

PHI  $\equiv$   $\Phi$

PLAN HIDROLOGICO INSULAR DE TENERIFE

AVANCE:

BASES PARA EL  
PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO



CABILDO INSULAR DE TENERIFE

GOBIERNO DE CANARIAS  
CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS, VIVIENDA Y AGUA  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

CABILDO INSULAR DE TENERIFE  
AREA DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
SECCION DE PLANIFICACION HIDRAULICA

1

1989

---

Cabildo Insular de Tenerife  
Sección de Planificación Hidráulica

---

Producción: Luis Fiera  
c/Valencia, 4  
Tel. 23 02 64

---

Fotomecánica: Claudio Sánchez  
Campo y Tamayo, 42  
Tel.: 64 86 02

---

Impresión: Producciones Gráficas  
San Félix, 18  
Tel.: 61 72 25

---

Depósito Legal: TF 1.264/89

---

**INDICE**

<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>11</b>
I.1. Plan hidrológico de Tenerife: Aspectos Generales .....	13
I.1.1. Objetivos .....	13
I.1.2. Criterios fundamentales .....	15
I.2. El Planeamiento Hidrogeológico: sus bases .....	16
I.3. Objeto y características de este documento .....	19
I.4. Otros capítulos del avance del PHI .....	20
<b>II. RESULTADOS GENERALES .....</b>	<b>21</b>
II.1. Comportamiento hidrogeológico de Tenerife .....	23
II.1.1. Comportamiento a pequeña escala .....	23
II.1.2. Comportamiento global .....	24
II.2. Unidades hidrogeológicas del modelo en capas .....	29
II.2.1. Serie I .....	29
II.2.2. Serie II .....	30
II.2.3. Serie Cañadas .....	33
II.2.4. Series modernas .....	33
II.3. Funcionamiento hidrodinámico de los ejes estructurales .....	33
II.3.1. Comportamiento en el núcleo .....	34
II.3.2. Comportamiento en los márgenes .....	35
II.4. Funcionamiento hidrodinámico de las depresiones gravitacionales .....	35
II.5. El sistema hidráulico insular .....	36
II.5.1. Introducción .....	36
II.5.2. La superficie freática .....	37
II.5.3. El zócalo impermeable .....	37
II.5.4. Zona saturada general .....	41
II.6. El aprovechamiento de las aguas subterráneas .....	42
II.6.1. Las galerías .....	42
A) Tipos de galerías .....	42
B) Historia de las galerías .....	45
II.6.2. Los pozos .....	53
II.6.3. Los Manantiales .....	56
II.7. Zonificación hidrogeológica .....	59
II.7.1. Justificación de la división realizada .....	59
II.7.2. Análisis y conclusiones por zonas .....	62

<b>Zona I</b> .....	65
A) Rasgos generales .....	65
B) Extracciones .....	65
<b>Zona II</b> .....	67
A) Rasgos generales .....	67
B) Situación hidrogeológica .....	67
C) Flujo del agua .....	68
D) Captaciones .....	68
<b>Zona III</b> .....	75
A) Rasgos geológicos e hidrológicos .....	75
B) Configuración del acuífero y captaciones existentes .....	76
<b>Zona IV</b> .....	81
A) Rasgos generales .....	81
B) División en subzonas .....	81
C) Captaciones .....	82
<b>Zona V</b> .....	89
A) Rasgos generales .....	89
B) Captaciones existentes .....	89
<b>Zona VI</b> .....	91
A) Rasgos geológicos e hidrogeológicos .....	91
B) Captaciones existentes .....	92
<b>Zona VII</b> .....	97
A) Rasgos geológicos e hidrogeológicos .....	97
B) Captaciones existentes .....	97
<b>Zona VIII</b> .....	103
A) Rasgos generales .....	103
B) Captaciones existentes .....	103
<b>III. CONCLUSIONES A NIVEL INSULAR</b> .....	107

<b>IV. PROXIMAS ACTIVIDADES RELATIVAS A AGUAS SUBTERRANEAS</b> .....	113
IV.1. INVESTIGACIÓN A CORTO PLAZO .....	115
IV.1.1. Cartografía del zócalo impermeable .....	115
IV.1.2. Actualización progresiva de los datos hidrogeológicos de las obras de captación .....	115
IV.1.3. Revisión de la hidrología de superficie .....	116
IV.1.4. Modelo de simulación hidrogeológico .....	116
IV.1.5. Estudio geohidroquímico .....	117
IV.1.6. Estudios sobre los acuíferos costeros .....	117
IV.1.7. Corrección de la salinidad de las aguas subterráneas .....	118
IV.1.8. Nuevo inventario general de puntos de agua .....	119
IV.2. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA .....	119
IV.2.1. Control piezométrico del acuífero de Las Cañadas .....	119
IV.2.2. Control piezométrico general .....	120
IV.2.3. Seguimiento y control hidroquímico de los acuíferos costeros ....	120
IV.2.4. Seguimiento hidroquímico general .....	121
IV.2.5. Seguimiento de determinados grupos de captaciones .....	121
IV.3. FORMACIÓN TÉCNICA DEL PERSONAL .....	121
IV.3.1. Formación de nuevo personal técnico .....	121
IV.3.2. Cursos de perfeccionamiento .....	122
IV.3.3. Centro permanente docente-investigador .....	122
IV.4. NUEVAS OBRAS .....	123
IV.4.1. Galerías nuevas .....	123
IV.4.2. Reperforación de galerías ya existentes .....	123
IV.4.3. Ejecución de nuevos pozos .....	124
IV.4.4. Reacondicionamiento de pozos preexistentes .....	124
IV.5. DE NATURALEZA ADMINISTRATIVA .....	124
IV.5.1. Fusión de Comunidades de agua .....	124
IV.5.2. Nueva regulación de los derechos del subsuelo .....	125
IV.5.3. Contabilidad de los volúmenes extraídos .....	125
IV.5.4. Extracciones desaprovechables .....	126
IV.5.5. Dotación de medios para la Administración Hidráulica .....	126
<b>V. RESUMEN</b> .....	129

## I. INTRODUCCION

## **I.1. PLAN HIDROLOGICO DE TENERIFE: ASPECTOS GENERALES.**

En febrero de 1988, la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Agua del Gobierno de Canarias y el Cabildo Insular de Tenerife suscribieron un Convenio para la redacción de un «**AVANCE del PLAN HIDROLOGICO Insular (en lo sucesivo "PHI") DE TENERIFE**».

Delimitado su alcance, se definieron sus **objetivos y los criterios fundamentales** para su desarrollo, se programaron las actividades necesarias y se acometieron las prioritarias.

### **I.1.1. OBJETIVOS.**

Los objetivos considerados se agrupan en tres niveles según su grado de concreción.

El primer nivel comprende los tres **OBJETIVOS GENERALES** siguientes:

- Mejorar y garantizar el bienestar colectivo, especialmente: la salud, la seguridad, el uso y disfrute de los servicios públicos, el ocio y el recreo.
- Contribuir al desarrollo insular, incrementando el potencial productivo, la renta insular y el empleo, procurando mejorar su distribución y la calidad de los servicios.
- Mejorar y garantizar la calidad medioambiental por medio de la gestión, la conservación, la restauración y la mejora de la calidad del agua e, indirectamente, del suelo, la vegetación, la fauna y el paisaje asociados.

Un segundo escalón incluye como **OBJETIVOS INTERMEDIOS**, resultantes del desarrollo y entrecruzamiento de los anteriores, los que siguen:

- Consolidar las disponibilidades hidráulicas para el abastecimiento general de los núcleos urbanos de Tenerife, perfeccionando y flexibilizando su sistema de suministro, mejorando sus instalaciones y reglando su explotación.
- Garantizar la cantidad y la calidad de las aguas que se destinen a uso urbano, minimizando el riesgo de restricciones y de contaminación de sus fuentes de suministro, corrigiendo aquellas que no cumplan con los límites sanitarios establecidos y disponiendo la reglamentación precisa.
- Prevenir y minimizar el riesgo de daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos.
- Prevenir, reducir, corregir y controlar la contaminación de acuíferos subterráneos, el litoral y los parajes naturales por utilización y vertidos inadecuados.
- Procurar que las disponibilidades se asignen a los distintos usos con la mayor racionalidad y eficiencia, de conformidad con los criterios y normas que resulten de la planificación económica general.
- Proponer las actuaciones que proceda incluir en otras políticas y planes sectoriales para inducir a la consecución de estos objetivos.
- Definir las normas de protección de los recursos, los equipamientos e infraestructuras básicas de carácter hidráulico e interés supramunicipal para su inclusión como tales en el Plan Insular de Ordenación y promover la correspondiente acomodación del planeamiento urbanístico municipal.
- Colaborar con los Ayuntamientos en las obras de reposición, mejora y ampliación de las redes de distribución y alcantarillado de sus núcleos, procurando igualar los niveles de servicio en toda la Isla.
- Coordinar y dirigir la gestión de la explotación, la producción, el transporte, los distintos usos y otras manifestaciones del agua, mediante los servicios de la Administración Hidráulica Insular, tras la reorganización y el cambio normativo que procedan.

- Desarrollar un sistema de financiación del sector hidráulico que permita hacer frente a las necesidades de amortización, mantenimiento y explotación de las instalaciones para conseguir un adecuado funcionamiento de los servicios.

Finalmente, un tercer nivel contendrá aquellos que se vayan concretando, a partir de los anteriores, en relación con los **problemas ESPECIFICOS** que resulten de los diagnósticos que se están efectuando por áreas de trabajo, aplicando los criterios que se exponen a continuación.

### 1.1.2. CRITERIOS FUNDAMENTALES.

En este AVANCE se han establecido como "criterios fundamentales" para la redacción del PHI:

- El "**campo** de la planificación hidrológica" debe centrarse básicamente en la "producción", la "asignación" y el "uso" del agua, estudiando la "conexión entre el sector hidráulico y otros sectores económicos", pero rehuyendo caer en recientes intentos errados de planificación hidráulica omnicomprensiva (aberración metodológica y práctica que propugna una planificación económica general atendiendo a un solo recurso).
- El "**planeamiento hidrogeológico**", es decir: el concerniente al sistema acuífero insular y las aguas subterráneas en él albergadas, debe realizarse por etapas, pero no debe quedar en el establecimiento de normas generales y globales, sino que debe descender a un alto nivel de detalle.
- Por principio "toda **generación de infraestructura hidráulica**" debe estar sometida a las directrices de la planificación. Este hecho debe ser más acusado en lo tocante a la infraestructura para: aprovechamiento de aguas superficiales, transporte de agua en general, suministro urbano y depuración-vertido-reutilización de efluentes.
- La planificación de la "**asignación de recursos**" (cantidad y características del agua) a sus empleos económicos más convenientes debe, en todo caso, limitarse a un marco macroscópico "sectorial"

(en su acepción económica) y "territorial" (amplias zonas), y con un carácter más indicativo que coactivo.

- La planificación de la "utilización" del agua en cada uso debe encuadrarse dentro de la correspondiente "política sectorial" teniendo como objetivo básico alcanzar la "máxima eficacia" de su aprovechamiento.
- El conjunto de determinaciones en que se traduce la planificación debe cumplimentar las "**prescripciones de la legislación de aguas**", ser coherente en los "**balances hidráulicos**" (equilibrio físico entre los consumos previstos y las disponibilidades de agua), en los "**balances económicos**" (prevalencia de los beneficios de las acciones sobre los costes que las mismas suponen) y en el "**balance financiero**" (equilibrio entre las exigencias de recursos con que financiar dichas acciones y los realmente disponibles).
- El **desarrollo de la planificación hidrológica** insular no quedará ultimada en el propio PHI. Para alcanzar el nivel de detalle necesario debe prolongarse con la formulación de "**planes especiales**" que concreten los pormenores de determinados segmentos del dominio o campo (p.e.: explotación de las aguas subterráneas por áreas territoriales concretas, suministro de agua potable, saneamiento, redes de conducción de agua, explotación de la infraestructura, etc...) y del ámbito territorial (insular o parcial) del PHI.

## 1.2. EL PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO: SUS BASES.

La reciente concepción de la planificación hidrológica es compleja y difícil de asimilar; incluso su desarrollo normativo está por completar y experimentar. Por ello, el procedimiento más adecuado para acometer su realización es partir de distintas perspectivas de la misma, obtenidas desde áreas o disciplinas variadas. Su síntesis y compatibilidad concluirán en un cuerpo normativo único.

Acorde con lo anterior, cabe considerar, de una parte, el medio físico que sustenta las aguas y su ciclo natural. De otra, el desarrollo socio-económico insular y las correspondientes demandas sectoriales. Y, entre

ambas, la infraestructura que se precisa para posibilitar su utilización. Ello se esquematiza en el "**diagrama básico**" que se adjunta (v. pág. 8). El área sombreada en el mismo constituye el dominio de lo que denominamos "**PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO**"; es decir, el **ordenamiento de las aguas subterráneas, del medio físico que las contiene y de las acciones encaminadas a su aprovechamiento o a la alteración de su ciclo natural**. Dada la situación hidráulica actual de Tenerife esta faceta es, sin duda, la más trascendente del PHI.

Instrumento básico de este ordenamiento es la **ZONIFICACION HIDROGEOLOGICA**; es decir, **diferenciar en la Isla acuíferos zonales** o, si se prefiere, zonificar el complejo multiacuífero general, atendiendo a: sus características hidrogeológicas, las peculiaridades de las obras que lo explotan, sus diferencias hidroquímicas, su grado de conocimiento e, incluso, razones de gestión y estrategias de explotación del mismo. Todo ello con una base importante en la naturaleza y estructura geológicas de los terrenos.

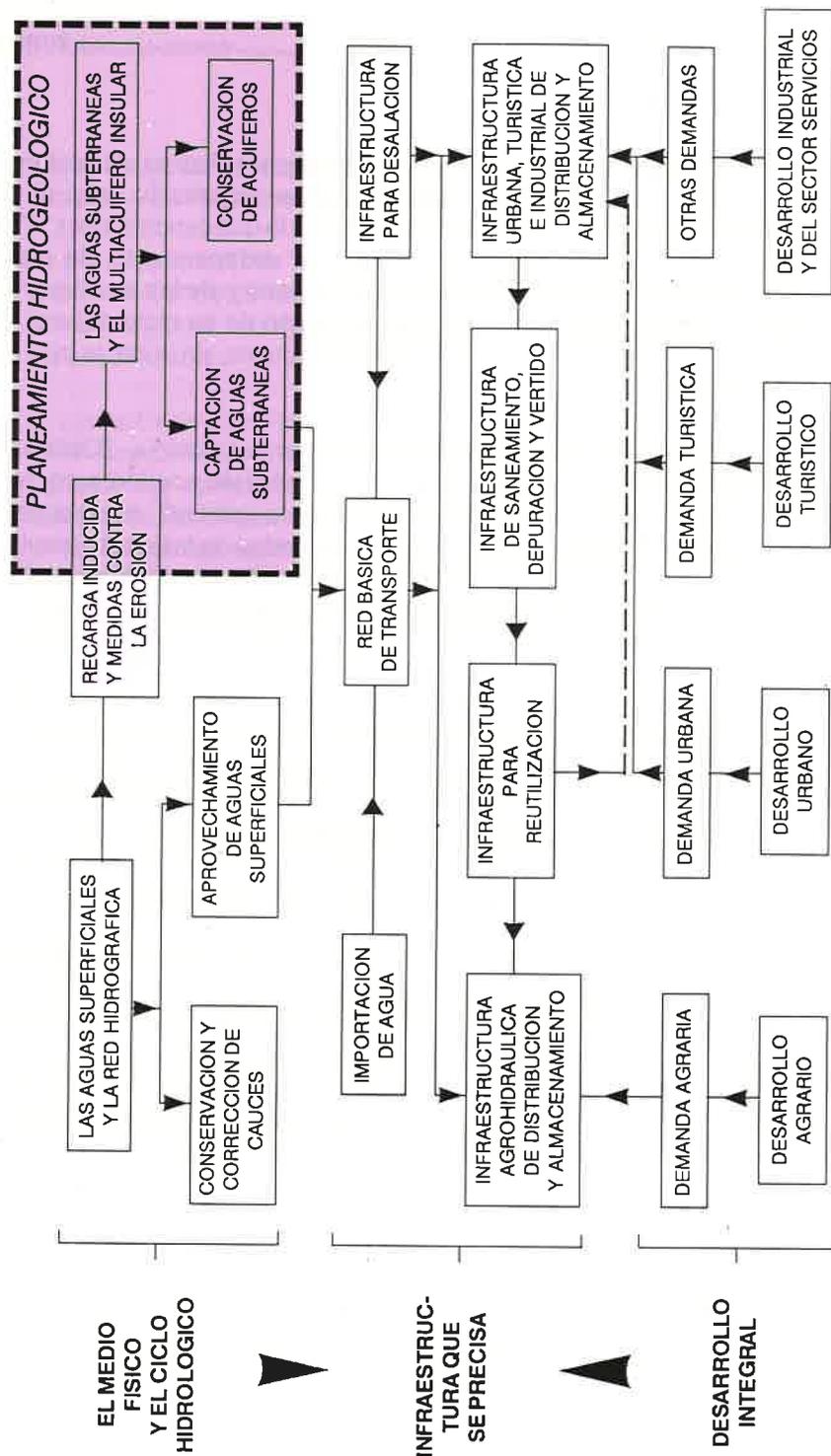
Esta división permitirá **actuaciones selectivas** en materias de explotación y gestión de aguas subterráneas, apoyándose en dichas circunscripciones para delimitar el ámbito de las mismas. Razones de eficiencia económica, estrategia socioeconómica, oportunidad o urgencia justificarán: dictar normativa reglamentaria de aplicación diferenciada por zonas, fijar incentivos y programas zonales de inversión y elegir, en cada caso, el sistema de actuación en la gestión que se juzgue como más apropiado.

Implícitamente, esta partición propiciará la "**fusión**", "**federación**" o simple "**agrupación**" de **Comunidades de agua** que confluyen con sus explotaciones en una misma circunscripción. La economía de escala que supondría este paso es evidente. A su vez, tal situación redundaría en: una participación más activa y coordinada de las entidades productoras en la gestión de las aguas subterráneas, su intervención en la definición de los planes de explotación y la asunción de su cuota de responsabilidad en la ejecución de los mismos.

Con tal motivo se constituyó un **grupo de trabajo** de profesionales afines a la **hidrogeología** con el encargo de:

- a) Estudiar la viabilidad de una zonificación hidrogeológica de Tenerife, en caso positivo, realizarla y describir, analizar, caracterizar y diagnosticar cada zona delimitada con la misma.

# DIAGRAMA BASICO DE CONEXION ENTRE CONDICIONANTES FISICOS Y DESARROLLO



- Estudiar la evolución de los niveles freáticos en la Isla a partir de la historia de las obras de captación (básicamente de las galerías) existentes.
- Estudiar las características físicoquímicas de las aguas alumbradas, tipificando y clasificando las mismas.
- Efectuar unas prognosis sobre los caudales esperados de extracción por zonas.
- Proponer un programa de trabajos futuros.

### 1.3. OBJETO Y CARACTERISTICAS DE ESTE DOCUMENTO.

Este documento constituye una **síntesis** de las actividades desarrolladas por el grupo de trabajo de hidrogeología del PHI de Tenerife y la expresión de sus **actuales conclusiones y recomendaciones** sobre las **bases** científico-técnicas en que debe sustentarse el **planeamiento hidrogeológico insular**, especialmente en lo referente a la **zonificación** a adoptar.

La complejidad del sistema acuífero insular, la insuficiencia de algunos datos, la irregularidad de otros y la limitación del tiempo disponible confieren a estas conclusiones el carácter de **provisionales**. Pero, su coherencia, su amplio y favorable contraste en medios técnicos locales y el grado de desarrollo alcanzado, las califican de **suficientes** para conformar este capítulo del **AVANCE** del Plan Hidrológico Insular de Tenerife.

Bajo la **dirección** de

■ José D. Fernández Bethencourt

Ing. de Caminos

son **autores** de este documento:

■ José-Manuel Navarro Latorre

Geólogo

■ Juan-José Braojos Ruiz

Ing. Téc. de O.P.

con la **asistencia** de:

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| ■ Isabel Farrujia La Rosa     | Geóloga            |
| ■ Francisco Hernández Morales | Aparejador         |
| ■ Pedro Delgado Melián        | Ing. Téc. Agrícola |
| ■ Javier Leiva Romero         | Delineante         |
| ■ Ramón Padrón Armas          | Grabador           |

y la colaboración de

- Galileo Ingeniería y Servicios, S.A. Consultor inform.

La duración del trabajo ha sido de **catorce meses** y se ha desarrollado en la **Oficina Técnica** del PHI, convenientemente equipada para implantar y procesar la información usada y generada, excepto el tratamiento de imágenes mediante aplicaciones informáticas, realizado con los equipos de Galileo, S.A.

#### **I.4. OTROS CAPITULOS DEL AVANCE DEL PHI.**

En los próximos meses se darán a conocer los resultados y conclusiones a que se está llegando en los restantes capítulos en que, en el desarrollo del diagrama de la pág. 18, se ha estructurado el AVANCE:

- PLANEAMIENTO HIDROLOGICO DE SUPERFICIE
- DEMANDAS SECTORIALES Y BALANCES HIDRAULICOS COMARCALES
- INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
- PROPUESTAS DE ACTUACION.

## **II. RESULTADOS GENERALES**

## II.1. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO DE TENERIFE.

### II.1.1. COMPORTAMIENTO A PEQUEÑA ESCALA.

Los materiales que conforman Tenerife (lavas, acumulaciones de piroclastos, diques, etc.) presentan un comportamiento hidrogeológico extremadamente variable que no sólo depende de su composición original (basaltos, traquibasaltos y fonolitas, si simplificamos la profusión terminológica), sino también de su edad y del grado de fracturación que los afecta. Al respecto hay que destacar lo siguiente:

- 1) Los **parámetros primarios**, es decir, aquellos que poseen las rocas en el momento de su deposición o poco después, tienen, ya de partida, una *gran falta de homogeneidad*. Así, algunos elementos son extraordinariamente permeables, como las lavas basálticas y traquibasálticas o las acumulaciones piroclásticas, mientras que otros, como las lavas fonolíticas o muchos diques, apenas son capaces de almacenar o de dejar circular el agua. Los primeros predominan sobre los segundos, de modo que, considerados globalmente, los terrenos jóvenes tienden a ser muy permeables.
- 2) Sin embargo, y ya desde el momento de su formación, los materiales anteriores comienzan a experimentar **procesos secundarios** que, poco a poco, van modificando progresivamente sus características originales o primarias. Estos procesos son de dos tipos:
  - a) *Alteración*, que tiende a transformar en arcillas cualquier roca, especialmente en sus partes más porosas.
  - b) *Compactación*, que reduce el volumen de huecos como consecuencia del apilamiento de nuevos materiales, los cuales ejercen una presión de carga creciente sobre los formados previamente.

Con el paso del tiempo, el efecto acumulado de la alteración y la compactación tiende a reducir la porosidad de las rocas y, en consecuencia, su permeabilidad y su capacidad de almacenamiento, pero ello no afecta en el mismo grado a todos los materiales. Algunos son muy sensibles y pronto dejan de tener huecos interconectados, mientras que otros, como las lavas de tipo pahoehoe,

necesitan mucho tiempo y una elevada presión de carga para ser apelmazados. A pesar de estos matices, puede afirmarse, como regla general, que los terrenos tienden a ser menos permeables cuanto mayor es su edad.

- 3) La presencia de **fracturas secundarias**, inducidas por fenómenos volcanotectónicos, introduce un factor de complicación que invalida, en determinados casos, la anterior regla general. La fracturación abierta, al contrario de lo que sucede con la alteración y la compactación, *incrementa la permeabilidad y la capacidad de almacenamiento de las rocas*, y puede afectar a todo tipo de terrenos. Los más jóvenes, ya de por sí muy permeables, no modifican sensiblemente su comportamiento al ser fracturados, pero los más antiguos, que ya habían sido transformados en subsuelos muy compactos y estériles, recuperan la capacidad de almacenar y de transmitir el agua subterránea.
- 4) La yuxtaposición e imbricación en el subsuelo de la gran variedad de materiales descrita (lavas, piroclastos, diques, etc., que conservan sus parámetros primarios o bien han sido transformados por alteración y compactación, y que, además, pueden encontrarse fracturados o no) da como **resultado** que, *observado en detalle inferior a unos pocos centenares de metros, el bloque insular manifiesta una heterogeneidad y anisotropía extraordinarias*, lo cual ha sido admitido en todas las investigaciones precedentes y es inevitable observar cuando se visita cualquier galería.

### II.1.2. COMPORTAMIENTO GLOBAL.

Si en lugar de considerar el bloque insular a pequeña escala, como en el apartado anterior, ampliamos el detalle de observación hasta abarcar el conjunto de los subsuelos de Tenerife, encontramos que la heterogeneidad y la anisotropía persisten, aunque por otras causas. En efecto, los elementos individuales descritos precedentemente no se encuentran distribuidos al azar sino que están organizados según ciertas pautas, definidas pero no simples, que reflejan las vicisitudes del lento proceso de construcción de la Isla.

- 1) En primer lugar, el crecimiento del relieve se ha realizado por acumulación progresiva de materiales (lavas, piroclastos, etc.), pero la actividad volcánica que los ha generado no ha sido ni constante ni idéntica a lo largo de la historia geológica conocida, antes bien, ha experimentado fluctuaciones de intensidad y cambios en la composición de los productos emitidos. Todo ello ha dado lugar a la existencia de **unidades estratigráficas** que difieren en composición, edad y grado de alteración y compactación, de modo que se comportan diversamente ante el flujo del agua subterránea; por ésto, y aunque con limitaciones, pueden ser consideradas como grandes **unidades hidrogeológicas**.

La disposición de estas unidades en el interior del bloque insular -superpuestas y suavemente inclinadas hacia el mar en cada vertiente- permite, como primera aproximación, concebir un **modelo en capas** de permeabilidad decreciente hacia abajo (v. Fig. 1), si bien no todas ellas son internamente homogéneas ni tampoco se extienden a la totalidad del ámbito de la Isla.

- 2) En segundo lugar, el ascenso y la emisión de magma se ha verificado predominantemente a través de tres franjas que atraviesan verticalmente el bloque insular; son conocidas como **ejes estructurales**, convergen en el centro de la Isla con ángulos de unos 120º y coinciden con las dorsales topográficas.

Estas franjas, de unos 4-6 km de anchura, se manifiestan en superficie por ser zonas de concentración de aparatos volcánicos, mientras que en el subsuelo están conformadas por una densa malla de diques a la que se asocia una fracturación intensa.

La presencia de diques y fracturas modifica el comportamiento hidrogeológico de los subsuelos, que pasa a ser no sólo diferente sino incluso opuesto, rompiéndose de ese modo la continuidad del modelo en capas superpuestas, que sólo tiene validez fuera de los ejes (v. Figs. 1 y 2).

- 3) Finalmente, la regularidad morfológica de la superficie insular está truncada por tres grandes **depresiones gravitacionales** cuyo fondo, inclinado hacia el mar, queda limitado por escarpadas paredes

ESQUEMAS GEOVOLCANOLOGICOS

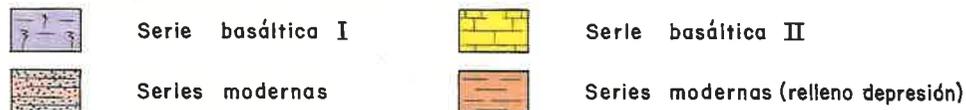
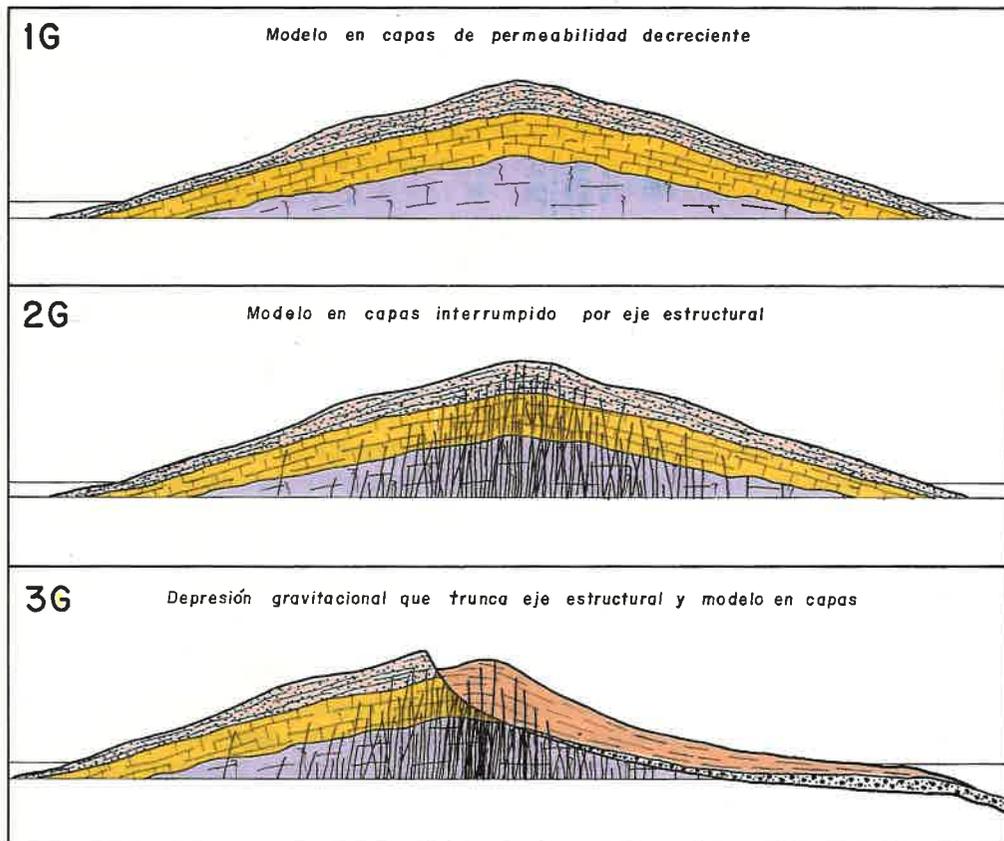


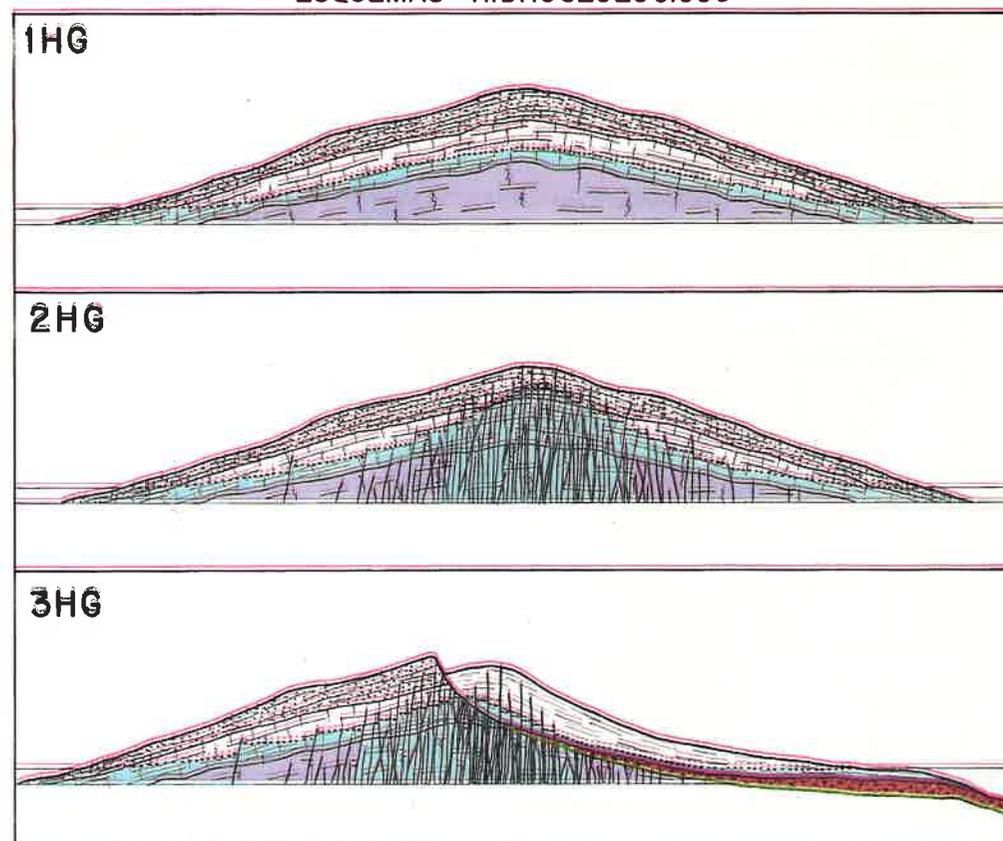
Fig. 1.- CONFIGURACION ESQUEMATICA DE LOS SUBSUELOS DE TENERIFE

1) La existencia de unidades estratigráficas da lugar a una estructura en **capas superpuestas** (1G). La conductividad hidráulica se hace progresivamente menor con la profundidad hasta alcanzar un valor muy bajo o nulo en el **zócalo impermeable** que, en general, coincide con la Serie I, aunque a veces incluye también los niveles inferiores de la Serie II.

La configuración de la superficie freática (1HG) está controlada por la presencia del zócalo impermeable, y el espesor de la zona saturada es mayor o menor según la permeabilidad de la unidad estratigráfica que aloja el agua.

2) El modelo anterior queda interrumpido en el ámbito de los **ejes estructurales** (2G), donde la intrusión filoniana y una intensa fracturación secundaria han transmutado el comportamiento de las unidades estratigráficas, incluyendo la Serie I.

ESQUEMAS HIDROGEOLOGICOS



En las franjas correspondientes a los ejes, la permeabilidad es elevada a causa de la fracturación abierta y **desaparece el zócalo impermeable**. La permeabilidad alcanza un valor máximo en los sentidos vertical y longitudinal (perpendicular al plano de la figura), pero transversalmente (sentido cumbre-mar) se hace muy baja por la presencia de diques "enteros". En consecuencia, la superficie freática adquiere un perfil escalonado de pendiente muy fuerte (2HG), y el espesor de la zona saturada aumenta notablemente.

3) Grandes **deslizamientos en masa**, ocasionados por inestabilidad gravitacional, dan lugar a la formación de amplias depresiones. La actividad volcánica subsiguiente ha originado un potente relleno de lavas jóvenes con conductividad hidráulica muy elevada que se apoyan sobre la brecha resultante del deslizamiento (mortalón), de naturaleza impermeable.

El dispositivo hidráulico es mucho más simple que en los subsuelos de tipo 1 y 2, con un contraste muy fuerte de permeabilidad entre el relleno lávico y el fondo de la depresión.

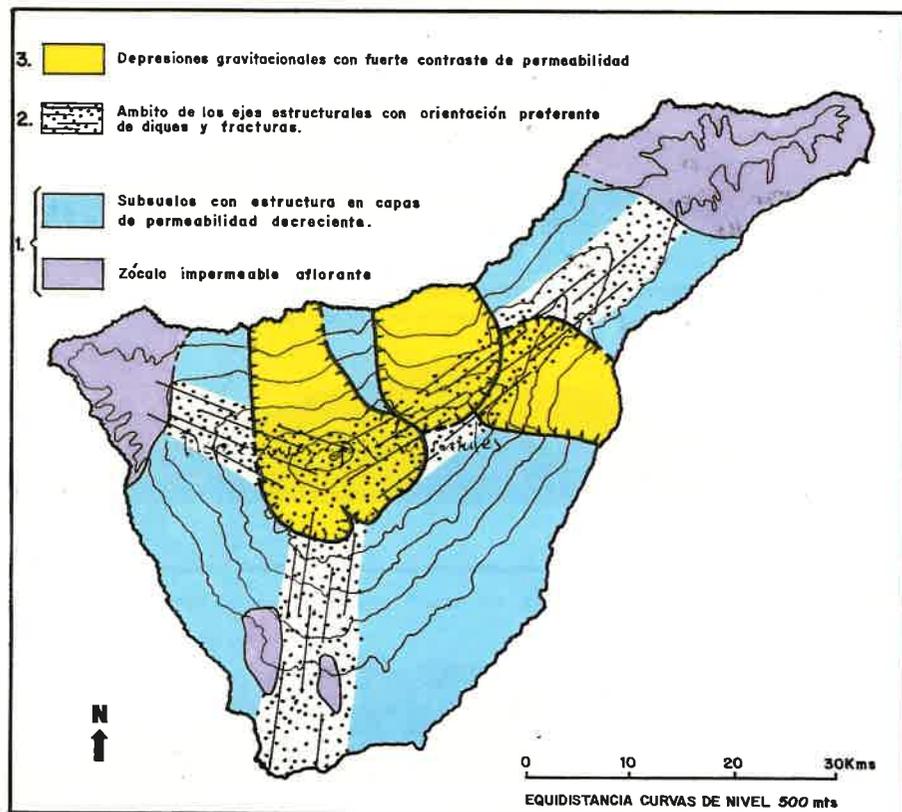


Fig. 2. Distribución de los tipos de subsuelos esquematizados en la Fig. 1.

(valles de La Orotava, Güímar y Las Cañadas-Icod). Aun cuando la formación de las depresiones no es sincrónica, su origen obedece a las mismas causas: gigantescos deslizamientos en masa ocasionados por la inestabilidad de relieves que han crecido excesivamente en altura.

Aunque casi todo el material deslizado se derramó sobre el talud submarino, una fracción de él ha quedado retenida en el fondo de cada depresión, constituyendo un depósito brechoide, muy potente e impermeable, al que se denomina **mortalón** en la terminología local. Sobre él se disponen importantes rellenos de lavas recientes de elevadísima permeabilidad, las cuales han sido ex-

truídas en las fases de intenso volcánismo que, como consecuencia de la súbita disminución de presión litostática, han sucedido a la formación de estas cubetas.

Los deslizamientos han suprimido una porción considerable de los subsuelos preexistentes, truncando, así, tanto la disposición en capas superpuestas, en donde la permeabilidad cambia gradualmente, como la peculiar configuración de los ejes estructurales. Su funcionamiento hidrodinámico se aleja de uno y otro esquema y está presidido por un fuerte contraste de permeabilidad entre el relleno lávico y el mortalón del fondo (v. Figs. 1 y 2).

## II.2. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DEL MODELO EN CAPAS.

Las unidades estratigráficas que conforman la porción emergida y conocida de la Isla pueden ser agrupadas en dos grandes conjuntos, generados en otras tantas fases de actividad: a) la **Serie Basáltica I**, y b) las **Formaciones Postmiocenas**. La emisión de ambos conjuntos estuvo separada en el tiempo por un dilatado periodo de calma eruptiva, durante el cual fue severamente desmantelado el edificio insular preexistente. Mientras que la Serie I es relativamente homogénea, el segundo conjunto resulta demasiado amplio y plural, y se hace necesaria una subdivisión en unidades más restringidas: Serie Basáltica II, Serie Cañadas y Series Modernas (v. **plano n.º 1**).

### II.2.1. SERIE I.

Es la unidad más antigua. Aflora en algunos macizos muy erosionados (Tenø, Anaga, etc.), pero en el resto de la Isla conforma un basamento profundo recubierto por unidades más recientes. Está constituida por innumerables coladas y horizontes piroclásticos, atravesados por una red de diques más o menos verticales. Debido al largo tiempo transcurrido desde su formación, estos materiales han sido profundamente modificados por compactación y alteración, de modo que la serie se comporta globalmente como un zócalo que apenas participa en la circulación del agua subterránea, la cual queda suspendida sobre él en el interior de los terrenos suprayacentes.

Este comportamiento es sensiblemente diverso en el ámbito de los

ejes estructurales (ver más adelante), en donde la fisuración secundaria ha incrementado en alto grado la permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento.

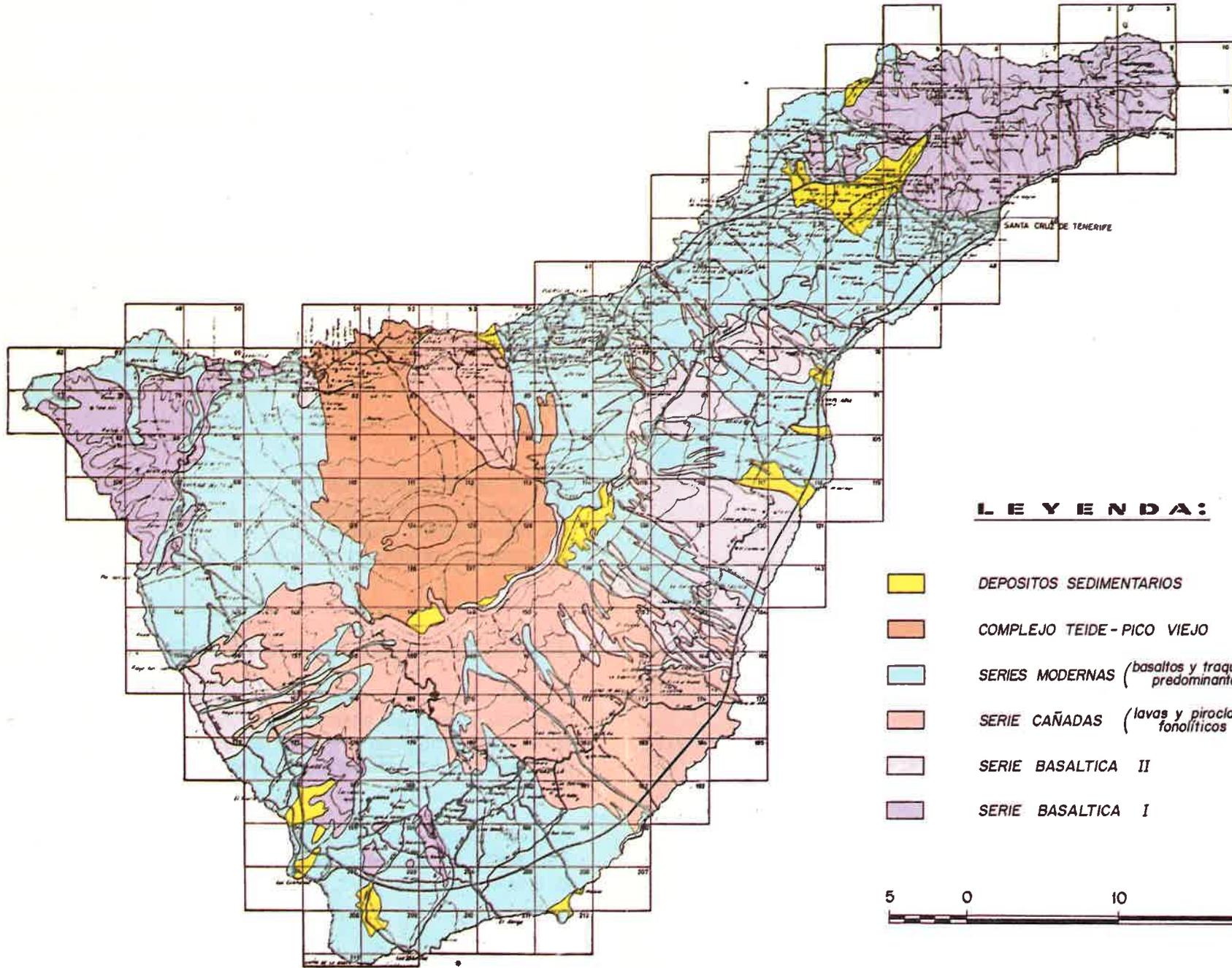
### II.2.2. SERIE II.

Es la más extensa y potente de las Formaciones Postmiocenas, y está integrada por un apilamiento de lavas y piroclastos basálticos de 600-800 m de espesor que, en contraste con la Serie I, conservan una buena parte de su porosidad primaria. Desde el punto de vista hidrogeológico, esta unidad reviste la mayor importancia por alojar o haber alojado gran parte de las aguas subterráneas.

Su comportamiento dista de ser homogéneo tanto vertical como lateralmente, y está controlado, entre otros, por los siguientes factores: 1) grado de intensidad con que han actuado los procesos de alteración y compactación, 2) proporción relativa entre los volúmenes de lavas y piroclastos, y 3) tipo de lava predominante (aa o pahoehoe). A todo ello hay que sumar la fracturación abierta que existe en el dominio de los ejes estructurales.

En definitiva, son tantas las circunstancias que influyen en sus parámetros hidrogeológicos que no resulta factible tipificar un comportamiento que tenga validez a escala insular y, de hecho, es la unidad que mayores diferencias presenta de una zona a otra. El único común denominador es la disminución de la conductividad hidráulica con la profundidad, pero esta tendencia oscila entre términos extremos muy diversos que pueden ser esquematizados del siguiente modo:

- En algunos sectores, la Serie II no está recubierta por formaciones posteriores (es decir, no hay montera adicional) y, además, presenta un predominio de lavas pahoehoe; como resultado, **la permeabilidad es alta en el techo de la secuencia y moderada en los niveles más bajos.**
- En ciertas áreas, la Serie II está recubierta por varios centenares de metros de lavas más recientes (es decir, gran montera adicional) y, además, presenta un predominio de lavas aa; como resultado, **la permeabilidad oscila entre valores bajos en el techo de la se-**



**LEYENDA:**

- DEPOSITOS SEDIMENTARIOS
- COMPLEJO TEIDE - PICO VIEJO
- SERIES MODERNAS (basalts y traquibasalts predominantemente)
- SERIE CAÑADAS (lavas y piroclastos fonolíticos)
- SERIE BASALTICA II
- SERIE BASALTICA I



**cuencia y nulos en los niveles medios e inferiores**, que de este modo se agregan al zócalo impermeable de la Serie I.

### **II.2.3. SERIE CAÑADAS.**

Está integrada mayoritariamente por rocas fonolíticas. Sólo aparece en la porción central de la Isla, donde conforma un casquete de hasta 1000 m de espesor. En general manifiesta una permeabilidad global baja/muy baja que disminuye todavía más en la región de cumbres; esta última es el área en que se han concentrado las emisiones, por lo que existe una densa malla de diques y pitones muy gruesos y compactos y, además, es común la alteración hidrotermal (tipo Azulejos).

### **II.2.4. SERIES MODERNAS.**

Son agrupadas aquí rocas de todas las composiciones, si bien predominan los basaltos y traquibasaltos. Corresponden al último periodo de actividad y sus materiales apenas han experimentado compactación y/o alteración, de modo que constituyen un conjunto sumamente permeable.

## **II.3. FUNCIONAMIENTO HIDRODINAMICO DE LOS EJES ESTRUCTURALES.**

En las franjas correspondientes a los ejes estructurales, tanto la intrusión filoniana como la fracturación secundaria han transmutado las características originales de la roca de caja, y el comportamiento hidrogeológico de conjunto pasa a tener una personalidad absolutamente peculiar, sin equivalente en otro tipo de terrenos.

De acuerdo con la intensidad de los cambios operados, es conveniente distinguir varios dominios verticales dentro de cada eje: 1) **núcleo** y 2) **margenes**; el paso de uno a otro no es un plano bien definido sino un tránsito gradual.

### II.3.1. COMPORTAMIENTO EN EL NUCLEO.

En la franja central en que la intrusión filoniana es máxima, la **fracturación secundaria abierta** induce una **permeabilidad fisural** que atenúa las diferencias originales de comportamiento entre las diversas unidades estratigráficas. Así por ejemplo, la Serie I, que fuera del eje constituye un zócalo impermeable, pasa a tener aquí una elevada conductividad hidráulica, no muy diversa de la que posee la Serie II suprayacente.

La mayor permeabilidad está vinculada a las **grandes fisuras abiertas** y a los **diques fracturados**, que actúan como vías de drenaje rápido; ambos son subverticales y de dirección mas o menos coincidente con la general del eje. También existe una **microfracturación generalizada**, que, aun siendo un elemento de drenaje más lento que los anteriores, tiene mayor repercusión en el **aumento del coeficiente de almacenamiento**. La agregación de fisuras abiertas, diques rotos y microfracturas interrumpe los eventuales niveles horizontales de permeabilidad baja o nula y contribuye a establecer una **intercomunicación vertical** en el dominio del núcleo.

Sin embargo, no todos los diques han sido afectados por la fracturación secundaria. Muchos de ellos conservan un carácter "entero" y se comportan como elementos de permeabilidad baja o muy baja, por lo que actúan como barreras o semibarreras que dificultan el flujo del agua subterránea.

Tanto los diques como las fracturas crean un medio anisótropo al poseer una **direccionalidad preferencial** (paralela a la directriz general del eje en que se encuentran). El **flujo longitudinal** del agua subterránea encuentra pocos obstáculos, si bien algunos diques enteros, orientados oblicuamente con respecto al conjunto, juegan el papel de pantallas locales. En **sentido transversal**, por el contrario, es mayor el número de diques enteros que encuentra el flujo del agua para dirigirse desde las cumbres hasta el mar, y la difusividad del acuífero se reduce considerablemente. Las **consecuencias** de este hecho son notables: **1)** la superficie freática queda sobreelevada y aumenta el espesor de la zona saturada, **2)** el perfil transversal de aquella se hace escalonado, con una pendiente media muy superior a la que corresponde a la permeabilidad de la roca de caja, y **3)** al hacer estimaciones globales de los parámetros hidrogeológicos, se encuentran permeabilidades muy bajas y coeficientes de almacenamiento altos.

### II.3.2. COMPORTAMIENTO EN LOS MARGENES.

La intrusión filoniana disminuye rápidamente en densidad a ambos lados del núcleo, y a unos pocos kilómetros desaparece por completo. La fracturación secundaria se hace más esporádica, y las diversas unidades estratigráficas recuperan las características hidrogeológicas propias.

El rasgo más sobresaliente de estas bandas marginales es que los **diques**, aunque menos numerosos que en el núcleo, pueden actuar en su mayoría como **barreras** que retrasan el flujo transversal (cumbre-mar) del agua subterránea. Al igual que en el núcleo, la **superficie freática** adquiere una **sobreelevación** considerable y el gradiente hidráulico se hace mucho mayor que el que corresponde a la permeabilidad intrínseca de las unidades estratigráficas, pero, a diferencia de aquel, la **difusividad longitudinal y vertical del acuífero se reduce** considerablemente a causa de la menor fracturación secundaria.

### II.4. FUNCIONAMIENTO HIDRODINAMICO DE LAS DEPRESIONES GRAVITACIONALES.

Los **deslizamientos en masa** responsables de estos amplios valles han sustraído una porción considerable del bloque insular, truncando tanto la configuración previa en capas de permeabilidad gradualmente decreciente como la modificación impuesta por los ejes estructurales, en cuyo ámbito se sitúa siempre la región de cabecera.

El resultado es un **dispositivo hidráulico mucho más simple**, formado por **1) un basamento impermeable (mortalón)**, de superficie suavemente inclinada hacia el mar e irregular en detalle, y **2) un relleno de lavas de conductividad hidráulica muy elevada**, en el que se instala la zona saturada.

Prescindiendo de algún eventual acuífero colgado, el agua de infiltración no puede ser retenida por las lavas de relleno y circula rápidamente hasta la superficie del mortalón, en donde comienza a fluir hacia el mar adaptándose más o menos a las irregularidades de aquella.

Algo diversa puede ser, sin embargo, la situación en la **región de cabecera**. En efecto, la creación de la cubeta no significa que los ejes

estructurales dejen de canalizar el ascenso del magma, y de hecho se producen nuevas erupciones alimentadas por diques. La pantalla filoniana que así se establece ejerce un efecto de freno o de barrera sobre el flujo cumbre-mar del agua subterránea, lo que se traduce en una sobre-elevación de la superficie freática y, por consiguiente, en un incremento del espesor saturado.

Hay que señalar, por último; que, al contrario que en los valles de erosión, el fondo de las depresiones gravitacionales no está controlado por el nivel del mar, sino que se sitúa a mayor profundidad; esto permite la acumulación de un cierto volumen de agua en la franja litoral, como paso previo a su descarga en el océano.

## II.5. EL SISTEMA HIDRAULICO INSULAR

### II.5.1. INTRODUCCION

Las aguas subterráneas de Tenerife conforman un sistema hidráulico extraordinariamente complejo. Prescindiendo de algunos acuíferos colgados, que se encuentran muy cerca de la superficie topográfica y deben su presencia a la momentánea detención de las aguas de infiltración sobre horizontes poco o nada permeables, la gran masa de las reservas hídricas se encuentra en una zona saturada general, comprendida entre dos superficies irregulares:

- 1) La superficie freática (real o virtual), que establece el límite superior del sistema y reproduce, a grandes rasgos, la topografía de la Isla; su altura es máxima en el área de Las Cañadas y desde ahí desciende gradualmente hasta alcanzar la cota 0 en la franja litoral.
- 2) El zócalo impermeable, que es el límite inferior del sistema, por debajo del cual ya no hay reservas hídricas significativas; al contrario que la superficie freática, está fuertemente controlado por la geología.

### II.5.2. LA SUPERFICIE FREATICA

La forma de la superficie freática tiende a adaptarse a la topografía insular aunque más suavemente que ésta; en detalle, tiene irregularidades condicionadas por la estructura geológica del subsuelo, destacando: a) un perfil escalonado impuesto por los diques, b) una pendiente media anormalmente fuerte (10-15°), y c) un gran entrante o depresión en la franja correspondiente al valle de Icod-La Guancha. La culminación de tal domo hídrico está situada en el área de Las Cañadas a unos 2000 m de cota, es decir, muy próximo a la superficie topográfica, y desde aquí desciende paulatina, aunque irregularmente, hasta alcanzar el nivel del mar en la franja litoral.

La geometría de la superficie freática en un momento dado puede ser conocida con gran precisión en casi toda la isla a causa del gran número de captaciones que la intersectan. La geometría que tenía en 1973 y 1985 ha podido ser reconstruida en base a los datos de los inventarios de tales años, y se tiene además una idea muy aproximada de la situación en el momento en que comenzaron las extracciones (a finales del siglo pasado). La trascendencia de este tipo de reconstrucciones reside en dos aspectos:

- 1) Comparando la situación actual con las precedentes puede establecerse el volumen de terreno drenado a lo largo del tiempo, lo que orienta sobre la evolución del estado de las reservas.
- 2) Establecido el volumen de terreno drenado en un determinado período, y conocido también el volumen de agua extraído por las galerías en el mismo lapso de tiempo, se obtienen informaciones esenciales sobre algunos parámetros hidrogeológicos del medio físico y sobre el funcionamiento del sistema hidráulico, con lo que pueden hacerse predicciones sobre otras zonas en que existe un nivel de conocimiento menor.

### II.5.3. EL ZOCALO IMPERMEABLE

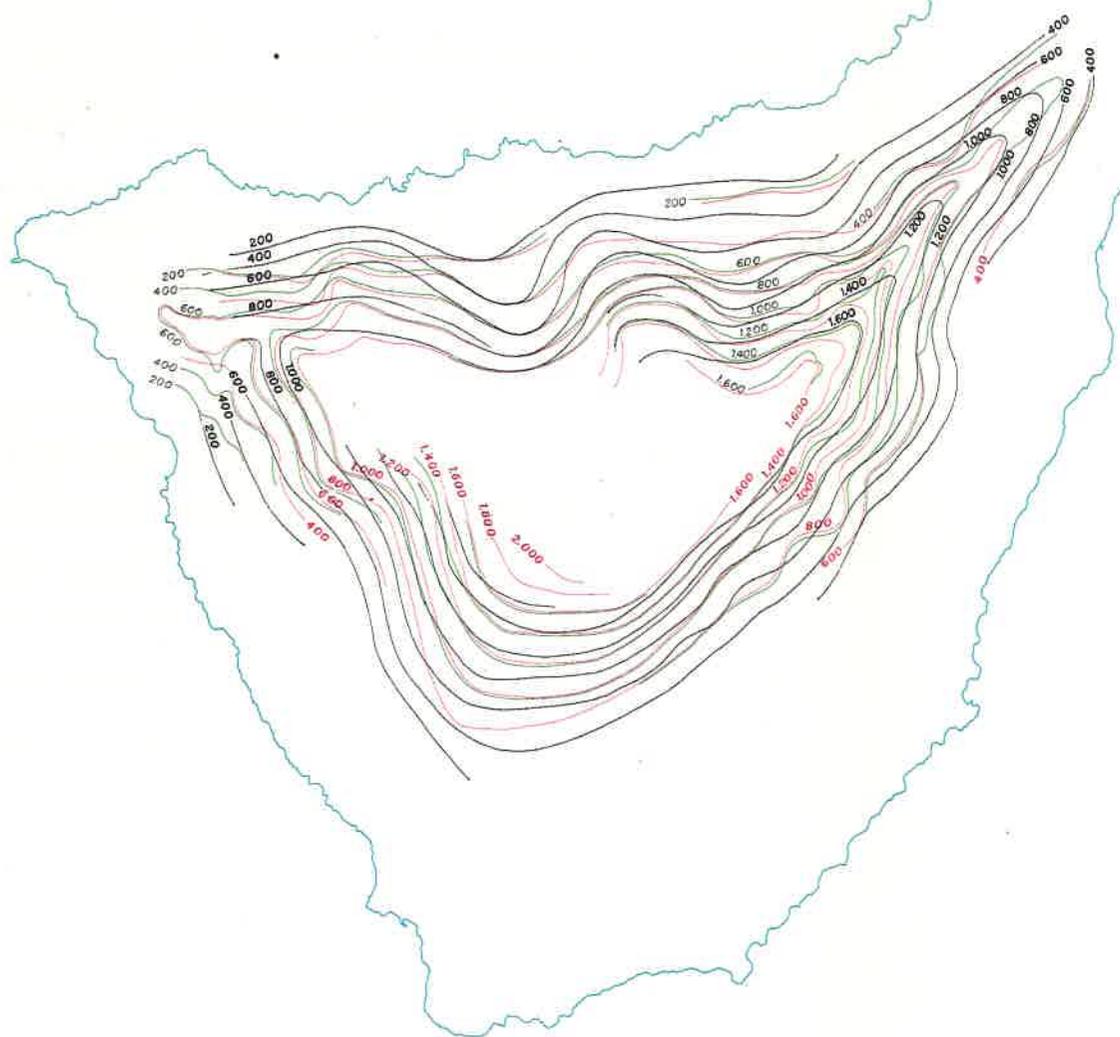
El zócalo impermeable, sobre el que ya se ha hablado anteriormente, no está constituido por una unidad estratigráfica definida, pues su presencia depende no sólo de la naturaleza intrínseca de las rocas sino también de

su estado de alteración y compactación. Estos factores, unidos a que en la actualidad sólo es intersectado por un número relativamente escaso de galerías, hacen que su definición resulte más problemática que la superficie freática.

- **Fuera de los ejes estructurales** coincide, en general, con la **Serie I**, pero a ella pueden agregarse, en ciertas zonas, los niveles inferiores y medios de la **Serie II**.
- **En las depresiones gravitacionales** está conformado por el **mortalón**, que, en las porciones media y baja de estas cubetas puede tener una potencia de algunos centenares de metros, si bien no ha sido atravesado todavía por ninguna perforación.
- **En el ámbito de los ejes estructurales** no hay, aparentemente, zócalo impermeable por encima del nivel del mar, o al menos todavía no ha sido intersectado por ninguna galería. La razón de ello estriba en que la **fracturación abierta**, asociada a la intrusión filoniana, ha inducido en el subsuelo una permeabilidad secundaria que afecta no sólo a los niveles medios y altos de la secuencia estratigráfica sino también a la **Serie I**.

Una característica esencial del zócalo, utilizada con frecuencia como elemento de diagnóstico, es la presencia de **temperaturas relativamente elevadas**. Esto es debido a que Tenerife, como toda área de volcanismo activo, es sede de una anomalía térmica positiva, propagada desde la profundidad por conducción. En los niveles en que circulan aguas subterráneas, éstas actúan de refrigerante y la anomalía es contrarrestada en mayor o menor medida, según la importancia del flujo. En cambio, cuando la circulación es escasa o nula, la temperatura en un punto determinado es función exclusivamente del gradiente geotérmico anómalo, y su magnitud dependerá de la profundidad.

La **determinación precisa de la geometría** del zócalo impermeable es esencial para la cuantificación de las reservas hídricas y para poder determinar la vida útil de un gran número de galerías. La configuración utilizada en el presente estudio es sólo aproximada a causa de que, exceptuando las captaciones visitadas y un cierto número de las restantes, la información geológica referente a las perforaciones tiene una antigüedad de 15



**LEYENDA:**

- INICIALES
  - 1.973 (SPA-15)
  - ACTUAL (1.985)
- } ISOLINEAS DE NIVEL FREATICO



DIRECCION GENERAL DE AGUAS CONSEJERIA DE O. P. VIVIENDA Y AGUAS GOBIERNO DE CANARIAS	<b>PLAN HIDROLOGICO          INSULAR          DE TENERIFE</b>	SERVICIO DE PLANIFICACION AREA DE PLANIF. Y DESARROLLO CABILDO INSULAR DE TENERIFE	SECCION DE PLANIFICACION HIDRAULICA Direccion: J. J. Braojos Ruiz Ing. CC. CC. y PP.	<b>BASES PARA EL          PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO</b>	REDACC. Y ELABORAC. J. J. Braojos Ruiz Ing. 74 en O.P.	ESCALAS ORIGINALES: 1:125.000 GRAFICAS: 1:250.000	PLANO: <b>EVOLUCION DE LA SUPERFICIE FREATICA</b> Isolineas iniciales, en 1973 y actuales	PLANO Nº <b>2</b>
--	---	--	--	---	--	---	---	----------------------

años (inventario del SPA-15) y no se corresponde con la posición actual de los frentes.

#### II.5.4. ZONA SATURADA GENERAL

La zona saturada general es la que proporciona casi todo el caudal extraído por pozos y galerías, y aunque su conocimiento es esencial para racionalizar la explotación, no resulta fácil por ser muy heterogéneo el medio físico que aloja el agua, como ha sido expuesto en apartados precedentes.

**El establecimiento** de la zona saturada ha sido un proceso inseparable del crecimiento geológico de la Isla y, por ello, verificado en un tiempo prácticamente ilimitado. Este hecho, unido a una configuración del subsuelo excepcionalmente favorable (gran número de diques verticales que dificultan el flujo lateral del agua), permitió la acumulación de un colosal volumen de reservas.

Antes de que comenzara la explotación del acuífero general, todas las partes del subsuelo situadas por debajo de la superficie freática y susceptibles de acumular agua en razón de su porosidad, estaban saturadas, con independencia del grado de intercomunicación entre las diferentes partes del acuífero. El sistema se encontraba en equilibrio dinámico, de modo que las aguas de lluvia infiltradas venían a sustituir tanto a los manantiales naturales como a los derrames subterráneos hacia el mar en la franja costera.

En estas condiciones, el límite superior del sistema (**superficie freática original**) estaba relativamente cerca de la superficie del terreno e incluso en algunas áreas la intersectaba, por lo que en tales puntos existían surgencias naturales.

Con el **inicio de las extracciones** se introdujo un nuevo factor que vino a romper el equilibrio. Las infiltraciones dejaron de compensar las salidas, comenzaron a drenarse reservas y, paralelamente, la superficie freática descendió paulatinamente en las zonas explotadas. La primera manifestación de este descenso fue la desaparición de aquellas surgencias que debían su existencia a la intersección de la superficie freática con la superficie topográfica. La segunda manifestación fue obtenida por las mismas captaciones, pues pronto se vio que para alumbrar agua no bastaba con llegar a ella, como en las

galerías-naciente, sino que además había que reperforar periódicamente, so pena de ver mermados los caudales; con contadísimas excepciones, la carrera hacia la profundidad prosigue en la actualidad.

La explotación de esta zona saturada por las galerías indujo transformaciones en el acuífero original, que, lejos de ser uniformes, denunciaron afecciones muy desiguales, poniendo de manifiesto la gran heterogeneidad del subsuelo insular (v. plano n.º 2). Esto, unido a notables diferencias en el grado de explotación, ha modificado sensiblemente el volumen original de reservas, y en la actualidad pueden distinguirse tres situaciones dentro del conjunto de la Isla:

- a) **Situación de acusado agotamiento.** En ella se encuentran el macizo de Tigaiga, grandes áreas de la vertiente sur y, en particular, la mayor parte de la Dorsal NE (Zona VII), en la cual las galerías situadas a cotas altas y medias han quedado colgadas por encima del nivel freático.
- b) **Situación de agotamiento paulatino.** Este estado se corresponde con la Dorsal NW y parte de la NE (Zona VI), en donde el descenso del nivel esta comenzando a notarse en la actualidad, con la inutilización de algunas galerías muy altas.
- c) **Situación de equilibrio.** Puede definirse así la región central de la Isla (depresión de Las Cañadas); la recarga compensa aún las extracciones, por lo que la superficie freática mantiene una configuración muy próxima a la original.

## II.6. EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

### II.6.1. LAS GALERIAS

#### A) TIPOS DE GALERIAS

Tenerife está perforada por algo más de un millar de galerías horizontales que totalizan unos 1620 km de longitud. Pertenecen a cuatro tipos básicos: galerías-naciente, galerías convencionales, socavones y galerías pozo (v. cuadro n.º 1).

Cuadro n.º 1. Tipos de galerías existentes en Tenerife

Tipo	N.º	LONG. (km)	Q (l/s)	EXTR. (hm <sup>3</sup> /año)
Galerías-naciente	336	78	220	7
Galerías convencionales	494	1490	4900	155
Socavones	208	47	--	--
Galerías-pozo	9	6	40	1
Total	1047	1621	5160	163

a) **Galerías-naciente.** Son casi 340 y representan el tipo más primitivo de captación, ya que en su mayor parte fueron realizadas en la segunda mitad del siglo pasado, en áreas en que existían nacientes naturales; su finalidad fue la de mejorar el rendimiento de éstos. La **longitud** de cada una de ellas es, por lo general, corta (**entre 200 y 300 m** de media) y el **caudal** que drenan es bajo, la producción total de **220 l/s**, representa poco más del **3%** de la producción insular. El agua drenada no procede de la zona saturada general sino de acuíferos colgados, situados cerca de la superficie topográfica, en donde las aguas de infiltración son momentáneamente retenidas por la presencia de algún horizonte impermeable. Por esta razón, y al interceptar directamente la recarga natural, no drenan reservas, y su caudal tiende a ser más o menos constante, dependiendo de las fluctuaciones climáticas.

b) **Galerías convencionales.** Son perforaciones profundas que drenan o han drenado aguas de la zona saturada general. Su **longitud** es de **3 km** por término medio, pero no son escasas las que superan los 5 km. De ellas proviene la mayor parte (**71%**) del agua disponible, ya que en total extraen actualmente un caudal de unos **4900 l/s**.

Su número es de unas **500**, pero no todas son productivas. Más de un centenar avanzó por terrenos ya drenados o bien extrajo (o extrae) caudales insignificantes, y a este grupo hay que sumar otras 50, aproximadamente, que, habiendo alumbrado buenos caudales en su día, ahora han quedado secas por el paulatino abatimiento de la superficie freática.

En definitiva, el número de galerías útiles es de algo más de 300, más otras 25 que avanzan en busca de su primer alumbramiento. Hay que señalar que en el momento presente han dejado ya de presentarse solicitudes para la apertura de nuevas obras, por lo que, teniendo en cuenta el largo tiempo que transcurre entre la iniciación de la galería y la llegada al acuífero (8 ó 10 años), en el futuro deberá contarse tan sólo con las galerías que ya existen, con el agravante de que muchas de ellas irán dejando de ser productivas a medida que descienda la superficie freática.

El alumbramiento de agua en este tipo de captaciones tiene lugar cuando el frente intersecta la superficie freática, lo que puede suceder "de capa" o detrás de un dique, y normalmente se sigue avanzando dentro de la zona saturada hasta obtener el caudal conveniente. Como la recarga natural del sistema es insuficiente para compensar el agua drenada, la superficie freática tiende a ir retrocediendo gradualmente, y es necesario seguir reperforando para mantener el volumen de las extracciones. Mientras se avanza dentro de la zona saturada, los alumbramientos son discontinuos e irregulares, e incluso pueden ser drenadas aguas de temperatura y quimismo diversos en puntos muy próximos, todo lo cual revela la heterogeneidad a pequeña escala del subsuelo insular.

La producción obtenida por cada galería depende, entre otros factores, de la permeabilidad de los terrenos, y por tanto varía mucho, pudiendo superar los 200 l/s. Sin embargo, la distribución insular de caudales no es enteramente aleatoria sino que se observan claras afinidades por zonas o sectores, lo que demuestra que el medio físico que aloja el agua está organizado según ciertas pautas. El final de la vida útil de una galería puede llegar por dos causas, esencialmente:

- 1) Cuando la captación queda colgada por encima de la zona saturada en razón del descenso gradual de la superficie freática, el cual está motivado por las extracciones que tienen lugar a cotas más bajas; éste es el caso de numerosas galerías de la Dorsal NE.
- 2) Cuando la captación ha atravesado todo el espesor saturado, alcanzando finalmente terrenos demasiado compactos como para que puedan contener cantidades significativas de agua (zócalo impermeable). Aunque en este caso se sigue alumbrando agua en la zona saturada, la llegada al zócalo significa que el volumen

extraído no puede ser mantenido por reperforación, y los caudales tienden a disminuir en forma logarítmica con el tiempo.

c) **Socavones.** Son galerías que, aunque destinadas a captar las aguas profundas, abandonaron las labores por causas económicas o administrativas y nunca han llegado a alumbrar ningún caudal. Su número es de unos 200, con una longitud media de algunos centenares de metros, y no representan ninguna utilidad actual o futura.

d) **Galerías-pozo.** En esta categoría se incluyen unas pocas galerías de algo más de medio kilómetro de longitud que para aprovechar sus aguas alumbradas requieren de elevación por bombeo: bien porque están emboquilladas al pie de acantilados (junto al mar), bien porque se perforaron con pendiente descendente o se complementaron con zanjas o pozos de fondo hasta alcanzar el nivel saturado.

Los cuadros n.º 2, 3 y 4 recogen tabulados los datos más significativos según tipos de galería en los últimos inventarios.

## B) HISTORIA DE LAS GALERIAS

La captación de aguas subterráneas en Tenerife ha sido una empresa exclusivamente privada y, con frecuencia, empírica. Pueden distinguirse cuatro etapas en el desarrollo de las obras.

### 1ª ETAPA: 1850-1910

Comienza la perforación de galerías en los puntos en que es más clara la evidencia de aguas subterráneas, es decir, en las áreas en que existen manantiales naturales; de este modo se abren ya el 90% de las galerías-nacientes, muchas de las cuales continúan alumbrando agua en la actualidad. Casi todas ellas explotan acuíferos colgados, aunque unas pocas drenan la zona saturada general en puntos en que la superficie freática intersecta la superficie topográfica (cuenca de Aguamansa y barrancos del Río y Badajoz).

Asimismo, en la parte baja del Bco. de Godinez se comienzan a

Cuadro n.º 2. Situación de las galerías existentes en Tenerife en 1973 (Fuente: SPA-15).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (Vs)
Galerías-naciente	GN	160	27406	1521	157	36104	10561	302
Galerías convencionales	GC	134	251016	8649	332	858563	98998	5940
Socavones	GS	183	42044	1585	--	--	--	--
Galerías-pozo	GP	3	2519	--	4	1456	503	100
Total de Galerías	G	480	322985	11755	493	896123	110062	6342

Cuadro n.º 3. Situación de las galerías existentes en Tenerife en 1979 (Fuente: MAC-21).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (Vs)
Galerías-naciente	GN	178	31992	3262	143	31987	8820	305
Galerías convencionales	GC	141	275263	12230	340	926685	113685	5201
Socavones	GS	186	43139	1585	--	--	--	--
Galerías-pozo	GP	3	2581	23	6	2494	503	122
Total de Galerías	G	508	352975	17100	489	961166	122849	5628

Cuadro n.º 4. Situación de las galerías existentes en Tenerife en 1985 (Fuente: AGUA-2000).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Num. (ud)	Long. Gal. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (Vs)
Galerías-naciente	GN	174	31190	3026	158	33899	9289	221
Galerías convencionales	GC	144	317651	17131	345	977075	132459	4935
Socavones	GS	192	45067	1585	--	--	--	--
Galerías-pozo	GP	3	2865	58	6	2613	503	37
Total de Galerías	G	513	396773	21800	509	1013587	142251	5193

perforar algunas galerías que, al no encontrar alumbramientos importantes cerca de la superficie, siguen avanzando hasta profundidades considerables, con un máximo conocido de 1500 m entre galería principal y ramales (Hoya de Palo Blanco).

En esta fase inicial, *la zona saturada general permanece prácticamente intacta* y la explotación se limita casi exclusivamente al aprovechamiento de acuíferos colgados.

**2ª ETAPA: 1910-1930**

En la Dorsal NE, cuya escarpada orografía es la más favorable a la obtención rápida de buenas monteras, comienzan a perforarse muchas de las galerías convencionales que, más adelante, alumbrarán aguas de la zona saturada general. Asimismo, algunas de las galerías de Aguamansa y de los barrancos del Río y Badajoz, iniciadas en la etapa anterior, reperforan ante el retroceso de la superficie freática; el éxito ya comprobado de estas últimas captaciones hace que en sus proximidades se emplacen nuevas obras.

En esta etapa es cuando *comienzan a producirse los primeros abatimientos del techo de la zona saturada general, si bien de escasa magnitud y con carácter muy local*. La actividad extractiva de las galerías-naciente ha determinado la desaparición de gran parte de los antiguos manantiales naturales, con lo que la Isla pasa a depender casi exclusivamente de las diversas obras subterráneas de captación.

**3ª ETAPA: 1930-1945**

Un importante número de galerías convencionales iniciadas en la etapa anterior conectan con el acuífero profundo de la Dorsal NE en ambas vertientes, así como en el valle de La Orotava; las longitudes perforadas hasta intersectar la zona saturada no suelen sobrepasar los 1000 m. En el resto de la Isla las captaciones son muy escasas (en Guía de Isora y en Los Silos).

*La explotación de la zona saturada general comienza a afectar al volumen de reservas, y el nivel freático desciende en las áreas en que existe una mayor concentración de galerías.* Al final del periodo, la caída del nivel

llega a sobrepasar los 100 m en algunas secciones de la Dorsal NE, aunque en el resto de la Isla permanece inmutable a causa de la recarga natural y de la fuerte inercia del sistema.

#### **4ª ETAPA: 1945-1965**

Se generaliza en toda la Isla la explotación de aguas subterráneas por medio de galerías, con lo que al final de este período ya habían sido abiertas el 90% de las que existen en la actualidad. Esta intensificación en las labores produce un incremento progresivo en los volúmenes extraídos, llegándose a alcanzar al final del período los 7000 l/s de producción total.

Salvo en escasas áreas (Las Cañadas, por ejemplo) la recarga meteorológica local es mucho menor que las extracciones, la superficie freática tiende a abatirse y las galerías tienen que reperfurar casi constantemente para mantener la producción. *El área más afectada por el abatimiento es la Dorsal NE, en donde la densidad de la red de captaciones y la intensidad de la explotación han determinado una fuerte caída en los niveles del agua, de modo que las galerías más altas pasan a quedar colgadas sobre la zona saturada (secas).*

#### **5ª ETAPA: 1965-ACTUALIDAD**

La extracción de aguas subterráneas por medio de galerías alcanza el techo de su producción en el comienzo del período, y a partir de ese momento se inicia la merma, paulatina pero ininterrumpida, de la producción total por este medio. Esta merma no se verifica con la misma intensidad en todas las zonas, dependiendo de las diversas circunstancias que pueden afectarles: zócalo impermeable, mortalón, abatimiento de la zona saturada, etc..

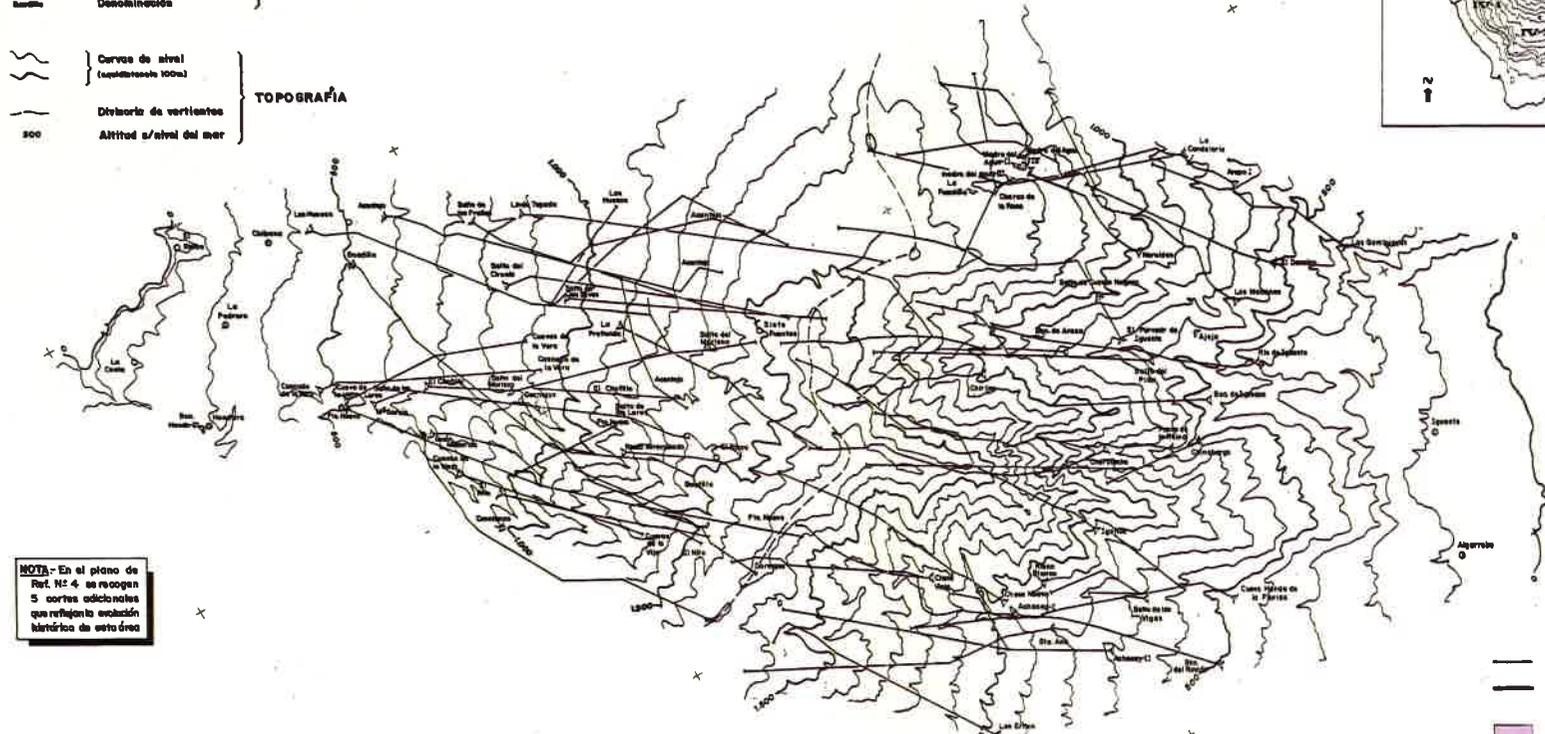
La caída en la producción de las galerías hubiera sido mayor en este período de no mediar la circunstancia de que un número no escaso de perforaciones más recientes intersectaron por primera vez el acuífero profundo. A pesar de ello, *el caudal total extraído ha disminuido en más de 2000 l/s durante las dos últimas décadas (v. en planos n.º 3 y 4 la evolución de la superficie freática y las extracciones en un área modelo).*

# PLANTA GENERAL

## LEYENDA:

- |     |                                     |                      |
|-----|-------------------------------------|----------------------|
| —   | Bocanina                            | } GALERIAS           |
| —   | Trazo                               |                      |
| ○   | Pozo                                | } OBRAS DE CAPTACION |
| 5   | NACIENTE                            |                      |
| —   | Denominación                        |                      |
| —   | Curvas de nivel (separaciones 100m) | } TOPOGRAFÍA         |
| —   | Divisorio de vertientes             |                      |
| 500 | Altitud s/nivel del mar             |                      |

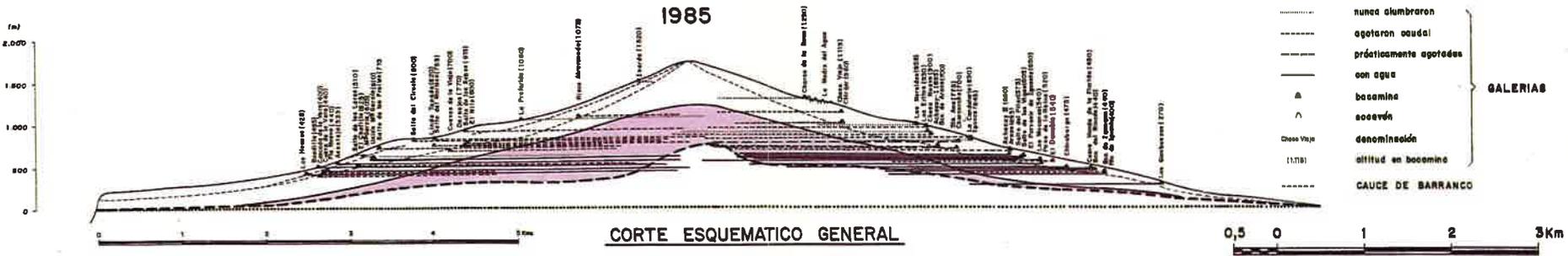
## SITUACION



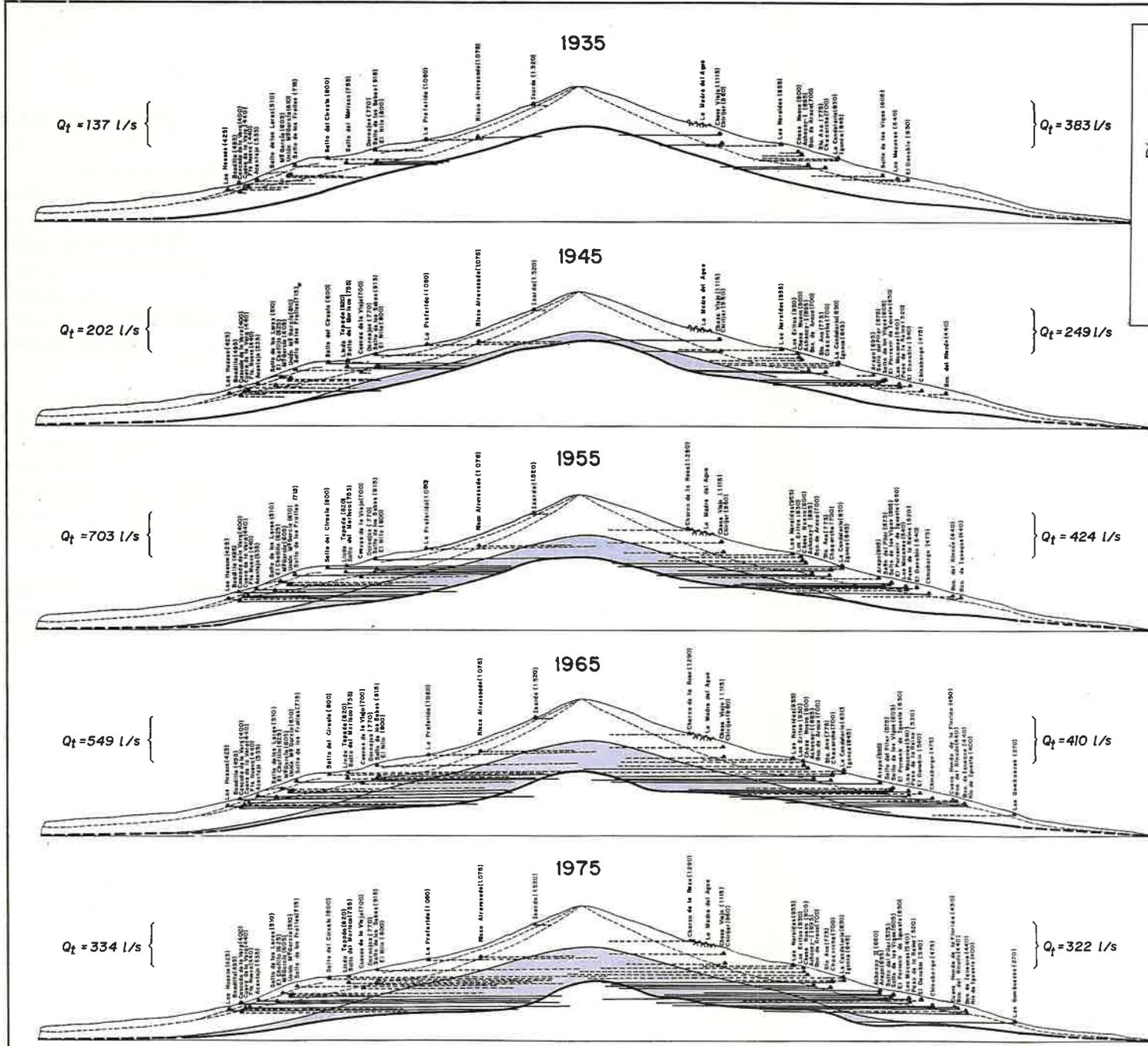
**NOTA:** En el plano de Ref. N.º 4 se recogen 5 cortes adicionales que reflejan la evolución histórica de esta zona

## LEYENDA:

- |       |                                 |                         |
|-------|---------------------------------|-------------------------|
| —     | INICIAL                         | } SUPERFICIES FREATICAS |
| —     | ACTUAL (1.985)                  |                         |
| ■     | VOLUMEN DEPRIMIDO               |                         |
| ..... | nunca alumbraron                | } GALERIAS              |
| ----- | agotaron caudal                 |                         |
| ----- | prácticamente agotadas con agua |                         |
| ▲     | bocanina                        |                         |
| △     | acevón                          |                         |
| ▲     | denominación                    |                         |
| ▲     | altitud en bocanina (1.776)     |                         |
| ----- | CAUCE DE BARRANCO               |                         |



CORTE ESQUEMATICO GENERAL



NOTA: En el plano de Ref. N.º 3 se recoge 'plano' y corte esquemático general del área modelada en cuestión.

**LEYENDA:**

- INICIAL
- - - DEL AÑO CORRESP.
- SUPERFICIES FREATICAS
- VOLUMEN DEPRIMIDO
- - - sin agua
- con agua
- ▲ bocanina
- △ socavón
- GALERIAS
- denominación (L116)
- altitud en bocanina
- cantidad total extraída por los galerías de esa variante.
- CAUCE DE BARRANCO



## II.6.2. LOS POZOS.

La existencia de pozos para aprovechar agua en la Isla data al menos del siglo XVI, pero hasta tiempos recientes, en que se pudo contar con medios de elevación más potentes y eficientes (en sustitución de los tornos tradicionales), se limitaban a perforaciones verticales de escasamente una decena de metros, que alcanzaban el nivel saturado en la misma línea de costa o bien intersectaban un acuífero colgado (Vega de La Laguna). Estas captaciones, conocidas como **pozos ordinarios**, son cuantitativamente irrelevantes en el aspecto extractivo por lo que se ha prescindido de ellos en este trabajo.

Los **pozos profundos** se han desarrollado fundamentalmente en los últimos treinta años, coincidiendo con el declive de las galerías y como alternativa que palíe el descenso global de sus caudales. Inicialmente se emboquillaron próximos a la costa, pero se han ido separando de ella para amortiguar los efectos de la intrusión marina o/y en razón a que las nuevas obras no afecten a las preexistentes (distancia de 1000 m definida administrativamente). Salvo casos aislados, actualmente los pozos tienen su brocal a menos de 500 m de altitud (a partir de los 400 m de altura de elevación se requieren equipos especiales y resulta demasiado caro el producto final) y explotan la franja perimetral de la zona saturada general, inmediatamente antes de su descarga al mar y casi al nivel de éste, por lo que **básicamente extraen recursos y no reservas**. Su distribución geográfica alcanza a casi todo el contorno insular; de los iniciales enclaves de los valles se extendió al resto de la franja, ubicándose preferentemente en barrancos y vaguadas para eco-nomizar perforación.

Los más de 300 pozos profundos existentes pueden clasificarse en las dos categorías siguientes:

- a) **pozos convencionales**. Son casi 190; se caracterizan por su gran diámetro (unos 3 m) y por el sistema tradicional de perforación vertical. Su profundidad media es de un centenar de metros, pero los productivos (algo más de 100) tienen como promedios unos 170 m de profundidad y unos 350.000 m<sup>3</sup> de volumen anual aprovechado. La amplitud de su sección transversal permite realizar galerías horizontales de fondo (algo más de 100 m de media en los productivos), en el contacto con la zona saturada; el aumento de la superficie drenante incide en una menor depresión del nivel estático

para un mismo caudal de bombeo (equivalente a un mayor caudal de explotación con la misma depresión), lo que atenúa la posible intrusión marina (ley de Ghyben-Herzberg y corrección de Hubbert).

- b) **pozos-sondeo.** Han proliferado en la última década hasta alcanzar algo más de una treintena. Consisten en sondeos de perforación mecánica y gran diámetro (hasta 50 cm), por lo general entubados hasta casi el fondo, en cuyo interior se disponen la correspondiente bomba vertical sumergible y la tubería de impulsión. Por término medio su profundidad alcanza los 300 m y los actualmente productivos (aproximadamente la mitad) extraen casi 600.000 m<sup>3</sup>/año/pozo. La rapidez de su ejecución y su menor coste de inversión se contrarrestan con la imposibilidad de realizar galerías de fondo para mejorar su rendimiento; ésta es la causa de que con frecuencia, al coincidir puntualmente con terrenos de permeabilidad moderada/baja, se profundicen en exceso (por debajo del nivel del mar) para conseguir con la suficiente depresión del nivel estático una mayor afluencia de caudal, pero de agua salobre.

Cuadro n.º 5. Tipos de pozos existentes en Tenerife

Tipo	N.º	PROF. (km)	Q <sub>m</sub> (l/s)	EXTR. (hm <sup>3</sup> /año)
Pozos ordinarios	120	1.7	10	0
Pozos convencionales	286	40.5	1200	38
Pozos-sondeo	31	9.5	350	11
Total	437	51.7	1560	49

El régimen de bombeo de los pozos es muy desigual según las zonas y las estaciones; el mismo se adecúa a las oscilaciones de la demanda de agua (según el uso preferente y el régimen de lluvias) y las restricciones energético-económicas (discriminación horaria en las tarifas eléctricas). Así, aunque se conozca el caudal de bombeo (el que dan las instalaciones y los equipos anejos), para evaluar los volúmenes realmente extraídos se precisa disponer de los partes detallados de las horas en que se ha elevado (oscilan entre 3000 y 7000 h/año) o de contadores totalizadores volumétricos, lo que no está gene-

ralizado. En este trabajo la evaluación de extracciones se ha realizado en base a los datos detallados suministrados por las propias Comunidades de agua, cuya colaboración públicamente agradecemos.

Existen algunas pocas áreas de la franja perimetral de la Isla donde aún cabe y se deben realizar nuevos pozos para intersectar el flujo que se acumula antecediendo a su descarga al mar; pero también hay otras en que la explotación es demasiado intensa y existen indicios de intrusión marina, lo que debe ser corroborado por los estudios en curso. El pronóstico global de este trabajo es que la extracción total por pozos se incrementará en la próxima década en unos 250-320 l/s, equivalente a un 18-22 % del aprovechamiento actual.

Los cuadros n.º 6, 7 y 8 recogen tabulados los datos más significativos según tipos de pozos profundos de los últimos inventarios. Para comparar con los correspondientes de las galerías (v.pág. 46), el volumen extraído se expresa como caudal medio anual en l/s, notablemente inferior al caudal de bombeo.

Cuadro n.º 6. Situación de los pozos existentes en Tenerife en 1973 (Fuente: SPA-15).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Gal. (m)	Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (l/s)
Pozos convencionales	PC	89	5140	1117	67	6802	6081	946
Pozos-sondeo	PS	3	339	--	--	--	--	--
Total de Pozos	P	92	5479	1117	67	6802	6081	946

Cuadro n.º 7. Situación de los pozos existentes en Tenerife en 1979 (Fuente: MAC-21).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Gal. (m)	Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (l/s)
Pozos convencionales	PC	155	10820	3471	82	11578	7030	1317
Pozos-sondeo	PS	11	1058	--	2	470	--	70
Total de Pozos	P	166	11878	3471	84	12048	7030	1387

Cuadro n.º 8. Situación de los pozos existentes en Tenerife en 1985 (Fuente: AGUA-2000).

Tipo	Ref.	SIN AGUA			CON AGUA			
		Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Gal. (m)	Num. (ud)	Profund. (m)	Long. Ram. (m)	Caudal (l/s)
Pozos convencionales	PC	176	21611	7641	102	16910	10897	1134
Pozos mediante sondeo	PS	15	4373	--	16	4794	--	303
Total de Pozos	P	191	25984	7641	118	21704	10897	1437

### II.6.3 LOS MANANTIALES

Antes de que se iniciasen las primeras galerías, las surgencias naturales constituían, prácticamente, la única fuente de suministro de agua de la Isla. Su caudal total, a mediados del siglo pasado, puede cifrarse en unos 700 l/s, de los que 100 nacían en la vertiente sur y 600 en la norte, concentrándose el mayor volumen de agua en el valle de La Orotava (300 l/s).

Por su ubicación y naturaleza pueden establecerse tres grupos de surgencias:

- a) **Manantiales altos (de medianías o de cumbres)**, que provenían de acuíferos colgados muy superficiales o bien del contacto de la superficie freática del acuífero general con la superficie del terreno en sus partes de más pronunciada orografía (Aguamansa, Bco. del Río y Badajoz y Bco. del Infierno).

Muchas de las fuentes relacionadas con acuíferos colgados permanecen actualmente en las mismas condiciones de surgencia que antaño, conservando sus primitivos caudales, que en un reciente inventario se estimaron en 150 l/s. Otros fueron socavados por pequeñas galerías al objeto de mejorar su rendimiento y su caudal actual se cifra en algo más de 200 l/s. Finalmente, un buen número de aquellos antiguos nacientes se localizan en los metros iniciales de muchas galerías convencionales y, aunque no se conoce con exactitud su caudal, tal vez asciende a 75-100 l/s.

En definitiva, los aproximadamente 400 l/s que producían

Caudal (l/s)
1134
303
1437

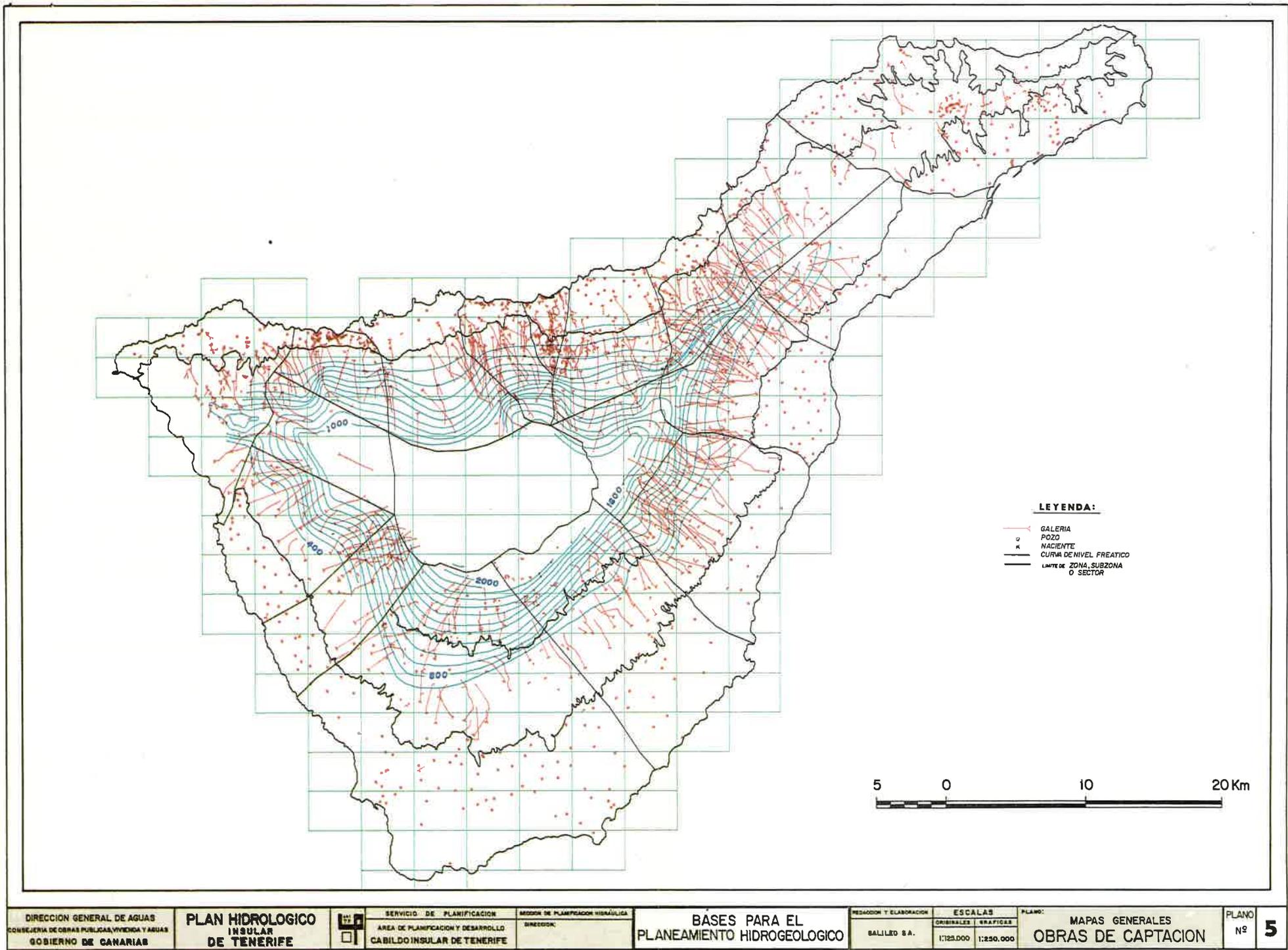
is natu-  
a de la  
nos 700  
ándose

pos de

nían de  
o de la  
terreno  
lco. del

olgados  
rgencia  
un re-  
avados  
to y su  
in buen  
metros  
se co-

oducían



aquellos acuíferos colgados, hoy en día siguen manteniéndose, no habiéndose visto afectados, por tanto, por la perforación de galerías.

En cambio, los casi 150 l/s que brotaban como consecuencia del contacto de la superficie saturada general con el subsuelo exterior de la Isla, han desaparecido casi por completo a causa del descenso de aquella después de que comenzara la explotación del acuífero general. Tanto los nacientes de Aguamansa como los del Río y Badajoz quedaron secos a principios de este siglo. En cuanto a los 30 l/s que de promedio brotaban en el Barranco del Infierno, en Adeje, en la actualidad se han reducido a 6 u 8 l/s.

- b) **Fuentes costeras**, que son las que manaban en los cortados escarpes de la costa septentrional. Su caudal se cifraba en unos 150 l/s que prácticamente se perdían en el mar sin ser aprovechados. Con el comienzo del presente siglo se emprendieron algunas obras para posibilitar su utilización, con lo que hoy en día puede que estén aprovechadas un 50% de las aguas que brotan por los acantilados.
- c) Finalmente, las **fuentes de baja marea** o "*bueyes de agua*" no eran sino afloramientos de agua dulce por debajo del nivel del mar o en su misma superficie. Se conocía aproximadamente la localización de muchos de ellos, pero se ignoraba su cuantía y ni se llegaron ni se llegan a aprovechar, dada su fácil mezcla con el agua marina.

## II.7. ZONIFICACION HIDROGEOLOGICA.

### II.7.1. JUSTIFICACION DE LA DIVISION REALIZADA

Son tan considerables las diferencias dentro del subsuelo insular que, tanto desde el punto de vista teórico como desde el práctico, no puede ser considerado como una unidad homogénea. Las diferencias principales son las siguientes:

- 1) El volumen de agua que se infiltra varía mucho de unas áreas a otras. Esto es debido no sólo a la diversidad de la pluviometría sino también a la facilidad o dificultad con que el agua llega a la zona saturada.

- 2) El medio físico que aloja el agua es extraordinariamente heterogeneo y anisótropo. En él existen fuertes variaciones de los parámetros hidrogeológicos (sobre todo en cuanto a permeabilidad y capacidad de almacenamiento), y éste tiene lugar no sólo en la vertical sino también lateralmente.
- 3) Hay áreas en donde la circulación subterránea del agua está condicionada por la presencia de un zócalo impermeable, mientras que en otras no existe tal zócalo por encima del nivel del mar.
- 4) Después de casi un siglo de explotación, la zona saturada general ha experimentado extracciones muy variables en los diversos puntos de la Isla, y el volumen de reservas disponibles actualmente no es el mismo en todas las zonas.

Todo lo anterior hace imprescindible que, al abordar tanto el conocimiento como la racionalización o el tratamiento de las aguas subterráneas haya que considerar la isla como un mosaico de ZONAS:

- a) Lo primero que destaca son las **penínsulas de Teno y Anaga (Zonas I y VIII, respectivamente)**. Están conformadas por terrenos antiguos muy compactados que apenas permiten la circulación subterránea del agua y que, por tanto, son más aptos para el aprovechamiento de las aguas superficiales.
- b) Una zona muy bien individualizada y de características totalmente opuestas a las anteriores es la constituida por la **depresión de Las Cañadas y su valle de salida (Zona III)**. En este caso, la capacidad de almacenamiento de los voluminosos materiales que rellenan la cubeta es extraordinariamente elevada, por lo que hay una fuerte acumulación de reservas, casi confinadas entre terrenos poco o nada permeables. El confinamiento parece estar interrumpido en los ejes estructurales, por lo que puede existir una transferencia de agua hacia las Zonas II y VI; por otra parte, hay una recarga importante gracias a la eficaz infiltración del agua meteórica.
- c) El **macizo de Tigaiga (Zona V)**, esculpido en lavas fonolíticas de muy baja conductividad hidráulica, resalta como un islote entre las dos depresiones adyacentes (Icod-La Guancha y Valle de La Orotava).

- d) La **Zona IV** forma un amplio **sector de círculo en torno a Las Cañadas por el Sur**, bien definido geológicamente por la presencia de un grueso y extenso paquete de lavas fonolíticas poco permeables que a su vez han compactado sensiblemente la Serie II que se encuentra debajo.
- e) La Zona II se extiende entre el relieve de Teno y el área de las Cañadas, y está centrada en torno a la dorsal topográfica NO, que es un eje estructural con intensa actividad volcánica reciente. La permeabilidad en el subsuelo de la dorsal es muy elevada, pero a ambos lados de esta franja se manifiesta la presencia del zócalo impermeable, que limita el avance de las galerías.
- f) Finalmente, la **dorsal topográfica NE** (entre Las Cañadas y Anaga), corresponde también a un eje estructural de alta permeabilidad. Aunque la dorsal es una sola unidad geológica e hidrogeológica, el grado de explotación a que ha sido sometida varía considerablemente de un segmento a otro, por lo que ha sido fragmentada en dos zonas. La Zona VI, más próxima a Las Cañadas, todavía conserva un gran volumen de reservas; la Zona VII, por el contrario, ha podido ser perforada por un elevado número de galerías en razón a una topografía más escarpada (es decir, más favorable) y, como consecuencia, sus reservas se encuentran en situación de acentuado agotamiento.

Dentro de cada una de las unidades territoriales anteriores, cuya división se ha basado en criterios esencialmente geológicos, también se manifiestan **otras desigualdades** cuyos límites territoriales están sensiblemente claros. Dichas desigualdades pueden agruparse en dos categorías según que el tipo de los **caracteres diferenciadores** predominantes sean, en un caso, los **geohidrológicos** y, en el otro, los relativos a las **captaciones y los hidrogeológicos locales**. La orientación de los límites correspondientes se alinea preferentemente en dirección transversal (cumbre-mar) para el primer caso y paralela a la costa en el segundo. Con ello a la división zonal se le superponen sucesivamente dos subdivisiones de menor rango: la primera, genera el ámbito de las **SUBZONAS** y, la segunda, el de los **SECTORES**.

En la zona IV, la presencia del eje estructural Sur y cambios en las características geológicas y geohidrológicas de los materiales, constituyen las

razones de la subdivisión en tres subzonas. En la zona V, la existencia de un deslizamiento en masa de una parte del macizo de Tigaiga sobre el valle de La Orotava es la causa de diferenciar dos subzonas. Finalmente, en la Zona VII, la presencia del valle de Güímar en la vertiente sur, la componente NE del buzamiento de la dorsal y diferentes grados de explotación de las reservas han motivado la distinción de dos subzonas.

Por otro lado, la explotación de la franja costera, básicamente mediante pozos, presenta unas marcadas diferencias con la del resto del edificio insular. Por ello, con carácter general, se ha adoptado la curva de nivel topográfico 500 m para diferenciar como sectores las bandas inferiores de zonas y subzonas; se exceptúa la vertiente sudoeste de Teno (Acantilado de Los Gigantes) donde no existe dicha banda. El paso de Las Cañadas a su valle de salida (Zona III), el núcleo (más elevado) de los ejes estructurales (Zonas II y VI), la presencia de manantiales naturales en áreas determinadas (Subzonas IV.2 y IV.3), la conveniencia (por motivos estratégicos de abastecimiento a poblaciones altas) de mantener algunas captaciones (Zonas VI y IV, complementando las razones anteriores) o, simplemente, el cambio de vertiente topográfica (Zonas VII y VIII) son los criterios en que se ha basado la subdivisión final en sectores hidrogeológicos.

Como resultado final de todo ello es el mapa de 8 zonas, 7 subzonas y 38 sectores recogido en el plano de zonificación (v. plano n.º 6) adjunto.

## II.7.2. ANALISIS Y CONCLUSIONES POR ZONAS.

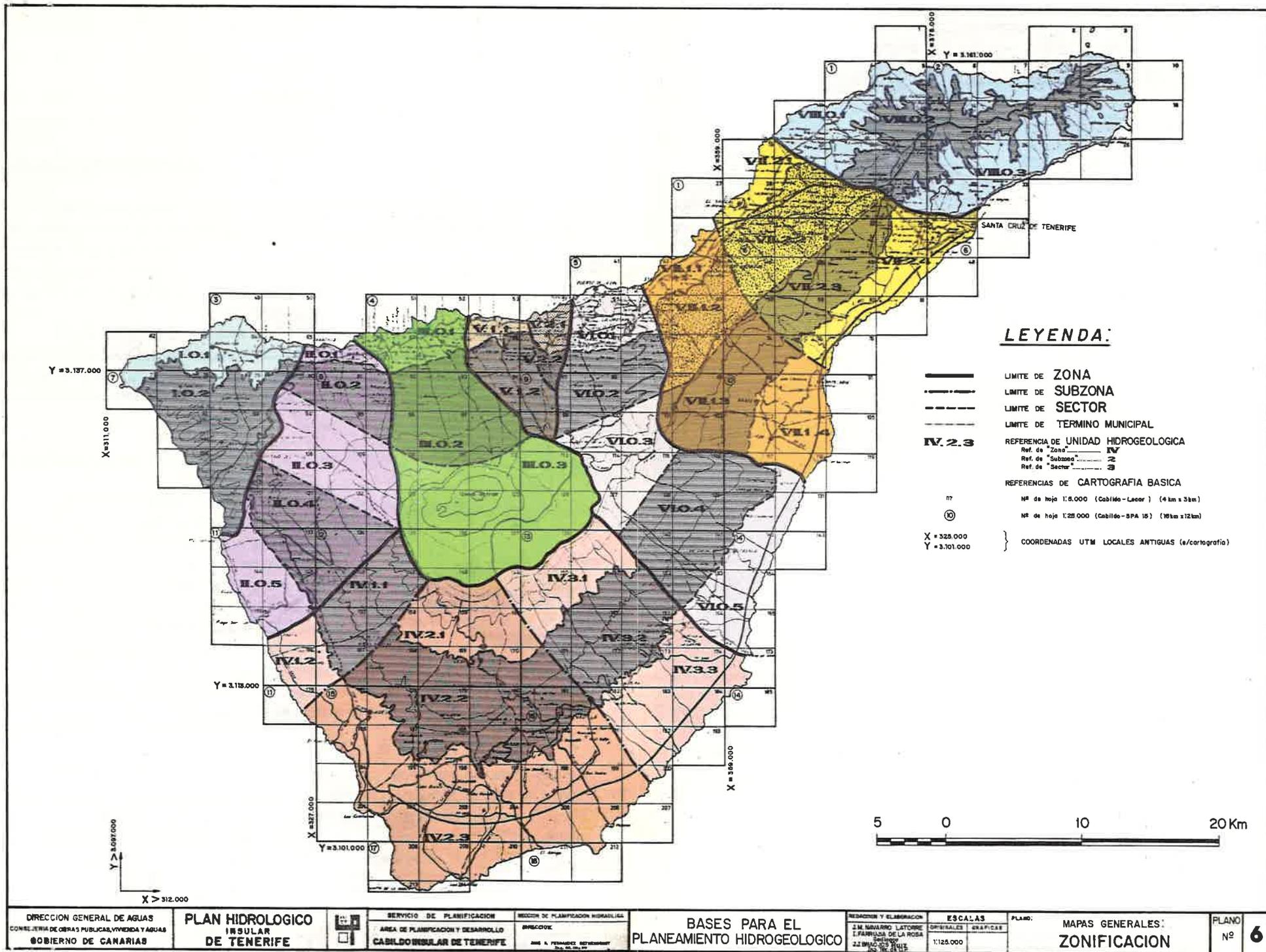
Seguidamente se expone una **breve descripción de cada zona** (rasgos generales y captaciones existentes), un **análisis de su situación** hidrogeológica y una **prognosis sobre su evolución** y las extracciones esperadas en la misma (téngase en cuenta que en el caso de las galerías se contabiliza su caudal por la localización de los puntos reales de alumbramiento y no por la ubicación de sus bocaminas) en dos horizontes temporales (1991 y 1997).

le un  
le La  
/II, la  
E del  
ervas

me-  
ificio  
nivel  
s de  
lo de  
valle  
onas  
bzio-  
ento  
mple-  
iente  
lo la

as y

sgos  
geos-  
is en  
ta su  
or la  
').



## ZONA I

### A) RASGOS GENERALES

Se corresponde con el escarpado **macizo de Teno**, que está formado mayoritariamente por **materiales basálticos antiguos, escasamente permeables**. Estos basaltos conforman un gran edificio volcánico singular, muy destruido por la erosión, al que se asocia un sistema secundario de ejes estructurales que todavía conservan algunas fracturas abiertas.

En la porción septentrional existe una plataforma costera (**Isla Baja**) ganada al mar por las efusiones lávicas de algunos aparatos recientes (Volcán de Taco, por ejemplo); la permeabilidad de estos terrenos es muy elevada y ha permitido el emplazamiento de algunos pozos.

### B) EXTRACCIONES

La región montañosa de Teno está explotada por **galerías convencionales**. Las que superan los 1500 m de longitud son apenas una decena y han alumbrado aguas en relación con diques fracturados y fisuras secundarias. El **bajo rendimiento** obtenido, la **mala calidad** del líquido y las **condiciones de perforación difíciles** (por presencia de gases, sobre todo), han determinado que en ninguna de ellas se haya registrado actividad durante los últimos años, pasándose, así, de un caudal total de 140 l/s en 1973 a unos 90 l/s en 1985; esta **tendencia a una suave disminución de las extracciones** se mantendrá en el futuro.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona I (1985)



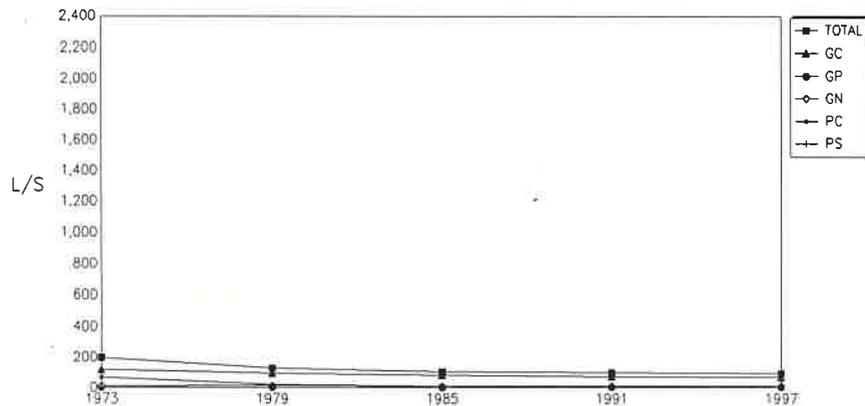
Además de las captaciones precedentes, existe un número relativamente elevado de **galerías-naciente** que drenan pequeños acuíferos colgados o aguas de infiltración directa; el caudal total obtenido es de unos 12 l/s, que **tenderán a mantenerse** en el futuro, aunque con las inevitables oscilaciones climáticas ligadas a cambios en la pluviometría.

Finalmente, en la plataforma costera (Isla Baja) hay algunos **pozos**

que llegaron a bombear un caudal máximo de casi 70 l/s en 1973; sin embargo, al estar situados a no mucha distancia del mar y en terrenos muy permeables, experimentaron una caída en la calidad del agua y hubo que reducir la producción. En la actualidad, la imposibilidad de efectuar extracciones intensivas sin provocar intrusión marina, así como la entrada en funciones de la Balsa de Taco, han determinado una pérdida de importancia de estas captaciones, que en el futuro **se limitarán a complementar las necesidades de riego de su entorno inmediato.**

En definitiva, el macizo de Teno **no es adecuado para la explotación de aguas subterráneas** a causa, entre otros factores, de la escasa permeabilidad de los terrenos. Sin embargo, y por la misma razón, existe la **posibilidad de captar la escorrentía superficial mediante un sistema de tomaderos y pequeñas presas.**

Gráfico 1. Evolución de las extracciones de la Zona I



Cuadro n.º 9. Caudales de extracción (l/s) de la Zona I

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	119	96	82	74	68
GP	0	0	0	0	0
GN	12	13	12	12	12
PC	68	22	12	12	12
PS	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>199</b>	<b>131</b>	<b>106</b>	<b>98</b>	<b>93</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

## ZONA II

### A) RASGOS GENERALES

Se extiende entre los relieves de Teno y el área de Las Cañadas, y está centrada en torno a la **Dorsal NW**, que es un eje estructural con **intensa actividad volcánica reciente.**

El relieve tiene formas suaves y se asemeja a un domo achatado que carece de barrancos profundos; la continuidad morfológica únicamente está interrumpida en la vertiente norte, donde existe un pronunciado acantilado costero. Esta topografía condiciona fuertemente la distribución y longitud de las **galerías**, que, por una parte, sólo pueden ganar la montera adecuada **con perforaciones muy largas** y, por otra, tienen dificultades para alcanzar el subsuelo de la Dorsal.

La explotación mediante **pozos** está muy limitada en la vertiente norte a causa de lo exiguo de la plataforma costera, pero en el sur encuentra excelentes condiciones por tratarse de una superficie suavemente inclinada hacia el mar, lo que permite emplazar las captaciones a considerable distancia de la costa, atenuando, así, el riesgo de intrusión marina.

### B) SITUACION HIDROGEOLOGICA

En las **vertientes norte y sur**, la circulación y acumulación del agua subterránea queda restringida en profundidad por la presencia de un **zócalo impermeable**, suavemente inclinado hacia el mar, del que forman parte la Serie I y los niveles inferiores de la II. La zona saturada se aloja en el resto de la Serie II, así como en terrenos más recientes muy permeables.

En la **franja central de cumbres**, que es el dominio del eje estructural, las diferencias de comportamiento entre las diversas unidades estratigráficas quedan borradas o atenuadas por la **fracturación secundaria abierta**. Por otra parte, algunos de los **diques** actúan como barreras que retardan el flujo lateral del agua, lo que da lugar a una sobreelevación del acuífero. En conjunto, el subsuelo de la Dorsal es una **franja altamente permeable pero anisótropa**, con

una difusividad elevada en sentido longitudinal y vertical, y escasa en el transversal (cumbre-mar).

### C) FLUJO DEL AGUA

En la circulación subterránea parecen interaccionar dos sistemas superpuestos:

- **Un sistema epidérmico**, de difusión relativamente rápida, en donde **el agua circula por niveles altos de buena permeabilidad**. El sentido de circulación **diverge lateralmente hacia el mar** desde las porciones más elevadas del domo hidráulico y el agua reside corto tiempo en el subsuelo, de modo que **la cantidad de sales disueltas es baja**. La infiltración de agua meteórica, sumamente eficaz, juega un papel relevante en la alimentación de este conjunto.
- **Un sistema profundo**, de difusión más lenta, asociado a la **fracturación secundaria del eje estructural**; el movimiento lateral del agua hacia el mar está obstaculizado tanto por los diques enteros como por el zócalo impermeable. Este sistema actúa en cierto modo como una **zona de acumulación de reservas** y, además, parece servir de **intercomunicador** con el reservorio localizado en **Las Cañadas** (Zona III). **La calidad del agua tiende a ser mala** debido al largo tiempo de residencia y al fuerte aporte de gases de origen magmático.

### D) CAPTACIONES

#### a) Sector de cumbres

Es alcanzado por **galerías** que proceden de la vertiente norte y sur, así como por algunas que están emboquilladas en los profundos relieves de la adyacente zona de Teno; en general son largas (> 3km) y en algún caso superan los 5 km.

Por razones topográficas, la mayor parte de las perforaciones drenan **la mitad más próxima a Teno** (noroccidente), donde convergen radialmente; ésto acerca progresivamente sus frentes y genera **en ciertas áreas una**

**una excesiva densidad de captaciones**, lo que crea interferencias recíprocas y resta eficacia a la explotación. Por el contrario, **la mitad más próxima a Las Cañadas apenas ha sido intersectada y representa un volumen intocado de reservas de considerable magnitud**.

**La situación hidrogeológica del sector resulta favorable** al tratarse de subsuelos muy fracturados, no limitados a profundidades accesibles por un zócalo impermeable. La superficie freática no ha sufrido un abatimiento considerable salvo en ciertas áreas de excesiva concentración de galerías, y además puede considerarse como no modificada en la mitad más próxima a Las Cañadas.

**La productividad es buena** y son numerosas las captaciones que extraen caudales continuados de varias decenas de l/s. **El volumen total de agua drenado puede seguir manteniéndose**, aunque la considerable profundidad a que operan las galerías y la presencia de gases **dificultan los trabajos de reperfusión**. Hay que señalar, por otra parte, que la intensa actividad volcánica asociada a este sector induce un fuerte aporte de CO<sup>2</sup> al acuífero, lo cual hace **más agresivas las aguas** e incrementa el porcentaje de sales disueltas.

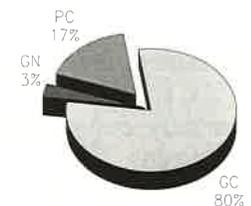
#### b) Vertiente norte

La situación hidrogeológica que encuentran las captaciones es heterogénea y está condicionada por la presencia del **zócalo impermeable**.

Cerca del **acantilado de Icod**, la zona saturada del acuífero se encuentra en Serie II, sin diques que sobreeleven la superficie freática. La permeabilidad decrece con la profundidad y ya los frentes actuales se encuentran en terrenos muy compactos; la **productividad**, que nunca fue alta, ahora es **insignificante**, por lo que no se ha reperfusión en los últimos años.

En la parte central y occidental (**alrededor de El Tanque**), el subsuelo tiene una estructura muy particular, con un amplio valle antiguo, de dirección

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona II (1985)



perpendicular al acantilado, relleno por lavas recientes muy permeables entre las que se disponen frecuentes algamas. La porción inferior de los niveles de relleno está incluida en la zona saturada, y **las galerías encuentran en ella un excelente rendimiento**, con caudales individuales de hasta 100 l/s. Sin embargo, **la producción global comenzará a disminuir** a medida que los frentes de las perforaciones se vayan acercando al zócalo impermeable; después de esto, la única posibilidad de alumbrar nuevas aguas radica en alcanzar el subsuelo de la Dorsal. Por otra parte, los mencionados algamas dan lugar a **acuíferos colgados** que alimentan o alimentaron a un numeroso grupo de **manantiales ubicados en el acantilado**; estas aguas son drenadas actualmente por **galerías-naciente** que proporcionan un caudal total de unos 30 l/s.

Por último, en la exigua plataforma costera formada por lavas recientes muy permeables, hay algunos **pozos** que por su proximidad a la costa están muy **expuestos a la intrusión marina**; su producción es muy limitada (unos 15 l/s) y difícilmente podrá aumentar en el futuro.

**c) Vertiente sur**

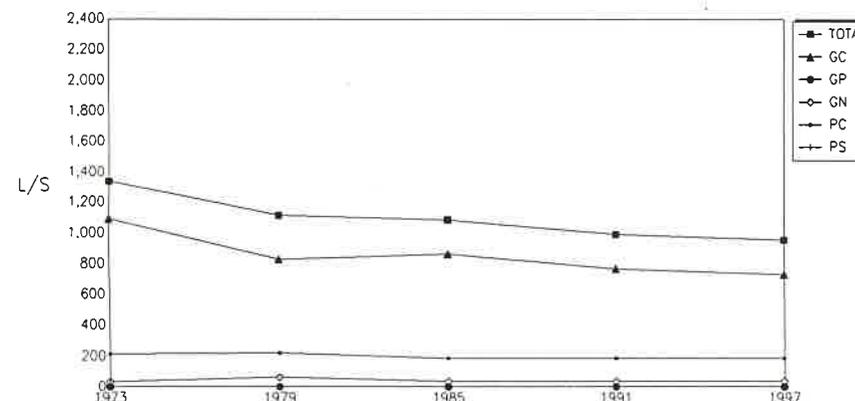
Por encima de la cota 500, y análogamente a lo que sucede en la otra vertiente, las galerías encuentran una situación hidrogeológica cuyo principal condicionante es la presencia de un **zócalo impermeable**, inclinado hacia el mar, **sobre el que circulan aguas** que pertenecen a la **porción epidérmica** del acuífero.

Las **perforaciones** están distribuidas en una **red poco densa** y alcanzan longitudes comprendidas entre 3 y 4 km; durante su avance han obtenido buenos rendimientos (hasta 100 l/s), pese a la casi total **ausencia de diques** que sobreeleven la superficie freática. Una gran parte ha alcanzado ya **terrenos muy compactos**, y es difícil que se produzcan en ellas nuevos alumbramientos, a no ser que atraviesen el zócalo y entren en la franja productiva del sector central. Además, el caudal extraído por buen número de ellas se desaprovecha dada su deficiente calidad. **La producción total**, que era de unos 200 l/s en 1985, **tenderá a disminuir en el futuro**.

Finalmente, la franja litoral está explotada por **pozos de excelente rendimiento**, dispuestos en una línea más o menos paralela a la costa y distante de ella unos 2-3 km, lo que atenúa los efectos de la intrusión marina; **el**

**espaciado entre captaciones es ya suficientemente denso** y no es probable que aumente su número en el futuro. El caudal total bombeado en 1985 (unos 170 l/s) puede mantenerse sin problemas, pero existe el **riesgo** de que el fuerte aumento de la demanda que se registra en esta vertiente de la Isla induzca a **intensificar las extracciones**, lo que podría repercutir en la **calidad** del agua.

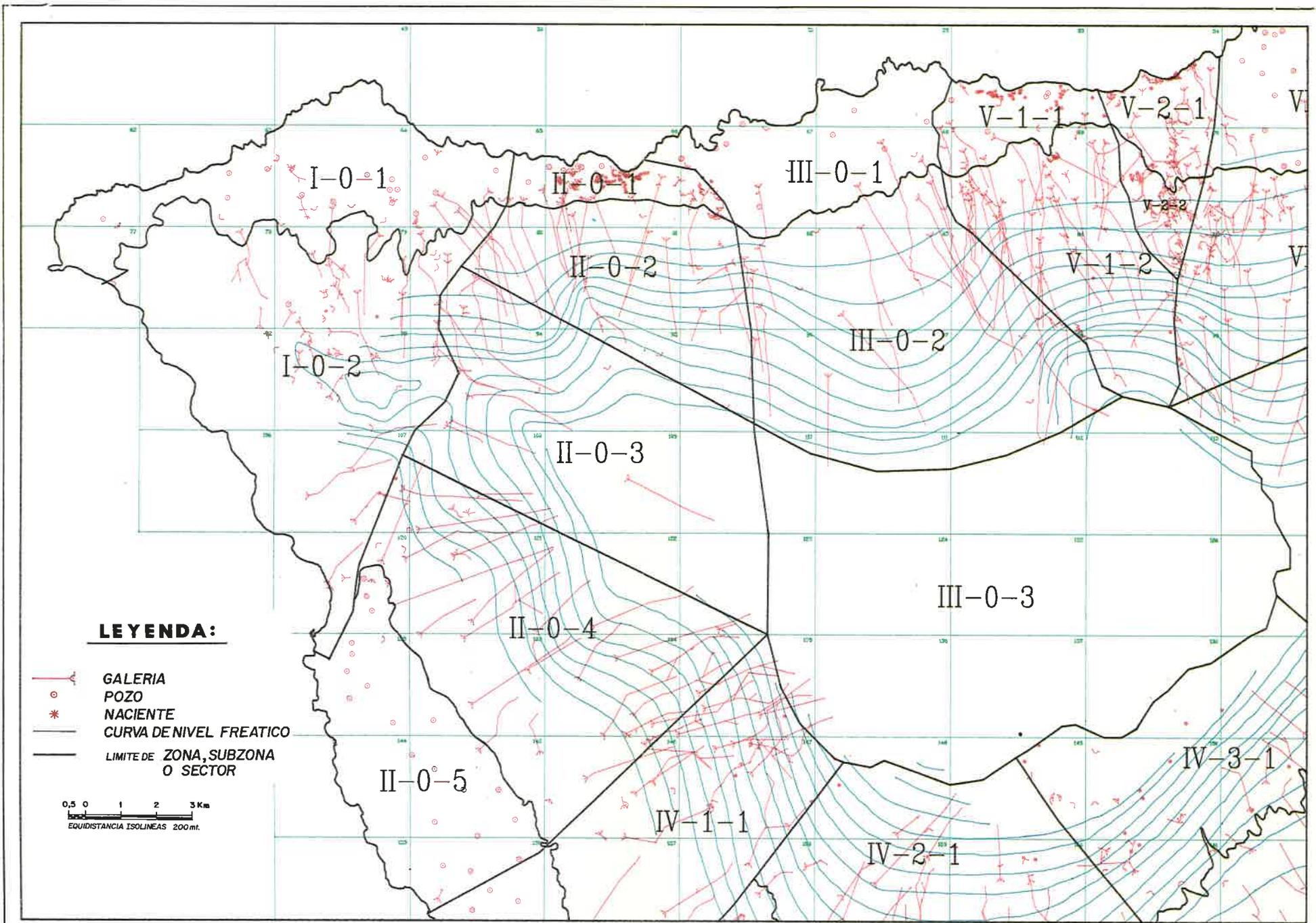
Gráfico 2. Evolución de las extracciones de la Zona II



Cuadro n.º 10. Caudales de extracción (l/s) de la Zona II

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	1092	831	863	769	731
GP	0	0	0	0	0
GN	31	62	36	36	36
PC	216	221	186	186	186
PS	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1339</b>	<b>1113</b>	<b>1085</b>	<b>991</b>	<b>953</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo



A) RA

a) M

región  
parte  
interio  
y Pic  
derr

de La  
direct  
demu  
rasgo  
signif  
desar  
se pr  
simila

b) Ca

aun p  
deno  
En c  
comp

en ur  
altera  
capa

### ZONA III

#### A) RASGOS GEOLOGICOS E HIDROGEOLOGICOS

##### a) Morfología de Las Cañadas y de su valle de salida

La continuidad cónica del relieve de Tenerife queda truncada en la región de cumbres por la gran depresión semielíptica de Las Cañadas, que en parte se encuentra confinada por una abrupta pared en forma de anfiteatro. El interior de la depresión está ocupado por los grandes estratovolcanes **Teide** y **Pico Viejo**, cuyas lavas, muy jóvenes, cubren los extremos de la pared y se derraman hacia el mar siguiendo la porción abierta del anfiteatro

Aunque ha existido controversia sobre la continuidad o no de la pared de Las Cañadas bajo el Teide y el Pico Viejo, lo que tiene implicaciones directas sobre el origen de la depresión, la investigación directa de las galerías demuestra incontestablemente que la abertura del anfiteatro no es sólo un rasgo morfológico de superficie, sino que también existe en el subsuelo. Esto significa que **Las Cañadas es un cubeta abierta hacia el mar**, en el que **desagua a través del profundo valle subterráneo de Icod-La Guancha**; si se prescinde del relleno reciente, la caldera de Las Cañadas es enteramente similar a la de Taburiente, aunque de mayores dimensiones.

##### b) Características de la cubeta y del material de relleno

Los **materiales** que conforman las **paredes y el fondo** de la cubeta, aun perteneciendo a unidades geológicas muy diversas, tienen el común denominador de estar **muy compactados** e incluso alterados hidrotermalmente. En consecuencia, **el vaso de la depresión y de su valle de salida se comporta como un zócalo de permeabilidad muy baja o nula**.

Por el contrario, las **lavas del Teide-Pico Viejo**, que **rellenan** la cubeta en un espesor de muchos centenares de metros, no están compactadas ni alteradas, lo que les otorga una **gran permeabilidad** y una extraordinaria **capacidad de almacenamiento**.

El conjunto cubeta estancia/relleno permeable constituye una trampa hidrogeológica perfecta. Sólo falta una pantalla natural que permita acumular el agua en aquella, y ésta es la contribución de los **ejes estructurales**. En efecto, bajo el Teide-Pico Viejo, y más o menos en la franja que separa el anfiteatro del valle de salida, confluyen los tres ejes de la Isla, de los cuales están más desarrollados en NW y el NE.

Análogamente a lo que sucede en el subsuelo de las Dorsales, los elementos integrantes de estas estructuras deben ser, por una parte, **diques enteros** que actúan como barreras impermeables, y por otra parte, **diques fracturados y fisuras secundarias** que acentúan la conductividad hidráulica.

Su presencia tiene una repercusión muy diversa, e incluso opuesta, según se trate del material de relleno de la cubeta o de los bordes de ésta:

- En el **material de relleno**, muy poroso, la fracturación secundaria no representa un aumento significativo de la permeabilidad, pues de por sí es muy elevada, pero en cambio la **barrera múltiple de los diques enteros** debe dificultar notablemente el flujo del agua entre el anfiteatro y el valle.
- En las **paredes de la cubeta**, por el contrario, los diques enteros se suman al material ya previamente impermeable, pero los **diques fracturados** y las **fisuras secundarias abiertas** rompen la estanqueidad y posibilitan el **trasvase de agua desde el interior del anfiteatro hacia el subsuelo de las Dorsales NW y NE**, siempre que las diferencias de potencial hidráulico lo permitan.

## **B) CONFIGURACION DEL ACUIFERO Y CAPTACIONES EXISTENTES**

La pantalla de diques de los ejes divide la zona en dos sectores de funcionamiento hidrodinámico muy diverso: 1) el anfiteatro, y 2) el valle de salida, en el que hay que considerar, además, la franja litoral.

### **a) Sector del anfiteatro**

Tanto los sondeos efectuados durante el SPA-15 como las cuatro o

cinco galerías que penetran en la depresión, demuestran que el **techo de la zona saturada se encuentra a poca profundidad bajo la superficie topográfica de Las Cañadas**; las cotas mínimas son de 1600 m cerca de El Portillo y 1800 m cerca de Boca de Tauce. El límite inferior del acuífero coincide con el fondo de la cubeta, cuya geometría se conoce de un modo aproximado en base a datos de galerías.

De acuerdo con lo anterior, el **volumen de reservas** contenido en el sector puede estimarse en **1000-2000 hectómetros cúbicos**, y es posible que esta cifra deba ser duplicada; por otra parte, la infiltración, que es absolutamente eficaz, proporciona una **recarga anual** (recursos) de **unos 50 hectómetros cúbicos**.

Hasta hace tres o cuatro años **sólo existían un par de captaciones** drenando este reservorio, del que extraían agua de capa con un caudal sostenido de unos 400 l/s y sin necesidad de reperforar. En la actualidad **ya son otras tres** las perforaciones que lo han intersectado avanzando desde la periferia del anfiteatro (Zonas IV y VI), y **en el futuro inmediato** van a sumarse a ellas **otras cuatro o cinco** más que progresan a buen ritmo.

No es fácil predecir el volumen total de agua que van a drenar todas estas captaciones, pues a las circunstancias puramente hidrogeológicas se suma la política extractiva de cada Comunidad, que es la que decide si se debe penetrar mucho o poco dentro de la zona saturada. La potencialidad, en cualquier caso, es muy elevada, y **este sector se perfila como el más importante del futuro**, lo que hace **imperativo conocerlo mejor** a fin de racionalizar su explotación.

### **b) Sector del valle de salida**

Por razones topográficas, es aquí donde se han concentrado históricamente la mayor parte de las perforaciones, las cuales captan el agua que, procedente del anfiteatro, rebosa o se filtra a través de la pantalla filoniana múltiple. **El flujo hacia el mar se realiza sobre el fondo impermeable del valle de Icod-La Guancha, y su intercepción no afecta** en modo alguno **a las reservas del sector precedente**.

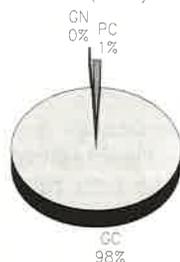
La **franja oriental** del valle está ocupada por una **densa red de galerías**

que han competido o compiten por un mismo volumen de agua. Todas ellas han llegado ya al basamento impermeable y no tienen posibilidad de incrementar sus caudales, que en 1985 totalizaban unos 200 l/s; por el contrario, la evolución observada en los últimos años muestra una tendencia regresiva que probablemente se acentuará en el futuro, cuando entre en explotación intensiva el reservorio del anfiteatro.

La franja occidental, con cuatro captaciones que obtienen un total de 80-90 l/s, es insuficientemente conocida y difícil de investigar por la presencia de gases, pero probablemente se encuentra en situación análoga a la oriental.

La franja central, que es donde el relleno del valle alcanza mayor espesor, está atravesada por tres galerías que, a pesar de su gran longitud (superior, incluso, a 5 km), no han alcanzado todavía el acuífero; es sin duda la franja más interesante, ya que debe canalizar gran parte de las aguas circulantes.

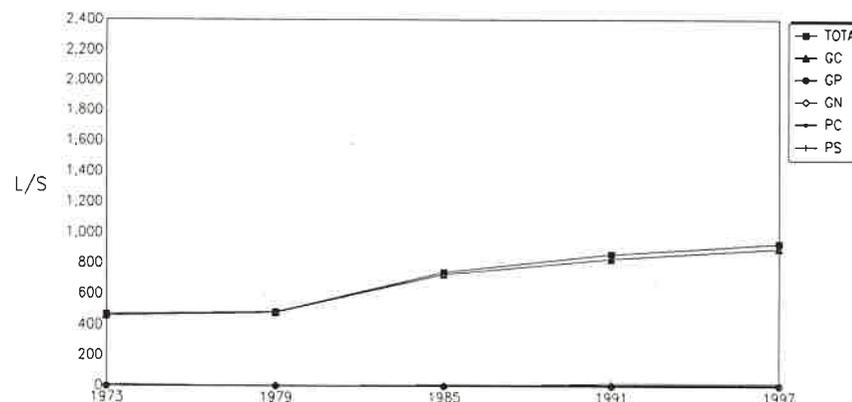
EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona III (1985)



c) Sector costero

El fondo impermeable del valle está situado en su terminación a una cota sensiblemente inferior a la del nivel del mar, lo que permite la acumulación de un considerable volumen de agua como paso previo a su descarga en el océano. La explotación del sector se realiza mediante pozos, que en su mayoría están emboquillados demasiado cerca de la línea de costa y resultan fácilmente salinizables. Sólo dos se encuentran a una distancia conveniente del mar, lo que significa que esta porción del valle está utilizada muy por debajo de sus posibilidades.

Gráfico 3. Evolución de las extracciones de la Zona III



Cuadro n.º 11. Caudales de extracción (l/s) de la Zona III.

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	461	481	734	832	900
GP	0	0	0	0	0
GN	1	2	2	2	2
PC	9	0	11	11	11
PS	0	0	0	20	20
TOTAL	471	484	746	864	932

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

## ZONA IV

### A) RASGOS GENERALES

Corresponde al amplio sector de círculo que está comprendido **entre el anfiteatro de Las Cañadas, por el Norte, y el mar, por el Sur.**

La personalidad geológica e hidrogeológica de esta zona proviene, básicamente, de tres circunstancias:

- 1) Predominio, en la parte alta de los terrenos, de **lavas fonolíticas poco permeables.**
- 2) Presencia del **eje estructural Sur**, que , aunque incipientemente desarrollado, es uno de los tres principales de la Isla.
- 3) Existencia en el subsuelo de **temperaturas anormalmente elevadas y de gases**; las primeras están relacionadas con ausencia de permeabilidad, mientras que los segundos parecen ser consecuencia de la actividad magmática asociada al eje Sur.

### B) DIVISION EN SUBZONAS

La **variabilidad de los caracteres geológicos e hidrogeológicos dentro de la zona**, y en particular la **presencia del eje estructural Sur**, impone diferencias en el modo de circulación del agua subterránea que aconsejan introducir una división en tres subzonas:

- En las **subzonas 1 y 3**, situadas en los extremos occidental y oriental, **la montera fonolítica** queda por encima de la zona saturada y **obstaculiza la infiltración del agua meteórica**. La unidad en donde se producen los alumbraamientos (poco importantes, en cualquier caso) es la Serie II, cuya porosidad disminuye con la profundidad hasta convertirse, sumada a la Serie I, en un **zócalo impermeable con altas temperaturas**. La presencia de **algunos diques, de dirección transversal al flujo cumbre-mar** del agua, ha permitido la acumulación de un cierto volumen de reservas, hoy día muy mermadas.

- La **subzona 2**, que ocupa una posición central, es el dominio del **eje estructural Sur**. Al contrario que en las otras dos subzonas, **las lavas fonolíticas** (muy poco o nada permeables) **están intercaladas con basaltos y traquibasaltos** (de permeabilidad moderada o alta), y este conjunto, potente y heterogéneo, queda incluido en parte en la zona saturada. **Los alumbramientos tienden a ser bastante persistentes**, y los caudales obtenidos dependen de la proporción relativa entre fonolitas (estériles) y basaltos y traquibasaltos (productivos). **La recarga** procedente de aguas meteóricas **parece ser más importante** que en las subzonas contiguas y, por otra parte, cabe la **posibilidad de que exista un cierto aporte subterráneo procedente de Las Cañadas**.

### C) CAPTACIONES

#### a) Subzona 1

La mayor parte de las galerías están ubicadas en el **ángulo NO**, donde la presencia de barrancos encajados garantizó la obtención rápida de buenas monteras; su **concentración es anormalmente alta** y, en consecuencia, **la superficie freática ha experimentado un considerable abatimiento**. La mayoría de los frentes ya se encuentra en o cerca del **zócalo impermeable**, lo que, unido a la **baja recarga**, **impedirá mantener la producción aunque se reperfore**. La **única posibilidad** de aumentar el rendimiento radica en **alcanzar el reservorio de Las Cañadas** (Zona III), lo que ya se ha producido en algunas captaciones; sin embargo, no todas están en condiciones de lograrlo, pues esto depende de la **cota de emboquillamiento**.

El resto de las galerías convencionales está disperso en la **franja de tránsito a la subzona 2**. Atraviesan la Serie Basáltica II y han alumbrado agua en ella, pero, aun con perforaciones profundas (entre 3000 y 4000 m), **los caudales obtenidos han sido discontinuos y muy escasos** a causa de la **baja permeabilidad** de los terrenos. En todas estas captaciones hay **temperaturas elevadas** y no es posible mejorar sensiblemente las extracciones reperforando.

La **franja litoral** está explotada por **pozos**, la mitad de los cuales fueron excavados antes de 1973 en emplazamientos demasiado próximos al mar, por lo que se salinizaron y han dejado de bombear. La otra mitad, de construcción

reciente, ha tenido en cuenta la mala experiencia de los precedentes y está situada ya a mayor distancia de la costa; actualmente se extraen algunas decenas de l/s, caudal que probablemente se incrementará en el futuro ante la fuerte demanda en el área.

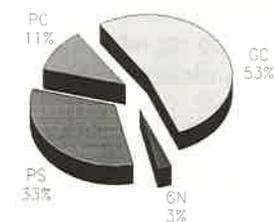
#### b) Subzona 2

Aunque tiene un mayor interés hidrogeológico que las subzonas contiguas, **sólo está perforada por un número relativamente escaso de galerías** que, salvo excepciones, no superan los 3 km de longitud.

Los **alumbramientos** son siempre **"de capa"** al no existir diques transversales al flujo cumbre-mar, y **los caudales se mantienen** con reperforaciones de pocos metros. El **rendimiento** de cada captación es muy **variable** de acuerdo con la particular litología que encuentra al avanzar, oscilando entre unos pocos l/s, si sólo se encuentran fonolitas, y 70-75 l/s si lo que predominan son basaltos y traquibasaltos. **Es aventurado hacer pronósticos** de futuro sin actualizar previamente la información geológica e hidrogeológica, pero, con los datos disponibles, no parece que se vayan a producir cambios notables en el volumen de agua drenado por este tipo de captaciones.

Además de los alumbramientos precedentes, que son los efectuados en la zona saturada general, hay que destacar los frecuentes **acuíferos colgados** que existen en el sector de cumbres. En unos casos son captados por galerías-naciente y en otros se sitúan en los primeros metros de las galerías convencionales; el caudal total que procede de ellos fluctúa en torno a los 9 l/s, que tenderán a mantenerse en el futuro.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona IV (1985)



Finalmente, la amplísima plataforma costera, formada en su mayor parte por lavas jóvenes muy permeables, está perforada por un elevado número de **pozos** (70 aproximadamente); de todos ellos, no son más de una docena los que extraen agua, a causa de la **mala calidad** de esta última. Casi todas las captaciones productivas están situadas por encima de la cota 200, con un

alejamiento del mar de 3-5 km , lo que no implica necesariamente que las aguas alumbradas carezcan de cloruros; es difícil explicar la presencia de estas sales por intrusión marina, y se hace necesaria una investigación específica del fenómeno. El gran aumento de la demanda ante el crecimiento del turismo ha provocado una intensificación de las extracciones en los últimos años, dejándose de lado los criterios de calidad que hasta ahora imperan en otras zonas, en las que el destino final del agua es casi exclusivamente el riego.

**c) Subzona 3**

Las galerías existentes son muy escasas y dispersas, en lo que sin duda influye la presencia de calor y gases en el subsuelo.

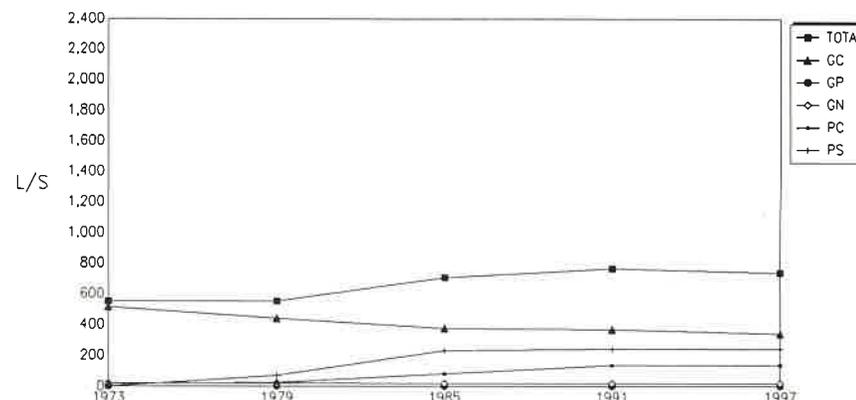
Los mayores caudales (hasta 75 l/s) fueron alumbrados en el borde oriental, que es un área de permeabilidad moderada, en donde el acuífero está sobreelevado por algunos diques. Los volúmenes de agua extraídos tienden a disminuir progresivamente hacia el W, al mismo tiempo que desaparecen los diques, y finalmente, cerca del límite con la subzona 2, los alumbramientos se hacen muy discontinuos y de escasa entidad (sólo algunos l/s), lo que revela una permeabilidad mucho menor.

En la actualidad, las galerías han avanzado hasta alcanzar el zócalo impermeable o sus proximidades, y ya ha sido consumida la mayor parte de las reservas, con lo que la producción total es baja (menos de 100 l/s en 1985). El escaso rendimiento, unido a las dificultades de perforación (altas temperaturas), ha determinado que en la mayoría de las captaciones se haya dejado de reperfurar, por lo que se seguirá manteniendo la actual tendencia a la disminución gradual de los caudales.

Al igual que en la subzona anterior, en el sector de cumbres existen algunos acuíferos colgados que, drenados mediante galerías nacientes, proporcionan un caudal medio de unos 8 l/s.

Por otra parte, el sector costero está explotado por pozos distribuidos en una malla relativamente poco densa. Las captaciones productivas (media docena aproximadamente) están situadas a 4-5 km del mar y bombean con un rendimiento moderado. En el futuro, es previsible que aumenten los caudales.

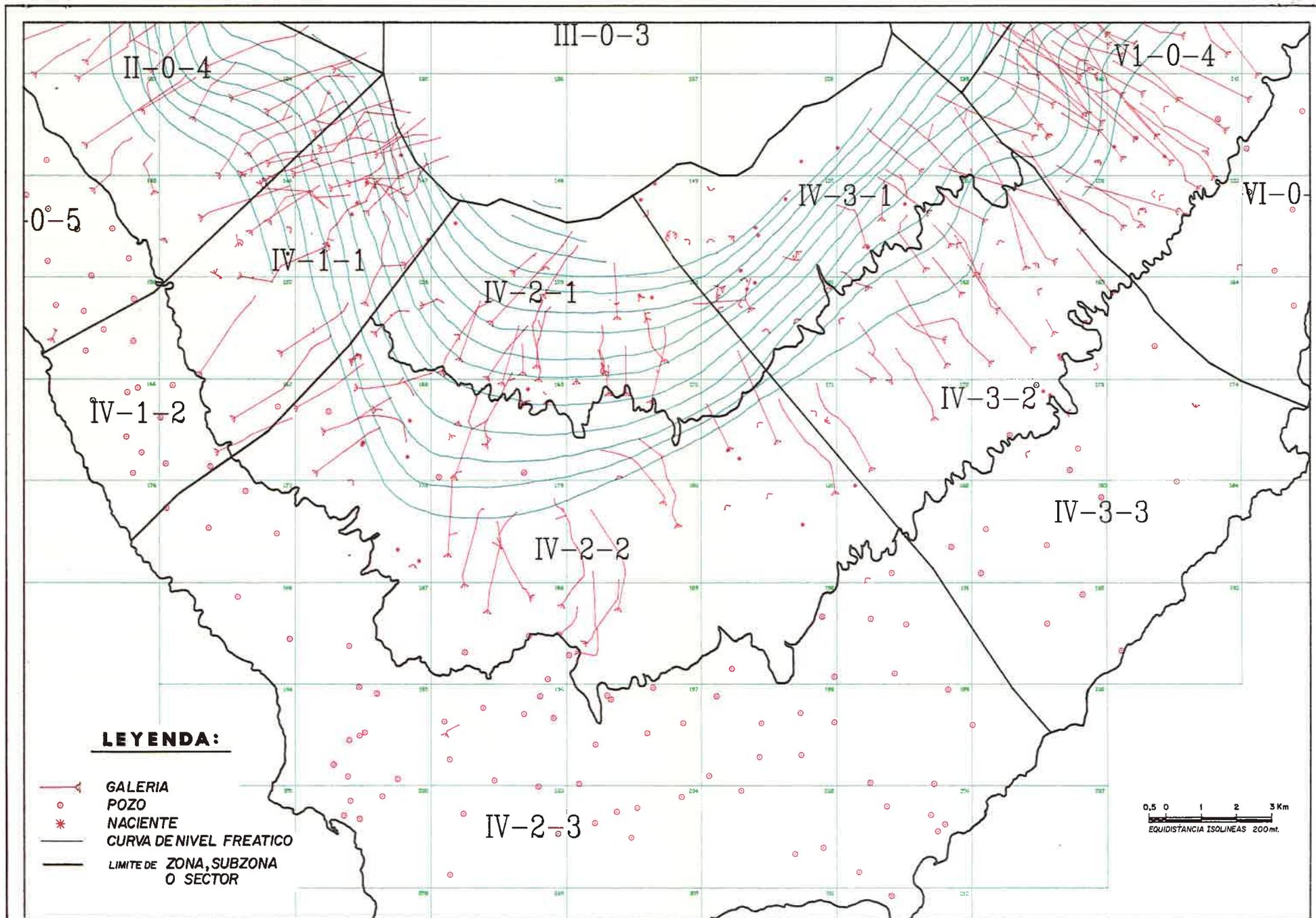
Gráfico 4. Evolución de las extracciones de la Zona IV



Cuadro n.º 12. Caudales de extracción (l/s) de la Zona IV.

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	515	439	376	368	341
GP	0	0	0	0	0
GN	20	21	19	19	19
PC	17	24	81	135	135
PS	0	68	230	242	242
<b>TOTAL</b>	<b>552</b>	<b>553</b>	<b>706</b>	<b>765</b>	<b>737</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo



## ZONA V

### A) RASGOS GENERALES

Corresponde al **macizo de Tigaiga**, que es un gran bloque tabular que sobresale topográficamente sobre la depresión de Las Cañadas y los valles de La Orotava e Icod-La Guancha. Está constituido, esencialmente, por lavas fonolíticas de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento muy bajos, las cuales se apoyan en un mortalón impermeable. Se trata, por tanto, de un **islote de baja conductividad hidráulica situado en medio de terrenos jóvenes mucho más permeables**, (circunstancia que lo convierte en una de las zonas hidrogeológicas mejor definidas de la Isla). Posteriormente a la génesis del valle de La Orotava y a su recubrimiento con materiales modernos, se produjo un **deslizamiento de una fracción del NE del macizo** sobre la anterior depresión, generándose un nuevo aunque más somero mortalón y dando como resultado la existencia de **dos acuíferos superpuestos**; dicha área se ha adherido a la presente zona.

### B) CAPTACIONES EXISTENTES

Sorprendentemente, y siendo un área que nunca ha dado caudales importantes, presenta una **elevada concentración de galerías convencionales**, si bien algunas de ellas se desvían para ir a buscar los terrenos más productivos del los valles adyacentes (La Orotava y, sobre todo, Icod-La Guancha). **Casi todas las perforaciones del macizo propiamente dicho ya alcanzaron hace años el basamento impermeable**, y sólo extraen en la actualidad una media de 2-3 l/s, con un **caudal total de algo más de 100 l/s**, que **tenderán a disminuir gradualmente en el futuro**.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona V (1985)

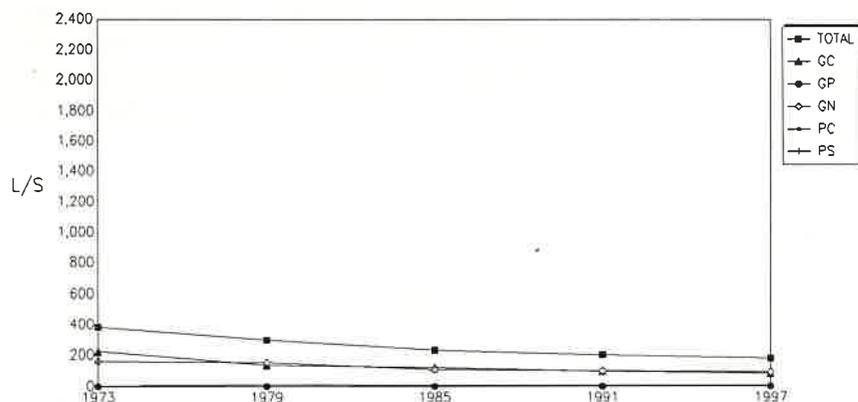


Por otra parte, la pared oriental del macizo, que se alza sobre el valle de La Orotava, tiene una **elevada densidad de galerías-naciente** que drenan algo más de 20 l/s, los cuales proceden de **acuíferos colgados** y apenas

experimentan variaciones anuales. Este último sector se continúa, en la parte baja del Valle, en un área perforada por numerosas galerías de reducida longitud que captan aguas suspendidas sobre un nivel somero de mortalón (sector 521); el caudal total extraído está disminuyendo, pues ha pasado de 250 l/s en 1973 a 150 l/s en 1985.

Finalmente, la explotación por pozos es insignificante a causa de la disposición del relieve, ya que Tigaiga termina bruscamente en el mar con un acantilado de algunos centenares de metros de altura.

Gráfico 5. Evolución de las extracciones de la Zona V



Cuadro n.º 13. Caudales de extracción (l/s) de la Zona V.

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	221	133	119	97	83
GP	0	0	0	0	0
GN	158	152	105	98	91
PC	3	10	5	5	5
PS	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>382</b>	<b>295</b>	<b>229</b>	<b>200</b>	<b>179</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

## ZONA VI

### A) RASGOS GEOLOGICOS E HIDROGEOLOGICOS

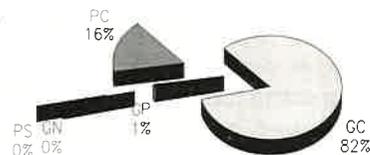
Esta zona abarca, junto con la VII, la Dorsal NE; la separación entre ambas ha sido hecha en función de diferencias en el grado de explotación y no en base al funcionamiento hidrodinámico.

La estructura del subsuelo difiere mucho de una vertiente a otra, y ambas, a su vez, contrastan con la región de cumbres. Las diferencias, muy sucintamente esbozadas, son las siguientes:

- El sector de cumbres pertenece al dominio del eje estructural NE y, por tanto, corresponde a subsuelos muy fracturados y con una densa malla de diques. Tanto los diques como las fisuras tienden a ser paralelos al eje, y la franja se comporta de un modo fuertemente anisótropo; de esta forma, la permeabilidad es alta en sentido vertical y longitudinal (NE), pero en sentido transversal (cumbre-mar) queda disminuida por la presencia de diques enteros que actúan como barreras o semibarreras. Esto tiene dos implicaciones: 1º) La baja difusividad cumbre-mar inducida por los diques enteros sobreeleva el acuífero, y la superficie freática adquiere un perfil escalonado; 2º) La mayor difusividad longitudinal permite la existencia de una cierta interconexión entre esta zona y las contiguas (III y VII).
- La vertiente meridional ya no está afectada por la elevada permeabilidad secundaria del sector de cumbres, pero posee, en cambio, una red de diques, de dirección transversal al flujo, que sobreelevan la zona saturada. Esta última, emplazada en Serie II, queda limitada en profundidad por un zócalo impermeable.
- La vertiente septentrional, que corresponde en su totalidad al Valle de La Orotava, tiene una estructura simple, definida por lavas jóvenes muy conductivas que se apoyan sobre el mortalón impermeable. El acuífero no está retenido por diques y se verifica un flujo rápido de agua hacia el mar sobre la superficie irregular del mortalón.

**B) CAPTACIONES EXISTENTES****a) Sector de cumbres**

Es alcanzado por **galerías emboquilladas** en las partes altas de las vertientes norte y sur. Aunque su número es relativamente **elevado**, individualmente **no han alcanzado su completo desarrollo** en profundidad, y queda una amplia **área que apenas ha sido alcanzada por las perforaciones**.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona VI (1985)

Este sector tiene una **excelente producción** (unos 700 l/s en 1985) y las galerías que en él existen reperforan a buen ritmo, no limitadas por la presencia de un zócalo impermeable. La amenaza a las extracciones procede, en cambio, del **progresivo descenso de la superficie freática**, que ya ha dejado colgadas algunas captaciones por encima de la zona saturada. Tal descenso ha sido de unos 350-400 m en el límite oriental, pero **se atenúa gradualmente en dirección a Las Cañadas**, y cerca de éstas parece ser de tan sólo algunas decenas de metros; el techo actual del acuífero está comprendido entre los 1200 m en Izaña y los 1600 m en el límite W.

El abatimiento experimentado por el acuífero **no constituye una amenaza inmediata**, ya que la permeabilidad continúa en profundidad mediante la fracturación secundaria, y **la zona saturada** seguirá estando al alcance de las galerías medias de la vertiente meridional; sin embargo, en la otra vertiente (valle de **La Orotava**) está presente el **mortalón**, que alcanza la cota 1000-1100 y es **muy difícil de atravesar** debido a sus características mecánicas y a su espesor, lo que implica que **el acuífero sólo está al alcance de las perforaciones altas**.

En referencia con este último punto, hay que resaltar que el actual **abastecimiento de agua potable para Santa Cruz-La Laguna** procede de captaciones del valle de La Orotava situadas por encima de la cota **1000**, de modo que si la superficie freática desciende por debajo de esta altura habría que modificar totalmente el sistema de distribución.

**b) Vertiente meridional**

**En medianías**, la zona saturada está limitada en profundidad por el **zócalo impermeable**, y gran parte de las galerías ya tiene los frentes en o cerca de él. Por consiguiente, el **abatimiento de la superficie freática** ha sido comparativamente **mucho mayor que en el sector de cumbres**, y el volumen de reservas disponibles es sólo una fracción del que hubo originalmente. Ante esta situación, **el volumen total extraído tenderá a disminuir gradualmente**.

Lo anterior no significa, sin embargo, que este grupo de captaciones haya agotado su potencial, pues **las perforaciones emboquilladas a cotas medias y bajas siempre tienen la posibilidad de llegar al sector productivo central si siguen avanzando y atraviesan el tramo seco y caliente del zócalo**.

La **franja costera**, constituida por terrenos de permeabilidad moderada, está perforada por **pozos de reciente construcción que apenas han comenzado la explotación**. La red establecida está convenientemente alejada del mar y tiene poco densidad, por lo que es **muy posible que en el futuro se instalen más captaciones**. Las extracciones, hoy día incipientes, **aumentarán sin duda en el futuro para tratar de compensar la pérdida de producción experimentada por las galerías**.

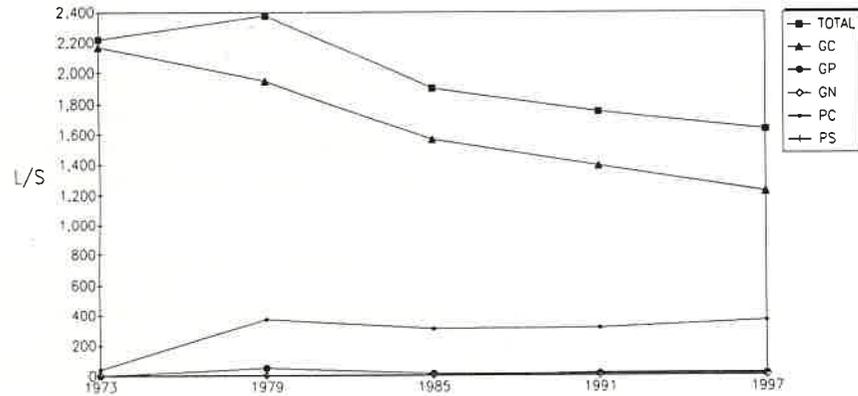
**c) Vertiente septentrional**

Corresponde al **valle de La Orotava**, que está limitado en profundidad por un **mortalón impermeable** que no puede ser atravesado por las galerías a causa de su **plasticidad y espesor**. Hace ya un par de decenios que **casi todas las perforaciones alcanzaron este basamento**, interrumpiendo así la posibilidad de obtener nuevos alumbramientos; en la actualidad captan el agua que fluye sobre el mortalón. **El caudal total extraído ha mermado mucho** con relación al que se obtuvo hace un par de décadas, y **esta tendencia proseguirá en el futuro** a medida que se abata el nivel freático en el sector central de cumbres, cuyos reboses son los que, en parte, lo alimentan.

En la **franja costera**, las captaciones son **pozos distribuidos en una**

red bastante densa, pero que todavía admite el emplazamiento de **algunas otras obras**. Esta circunstancia, unida al hecho de que hay que compensar de algún modo la caída de la producción en las galerías, permite **prever un aumento de las extracciones en el futuro**.

Gráfico 6. Evolución de las extracciones de la Zona VI



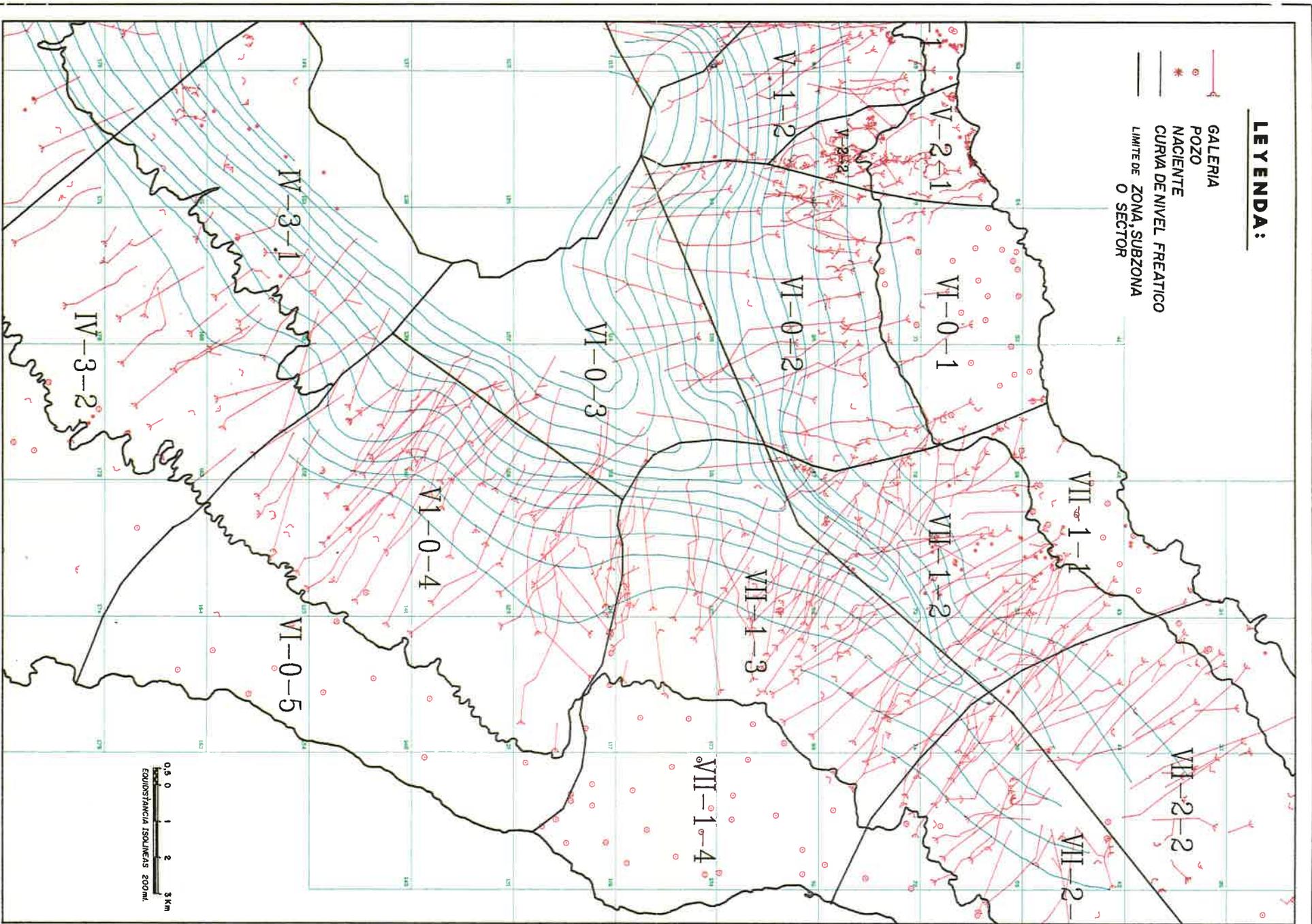
Cuadro n.º 14. Caudales de extracción de la Zona VI

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	2170	1946	1567	1393	1224
GP	0	52	15	15	15
GN	6	5	5	5	5
PC	44	373	312	317	367
PS	0	2	2	22	22
<b>TOTAL</b>	<b>2220</b>	<b>2378</b>	<b>1900</b>	<b>1752</b>	<b>1632</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

**LEYENDA:**

-  GALERIA
-  POZO
-  NACIENTE
-  CURVA DE NIVEL FREATICO
-  LIMITE DE ZONA, SUBZONA O SECTOR



<p>DIRECCION GENERAL DE AGUAS CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS, VIVIENDA Y AGUAS GOBIERNO DE CANARIAS</p>	<p><b>PLAN HIDROLOGICO INSULAR DE TENERIFE</b></p>	<p>SERVICIO DE PLANIFICACION AREA DE PLANIFICACION Y DESARROLLO CABILDO INSULAR DE TENERIFE</p>	<p>SECCION DE PLANIFICACION HIDRAULICA DIRECCION: JOSE D. FERNANDEZ BETHENCOURT Ing. CC, CC y PP</p>	<p><b>BASES PARA EL PLANEAMIENTO HIDROGEOLOGICO</b></p>	<p>REALIZADOR Y ELABORACION J. M. NAVARRO LA TORRE I. FERRAZQUE LA ROSA Geologo 33. BRAGADO RUIZ Tel. Tel. 0.27</p>	<p>ESCALAS ORIGINALES   GRAFICAS 1:50.000</p>	<p>PLANO: MAPAS ZONALES GENERALES: ZONA VI</p>	<p>PLANO Nº <b>9</b></p>
---	--	---	--	---	---	---	--	------------------------------

## ZONA VII

### A) RASGOS GEOLOGICOS E HIDROGEOLOGICOS

Esta zona tiene una estructura geológica y un funcionamiento hidrodinámico muy similar a la VI. Está centrada en torno a la **Dorsal NE**, cuyo subsuelo posee los rasgos de un **eje estructural**; esto condiciona tanto la geometría del acuífero como el modo de fluir del agua subterránea.

La presencia al SO del **valle de Güímar**, el suave **declive del eje hacia el NE** y el **diferente grado de explotación de las reservas** entre las regiones occidental y oriental de esta zona, marcan la diferencia entre sus **dos subzonas**.

Los cuatro **sectores de cumbres** completan una franja con **buena permeabilidad en sentido vertical y longitudinal (NE)**; en sentido cumbre-mar, sin embargo, el flujo del agua está obstaculizado por la presencia de **diques enteros** poco permeables que, al igual que en la zona VI, **sobreelevan el acuífero**, le dan un perfil transversal escalonado y han permitido la acumulación de un extraordinario volumen de reservas.

En las **vertientes norte y sur**, la **permeabilidad es moderada/alta** cerca de la superficie del terreno, pero **disminuye con la profundidad** e incluso se hace nula en la Serie I y en los niveles más bajos de la Serie II; la presencia de este **zócalo impermeable** es el principal condicionante de la circulación y captación del agua.

### B) CAPTACIONES EXISTENTES

#### a) **Sectores de cumbres**

La diferencia esencial con la Zona VI radica en el **grado de explotación experimentado, muy superior** en la VII al tener una topografía escarpada, particularmente apta para la extracción de recursos hídricos mediante **galerías**, las cuales **han podido alcanzar la divisoria de aguas** incluso con menos de 3 km de longitud de perforación.

Esta situación ha dado lugar a una **proliferación excesiva de captaciones**, que han extraído un volumen colosal de agua en lo que va de siglo, **mermando alarmantemente las reservas**.

El **abatimiento de la superficie freática** ya ha dejado en seco las galerías situadas a cotas altas y medias, y las únicas que van a seguir siendo productivas a medio plazo son las emboquilladas por debajo de los 600 m, en el límite occidental, y de los 400 m en el oriental. Obviamente, la **disminución de cota** hará aumentar en forma considerable la longitud a perforar.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona VII (1985)



Una consecuencia de la presencia del **zócalo impermeable** que confina en ambos lados la franja productiva central, es que, cuando el nivel freático haya descendido en esta franja por debajo de la cota del zócalo, **la alimentación de los acuíferos costeros quedará reducida exclusivamente a la recarga meteórica** que se produzca en las regiones de medianías.

**b) Sectores costeros de la vertiente norte**

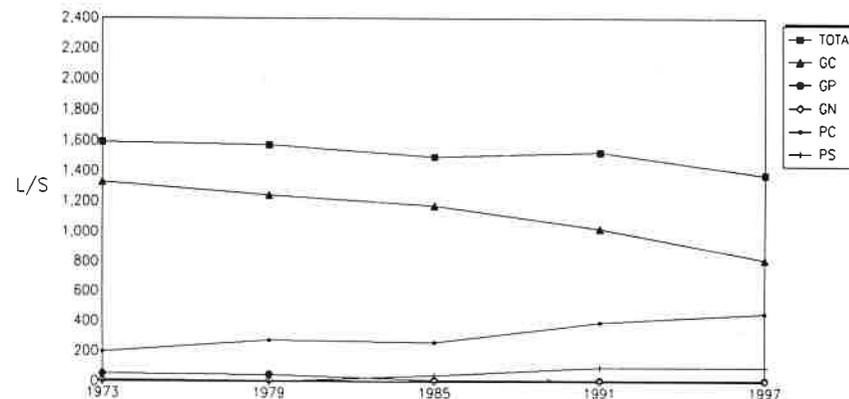
El desfavorable relieve había coadyuvado a que se relegase su explotación en beneficio de las galerías superiores. Ante la intensificación del declive de éstas se han perforado en la última década una docena de pozos profundos que, paulatinamente, **se van poniendo en explotación**. Salvo en una pequeña área de Tacoronte, en que aún es factible, no se contempla la ejecución de nuevas obras dada la suficiente proximidad de las existentes.

**c) Sectores costeros de la vertiente sur**

Con la perforación de los últimos pozos ubicados a mayor cota en el **valle de Güímar**, se cierra la conveniencia y oportunidad de nuevas obras en el mismo. En esta década su explotación se ha atemperado con la demanda más cercana; la viabilidad económica del trasvase hacia el noreste y la puesta en servicio de las recientes obras inducirán un **incremento apreciable de la extracción**.

Finalmente, el **sector oriental** admite una red de pozos más densa que la actual. Es previsible que en un futuro inmediato se acometan **nuevas obras y aumente el caudal total extraído**.

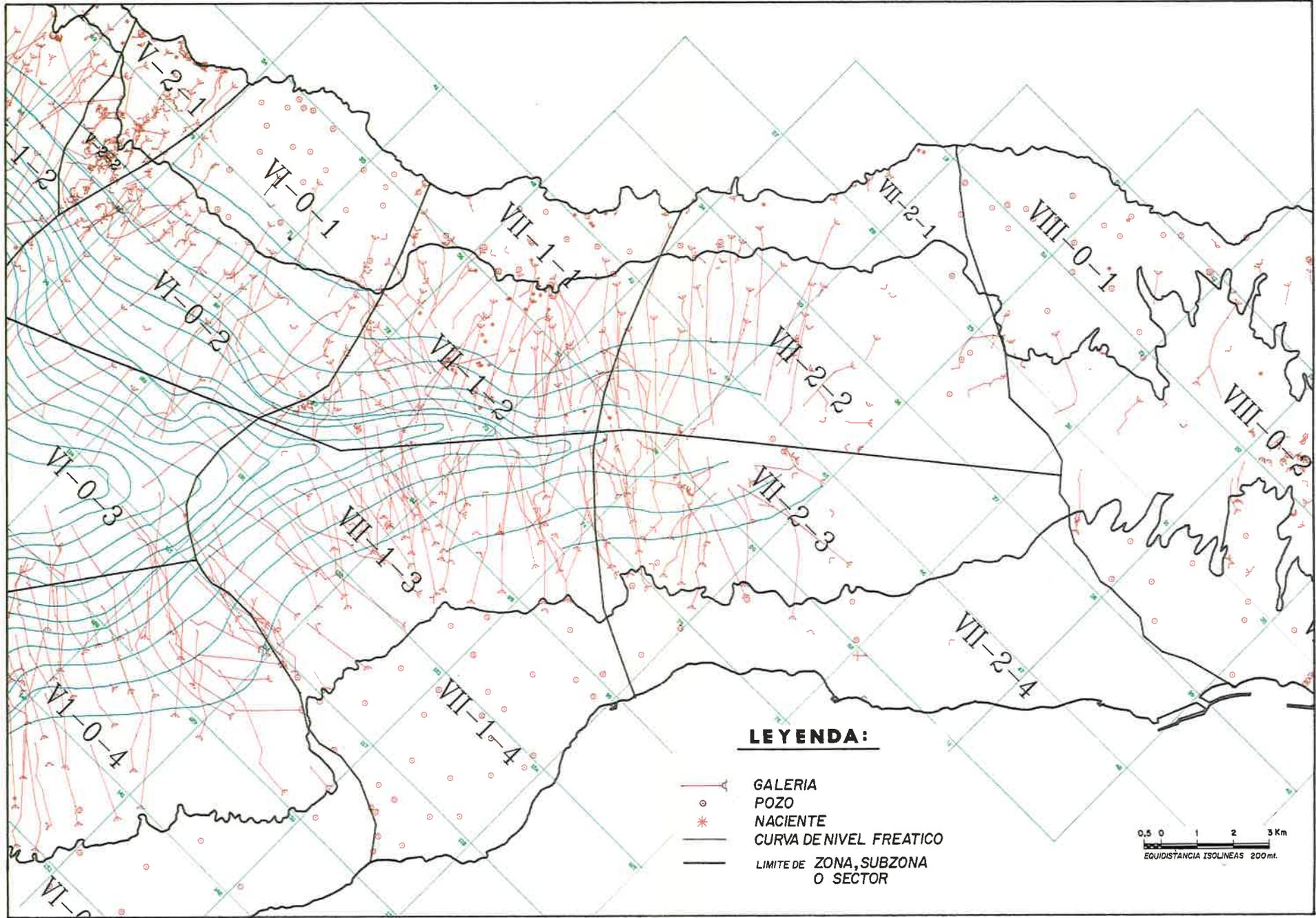
Gráfico 7. Evolución de las extracciones de la Zona VII



Cuadro n.º 15. Caudales de extracción (l/s) de la Zona VII

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	1330	1243	1175	1022	813
GP	53	48	13	11	10
GN	11	9	6	5	5
PC	201	274	261	393	453
PS	0	0	42	95	95
<b>TOTAL</b>	<b>1595</b>	<b>1574</b>	<b>1496</b>	<b>1526</b>	<b>1376</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo



**LEYENDA:**

-  GALERIA
-  POZO
-  NACIENTE
-  CURVA DE NIVEL FREATICO
-  LIMITE DE ZONA, SUBZONA O SECTOR



## ZONA VIII

### A) RASGOS GENERALES

La península de Anaga es el macizo más antiguo de la Isla. Como tal, está muy erosionado y sus materiales constituyentes han experimentado una alteración y compactación intensas que ha hecho desaparecer los huecos originales de las rocas; tampoco ha existido actividad volcánica reciente en los ejes estructurales que vertebraron el crecimiento del macizo, de modo que se encuentran cerradas las fisuras a ellos asociadas.

En definitiva, Anaga está formada por terrenos de permeabilidad muy baja o nula que, más que almacenar aguas subterráneas, favorecen la escorrentía superficial; esta última se pierde directamente en el mar o bien alimenta algunos acuíferos establecidos en la parte baja de aquellos barrancos en que existe un espesor suficiente de sedimentos sueltos y/o lavas recientes.

### B) CAPTACIONES EXISTENTES

La parte montañosa de Anaga está explotada por una decena de galerías relativamente largas (entre 1 y 3 km de longitud) y por más de medio centenar de galerías-naciente; las primeras extraían en 1985 unos 15 l/s, y las segundas algo menos de 40 l/s. Estas cifras exponen con suficiente elocuencia la escasa potencialidad hidrogeológica del macizo.

EXTRACCIONES POR TIPO DE CAPTACION  
Zona VIII (1985)



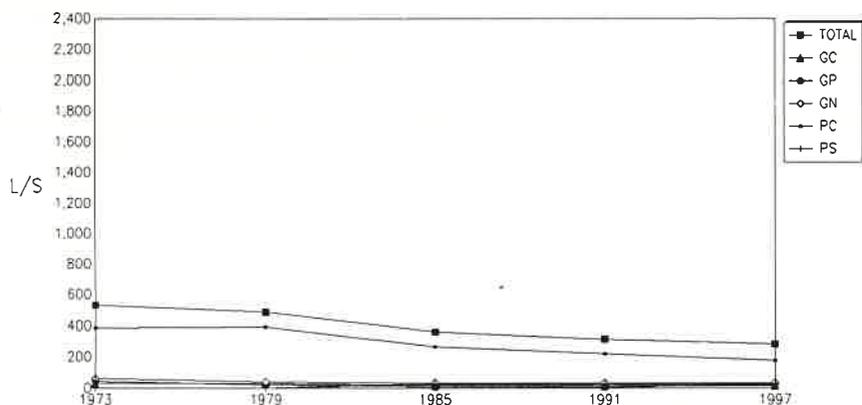
Además de las captaciones anteriores, existen pozos en la plataforma litoral de la costa norte y en la parte baja de los barrancos de la costa sur.

La plataforma comprendida entre Valle Guerra y Punta del Hidalgo, ganada al mar por lavas recientes muy permeables, está explotada por una densa red de pozos situados a no mucha distancia de la costa; las extrac-

ciones llegaron a superar los 200 l/s, pero últimamente han descendido al empeorar la calidad.

Los pozos de la vertiente sur, controlados en su mayoría por la Empresa Municipal de Abasto de Sta. Cruz (EMMASA), también han llegado a bombear caudales semejantes, pero últimamente extraen un volumen de agua mucho menor. La producción futura dependerá mucho de la política de la mencionada empresa, que, al poseer numerosas fuentes de suministro, usa unas u otras en función de la situación del mercado.

Gráfico 8. Evolución de las extracciones de la Zona VIII



Cuadro n.º 16. Caudales de extracción (l/s) de la Zona VIII

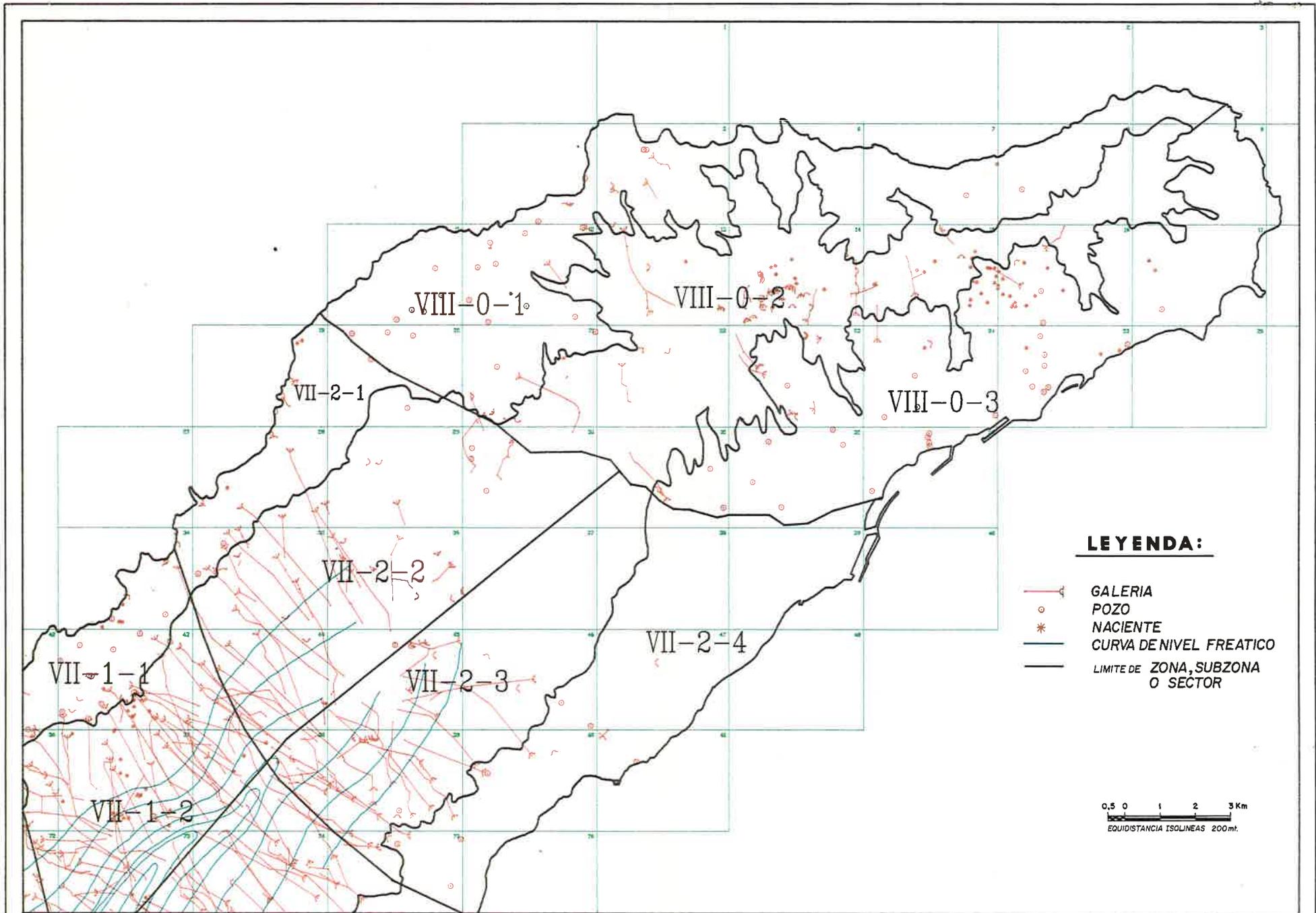
TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	33	32	20	17	15
GP	47	22	10	9	24
GN	62	41	37	37	37
PC	388	393	267	225	180
PS	0	0	29	29	29
<b>TOTAL</b>	<b>530</b>	<b>489</b>	<b>363</b>	<b>317</b>	<b>285</b>

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

ido al  
 por la  
 legado  
 en de  
 ica de  
 o, usa

TOTAL  
 GC  
 GP  
 GN  
 PC  
 PS

7



**LEYENDA:**

- GALERIA
- POZO
- NACIENTE
- CURVA DE NIVEL FREATICO
- LIMITE DE ZONA, SUBZONA O SECTOR

0,5 0 1 2 3 Km  
 EQUIDISTANCIA ISOLINEAS 200m.

### III. CONCLUSIONES A NIVEL INSULAR

Prescindiendo de algunos **manantiales** naturales y de algunos **acuíferos colgados** explotados por **galerías-naciente**, que en total extraen unos **400 l/s** (5,9 % de la producción total), Tenerife se abastece de aguas subterráneas profundas localizadas en una **zona saturada general**. La extracción de estas aguas se realiza mediante perforaciones horizontales (**galerías**) en la porción central del bloque insular y por perforaciones verticales (**pozos** de gran diámetro y **pozos-sondeo**) en la franja litoral situada por debajo de la cota de los 500 m.

El número de **galerías convencionales** actualmente **productivas** alcanza los **350**, a las que hay que sumar **otras 25** que avanzan en busca de su primer agua. El número de **pozos productivos** es de unos **120**.

El caudal extraído mediante galerías obtuvo su máximo a mediados de los 60 con unos 7000 l/s y desde entonces tiende a mermar. Esto es debido, esencialmente, a dos causas:

- 1) Ya han sido drenados los subsuelos más productivos y ahora se avanza en terrenos más compactos y difíciles de reperfurar (gran profundidad de los frentes, a lo que hay que añadir gases y calor, en ocasiones)
- 2) Un cierto número de galerías han quedado colgadas por encima de la zona productiva a causa del descenso paulatino de la superficie freática.

La mayor parte de las extracciones realizadas por galerías se hacen a partir de las **reservas** y, en consecuencia, éstas se encuentran en **situación de disminución progresiva**. Este decremento no afecta por igual a todas las zonas de la Isla, por lo que, a efectos prácticos, el manejo del sistema acuífero debe realizarse **por zonas**.

Al contrario que las galerías, el caudal drenado por los **pozos de la zona litoral** no proviene de las reservas, sino que procede de interceptar la descarga natural hacia el mar. El peligro de este tipo de captaciones radica en la sobreexplotación de los acuíferos costeros, que puede derivar en **intrusión salina**. Por tanto, es necesario mantener un equilibrio recarga-explotación para evitar su inutilización.

El número actual de galerías no se incrementará en el futuro inmediato

ya que no hay ninguna que esté en su fase inicial de labores y, dada la profundidad a que se encuentra la zona saturada, se requieren varios kilómetros de perforación para alcanzarla, lo que significa 8 - 10 años de labores intensivas. Por el contrario, el número de galerías productivas disminuirá paulatinamente a medida que más captaciones vayan quedando colgadas (secas) por encima de la zona saturada.

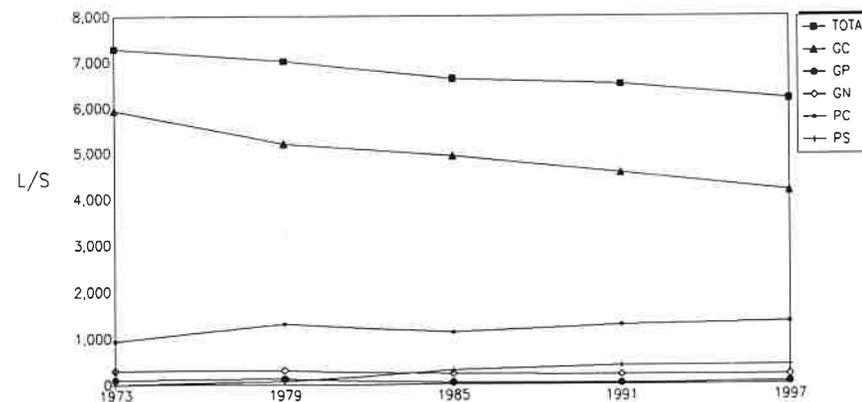
A corto plazo, por las razones mencionadas, es previsible que las extracciones globales de la Isla experimenten un **suave descenso cuantitativo** (entre el 0.3 y el 0.8 por ciento anual). La disminución general del agua obtenida con galerías se atenúa con nuevos alumbramientos en áreas infraexploradas y quedará parcialmente compensada por un incremento de la producción mediante pozos. También se vaticina un **progresivo empeoramiento de la calidad** debido a que es cada vez mayor el porcentaje de agua que procede de niveles profundos y de zonas en que la actividad volcánica induce un considerable aporte de CO<sub>2</sub>.

Lo que ocurra a largo plazo estará determinado por multitud de factores de **difícil predicción**, pero es presumible que se produzca una **más acusada disminución de las disponibilidades** de agua subterránea y, consecuentemente, un adelantamiento o intensificación del uso de recursos alternativos, preferentemente por **desalación de agua de mar**.

Cuadro n.º 13. Obras de captación existentes en Tenerife

Tipo	N.º	PROF./LONG. (km)	Q <sub>m</sub> (l/s)	EXTR. (hm <sup>3</sup> /año)
Galerías	1047	1621	5160	163
Pozos	437	52	1560	49
Manantiales	284	--	150	5
Total	1768	1673	6870	217

Gráfico 9. Evolución de las extracciones de la Isla



Cuadro n.º 14. Caudales de extracción (l/s) de la Isla

TIPO OBRA	INVENTARIOS			PRONÓSTICOS	
	1973	1979	1985	1991	1997
GC	5940	5201	4935	4572	4174
GP	100	122	37	35	49
GN	302	305	222	214	207
PC	946	1317	1134	1285	1350
PS	0	70	303	407	407
TOTAL	7288	7016	6631	6513	6187

GC = Galería convencional; GP = Galería-pozo; GN = Galería-naciente; PC = Pozo convencional; PS = Pozo-sondeo

**IV. PROXIMAS ACTIVIDADES RELATIVAS  
A AGUAS SUBTERRANEAS**

---

Los resultados y conclusiones de este trabajo llevan a proponer la realización, ya en el desarrollo del PHI, de una serie de actividades prolongadoras de ésta, las cuales se describen a continuación, clasificadas por su temática en cinco grupos:

#### **IV.1. INVESTIGACION A CORTO PLAZO.**

##### **1.- Cartografía del zócalo impermeable**

Hasta ahora se había minimizado la presencia y la influencia de un zócalo de permeabilidad muy baja o nula y se había puesto un mayor énfasis en la determinación y seguimiento de la superficie freática. Las reservas hidráulicas están limitadas tanto por una como por otra superficie, por lo que cualquier evaluación sería de las mismas requiere contar con una definición aproximativa de su sustrato. La información actualmente disponible en fichas geológicas es escasa y de interpretación diversa, por lo que se requiere revisarla y efectuar un reconocimiento selectivo de aquellas galerías (y algún pozo) que presumiblemente lo han alcanzado. Tal inventario debería realizarse preferiblemente por jóvenes geólogos e hidrólogos residentes de forma continuada en Canarias; como se indicará más adelante, es preciso formar nuevos técnicos especialmente en investigación básica.

En el sector de medianías de cada una de las tres depresiones gravitacionales, se debería realizar (desde el fondo de alguna galería que haya alcanzado el "mortolón") al menos un sondeo profundo que atravesase ese sustrato impermeable, a fin de medir su espesor y confirmar las características geológicas e hidrológicas de los materiales subyacentes. Ello contribuiría, además de a mejorar el conocimiento científico sobre la génesis de nuestra Isla, a aclarar determinadas expectativas sobre reservas inexploradas.

##### **2.- Actualización de los datos geohidrológicos de las obras de captación.**

Complementaria con la anterior debe continuarse la actualización de los datos geohidrológicos de las obras de captación. Una toma de datos extensiva representaría un coste importante, especialmente

en el acondicionamiento de galerías paradas, que salvo en un inventario general (v. #8) no se justifica a muy corto plazo. Sin embargo, en aquellas que sea factible deben visitarse por los mismos profesionales indicados en la actividad anterior. Ello redundará en recuperar a corto plazo la falta de datos de los últimos quince años.

En el dominio de los ejes estructurales (dorsales topográficas) debe prestarse una especial atención a la orientación y características de los diques intersectados por las galerías que se visiten y establecer un catálogo de los mismos. Su análisis permitirá evaluar el grado de su entrecruzamiento y el orden de magnitud de la conductividad hidráulica en sentido longitudinal de los ejes.

### 3.- Revisión de la hidrología de superficie.

Ya por motivos propios del planeamiento hidrológico de superficie, es preciso actualizar y revisar la información meteorológica desde sus fundamentos (red de estaciones, equipamiento de las mismas, toma y transmisión de datos, correlaciones) hasta establecer balances hidrológicos fiables y modelos de simulación, pero también lo requiere desde el planeamiento hidrogeológico para poder evaluar aceptablemente la infiltración. Recientes estudios para el aprovechamiento de aguas superficiales (tomaderos del Plan de Balsas) han permitido constatar que los coeficientes usuales de infiltración han sido hasta ahora minimizados; la presencia de accidentes locales en los propios cauces inducen recargas naturales considerables no evaluadas por métodos "in extenso". A su vez, las isohietas medias obtenidas con el SPA-15 presentan divergencias notables con las precipitaciones acaecidas en los últimos quince años. Dadas su magnitud y utilidad el planteamiento y programación de esta actividad debe hacerse en un contexto más amplio, pero, en su caso y en su momento, no debe omitirse su proyección hacia la hidrogeología.

### 4.- Modelo de simulación hidrogeológico.

En un medio tan heterogéneo como el subsuelo insular, un modelo matemático se revela como el instrumento más capaz, potente y fiable para: evaluar la magnitud de los parámetros hidrogeológicos básicos,

determinar las direcciones e intensidades de flujo, efectuar balances zonales, evaluar las salidas al mar y simular la evolución del sistema. El modelo realizado con el MAC-21 es de dudosa validez actual y requiere una profunda revisión, para lo cual ya existe una base de datos suficiente, o cuasi suficiente, por lo que debería abordarse de inmediato.

Su implantación en las oficinas técnicas de la administración hidráulica insular permitirá una fácil revisión y actualización; su interconexión con los instrumentos para la gestión de los recursos redundará en una mayor praxis de su uso.

### 5.- Estudio geohidroquímico.

Partiendo del nuevo modelo conceptual del subsuelo, el estado actual de la información hidroquímica y las aplicaciones gráficas desarrolladas para el tratamiento espacial de las captaciones, una revisión del anterior estudio geohidroquímico sería poco onerosa y resultaría más versátil, eficiente y fiable. Sería un instrumento complementario del modelo matemático para el análisis de las direcciones del flujo, y básico para comprender y predecir la evolución de los parámetros de calidad (tan importantes como los puramente cuantitativos) de las aguas subterráneas.

### 6.- Estudios sobre los acuíferos costeros.

La información previa sobre la franja costera es escasa y deficiente, comparada con la parte central del edificio insular. Muchos de los pozos se han puesto en servicio en los últimos quince años y los datos disponibles sobre volúmenes de extracción y régimen de funcionamiento de los mismos no tienen el grado de fiabilidad requerido. Los usuales ensayos de bombeo y la medida de niveles freáticos, muy útiles en los terrenos sedimentarios para la evaluación de los coeficientes de transmisividad y almacenamiento, pierden su eficiencia y sentido en el medio volcánico y en masas hídras conectadas y equilibradas con el mar. En cambio, una información hidroquímica detallada y periódica, en unión de mejores datos de las extracciones efectuadas, permiten realizar análisis y diagnósticos más eficaces y amplios. En los últimos meses se ha hecho un

considerable esfuerzo de recopilación y sistematización de toda la información disponible y se han promovido estudios específicos parciales de las áreas más críticas y deberá extenderse al resto de la Isla.

El planteamiento de modelos de difusión para simular las fases del "equilibrio agua dulce - agua salada" debe posponerse hasta tener una información más homogénea, amplia y fiable.

#### 7.- Corrección de la salinidad de las aguas subterráneas.

El presente trabajo ha puesto de manifiesto que aunque cuantitativamente no sea muy relevante el cambio previsto en el caudal global alumbrado, zonalmente habrá decrementos compensados por incrementos en otras áreas. Aparte de una mayor extracción en la banda litoral se prevé un aumento importante en los alumbramientos del acuífero de Las Cañadas. Los datos hidroquímicos de las aguas que actualmente provienen de dicho sector reflejan un alto contenido en sales disueltas; el origen de las mismas debe obedecer a que en dicha área el volcanismo está o ha estado activo hasta épocas recientes y coincide con la presencia de elementos fundamentales de las estructuras geológicas del edificio insular. Las sales que mayor incidencia tienen en los usos tradicionales son el bicarbonato sódico (sodificación de los suelos agrícolas y precipitación como carbonato cálcico en las cañerías) y los fluoruros (causa de la "fluorosis" en la población abastecida). Su eliminación, o rebajar su concentración hasta límites tolerables, es un claro objetivo del PHI; pero para formular la correspondiente propuesta de actuación se requiere conocer previamente: cuál es el mejor procedimiento y tecnología para realizarlo, la magnitud del rechazo, su eliminación o vertido sin contaminar el medio y, fundamentalmente, los costes del proceso elegido.

Dicho estudio debe descender al detalle de contemplar los puntos en que emergen (bocaminas) los diversos caudales y los pronósticos sobre evolución de éstos, las redes de transporte y distribución y los puntos idóneos para ubicar los posibles centros de tratamiento.

#### 8.- Nuevo inventario general de puntos de agua.

Los tres últimos inventarios generales de puntos de agua han tenido una periodicidad aproximada de seis años. El coste y el esfuerzo que suponen estos trabajos justifican tal plazo y limitarse entremedias a estimar la evolución mediante inventarios parciales sobre muestras estadísticas. Siguiendo este criterio cabe plantear un inventario general para 1991, coincidiendo con uno de los horizontes temporales de prognosis de extracciones contemplados en el presente trabajo. Durante los próximos años, a la vista del desarrollo de las actividades anteriormente indicadas, debe perfilarse su alcance (tipo de datos a obtener) y su programación.

### IV.2. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EVOLUCION DEL SISTEMA.

#### 1.- Control piezométrico del acuífero de Las Cañadas.

La depresión de Las Cañadas (Sector III.0.3) se configura como el reservorio de mayor capacidad y con mejores expectativas para el aprovechamiento cuantitativo de aguas subterráneas. La previsible intensificación de las extracciones debe controlarse cuidadosamente y evitar que se llegue a una situación de sobreexplotación en términos de balance. La detección real del fenómeno se debe realizar con medida de niveles relativamente lejana de los puntos de extracción. Además de los sondeos ya existentes y que hay que recuperar, deben realizarse otros; la gran base del edificio del Teide no deja mucha superficie de territorio para ubicarlos, pero existen al menos un par de puntos adecuados para el fin perseguido y que no entrañarán ningún tipo de perjuicio para el Parque Nacional. La profundidad de los mismos no debe limitarse a alcanzar el nivel sino debiera prolongarse suficientemente a partir de él con la intención de detectar la presencia del sustrato impermeable de la depresión. Debe dotarse como piezómetros a todos estos sondeos e iniciar inmediatamente el correspondiente programa de seguimiento y control.

## 2.- Control piezométrico general.

En las zonas de medianías y cumbres, el seguimiento de la evolución de la superficie freática debe continuarse realizando, mediante la interpretación de los cambios en los caudales alumbrados por las distintas galerías y de los datos hidrogeológicos que se vayan extrayendo de las actividades contempladas en el grupo anterior. Este control permitirá, además, de evaluar el ritmo de decrecimiento de las reservas, aproximar el momento en que quedarían definitivamente en seco algunas galerías y, en consecuencia, su perforación sería un esfuerzo baldío.

En cuanto a la franja costera, la evolución del sistema se debe seguir preferentemente mediante control hidroquímico, aunque en las tres depresiones gravitacionales (valles de Icod-La Guancha, La Orotava y Valle de Güímar), donde mayor magnitud revisten las masas hídricas retenidas por su contacto con el mar, la información piezométrica es un complemento interesante de la hidroquímica.

## 3.- Seguimiento y control hidroquímico de los acuíferos costeros.

Los trabajos específicos ya indicados de investigación sobre acuíferos costeros deben tener su lógica continuación con la definición de la correspondiente red de control y de los programas respectivos para el muestreo periódico, análisis e interpretación.

Aunque distintos organismos administrativos han venido realizando, con diferente grado de constancia y eficacia, muestreos y análisis de aguas extraídas por pozos, es preciso reconsiderar no solo el procedimiento seguido hasta ahora sino empezar por definir la propia red de control, todo ello a partir de las conclusiones de los estudios de investigación aludidos.

En cuanto a los parámetros a controlar no solo debe atenderse al grado de intrusión salina marina, sino a la adición de fertilizantes de riego, contaminación de aguas residuales urbanas y presencia de elementos tóxicos de origen industrial. La normalización de los programas de análisis es fundamental para el éxito de esta empresa, pero deben estar diversificados por zonas para conseguir una mayor eficiencia en la misma.

## 4.- Seguimiento hidroquímico general.

Dándole continuidad al estudio geohidroquímico y como apoyo para las medidas correctoras de la salinidad de las aguas alumbradas, además de los requerimientos de control de calidad derivados de los diferentes usos, debe definirse una red de control general y un programa global de seguimiento de la evolución hidroquímica de las aguas alumbradas, especialmente de las que se extraen mediante galerías (los pozos quedan suficientemente recogidos en la actividad anterior). Este trabajo es capital para la revisión de los estudios anteriores.

## 5.- Seguimiento de determinados grupos de captaciones.

Algunos grupos de captaciones, como las galerías altas de La Orotava-Los Realejos y Agache-Fasnia-Arico, tienen un interés estratégico para el abastecimiento de agua a núcleos de población elevados. Las poblaciones de Santa Ursula a La Laguna dependen de los caudales que puedan reunirse en Aguamansa para discurrir a través de la red de conducciones hasta los depósitos municipales. Por ello, además de las actuaciones para el seguimiento cualitativo de los alumbramientos se requiere mantener otras como las aludidas que versen sobre los cuantitativos. Sin duda, de las conclusiones del grupo de trabajo de hidroeconomía surgirá el interés por hacer un seguimiento a otros grupos de captaciones diferentes.

## IV.3. FORMACION TECNICA DEL PERSONAL.

### 1.- Formación de nuevo personal técnico.

Una de las insuficiencias capitales en Canarias en esta materia es la escasez de personal técnico cualificado en disciplinas hidrológicas. Los contados profesionales que desarrollan su actividad en las Administraciones Públicas están inmersos y adsorbidos por las funciones burocráticas que tienen atribuidas. Los pocos que trabajan en el

sector privado por lo general limitan su actividad al proyecto y dirección de las obras o, excepcionalmente, a la enseñanza.

La documentación hidrológica existente puede inducir a minusvalorar esta carencia, cuando lo cierto es que en razón a la misma ha faltado continuidad, análisis crítico de lo elaborado y seguimiento del sistema para contrastar las conclusiones formuladas. Además, se ha confirmado la inconveniencia de acudir sistemáticamente a empresas consultoras foráneas para estudios básicos, error reiterado en la última década, en lugar de limitar su participación a estudios muy especializados o/y a técnicas muy novedosas.

Gran parte de los trabajos de base pueden realizarse mejor directamente, con personal técnico recién titulado y una dirección cercana de los técnicos expertos de la isla. La formación más especializada deben adquirirla: bien en los clásicos cursos que se imparten en centros docentes especializados o bien coincidiendo con los que se indican a continuación.

#### 2.- Cursos de perfeccionamiento.

Aunque frecuentemente se alude a la alta cualificación y profesionalidad de los técnicos existentes en la Administración Pública canaria, las técnicas y métodos de investigación, explotación y gestión en materia hidrológica requieren de un reciclaje o una actualización frecuente del personal que ha de aplicarlas. Por ello, de forma continuada deben impartirse diversos cursos de perfeccionamiento o especialización técnica, con un enfoque práctico a la problemática canaria y sus particularidades isla a isla. Por razones de eficiencia, su ámbito debiera ser provincial.

Perpetuar la actual situación derivaría en una "endogamia" técnica de perniciosas consecuencias.

#### 3.- Centro permanente docente-investigador.

En la última década, desde una u otra instancia, se viene predicando la necesidad de un centro tecnológico e investigador sobre el agua; sin embargo, no se ha dado ningún paso al efecto. Las propias necesidades canarias exigen de una entidad especializada en pro-

fundizar en la investigación hidrológica regional, lo que llevará a tener que desarrollar aplicaciones básicas que bien pudieran tener utilidad en otros lugares de características o problemática análogas. Incluso esquemas metodológicos de este mismo trabajo pueden tener interés y proyección exterior. Complementariamente, dicho centro podría tener carácter docente; tanto para el personal técnico propio actual (perfeccionamiento), como para el nuevo (formación especializada) o para técnicos foráneos interesados en sistemas similares a los canarios.

#### IV.4. NUEVAS OBRAS.

##### 1.- Galerías nuevas.

No es recomendable realizar galerías de nueva ejecución. La parte central del edificio insular está ya suficientemente taladrado como para que exista una porción saturada del mismo que no se alcance mejor desde alguna de las galerías preexistentes. Además, una galería que inicie ahora sus labores requerirá perforar varios kilómetros antes de alcanzar la zona saturada general, lo que significa de 8 a 10 años de labores intensivas. El largo tiempo de maduración del capital a invertir, la magnitud de éste y el riesgo de que la evolución del sistema trastoque las expectativas iniciales, justifican que, frente a esta posibilidad, se opte por reperfilar galerías ya existentes con una menor inversión y un más rápido rendimiento.

##### 2.- Reperforación de las galerías ya existentes.

La reperforación de las actuales galerías debiera replantearse en base a: una política de fusiones, las autorizaciones vigentes, los resultados de este trabajo (con las correcciones y revisiones que procedan) y las conclusiones y recomendaciones que se planteen desde otros planeamientos sectoriales del PHI. Todo ello apoyado en Planes Especiales (relativos a una materia específica: explotación hidrogeológica) Parciales (limitados por su ámbito territorial a un nivel mínimo de Sector Hidrogeológico).

No obstante, hasta tanto se pueda instrumentar dichos Planes y contar con el correspondiente soporte jurídico-institucional, deben arbitrase mecanismos que, selectivamente, permitan continuar las labores, so pena de una reducción más acusada de los caudales alumbrados y el consiguiente problema de desabastecimiento.

### 3.- Ejecución de nuevos pozos.

Aunque en general la red de pozos es bastante densa, existen algunas áreas parciales de sectores costeros con insuficiente aprovechamiento de las masas hídricas que se acumulan inmediatamente a su descarga en el mar y que deben explotarse con pozos de nueva construcción. Este hecho es patente en el valle de Icod, Los Realejos (acuífero profundo del sector V.2.1) y El Tablero-Santa Cruz (sector VII.2.4).

Las nuevas obras debieran ser de gran diámetro para posibilitar la ejecución de galerías horizontales de fondo.

### 4.- Reacondicionamiento de pozos preexistentes.

La limitación administrativa de distancia entre obras (1000 m) y los derechos de subsuelo han retrasado la ejecución de galerías de fondo, preferentemente paralelas a la costa, que se requerirían para interceptar mejor el flujo regional. Una política de fusiones y los Planes Especiales Parciales de los sectores hidrogeológicos costeros deben contemplar la ejecución de tales galerías y, en algunos casos, corregir algunas obras locales inadecuadas (sondeos o cotas profundas) para conseguir una mejor eficiencia del sistema con la calidad debida. En otros casos, una medida recomendable es la reducción selectiva del caudal de bombeo.

## IV.5. DE NATURALEZA ADMINISTRATIVA.

### 1. Fusión de Comunidades de agua.

Para racionalizar la explotación del multiacuífero insular y mejorar la eficiencia del sistema, como se ha expuesto reiteradamente a lo

largo de este trabajo, se precisa la comunión de intereses por circunscripciones territoriales afines. El proceso de "fusión", "federación" o simple "asociación" de Comunidades de agua no es nuevo en Tenerife, pero hasta ahora su desarrollo no ha sido lo suficientemente rápido y general como la situación requiere. La Administración debe propiciar su máxima extensión, comenzando por definir el marco recomendable y el procedimiento más adecuado, acompañándolos de medidas incentivadoras y de arbitraje. El ámbito territorial deseable desde el punto de vista hidrogeológico es el de Sector (v. zonificación), aunque con la terminología de "polígono" debiera admitirse una división de menor ámbito coincidente con las áreas de explotación que puedan diferenciarse en cada caso.

### 2.- Nueva regulación de los derechos del subsuelo.

Desde numerosas instancias se viene insistiendo en la necesidad de modificar la actual regulación de los derechos del subsuelo. Desde perspectivas técnicas cabe sumarse a tal petición en razón a los efectos que ha inducido la norma actual. En numerosas ocasiones las trazas de las galerías presentan acusadas desviaciones de su desarrollo lógico en razón a que los titulares de las parcelas del suelo (coincidente en la vertical a centenares de metros) no autorizaron el recorrido por su subsuelo. Además del dispendio económico en la longitud perforada, esta circunstancia entraña un empeoramiento en la ventilación desde bocamina y, consecuentemente, en las condiciones de seguridad e higiene del personal que trabaja o visita la obra. Aunque tarde, las obras que se prolonguen debieran regirse ya por un nuevo marco jurídico que evite tales hechos.

### 3.- Contabilidad de los volúmenes extraídos.

Para poder evaluar los cambios del sistema hidráulico, tanto a nivel insular como por zonas, y estimar con fundamentos más sólidos las prognosis oferta-demanda que se precisan en toda planificación es conveniente mejorar el procedimiento de obtención de datos sobre volúmenes extraídos por cada obra de captación. En el caso de las galerías, con suaves declives de caudal a partir de cada nuevo

alumbramiento, el sistema de aforo periódico puede seguir siendo suficiente, aunque mejorable. Pero en los pozos, mientras el caudal de bombeo que dan los equipos e instalaciones de elevación es prácticamente constante, hay notables divergencias en el tiempo en que funcionan. En definitiva, que lo que se precisa conocer además del caudal de bombeo es el volumen realmente aprovechado por cada pozo.

Las Comunidades de agua han colaborado generosamente en facilitar sus datos para este trabajo, pero, tanto por su propio interés como por lo aquí indicado, todos los pozos en explotación deberían tener instalados contadores volumétricos (totalizadores). La Administración debe promover su colocación y programar su lectura periódica.

#### 4.- Extracciones desaprovechadas.

Aunque con menor cuantía que hace unos años, existen algunas galerías que extraen aguas de mala calidad que, en razón a ello, no se utilizan y se dejan fluir superficialmente por los barrancos. Este hecho es perjudicial para el sistema pues, a pesar de que (localmente y con un horizonte temporal muy limitado) pueda parecer lógico (la salinidad del agua no disminuirá dejándola en el subsuelo) e irrelevante, el hecho es que tales extracciones generan desequilibrios en la zona más próxima y que en el futuro presumiblemente será rentable tratar esas aguas. En estos casos deberían arbitrarse las medidas tendentes a mantener o infiltrar esos volúmenes en su medio natural.

#### 5.- Dotación de medios para la Administración Hidráulica.

Los Servicios Hidráulicos provinciales están insuficientemente dotados de medios para las funciones que tienen asignadas. Esta carencia se acentuará en las Administraciones Hidráulicas Insulares, cuando se concrete el cambio jurídico-institucional en curso, si no se dimensionan adecuadamente los medios a las necesidades, se reelabora la estructura administrativa para mejorar su eficiencia y disminuir su vicio burocratizante, y se cuenta con un sistema de

financiación eficaz. Los resultados obtenidos dependen en gran medida de los medios aplicados.

**V. RESUMEN**

El trabajo realizado ha consistido en efectuar una partición del sistema acuífero insular ("**zonificación hidrogeológica** ") en unidades territoriales básicas para **planificar la explotación y la gestión** de las aguas subterráneas, y en establecer un **diagnóstico** provisional y una **prognosis** sobre la evolución de cada zona anteriormente diferenciada.

Tal división se ha realizado en tres niveles: zona, subzona y sector. En la Isla se han distinguido **ocho grandes "zonas"** (Teno, Dorsal NO, Las Cañadas-Valle de Icod, Sur, Tigaiga, Valle de La Orotava-Fasnia, Dorsal NE, Anaga) atendiendo fundamentalmente a criterios geológicos y geohidrológicos. En tres de ellas (Sur, Tigaiga y Dorsal NE) se ha efectuado una **subdivisión en "subzonas"**, cuyos límites se orientan en dirección cumbre-mar, en razón a patentes diferencias hidrogeológicas en el interior de la misma zona. Finalmente, atendiendo de una parte a la diferente tipología de las obras de captación y, de otra, a la presencia de elementos geomorfológicos de gran importancia hidrológica (ejes estructurales) o a cambio de vertiente topográfica, se ha llegado a una **última subdivisión** de las zonas y las subzonas en "**sectores**", con límites sensiblemente paralelos a la costa. El resultado es la diferenciación de **8 zonas**, **7 subzonas** y **38 sectores** hidrogeológicos.

Una parte sustancial del trabajo ha consistido en la elaboración de un **nuevo modelo conceptual del subsuelo**, revisando el anteriormente vigente (desde el SPA-15) en que prevalecía el ordenamiento vertical según unidades estratigráficas y la consideración de un sistema acuífero simple, unitario y homogéneo a gran escala. Esta reconsideración geohidrológica de Tenerife, resultante de la reinterpretación de los datos anteriores y del análisis de los obtenidos con nuevas observaciones, se cimenta en el papel relevante de un **zócalo de muy baja permeabilidad** y de las grandes estructuras geológicas (**ejes estructurales y depresiones gravitacionales**) que imponen acusadas diferencias laterales de permeabilidad y capacidad de almacenamiento e inducen una anisotropía que condiciona el flujo subterráneo del agua. Estas heterogeneidad y anisotropía, que se manifiestan pues también a gran escala, permiten explicar multitud de "anomalías" que no se justificaban con el anterior esquema y han sido la **base para la zonificación hidrogeológica** realizada.

El estudio de la **historia de las obras** para captación de aguas subterráneas (galerías, predominantemente) ha contado con una amplísima base de datos y ha tenido una doble proyección. De una parte, ha permitido analizar la **evolución de la superficie freática** conforme se avanzaba en la explo-

tación del complejo sistema acuífero, estableciendo correlaciones causa-efecto explicativas de dicho proceso, y ha contribuido a caracterizar a los sectores hidrogeológicos. De otra parte, con dichos datos se han obtenido las curvas de tendencia de los caudales extraídos por cada tipo de obra en cada sector y, en unión a las consideraciones geohidrológicas respectivas, se han establecido **prognosis sobre caudales extraíbles** en dos horizontes temporales: **1991 y 1997**.

Dada la gran inercia del sistema hidráulico de Tenerife, conjugando los condicionantes del medio físico con los socioeconómicos afines a la actividad extractiva, si se mantiene a corto plazo el ritmo de ejecución de los trabajos de perforación cabe esperar que **en términos globales se mantengan sensiblemente** (con una suave reducción del orden del 3 - 8 por 1000 anual) **los volúmenes aprovechados durante casi una década**. Esta tendencia es dispar si se diferencian los tipos de obra (**disminuyen los caudales de galerías y aumentan los de pozos**) y las áreas territoriales donde se realizan las extracciones. En consecuencia se pronostica una **gran rigidez en la oferta global** de agua subterránea, lo que, si se mantiene el crecimiento de la demanda, inducirá un **mayor crecimiento de los precios**. Los efectos derivados de divergencias según zonas pueden quedar atenuados con los transportes precisos mediante la red de conducciones existente.

En síntesis, la zonificación que se propone y las consideraciones que se hacen a cada una de las circunscripciones acuíferas resultantes, entendemos que constituyen las bases adecuadas para la formulación, ya superada esta etapa de Avance, del "**Planeamiento hidrogeológico insular**". El medio físico objeto de tal planeamiento se considera como un sistema complejo, multiacuífero, con acusadas diferencias locales, tanto a pequeña como a gran escala, pero susceptible de análisis y modelización para simular su evolución futura en función de la actividad extractiva. Las unidades básicas ("sectores hidrogeológicos") de la zonificación configuran el ámbito deseable para la "**fusión**" o "**federación**" de **Comunidades** de agua que confluyen en la misma con sus explotaciones.

Este trabajo finaliza, a modo de recomendaciones, perfilando un **plan de trabajos futuros**, concernientes a: las actividades de investigación a corto plazo encaminadas a suplir las carencias más relevantes de información, al establecimiento de programas de seguimiento y control, a criterios para ejecución de nuevas obras y a una serie de medidas de carácter administra-

tivo. Por último, se insiste en que, a pesar de la fiabilidad que inspira el método seguido, estas conclusiones deben ser contrastadas y, en su caso, revisadas, una vez subsanadas las carencias antedichas.