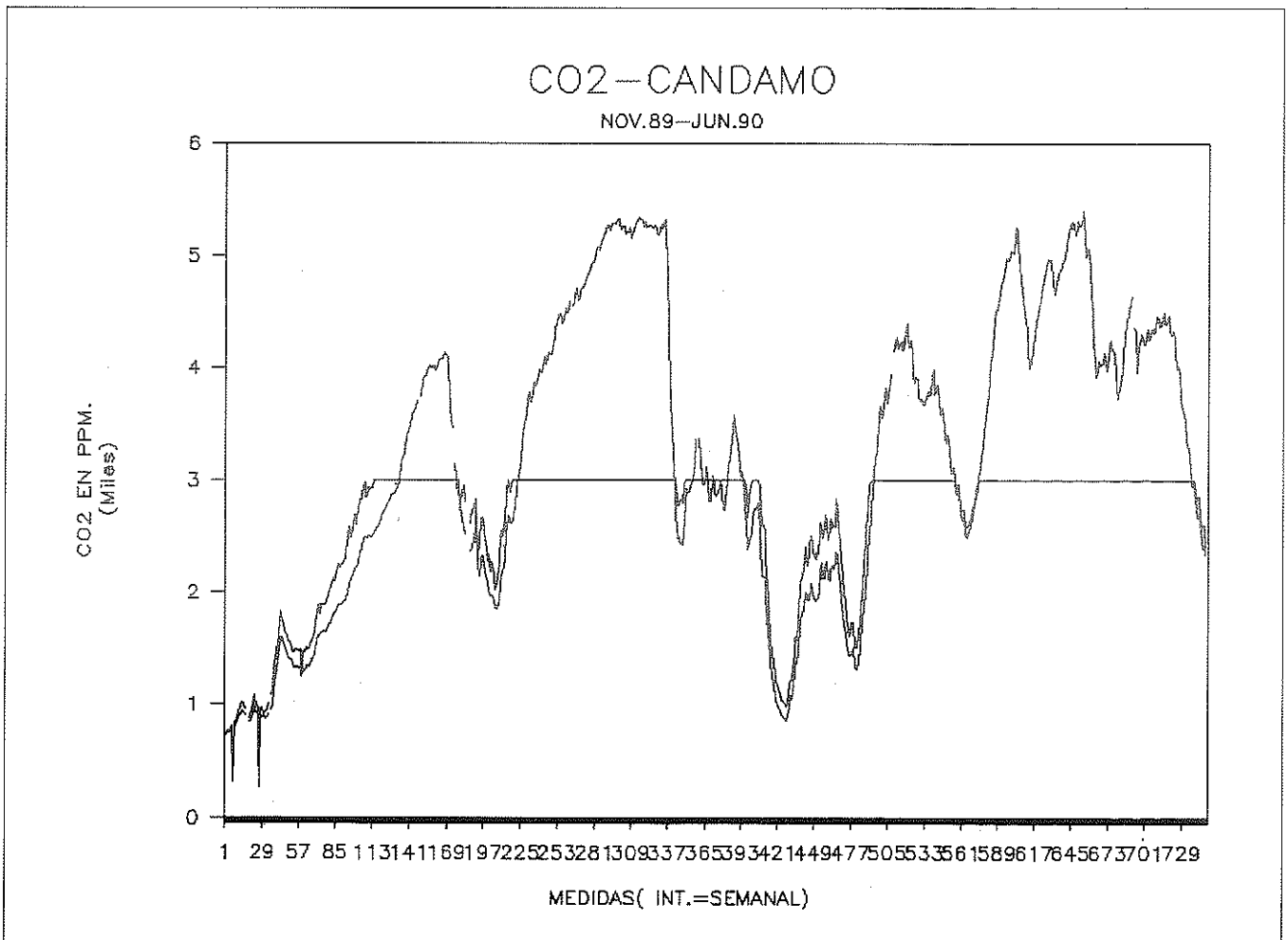


Figura 8



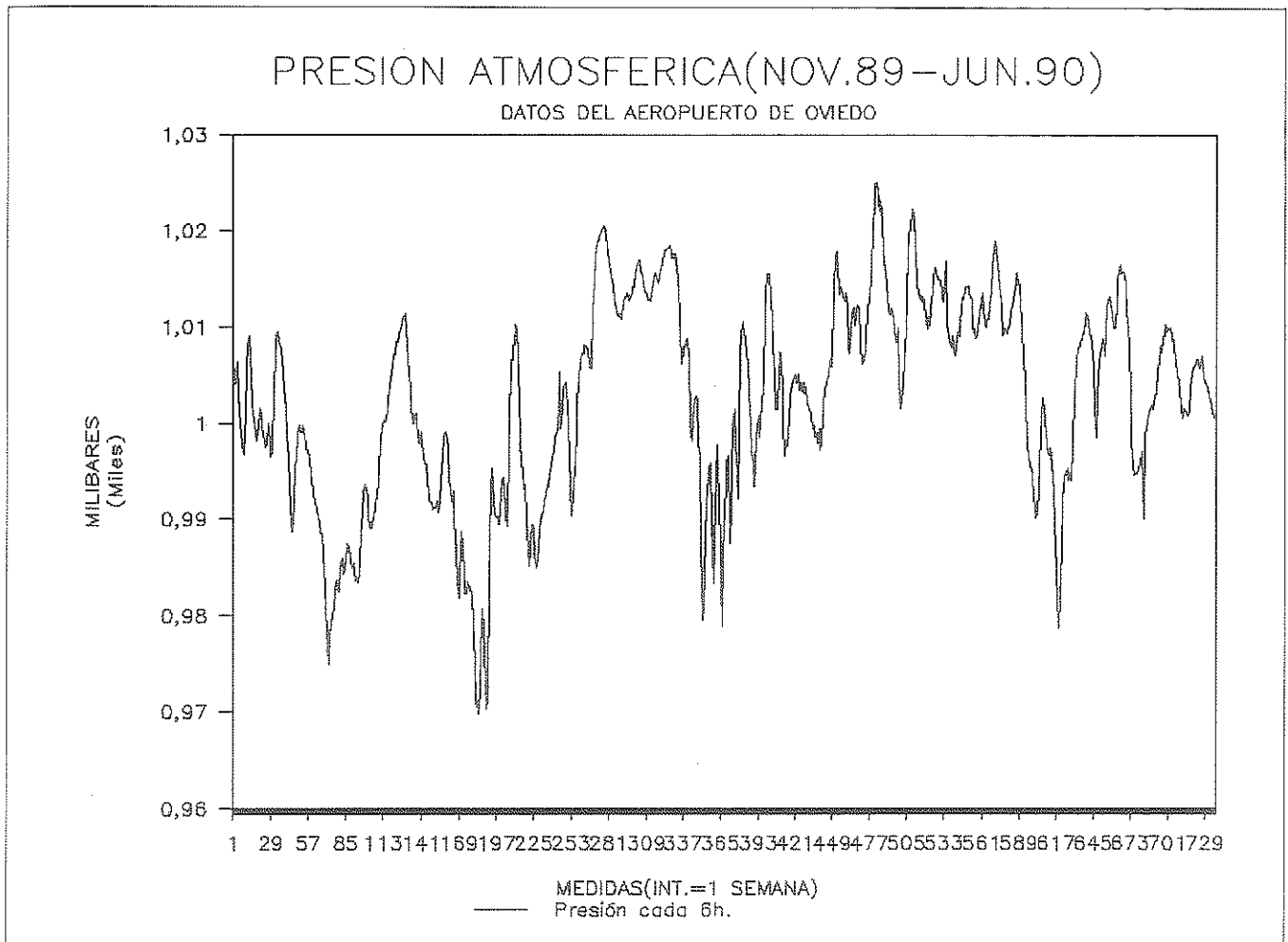


Figura 9

las puertas hasta dotarlas de una superficie de vano equivalente a la que tenía la cueva cuando fue descubierta. Esta obra ya ha sido ejecutada.

Las concentraciones y variaciones del  $\text{CO}_2$  en el interior de la cueva están controladas por las variaciones de la presión atmosférica en el exterior.