



GOBIERNO AUTONOMO DE CANARIAS
CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS
VIVIENDA Y AGUAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

AVANCE DEL PLAN HIDROLOGICO INSULAR DE LA PALMA

LA HIDRAULICA
DE BREÑA ALTA
Sociedad anónima
PARA EL ALUMBRAMIENTO, CANALIZACIÓN
Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS
PARA EL
RIEGO
EN LA
VILLA DE BREÑA ALTA
PALMA
(CANARIAS)

Póliza n.º 367

Esta Sociedad reconoce a favor de
Pedro Herrera Leal
la propiedad de una acción de agua de las expro-
piaciones de que consta esta empresa.
Villa de Breña alta a los diez de Junio de 1912

El Director Gerente, *Juan Rodríguez*
El Presidente, *Manuel Ferrer Leal*
El Secretario, *Manuel Ferrer Leal*

NOTA. - Para que las transferencias de esta acción surtan sus efectos, se requiere además de hacerlas constar en el respaldo del título se pongan datos por escrito en conocimiento del Sr. Presidente, suscribiendo la nota el cedente y cesionario, la que se archivará en Secretaría, tomándose razón del traspaso en el libro registro de acciones.

JULIO 1992

(Del modo de hallar del agua)

Será facil de conseguir el agua si los manantiales están sobre la tierra, y en actual corriente; pero no estándolo, se buscarán sus veneros abriendo cavas, y recogiénolos en uno. Para hallarlos se observa asi: antes que nazca el sol se pone uno tendido en la tierra boca a baxo en el paraje donde se ha de buscar, y apoyando fixa la barba en el suelo, observese á la larga todo el distrito: estando asi la barba no se esparcirá la vista más arriba de lo mencionado, y se contendrá horizontalmente en aquella altura. Si se viere salir de la tierra exhalaciones encrepadas, y subirse por el ayre, cavese alli; pues esto jamas acontere en parajes áridos.

Marco Vitruvio Polion De Architectura
(libro VIII)

Traducción: José Ortiz y Sanz. Presbítero.
En Madrid en la Imprenta Real.
Año de 1787.

INDICE GENERAL

PROLOGO

PROLOGO..... 1

CAPITULO I

SITUACION ACTUAL

I.1.- CUANTA AGUA SE NECESITA Y EN QUE SE CONSUME,..... 7

I.2.- ¿COMO SE OBTIENE?,..... 9

 I.2.1.- APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA,..... 9

 I.2.1.1.- Nacientes,..... 9

 I.2.1.2.- Galerías,..... 12

 I.2.1.3.- Pozos,..... 16

 I.2.2.- CAPTACION DE AGUAS SUPERFICIALES,..... 20

 I.2.3.- RESUMEN SOBRE PRODUCCION DE AGUA,..... 23

I.3.- CALIDAD DE LAS AGUAS,..... 25

 I.3.1.- EVOLUCION NATURAL DE LAS AGUAS,..... 25

 I.3.2.- CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA,..... 29

 I.3.2.1.- Contaminación natural:

Contaminación por dióxido de carbono,..... 29

 I.3.2.2.- Contaminaciones antrópicas,..... 30

 I.3.2.2.1.- Contaminación por intrusión marina,..... 30

 I.3.2.2.2.- Contaminación agrícola,..... 32

 I.3.2.2.3.- Contaminación urbana,..... 33

 I.3.3.- RESUMEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA ISLA DE LA PALMA,..... 34

I.4.- INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE TRANSPORTE,..... 36

 I.4.1.- ZONA O,..... 38

 I.4.1.1.- Red primaria,..... 38

 I.4.1.1.1.- Aguas recogidas en tomaderos,..... 38

 I.4.1.1.2.- Aguas extraídas de pozos,..... 38

 I.4.1.1.2.1.- Barranco de Las Angustias,..... 38

 I.4.1.1.2.2.- Barranco de Tenisca,..... 39

 I.4.1.1.2.3.- Franja Costera,..... 40

 I.4.1.1.3.- Aguas procedentes de galerías,..... 40

 I.4.1.2.- Red de transporte,..... 40

I.4.1.2.1.- Canales Norte-Sur,.....	40
I.4.1.2.1.1.- <u>Conducción Minaderos-Valle</u> ,.....	40
I.4.1.2.1.2.- <u>Canal El Time-Balsa Cuatro Caminos</u> ,.....	40
I.4.1.2.1.3.- <u>Canal Dos Aguas-Los Hombres</u> ,.....	40
I.4.1.2.1.4.- <u>Canal Argual-Triana</u> ,.....	42
I.4.1.2.1.5.- <u>Canal Estrechura-Las Norias</u> ,.....	42
I.4.1.2.1.6.- <u>Canal Intermedio</u> ,.....	43
I.4.1.2.1.7.- <u>Canal Alto de Tenisca</u> ,.....	43
I.4.1.2.1.8.- <u>Canal Bajo de Tenisca</u> ,.....	43
I.4.1.2.1.9.- <u>Canal La Viña</u> ,.....	43
I.4.1.2.2.- <u>Conducciones Galerías Caldera</u> ,.....	43
I.4.1.2.3.- <u>Conducciones Galerías Riachuelo</u> ,.....	44
I.4.1.2.3.1.- <u>Canal Hidráulica de Aridane</u> ,.....	44
I.4.1.2.3.2.- <u>Conducción de Tabercorade</u> ,.....	44
I.4.1.2.3.3.- <u>Conducción Laja Azul</u> ,.....	44
I.4.1.2.3.4.- <u>Conducción La Unica</u> ,.....	44
I.4.1.3.- <u>Red de distribución</u> ,.....	44
I.4.2.- ZONA I,.....	45
I.4.2.1.- <u>Red primaria</u> ,.....	45
I.4.2.1.1.- <u>Bajante Galería Los Hombres</u> ,.....	45
I.4.2.1.2.- <u>Conducción Galería Fuente Nueva</u> ,.....	45
I.4.2.1.3.- <u>Bajante Galería Guinderesa</u> ,.....	45
I.4.2.1.4.- <u>Elevación Pozo Noroeste</u> ,.....	45
I.4.2.2.- <u>Red de transporte</u> ,.....	46
I.4.2.2.1.- <u>Canal Garafía-El Time</u> ,.....	46
I.4.2.2.2.- <u>Conducción Galería Minaderos</u> ,.....	46
I.4.2.2.3.- <u>Conducción Aguatabar</u> ,.....	47
I.4.2.3.- <u>Red de distribución</u> ,.....	47
I.4.3.- ZONA II,.....	47
I.4.3.1.- <u>Red primaria</u> ,.....	47
I.4.3.1.1.- <u>Conducciones de galerías</u> ,.....	48
I.4.3.1.1.1.- <u>Barlovento</u> ,.....	48
I.4.3.1.1.2.- <u>San Andrés y Sauces</u> ,.....	48
I.4.3.1.1.3.- <u>Puntallana</u> ,.....	50
I.4.3.1.1.4.- <u>Santa Cruz de La Palma y Breña Alta</u> ,....	51
I.4.3.1.2.- <u>Conducciones desde los pozos</u> ,.....	52
I.4.3.2.- <u>Red de transporte</u> ,.....	53
I.4.3.2.1.- <u>Canal Barlovento-Fuencaliente</u> ,.....	53
I.4.3.2.2.- <u>Canal del Cabildo</u> ,.....	54
I.4.3.3.- <u>Red de distribución</u> ,.....	54
I.5.- <u>SITUACION ACTUAL</u> ,.....	57
I.5.1.- ZONA 0,.....	57

I.5.1.1.- <u>Producción</u> ,.....	58
I.5.2.- <u>Zona I</u> ,.....	61
I.5.3.- <u>Zona II</u> ,.....	64
I.6.- <u>ESTUDIO CRITICO DE LA SITUACION ACTUAL</u> ,.....	70
I.6.1.- <u>SOBRE LOS SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA</u> ,.....	72
I.6.1.1.- <u>Galerías</u> ,.....	72
I.6.1.2.- <u>Nacientes</u> ,.....	75
I.6.1.3.- <u>Pozos</u> ,.....	80
I.6.2.- <u>DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE</u> ,.....	83
I.6.3.- <u>DEL MAL USO DEL AGUA</u> ,.....	84
I.6.4.- <u>DE CADA UNA DE LAS ZONAS</u> ,.....	87
I.6.4.1.- <u>Zona 0</u> ,.....	87
I.6.4.2.- <u>Zona I</u> ,.....	94
I.6.4.3.- <u>Zona II</u> ,.....	95

CAPITULO II

DEMANDA FUTURA

II.1.- <u>LA INCERTIDUMBRE DE LA DEMANDA FUTURA: LA AGRICULTURA Y EL TURISMO</u> , 99	
II.2.- <u>POLITICA HIDRAULICA</u> ,.....	103

CAPITULO III

RECURSOS DISPONIBLES

III.1.- <u>PROLOGO</u> ,.....	106
III.2.- <u>GEOLOGIA</u> ,.....	107
III.2.1.- <u>ORIENTACION DEL ESTUDIO</u> ,.....	107
III.2.2.- <u>ANTECEDENTES GEOLOGICOS</u> ,.....	108
III.2.3.- <u>TRABAJOS REALIZADOS</u> ,.....	108
III.3.- <u>GEOMORFOLOGIA</u> ,.....	109
III.3.1.- <u>RASGOS GENERALES DEL RELIEVE EMERGIDO</u> ,.....	109
III.3.1.1.- <u>Cono Norte</u> ,.....	111
III.3.1.2.- <u>Dorsal Sur</u> ,.....	111
III.3.1.3.- <u>Zona de Transición</u> ,.....	112
III.4.- <u>ESTRATIGRAFIA</u> ,.....	113
III.4.1.- <u>MARCO GENERAL</u> ,.....	113
III.4.2.- <u>COMPLEJO BASAL</u> ,.....	115

III.4.2.1.- <u>Generalidades</u> ,.....	115
III.4.2.2.- <u>Materiales constituyentes</u> ,.....	117
III.4.2.3.- <u>Series volcánicas submarinas</u> ,.....	117
III.4.2.4.- <u>Rocas plutónicas granudas</u> ,.....	118
III.4.2.5.- <u>Red filoniana</u> ,.....	118
III.4.2.6.- <u>Aglomerados de techo</u> ,.....	119
III.4.2.7.- <u>Alteración</u> ,.....	120
III.4.2.8.- <u>Comportamiento hidrogeológico</u> ,.....	120
III.5.- <u>UNIDADES VOLCANICAS SUBAEREAS</u> ,.....	121
III.5.1.- <u>CRITERIOS DE SEPARACION DE UNIDADES. RASGOS GENERALES</u> ,...	121
III.5.1.1.- <u>Edificio Taburiente I</u> ,.....	123
III.5.1.2.- <u>Edificio Taburiente II</u> ,.....	126
III.5.1.3.- <u>Edificio Cumbre Nueva</u> ,.....	129
III.5.1.4.- <u>Edificio Bejenado y Sedimentos del Time</u> ,.....	130
III.6.- <u>COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO DEL BLOQUE INSULAR</u> ,.....	132
III.6.1.- <u>COMPORTAMIENTO A PEQUEÑA ESCALA</u> ,.....	132
III.6.2.- <u>COMPORTAMIENTO A GRAN ESCALA</u> ,.....	133
III.6.2.1.- <u>Presencia de un zócalo impermeable</u> ,.....	133
III.6.2.2.- <u>Cobertera de materiales volcánicos de permeabilidad variable</u> ,.....	135
III.6.2.3.- <u>Contrastes fuertes de permeabilidad en la cobertera</u> ,	135
III.6.2.4.- <u>Efecto pantalla de la red de diques</u> ,.....	137
III.7.- <u>SITUACIONES HIDROGEOLOGICAS POSIBLES EN LA ISLA</u> ,.....	138
III.7.1.- <u>SITUACION A</u> ,.....	138
III.7.2.- <u>SITUACION B</u> ,.....	140
III.7.3.- <u>SITUACION C</u> ,.....	142
III.7.4.- <u>SITUACION D</u> ,.....	148
III.8.- <u>CORTES HIDROGEOLOGICOS DE LA ISLA</u> ,.....	150
III.9.- <u>HIDROLOGIA SUPERFICIAL</u> ,.....	169
III.9.1.- <u>INTRODUCCION</u> ,.....	169
III.9.2.- <u>PLUVIOMETRIA</u> ,.....	170
III.9.2.1.- <u>Correlación precipitación, altura y orientación</u> ,...	173
III.9.2.2.- <u>Resultados</u> ,.....	175
III.9.3.- <u>EVAPOTRANSPIRACION</u> ,.....	175
III.9.3.1- <u>La reserva de agua de los suelos</u> ,.....	178
III.9.3.2- <u>Resultados</u> ,.....	179
III.9.4.- <u>ESCORRENTIA SUPERFICIAL</u> ,.....	179

III.9.4.1.- <u>Resultados</u> ,.....	181
III.9.5.- <u>INFILTRACION</u> ,.....	181
III.9.5.1.- <u>Resultados</u> ,.....	183
III.9.6.- <u>BALANCE HIDRICO</u> ,.....	183
III.9.6.1.- <u>Balances parciales</u> ,.....	185
III.10.- <u>CIRCULACION DEL AGUA SUPERFICIAL</u> ,.....	185
III.11.- <u>CIRCULACION DEL AGUA SUBTERRANEA</u> ,.....	191
III.11.1.- <u>CIRCULACION EN LA ZONA NO SATURADA</u> ,.....	191
III.11.2.- <u>CIRCULACION EN LA ZONA SATURADA: ACUIFERO INSULAR</u> ,.....	192
III.11.2.1.- <u>Circulación en el acuífero de la estructura COEBRA</u> ,.....	192
III.11.2.2.- <u>Circulación en el acuífero de las vertientes al mar (zona norte)</u> ,.....	196
III.11.2.2.- <u>Acuífero costero</u> ,.....	203

CAPITULO IV

CALCULO DE LOS RECURSOS

IV.1.- <u>PROLOGO</u> ,.....	208
IV.2.- <u>CALCULO DE LOS RECURSOS POTENCIAMENTE EXTRAIBLES DE LA ISLA</u> ,.....	208
IV.2.1.- <u>LIMITACIONES DEBIDAS A LA CALIDAD DEL RECURSO</u> ,.....	208
IV.2.2.- <u>LIMITACIONES DEBIDAS A LA COTA DE EXTRACCION</u> ,.....	208
IV.2.3.- <u>LIMITACION DE RECURSOS POR LAS EXTRACCIONES ACTUALES</u> ,.....	209
IV.2.4.- <u>RECURSOS DE AGUA POTENCIALMENTE CAPTABLES EN LA ISLA</u> ,.....	209
IV.3.- <u>CAUDAL TOTAL DE RECURSOS POTENCIALMENTE EXTRAIBLES SEPARADOS EN ZONAS Y SUBZONAS</u> ,.....	211

CAPITULO V

SOLUCIONES

V.1.- <u>DESCRIPCION DE LAS SOLUCIONES PARA CADA UNA DE LAS ZONAS</u> ,.....	215
V.1.1.- <u>ZONA O</u> ,.....	215
V.1.2.- <u>ZONA I</u> ,.....	219
V.1.3.- <u>ZONA II</u> ,.....	223

V.2.- SOLUCION PARA EVITAR EL DESCENSO DE CAUDAL APORTADO POR
LOS NACIENTES DE LA ISLA, 228

V.3.- PROPUESTA DE INVESTIGACION EN MATERIA DE AGUAS EN LA ISLA
DE LA PALMA, 234

V.4.- RESUMEN DE LA INVERSION TOTAL PROPUESTA EN INFRAESTRUCTURA
HIDRAULICA DE LA ISLA DE LA PALMA, 235

AUTORES

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS Y PLANOS

AVANCE DEL PLAN HIDROLOGICO DE LA ISLA DE LA PALMA

PROLOGO

La isla de San Miguel de La Palma, situada en la parte noroccidental del Archipiélago de Canarias, ocupa una extensión de 707 km² con forma alargada y simétrica respecto a un eje norte-sur. La máxima altura es de 2.400 m, que se alcanza en el Roque de Los Muchachos. Tiene una longitud de costa de 125 km, constituida por acantilados o laderas de elevada pendiente que únicamente se interrumpen en la desembocadura de los barrancos para dar lugar a playas de cantos rodados. Toda la superficie está surcada por un elevado número de barrancos, de forma radial y más pronunciados en la mitad norte, sobre todo en la vertiente nororiental, al ser mayor su pluviometría. La mitad sur adopta una forma de tejado a dos aguas disminuyendo de altura hacia Fuen-caliente.

En el centro de la mitad norte de la isla se halla La Caldera de Taburiente; depresión circular de 7 km de diámetro y 2.000 metros de desnivel, de los cuales los últimos centenares de metros forman un escarpe prácticamente vertical. Toda la depresión constituye el Parque Nacional de La Caldera, enclave de un cada vez más numeroso turismo científico, donde los estudiosos pueden apreciar, además de un espectáculo grandioso, una infinidad de rincones donde el relieve, la vegetación y el agua, dan lugar a una diversidad que convierte a este paraje en uno de los más bellos e impresionantes del Archipiélago. El resto de la isla, aunque no presenta la espectacularidad de La Caldera, no se queda a la zaga en belleza. La zona norte con una vegetación exuberante impresiona a todo aquel que la recorre; desde bosques de castaños, tilos y pinos, hasta el bosque terciario de laurisilva. A cotas más altas y hasta los bordes de La Caldera, la retama y el codeso permiten apreciar la belleza de un paisaje diáfano y sin límites, cuya excelente transparencia nocturna le ha conferido la ubicación de uno de los mejores observatorios astrofísicos del mundo. La costa norte, poco conocida por la falta de accesos, muestra la acción erosiva del mar batiente del noreste; acantilados que superan varios centenares de metros, dan lugar a una costa abrupta de una belleza que impresiona por su agresividad, salpicada por islotes que son restos erosivos o bloques caídos ante el devastador empuje del mar. En la mitad sur, la dorsal es un cúmulo de edificios volcánicos recientes cuyas coladas, a modo de ríos, dejan un rastro negro por las laderas hasta llegar al mar donde, frenados por el brusco enfriamiento, generan rasas costeras que amplían a golpe de lava la superficie insular.

La población de la isla está ya en el umbral de los 80.000 habitantes, distribuidos en 14 municipios. La capital, Santa Cruz de La Palma, junto con Los Llanos de Aridane son las dos villas que presentan mayor número de residentes. La densidad de población supera tímidamente los 100 habitantes por Km²; aunque cuando el visitante se mueve por los dos municipios citados, se observa una elevada densidad de viviendas y población. La réplica que genera la densidad media, la encuentra el visitante en el resto de los municipios donde los habitantes viven en núcleos de escasa población. En las últimas décadas se observa un crecimiento demográfico pequeño, debido al proceso de emigración en busca de empleo que la economía insular no ha sido capaz de proporcionar. Al comienzo de este siglo esta emigración estuvo canalizada hacia América; en las últimas décadas el flujo migratorio ha sido absorbido por las islas capitalinas de este Archipiélago.

La economía de la isla se basa actualmente, igual que desde el principio de la colonización, en la agricultura, generando el 80 % del producto interior bruto. Los palmeros siempre han tenido una justa y merecida fama de buenos agricultores y grandes y rápidos emprendedores de iniciativas agrícolas. La agricultura actual se basa en el cultivo de la platanera obteniéndose en la zona del Valle de Aridane el plátano de mejor calidad de toda Canarias. Es en este Valle orientado hacia poniente, de gran amplitud, suave orografía y excelente clima, donde se ubica la mitad de las 4.000 hectáreas de riego de la isla.

El capítulo I de este Avance consiste en un estudio de la situación actual. La infraestructura hidráulica de La Palma supone una inversión de 86.000 millones de pesetas de 1992. De ellos, el 80% ha sido financiado por la iniciativa privada. Esta contribución ha sido el motor del cual se ha beneficiado toda la economía insular. Los canales de transporte, sin olvidar las galerías y los pozos, constituyen obras de ingeniería hidráulica que difícilmente la iniciativa pública podría igualar. Pero a la larga, hay otros costes a tener en cuenta: los nacientes descienden de caudal e incluso desaparecen, las galerías y los pozos se quitan el agua unos a otros, y la calidad de ésta empeora de año en año.

El Capítulo II intenta definir cuál va a ser la demanda del año 2002. Debido a que esta demanda está fuertemente condicionada por el consumo agrícola y ante la incertidumbre del futuro de este cultivo, junto con el del turismo e incluso el de la población futura, se ha optado por escoger la hipótesis más desfavorable, esto es, que la superficie de cultivo se mantenga como en la actualidad pero con riego tecnificado, y que el turismo presente un aumento espectacular (25.000 plazas hoteleras). Con ambas hipótesis se obtiene que la demanda de agua en el 2002 será como mucho igual a la actual.

En el capítulo III se cuantifican los recursos brutos de agua que tiene la isla, para pasar a analizar y determinar en el capítulo IV qué porcentaje de estos son técnica y económicamente captables. La conclusión de estos dos apartados es que la isla dispone de unos recursos renovables y de excelente calidad, en cantidad superior a la demanda.

La política hidráulica que propone este Avance consiste en incrementar la captación de aguas desde las galerías y barrancos e ir descendiendo la producción desde los pozos. Con esta política se conseguirá mejorar la calidad, abaratar los costes y disminuir la contaminación de los acuíferos costeros. Para poder conseguir este fin no sólo es necesaria la inversión económica, sino que es prioritaria participación colectiva de los dueños del agua. La solución deberá pasar por la creación de comunidades de productores de agua de ámbito zonal o municipal, con representación en el Consejo Insular de Aguas, y de esta forma acabar con las afecciones y litigios entre captaciones.

Esta política hidráulica debe también solucionar el continuo descenso del caudal de los nacientes. Todo este proceso afecta al Parque Nacional de La Caldera de Taburiente y a los nacientes de Marcos y Cordero. Pero sus efectos no sólo son ecológicos, son también sociales y económicos al generar una merma continua en el agua de nacientes que son explotados por Comunidades Agrícolas. Tal es el caso de Los Heredamientos de Argual y Tazacorte con los nacientes de La Caldera, o de la Sociedad de Regantes de San Andrés y Sauces que hacen lo mismo con los de Marcos y Cordero. El Avance del Plan Hidrológico propone una medida urgente para evitar el continuo descenso del número y del caudal de los nacientes, así como una solución a largo plazo, que sirva para devolver el caudal de agua que presentaban los nacientes antes de que mermaran.

En el Capítulo V se definen las soluciones técnicas que logran estos objetivos y que se valoran en un total de 13.000 millones de pesetas de 1992 (el 15% del coste de la infraestructura actual).

Para el estudio de la producción, consumo y calidad del agua en La Palma, y para el inventario de su infraestructura hidráulica y captaciones, se han agrupado los términos municipales según tres zonas: la zona 0, que incluye Los Llanos, Tazacorte y El Paso; la zona I, que abarca Garafía, Puntagorda y Tijarafe, y la zona II con el resto de los términos municipales de toda la mitad E de la isla (Barlovento, San Andrés y Sauces, Puntallana, Santa Cruz de La Palma, Breña Alta, Breña Baja, Mazo y Fuencaliente). Con el estudio hidro-

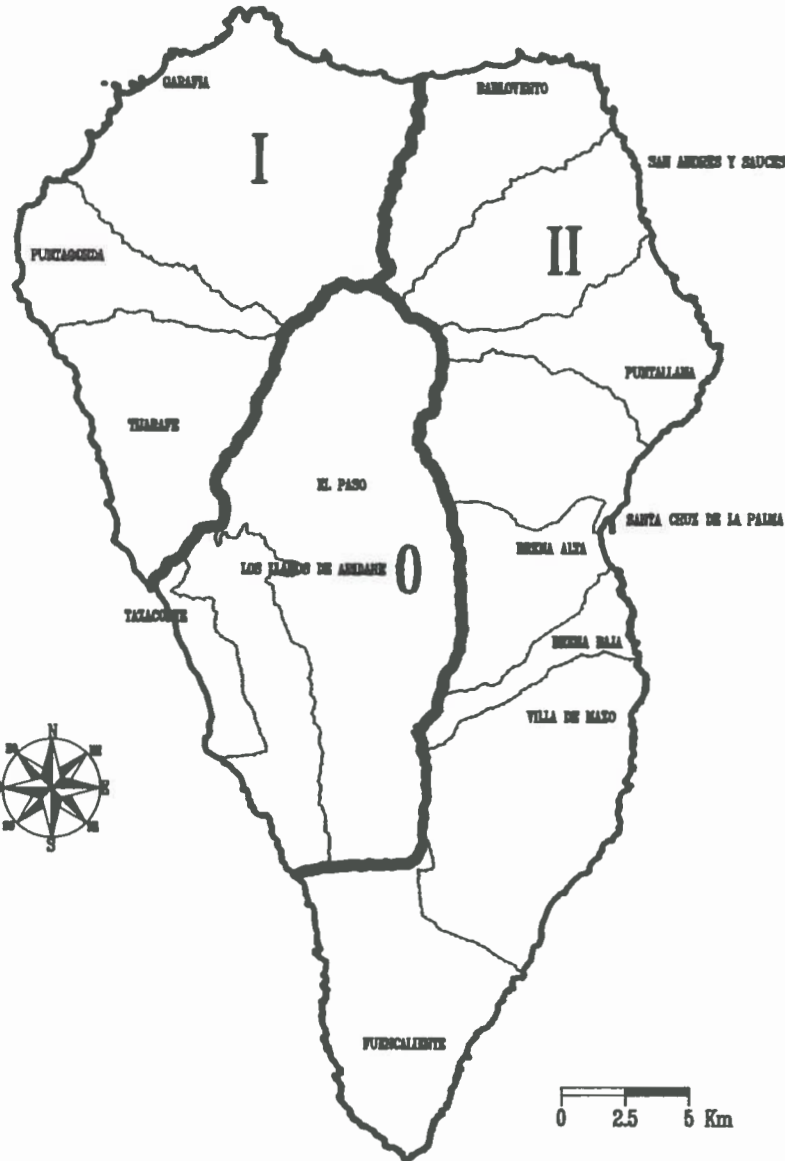
geológico, en el capítulo III, y la definición del acuífero COEBRA, se establece otra división de la isla para el cálculo de sus recursos: en ésta se mantiene la división previa entre zonas, aunque sus límites ya no serán los geográficos sino los hidrogeológicos (ver la figura). Según este esquema, en las previsiones de futuro las zonas 0, I y II se autoabastecerán, es decir, la producción de agua en cada una de ellas satisfará su propia demanda.

Por último queremos llamar la atención sobre dos cuestiones. Una primera compete a las cifras que se exponen en este Avance: la unidad de caudal usada es el hectómetro cúbico por año ($1 \text{ hm}^3/\text{año} = 1.000.000 \text{ m}^3/\text{año} \approx 2.000.000 \text{ pipas/año}$) y en todos los cuadros viene definida hasta la segunda cifra decimal. Con ello no se pretende mostrar exactitud, sino lograr que las cifras entre cuadros o entre apartados, e incluso entre capítulos diferentes, coincidan. Además tanto la producción como el consumo dependen de la pluviometría que se registra cada año. Por todo ello los valores indicados deben siempre considerarse como orientativos y nunca como exactos. La segunda cuestión radica en el coeficiente de seguridad que este estudio lleva implícito en su texto. El volumen anual de agua que se infiltra depende de la pluviometría una vez descontada de ésta la parte de agua que se evapora. Este caudal de evaporación está determinado por fórmulas que han demostrado su utilidad en regiones continentales, pero que en el ámbito insular proporcionan valores demasiado elevados. La especial configuración del acuífero insular ha permitido, quizás por primera vez, contrastar este modelo para islas volcánicas, obteniendo que la realidad indica que la evaporación es más baja de lo calculado y, por tanto, la infiltración y con ella los recursos disponibles son más elevados. En el apartado de la infiltración se ha tenido en cuenta este hecho y se ha aumentado su valor, lo justo para que después del correspondiente cálculo los nacientes y las galerías de ciertas zonas del acuífero (acuífero COEBRA) presenten el caudal que tienen actualmente. Resulta obvio que el valor de la infiltración así obtenido es el mínimo que justifica el agua existente. Por tanto, todo el exceso de infiltración, en detrimento de la evaporación, constituye este factor de seguridad aludido.

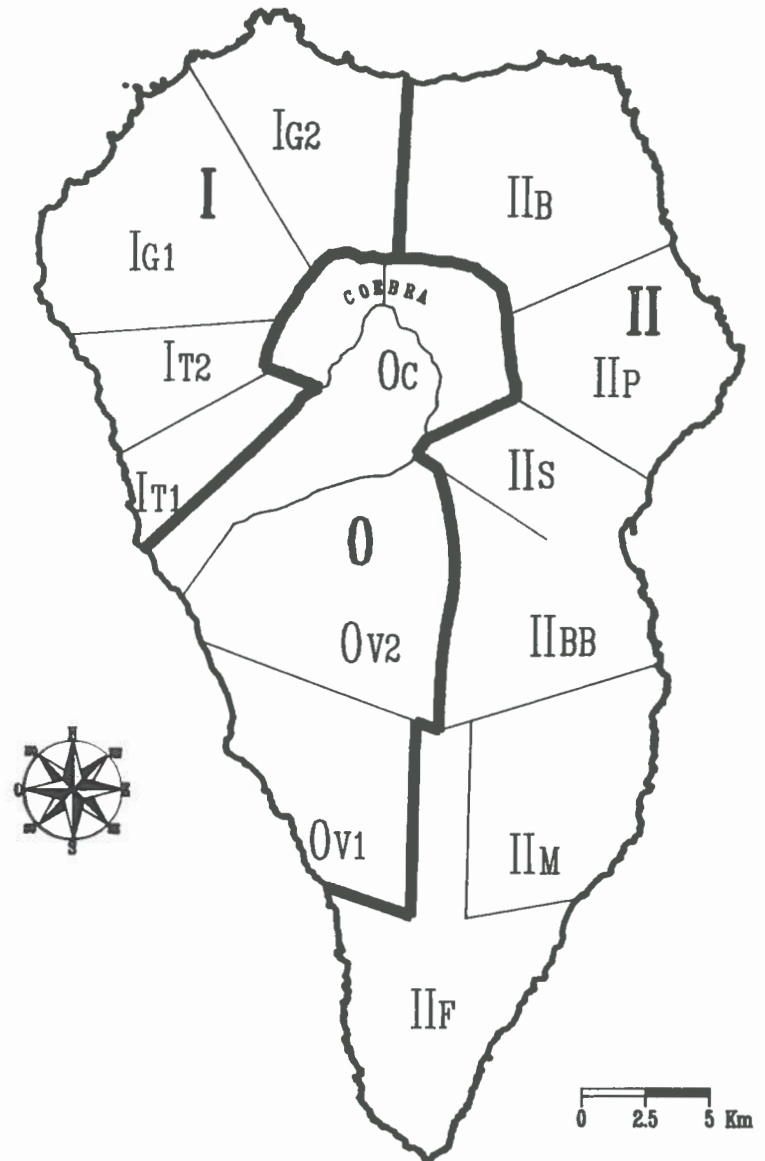
En Santa Cruz, a 26 de octubre de 1.992

EL DIRECTOR DEL AVANCE DEL PLAN HIDROLOGICO DE LA PALMA

ZONIFICACIÓN POLÍTICO-ECONÓMICA



ZONIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA



CAPITULO I
SITUACION ACTUAL

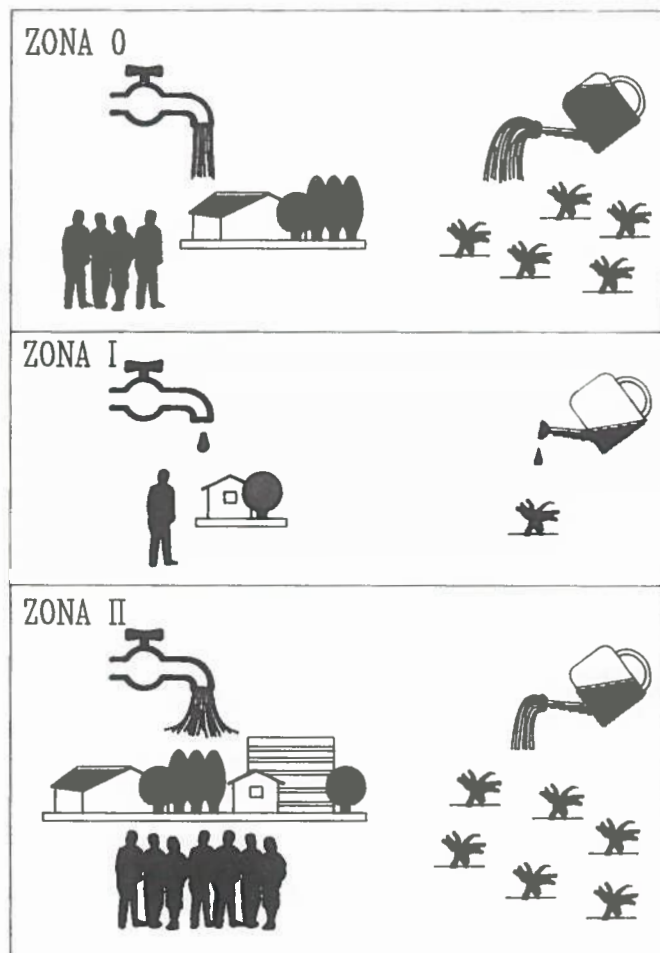
I.1.- CUANTA AGUA SE NECESITA Y EN QUE SE CONSUME.

La producción y el consumo de agua en la isla de La Palma, varía de un año a otro. Estas variaciones, en las dos últimas décadas, se han debido a cambios en la superficie agrícola y a las variaciones de lluvia caída sobre la isla. A lo largo de este Avance, las cifras que se indican corresponden al año 1989, que se puede considerar como un año más lluvioso que la media. Por este motivo, el consumo de agua por la agricultura es algo mayor que el aquí expuesto, siendo abastecido el incremento con un mayor bombeo desde los pozos. El valor de la producción de agua en la isla de La Palma, para ese año de 1989, fue de 73 hm³/año.

Existen cuatro sectores económicos que demandan agua: la población, la agricultura, la industria y el turismo. El sector industrial emplea solamente 2 hm³/año, asumidos íntegramente por UNELCO. El sector turístico está actualmente en fase de desarrollo y pendiente de la elaboración de las normas que regularicen y limiten su extensión. En el presente estudio, las urbanizaciones turísticas existentes se consideran integradas dentro de los cascos urbanos y, por tanto, las dotaciones de agua necesarias quedan englobadas dentro del abastecimiento a estos núcleos. El sector de población se cifra en 79.815 habitantes de hecho, que consumen teóricamente 6 hm³/año, que representa el 8 % del consumo total. Cabe mencionar que esta dotación urbana es muy difícil de cuantificar, ya que queda enmascarada por autoabastecimientos, desde la captación directamente a la casa o por riego de huertas situadas en las inmediaciones de la vivienda. Se ha obtenido de los Ayuntamientos el valor del agua facturada, pero este valor es incompleto y no refleja la realidad del agua consumida por este sector, sobre todo en las zonas 0 y I.

Casi el 85% de la producción total de agua de la isla se consume en el sector agrícola (61 hm³ en un año medio), que se emplea en regar los diferentes cultivos implantados en la isla y que son la base de la economía insular (80 % del PIB). El total de la superficie destinada a uso agrícola bajo riego es de 4.240,2 ha (el 6% del territorio insular) de las cuales 2.750 ha están destinadas al plátano. El siguiente cultivo en extensión son las papas, 501,5 ha, y las hortalizas, 434,5 ha; aunque no son ni mucho menos los que siguen al plátano en demanda de agua. El segundo cultivo con mayor demanda de agua es el aguacate, con 389,5 ha. En cuanto a la distribución geográfica de la agricultura, casi la mitad (1.903,3 ha) se ubica en el Valle de Aridane.

CONSUMO URBANO Y AGRÍCOLA



PLAN HIDROLOGICO INSULAR DE LA PALMA
JULIO 1992

ZONA 0	Abastecimiento		Agricultura		Valores medios		Total
	Población Nº hab.	Consumo hm3/año	Superficie hectáreas	Consumo hm3/año	l/hab/día	m3/ha/año	hm3/año
Los Llanos	16.088	1,47	982,2	16,63	250	16.931	18,10
El Paso	6.790	0,42	169,2	1,47	170	8.688	1,89
Tzacorte	7.020	0,28	751,9	15,03	108	19.989	15,31
TOTAL ZONA 0	29.898	2,17	1903,3	33,13			35,30

ZONA I	Abastecimiento		Agricultura		Valores medios		Total
	Población Nº hab.	Consumo hm3/año	Superficie hectáreas	Consumo hm3/año	l/hab/día	m3/ha/año	hm3/año
Tijarafe	2.748	0,15	228,8	4,14	150	18.094	4,29
Puntagorda	1.808	0,10	54,8	0,62	150	11.314	0,72
Garafía	2.073	0,11	47,9	0,16	150	3.340	0,27
TOTAL ZONA I	6.629	0,38	331,5	4,92			5,28

ZONA II	Abastecimiento		Agricultura		Valores medios		Total
	Población Nº hab.	Consumo hm3/año	Superficie hectáreas	Consumo hm3/año	l/hab/día	m3/ha/año	hm3/año
Barlovento	2.633	0,17	250,8	3,56	173	14.195	3,73
San Andrés y Sauces	5.520	0,37	476,2	6,43	185	13.503	6,80
Puntallana	2.291	0,10	253,0	2,35	124	9.289	2,45
S/C de La Palma	17.697	1,40	182,2	1,45	214	7.958	2,85
Breña Alta	5.113	0,44	188,1	0,66	238	3.509	1,10
Breña Baja	3.140	0,46	137,1	1,64	398	11.962	2,10
Mazo	5.066	0,37	264,8	2,33	62	8.761	2,70
Fuencaliente	1.828	0,12	253,5	4,28	182	16.884	4,40
TOTAL ZONA II	43.288	3,43	2.005,4	22,70			28,13

TOTAL	73.961	5,96	4.240,2	60,75			68,71
--------------	---------------	-------------	----------------	--------------	--	--	--------------

I.2.- ¿COMO SE OBTIENE?

De los 73 hm³/año que se producen, 68 se obtienen a partir de las aguas subterráneas y 5 de aguas superficiales. Las captaciones de aguas subterráneas son de tres tipos: nacientes, galerías y pozos (su situación puede verse en el plano "Inventario de captaciones" del final de esta memoria).

I.2.1.- APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA.

I.2.1.1.- Nacientes.

Es el único tipo de aprovechamiento cuyo origen es natural. Históricamente tuvieron una gran importancia ya que constituyeron, hasta el siglo pasado, la única forma de obtención de agua. Actualmente su protagonismo ha decaído debido a la perforación de galerías y pozos; no obstante, el aporte de agua desde los nacientes representa todavía un 13% sobre el total.

Se han inventariado en toda la isla 147 nacientes y de ellos 132 con caudal apreciable. De estos últimos, 74 se encuentran dentro de La Caldera de Taburiente y el resto, aunque se reparten por toda la superficie insular, se encuentran la mayoría en la mitad norte de la isla.

El reparto de nacientes junto con sus caudales respectivos por zonas y subzonas es:

ZONA 0	Nº DE NACIENTES	CAUDAL (hm ³ /año)
Los Llanos	0	0
Tazacorte	0	0
El Paso	74	3'53
TOTAL ZONA 0	74	3'53

ZONA I	Nº DE NACIENTES	CAUDAL (hm ³ /año)
Garafía	17	0'08
Puntagorda	3	Inapreciable
Tijarafe	5	Inapreciable
TOTAL ZONA I	25	0'08

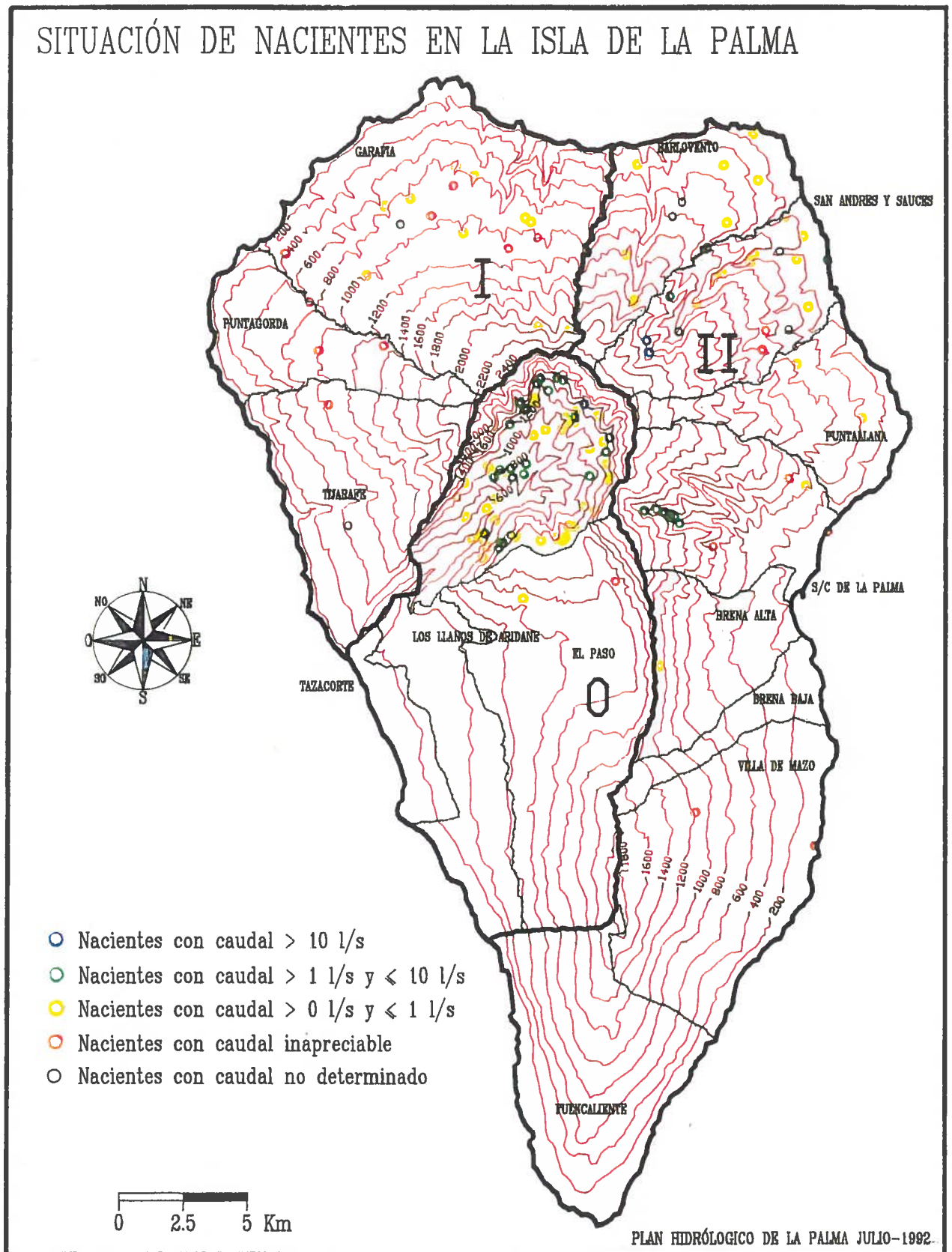
ZONA II	Nº DE NACIENTES	CAUDAL (hm ³ /año)
Barlovento	11	0'15
Breña Alta	1	Inapreciable
Breña Baja	0	0
Fuencaliente	2	Inapreciable
Mazo	2	Inapreciable
Puntallana	2	Inapreciable
San Andrés y Sauces	19	4'28
S/C de La Palma	11	1'00
TOTAL ZONA II	48	5'43

CUADRO RESUMEN DE NACIENTES POR ZONAS

ZONAS	Nº DE NACIENTES	CAUDAL (hm ³ /año)
Zona 0	74	3'53
Zona I	25	0'08
Zona II	48	5'43
TOTAL ZONAS	147	9'04

El mayor número de nacientes se sitúa dentro de La Caldera de Taburiente, en cambio, el que mayor caudal presenta es el grupo de nacientes de Marcos, Cordero y Caldero de Marcos, en el término municipal de San Andrés y Sauces. El caudal de este grupo de nacientes fluctúa a lo largo del año y se observa una tendencia a disminuir desde las últimas décadas.

SITUACIÓN DE NACIENTES EN LA ISLA DE LA PALMA



I.2.1.2.- Galerías.

Se trata de un sistema de captación de aguas que consiste en una perforación en túnel, sensiblemente ascendente, con una sección que normalmente es de 1,80 x 1,80 m, que al alcanzar el terreno saturado lo drena de forma natural sin emplear sistemas de impulsión. Normalmente se emboquillan a cotas altas, entre 300 y 1.500 metros de altitud. El número total de galerías en la isla es de 167, de las cuales se obtiene un caudal apreciable en 78. La perforación horizontal es muy variable, desde unas pocas decenas de metros en las improductivas, hasta los 5.045 m que presenta la galería Pajaritos en Barlovento. La perforación total es de 246 km, lo que indica un valor de longitud media de casi 1,5 km por galería. La producción de agua que se obtiene desde este tipo de captación es de 38 hm³/año (37,78 hm³ en 1989). Teniendo en cuenta un coste actual de 45.000 pts el metro lineal de galería, se obtiene que la inversión privada, para obtener ese volumen de agua, ha sido de unos 11.000 millones de pesetas. Dividiendo el coste por los metros cúbicos que se obtienen en un año, se obtiene el precio de un metro cúbico de agua para la inversión en un año. Este valor es de 290 pts/m³, que es la cuarta parte del valor que actualmente maneja la Administración para comparar la rentabilidad de una obra hidráulica; por ejemplo, las balsas de almacenamiento con lámina de impermeabilización están en 1.200 pts/m³. Por tanto, cabe concluir que la captación de aguas mediante galerías, realizadas en su totalidad por la iniciativa privada, no sólo cumplen un fin social y económico, como es el abastecimiento urbano y agrícola, sino que además lo logra con una clara rentabilidad económica.

No obstante, cabe mencionar que la libre determinación de la ubicación y rumbo de las galerías, sujeta únicamente a preservar la distancia de 1 km con las galerías existentes, ha generado procesos de afección entre galerías y de galerías sobre los nacientes. La ausencia de una planificación que ordenara las trazas de estas captaciones, ha favorecido la economía de "sálvese quien pueda", repercutiendo en bajar el rendimiento, al producirse una acumulación de galerías que drenan una misma porción de acuífero, tal es el caso de las galerías en Barlovento y Santa Cruz de La Palma.

La calidad del agua obtenida por este tipo de captaciones es excelente, ya que oscila entre 50 y 300 µmhos/cm de conductividad. Esta calidad permanece inalterable durante toda la vida útil de la galería, debido a que la extracción de agua se produce mediante drenaje y que por la especial configuración del acuífero se favorece el que las galerías capten recursos renovables y no aguas de reserva que puedan presentar una mayor mineralización.

Las primeras galerías comenzaron a perforarse a principios de este siglo. Se ubicaban cerca de las zonas donde existían nacientes con la clara intención de interceptarlos. Las posteriores perforaciones vinieron marcadas por la creciente demanda de agua para la agricultura de regadío. Así, en la década de los 50 existían ya 66 galerías que producían un caudal de 6,1 hm³/año. Pero es en la década siguiente cuando se incrementa la perforación, debido al auge que adquirió el cultivo del plátano, llegando en 1972 a 158 galerías que obtenían un caudal de 38 hm³/año.

Existe un tipo de galerías que por su especial configuración cabe citarlas aparte, nos referimos a la galería en trancada. Se trata de una galería de sección igual a las anteriores, pero que en sus primeros metros es descendente, una vez que alcanza un nivel próximo al mar se perfora en la horizontal. Al llegar a la zona saturada la extracción de agua se realiza mediante bombas de impulsión.

El número de galerías totales y productivas, junto con los caudales de agua que obtienen repartidos según la zonificación y términos municipales, es la siguiente:

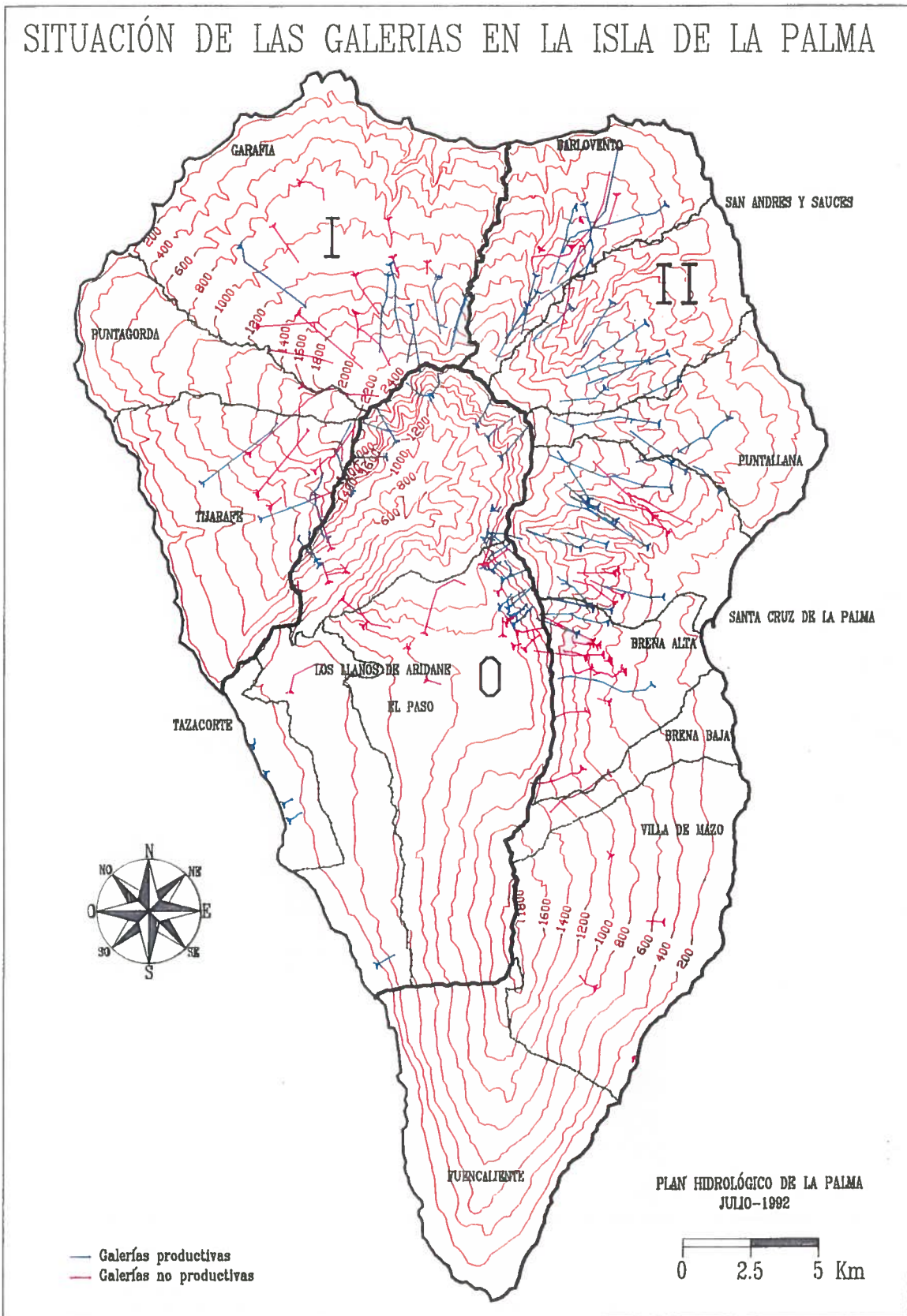
ZONA 0	GALERIAS TOTALES	GALERIA EN TRANCADA	GALERIAS PRODUCTIVAS	LONGITUD TOTAL (M)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Los Llanos	2	1	1	2.735	0'01
El Paso	43	0	30	47.932	10'3
Tzacorte	4	3	1	1.628	0'16
TOTAL ZONA 0	49	4	32	52.295	10'47

ZONA I	GALERIAS TOTALES	GALERIAS PRODUCTIVAS	LONGITUD TOTAL (M)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Garafía	17	7	37.233	3'20
Puntagorda	3	0	3.151	0
Tijarafe	9	2	18.223	2'02
TOTAL ZONA I	29	9	58.607	5'22

ZONA II	GALERIAS	GALERIAS PRODUCTIVAS	LONGITUD TOTAL (M)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Barlovento	17	11	35.823	5'50
Breña Alta	21	4	24.023	2'52
Breña Baja	2	0	2.719	0
Fuencaliente	0	0	0	0
Mazo	6	0	1.866	0
Puntallana	8	4	10.654	4'92
San Andrés y Saucés	7	6	15.433	2'62
S/C de La Palma	28	12	44.602	6'53
TOTAL ZONA II	89	37	135.120	22'09

CUADRO RESUMEN DE GALERIAS POR ZONAS

ZONAS	GALERIAS	GALERIAS PRODUCTIVAS	LONGITUD TOTAL (M)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Zona 0	49	32	52.295	10'47
Zona I	29	9	58.607	5'22
Zona II	89	37	135.120	22'09
TOTAL ZONAS	167	78	246.022	37'78



I.2.1.3.- Pozos

Se trata de un sistema de captación de aguas, que consiste en una perforación vertical, circular, de tres metros de diámetro, efectuada mediante explosivos y desescombro manual. Normalmente la profundidad alcanza la cota cero y en muchas ocasiones se sitúa varios metros por debajo de la cota del nivel del mar. La extracción de agua se realiza mecánicamente mediante impulsión con bomba. Debido a la orografía de la isla se suelen situar próximos a la costa, excepto cuando se ubican en el cauce de algún barranco, en cuyo caso pueden llegar a separarse varios kilómetros de ésta (Barranco de Las Angustias).

El número total de pozos perforados en la isla es de 69, de los cuales únicamente 27 están en explotación. El caudal total producido es de poco más de 20 hm³/año (21,39 hm³ para el año 1989). El total de metros de perforación vertical es de 4.875 lo que indica una profundidad media de los pozos de 71 m. A los datos de perforación vertical hay que sumarles los pertenecientes a las galerías de fondo, que suman 9.430 m. Suponiendo un coste real de 75.000 pts/metro de profundidad de los pozos y 60.000 pts/metro lineal de galería de fondo, se obtiene que el coste actual de toda la infraestructura de captación de aguas mediante pozos, con la maquinaria de elevación y las tuberías de conducción hasta la superficie, es de alrededor de 930 millones de pesetas. El coste de un metro cúbico de agua, usando el mismo coeficiente empleado para las galerías, es de 43 pts/m³, que equivale a la séptima parte del que se obtenía para las galerías. Ahora bien, así como este coeficiente indica la rentabilidad de las galerías, no sucede igual con los pozos, ya que no tiene en cuenta el coste de elevación del agua, ni la pérdida económica que se produce con el progresivo empeoramiento de la calidad, que en el 65% de los casos conduce inevitablemente al abandono de la captación.

A continuación se indica el número de pozos totales y productivos, junto con los caudales que de ellos se obtienen, en cada una de las zonas en que se ha dividido la isla.

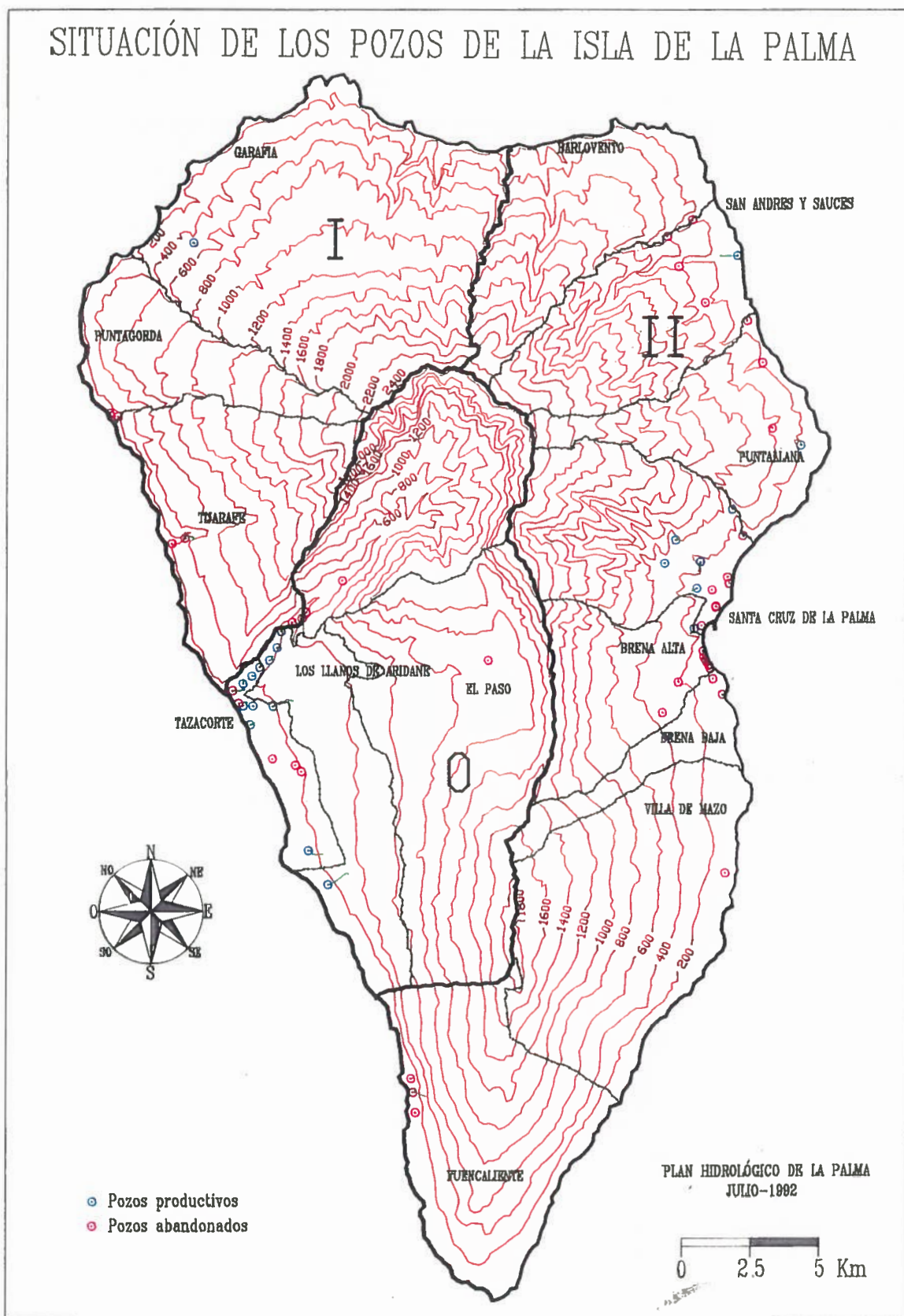
ZONA 0	TOTAL POZOS (nº)	POZOS PRODUCTIVOS (nº)	PERFORACION VERTICAL (m)	PERFORACION HORIZONTAL (m)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Los Llanos	4	4	388	1.234	5'16
El Paso	6	0	425	669	0
Tazacorte	13	9	469	2.957	9'62
TOTAL ZONA 0	23	13	1.282	4.860	14'78

ZONA I	TOTAL POZOS (nº)	POZOS PRODUCTIVOS (nº)	PERFORACION VERTICAL (m)	PERFORACION HORIZONTAL (m)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Garafía	1	1	384	70	0'83
Puntagorda	3	0	35	20	0
Tijarafe	2	0	166	651	0
TOTAL ZONA I	6	1	585	741	0'83

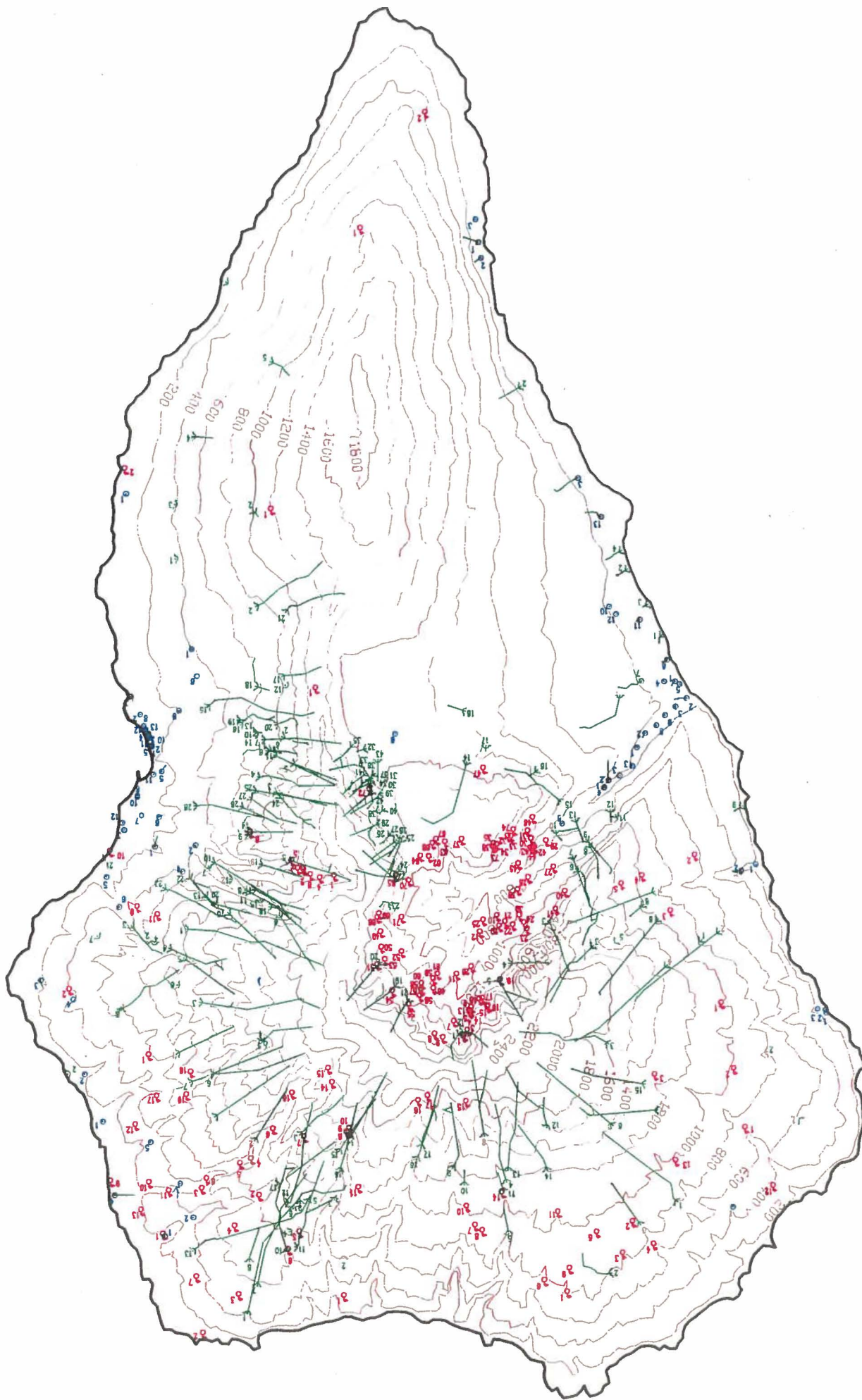
ZONA II	TOTAL POZOS (nº)	POZOS PRODUCTIVOS (nº)	PERFORACION VERTICAL (m)	PERFORACION HORIZONTAL (m)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Barlovento	0	0	0	0	0
Breña Alta	11	5	273	200	2'15
Breña Baja	3	1	467	18	0'09
Fuencaliente	3	0	172	1.013	0
Mazo	1	0	31	364	0
Puntallana	6	2	494	316	0'39
San Andrés y Saucés	5	1	541	695	0'03
S/C de La Palma	11	4	1.030	1.223	3'12
TOTAL ZONA II	40	13	3.008	3.829	5'78

CUADRO RESUMEN DE POZOS POR ZONAS

ZONAS	TOTAL POZOS (nº)	POZOS PRODUCTIVOS (nº)	PERFORACION VERTICAL (m)	PERFORACION HORIZONTAL (m)	CAUDAL (hm ³ /AÑO)
Zona 0	23	13	1.282	4.860	14'78
Zona I	6	1	585	741	0'83
Zona II	40	13	3.008	3.829	5'78
TOTAL ZONAS	69	27	4.875	9.430	21'39



PLANO DE INVENTARIO DE CAPTACIONES



INVENTARIO DE CAPTACIONES

I.2.2.- CAPTACION DE AGUAS SUPERFICIALES.

Solamente existen dos zonas en las que se realiza un aprovechamiento de las aguas de escorrentía. Por antigüedad, la primera en citar debe ser la cuenca hidrográfica de La Caldera de Taburiente y su desagüe natural, el Barranco de las Angustias. La segunda está actualmente en fase de construcción y es la Laguna de Barlovento, junto con los barrancos y canales de aducción. La razón de este escaso aprovechamiento de las aguas superficiales radica en varios motivos, entre los que se pueden enumerar los siguientes:

- a.- El carácter torrencial de las lluvias, que ocasiona el que los barrancos transporten agua durante breves intervalos de tiempo.
- b.- La orografía de los barrancos, que al ser muy abruptos dificulta el acceso al cauce y encarece con ello las obras de captación y posterior transporte hasta las zonas de uso.
- c.- La elevada permeabilidad del cauce de los barrancos, que invalida totalmente la posibilidad de captar la escorrentía mediante sistemas tradicionales de presa y embalse.
- d.- El elevado volumen de transporte de materiales sólidos, que anula cualquier solución convencional a partir de una presa.
- e.- La disponibilidad de agua, en cantidad suficiente para cubrir las necesidades, procedente de las aguas subterráneas.

Aún con todos estos inconvenientes mencionados, se ha logrado efectuar el aprovechamiento de las aguas de escorrentía en el Barranco de Las Angustias, mediante la construcción de cuatro tomaderos situados en el cauce y a diferente cota (Dos Aguas, cota 420; La Estrechura, cota 350; La Viña, cota 195 y Las Casitas, cota 185); todos ellos realizados por los Heredamientos de Las Haciendas de Argual y Tazacorte que suministran agua a la zona de riego del Valle de Aridane.

La disposición de las captaciones consta de los siguientes elementos:

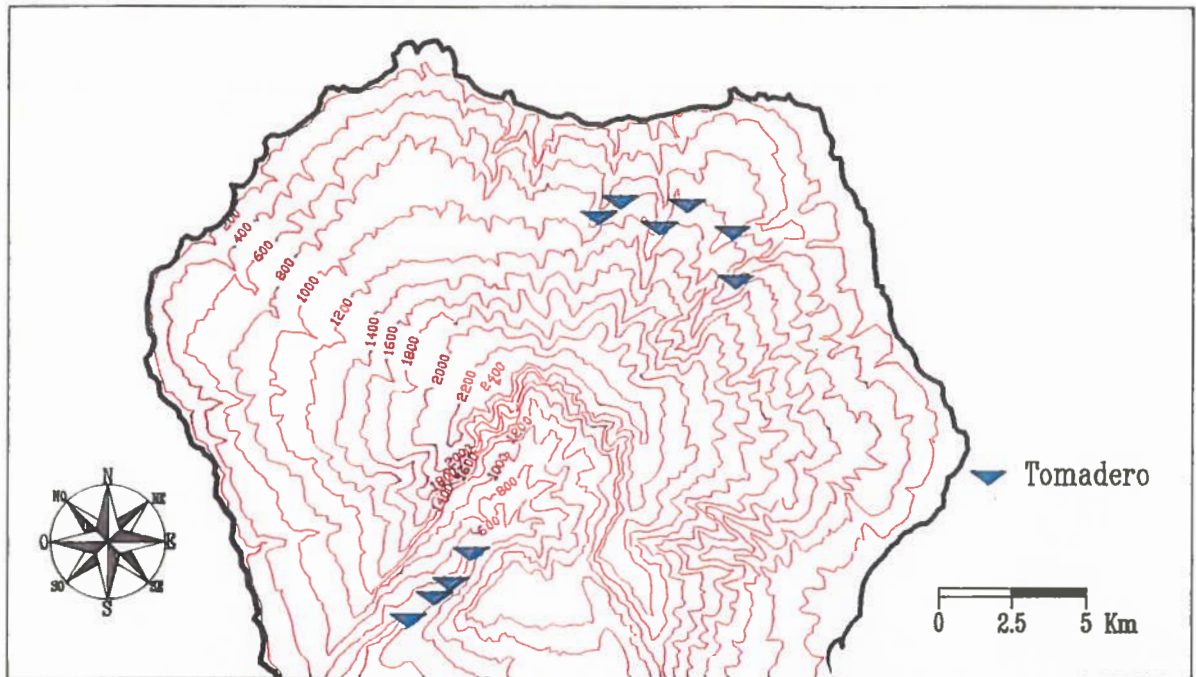
- a.- Un muro de hormigón que provoca un resalte en el cauce y una ocasional retención de los sólidos de gran tamaño.
- b.- Un canal transversal al cauce, situado aguas abajo del muro anterior, por el que se canaliza el agua después de que se elimine la fracción más gruesa gracias a la existencia de una rejilla de desbaste.
- c.- Un desarenador al que llega el canal anterior, donde por gravedad se efectúa una eliminación de sólidos hasta el tamaño de arena.
- d.- Un canal de transporte que conduce las aguas desde la salida del desarenador hasta la zona de riego, donde se reparte a través de los canales de distribución.

Cualquier aprovechamiento de aguas de escorrentía que se proyecte realizar en la isla de La Palma, tiene en este esquema técnico descrito un ejemplo práctico de viabilidad; debiendo complementarse con la infraestructura necesaria para lograr el almacenamiento de las aguas captadas.

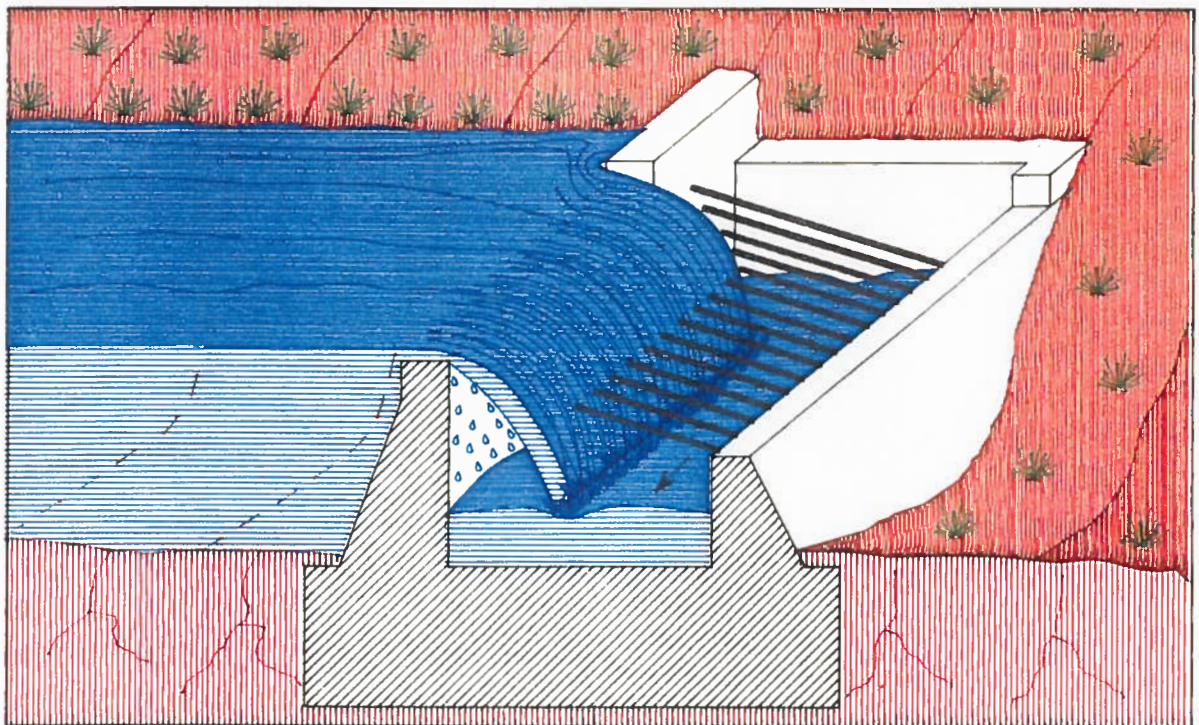
El volumen de agua aprovechado por estos tomaderos es muy variable, pues anualmente depende de la variación en la pluviometría y de las necesidades del Valle de Aridane. Además, hay que tener en cuenta que durante todo el año, siete galerías y los nacientes de La Caldera situados por encima de la cota 400, vierten sus aguas directamente en los cauces y que discurriendo por ellos son captados por el tomadero de Dos Aguas junto con los aportes de agua de escorrentía. Los tres tomaderos restantes, de menor magnitud que el anterior, recogen únicamente aguas de escorrentía. Debido a esta especial disposición es por lo que resulta muy difícil cuantificar el aporte de aguas superficiales. No obstante y a modo orientativo, se indica el siguiente balance para el tomadero de Dos Aguas.

Aportación de galerías	7,0 hm ³ /año
Aportación de nacientes	3,5 hm ³ /año
Aportación de escorrentía	15,6 hm ³ /año
TOTAL APORTES	26,1 hm³/año

SITUACION DE TOMADEROS EN LA ISLA DE LA PALMA



PERFIL ESQUEMATICO DE UN TOMADERO



Plan Hidrologico Insular de La Palma
Julio 1992

Estos caudales se deben disminuir en un porcentaje que tenga en cuenta la evaporación que se produce a lo largo de su recorrido por los cauces, sobre todo para el caso de galerías y nacientes que circulan durante todo el año.

Del tomadero de Dos Aguas se obtienen 15,5 hm³/año y de los tres restantes conjuntamente, alrededor de 1 hm³/año. Descontando 1 hm³/año de pérdidas y vertido a barrancos debido a la falta de capacidad de almacenamiento, se obtiene que la captación de aguas de los cuatro tomaderos es de 15,5 hm³/año. Teniendo en cuenta que 10,5 hm³/año proceden de galerías y nacientes y que ya están considerados como producción de agua subterránea, se obtiene que el aporte de aguas superficiales captadas en esta cuenca es de alrededor de 5 hm³/año (7% sobre el total de la producción). A partir de este balance medio se obtiene que el caudal que anualmente el barranco de Las Angustias transporta a la altura de los cuatro tomaderos, es de algo más de 10 hm³. De éstos, 6 hm³ se pierden inevitablemente en el mar.

I.2.3.- RESUMEN SOBRE PRODUCCION DE AGUA:

La producción de agua de la isla de La Palma, cifrada en 73 hm³/año, procede del aprovechamiento de aguas subterráneas, procedentes de galerías, pozos y nacientes, así como de aguas superficiales, en volúmenes y porcentajes que a continuación se indican:

Nacientes9,04 hm ³ /año12%
Galerías37,78 hm ³ /año52%
Pozos21,39 hm ³ /año29%
Tomaderos 5,00 hm ³ /año 7%

La distribución por zonas para cada una de las captaciones de agua subterránea es:

ZONAS	NACIENTES		GALERIAS			POZOS			TOTAL (hm ³ /AÑO)
	Nº TOTAL	CAUDAL (hm ³ /AÑO)	Nº TOTAL	Nº PRODUCTIVAS	CAUDAL (hm ³ /AÑO)	Nº TOTAL	Nº PRODUCTIVOS	CAUDAL (hm ³ /AÑO)	
Zona 0	74	3'53	49	32	10'47	23	13	14'78	28'78
Zona I	25	0'08	29	9	5'22	6	1	0'83	6'13
Zona II	48	5'43	89	37	22'09	40	13	5'78	33'30
TOTAL ISLA	147	9'04	167	78	37'78	69	27	21'39	68'21

La producción de aguas superficiales es, de 5 hm³ y toda ella se efectúa a partir del Barranco de Las Angustias (Zona 0). Se prevé que con la puesta en marcha de la Laguna de Barlovento se obtenga un volumen anual medio de 2 hm³.

CUADRO RESUMEN DE PRODUCCION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ZONA	MUNICIPIO	NACIENTES		GALERIAS									POZOS						TOTALES			
		NUM. TOTAL	CAUDAL (Q) hm ³ /año	NUM. TOTAL OBRAS	TRABAJOS DE PERFORACION EJECUTADOS					CAUDALES EXTRAIDOS				TRABAJOS DE PERFORACION EJECUTADOS					Q EXTRAIDOS		METROS PERFORADOS	CAUDAL hm ³ /año
					NUM. OBRAS	PERFORACION HORIZONTAL (m)	NUM. OBRAS	PERFORACION EN TRANCADA (m)	TOTAL PERFORACION (m)	NUM. OBRAS con Q	m ³ /km	hm ³ /año	NUM. OBRAS	PERFORACION VERTICAL (m)	NUM. OBRAS	PERFORACION HORIZONTAL (m)	TOTAL PERFORACION (m)	NUM. OBRAS con Q	hm ³ /año			
ZONA 0	LOS LLANOS	0	0	2	1	1.927	1	808	2.735	1	0	0,01	4	388	4	1.234	1.622	4	5,16	4.357	5,17	
	EL PASO	74	3,53	43	43	47.932	0	0	47.932	30	2.123	10,3	6	425	6	669	1.094	0	0,0	49.026	13,83	
	TAZACORTE	0	0	4	1	402	3	1.226	1.628	1	0	0,16	13	469	12	2.957	3.426	9	9,62	5.054	9,78	
	TOTAL	74	3,53	49	45	50.261	4	2.034	52.295	32	2.123	10,47	23	1.282	22	4.860	6.142	13	14,78	58.437	28,78	
ZONA I	GARAFIA	17	0,08	17	17	37.233	0	0	37.233	7	702	3,20	1	384	1	70	454	1	0,83	37.687	4,11	
	PUNTAGORDA	3	Inaprec.	3	3	3.151	0	0	3.151	0	0	0	3	35	1	20	55	0	0	3.206	0,0	
	TIJARAFE	5	Inaprec.	9	9	18.223	0	0	18.223	2	1.088	2,02	2	166	2	651	817	0	0,0	19.040	2,02	
	TOTAL	25	0,08	29	29	58.607	0	0	58.607	9	1.790	5,22	6	585	4	741	1.326	1	0,83	59.933	6,13	
ZONA II	BARLOVENTO	11	0,15	17	17	35.823	0	0	35.823	11	1.831	5,50	0	0	0	0	0	0	0,0	35.823	5,65	
	BREÑA ALTA	1	Inaprec.	21	21	24.023	0	0	24.023	4	1.338	2,52	11	273	4	200	473	5	2,15	24.496	4,67	
	BREÑA BAJA	0	0	2	2	2.719	0	0	2.719	0	0	0	3	467	1	18	485	1	0,09	3.204	0,09	
	FUENCALIENTE	2	Inaprec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	172	3	1.013	1.165	0	0	1.185	0,0	
	MAZO	2	Inaprec.	6	6	1.866	0	0	1.866	0	0	0	1	31	1	364	395	0	0	2.261	0,0	
	PUNTALLANA	2	Inaprec.	8	8	10.654	0	0	10.654	4	14.428	4,92	6	494	4	316	810	2	0,39	11.464	5,31	
	S.A.Y SAUCES	19	3,10	7	7	15.433	0	0	15.433	6	1.080	2,62	5	541	5	695	1.236	1	0,03	16.669	6,93	
	S/C PALMA	11	1,00	28	28	44.602	0	0	44.602	12	1.245	6,53	11	1.030	10	1.223	2.253	4	3,12	46.855	10,65	
TOTAL	48	4,25	89	89	135.120	0	0	135.120	37	19.922	22,09	40	3.008	28	3.829	6.837	13	5,78	141.957	32,12		
TOTALES ISLA		147	7,86	167	163	243.988	4	2.034	246.022	78	23.835	37,78	69	4.875	54	9.430	14.305	27	21,39	260.327	67,03	

I.3.- CALIDAD DE LAS AGUAS.

El presente apartado es el resumen del estudio hidroquímico de la isla de La Palma, elaborado a partir del muestreo de todos los puntos donde aflora agua en la isla. En total se han realizado alrededor de 1.000 análisis, que abarcan el período de tiempo correspondiente a las dos últimas décadas.

I.3.1.- EVOLUCION NATURAL DE LAS AGUAS.

El agua en la naturaleza nunca es esa sustancia pura compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, sino que lleva incorporadas otras sustancias que son las que finalmente le darán el calificativo a su calidad. El agua comienza a adquirir estas sustancias a lo largo de su recorrido por la atmósfera, disolviendo gases. Cuando el agua de lluvia alcanza el terreno adquiere, también por disolución, elementos presentes en el suelo, ya sean los propios componentes, ligados a su formación, como aquellos elementos arrastrados por la brisa marina. Estos últimos son tanto mayores, o se presentan en mayor concentración, cuanto más baja sea la cota y más cerca se sitúen de la orilla del mar. Por tanto, justo cuando el agua inicia su camino a través del terreno (infiltración) lleva ya incorporadas sustancias; de tal forma que su concentración será mayor a cotas más bajas y menor a sotavento de la isla que a barlovento.

Desde que el agua comienza a infiltrarse hasta que alcanza la zona saturada (acuífero), tiene que recorrer en ocasiones varios centenares de metros de terreno formado por rocas de diversa naturaleza. El camino que recorre es generalmente vertical o con una componente vertical mucho mayor que la horizontal, impulsada por la gravedad que le obliga a descender y filtrarse a través de las grietas uoquedades del terreno. Durante este contacto con el terreno, el agua va adquiriendo más sustancias y poco a poco va aumentando su contenido en sales. La concentración de sales disueltas depende de varios factores, entre los que cabe destacar:

- 1.- La concentración de sales que tenía antes de comenzar la infiltración.
- 2.- La naturaleza del terreno que atraviesa.
- 3.- El espesor del terreno atravesado.

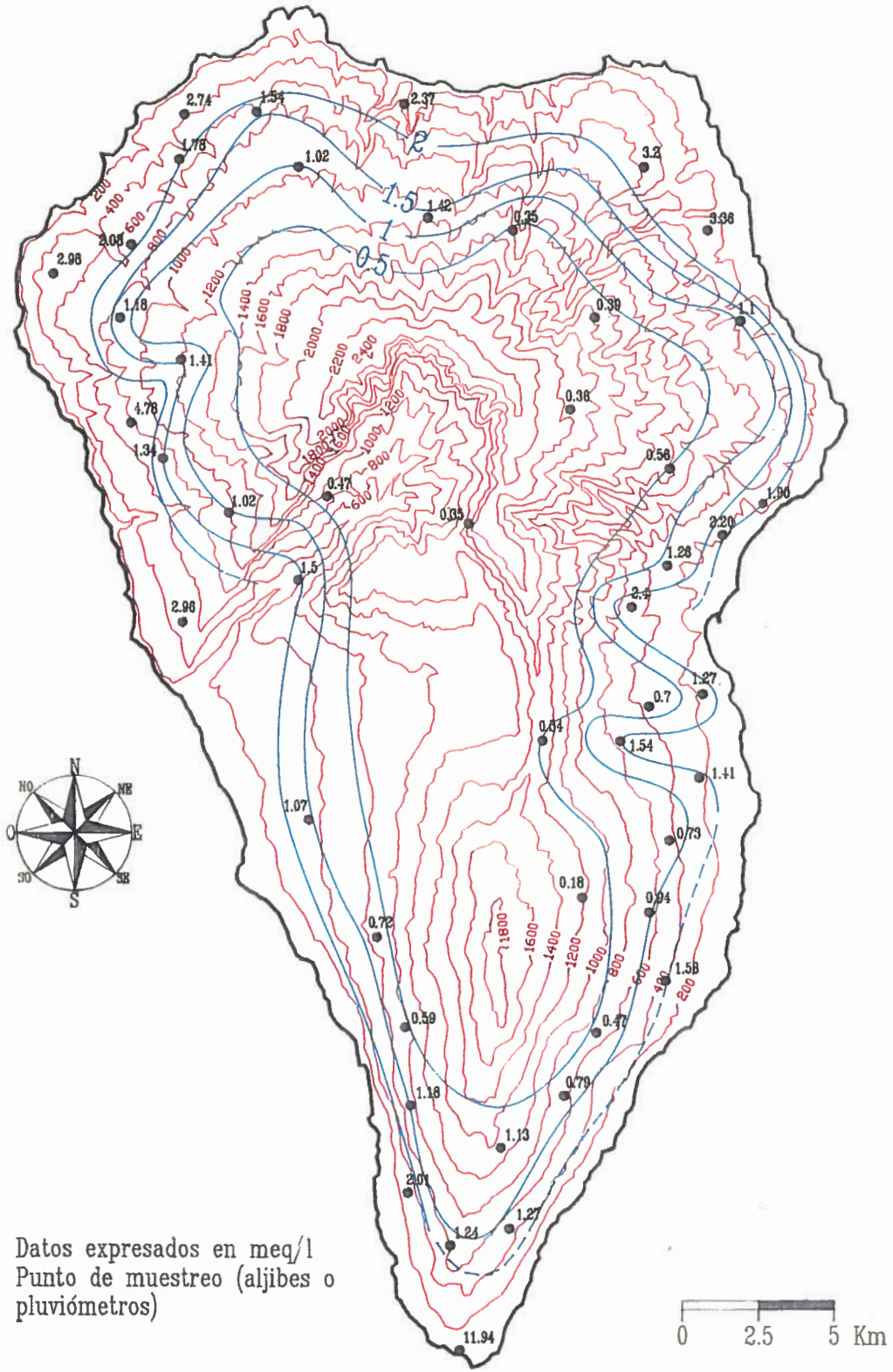
4.- El tiempo que emplea en atravesarlo.

Una vez que el agua alcanza el acuífero, su camino que hasta ahora era vertical sufre una variación. El agua del acuífero, que rellena completamente el volumen de huecos y fisuras le impide descender, con lo que no le queda más remedio que ir resbalando por la superficie del acuífero y mediante las fisuras, grietas y oquedades, dirigirse de forma radial hacia la costa para descargar al mar. Durante este recorrido por el acuífero, el agua emplea más tiempo que durante el recorrido por la zona no saturada. Por este motivo, las sustancias que adquiere están en mayor contenido en el acuífero que durante todo el resto del recorrido descrito. Al final, cuando se produce la descarga del acuífero al mar, el agua dulce presenta un contenido en sales que de alguna forma indica cuál ha sido el terreno que ha atravesado y cuánto tiempo ha empleado para ello.

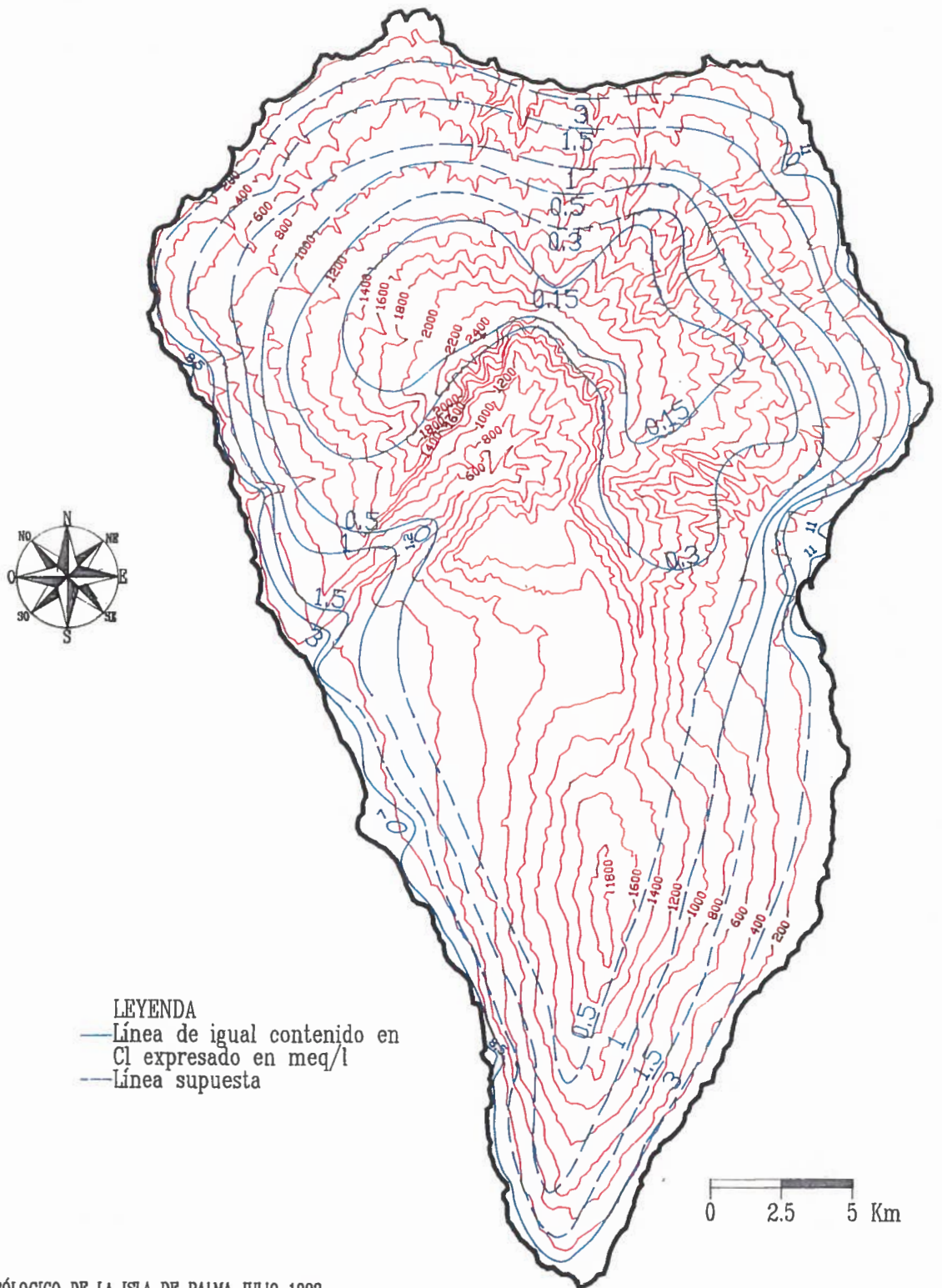
Hasta aquí se ha descrito la evolución de las aguas en ausencia de contaminaciones que alteran los contenidos disueltos en el agua. En la isla de La Palma todo este recorrido descrito no genera un aporte importante de sales. No se dispone de análisis de agua subterránea en acuíferos costeros antes de que se produjese algún tipo de contaminación. No obstante, se puede intuir, por análisis efectuados al poco tiempo de entrar en funcionamiento algunos pozos costeros, que en ausencia de todo tipo de contaminación la conductividad (índice hidroquímico que refleja el contenido total de sales), en zonas costeras, era de 300 $\mu\text{mhos/cm}$; lo cual indica una calidad excelente junto con un tiempo de permanencia del agua en el subsuelo muy corto.

Como resumen de todo lo expuesto, cabe remarcar que el agua subterránea de la isla de La Palma, en ausencia total de todo tipo de contaminación, presenta una calidad idónea para cualquier tipo de uso. Desgraciadamente existen contaminaciones del agua subterránea que alteran totalmente su calidad; hasta el punto de que en algunos casos, estas aguas contaminadas quedan invalidadas hasta para los usos más permisivos.

CONTENIDO EN IÓN CLORURO DE LAS AGUAS DE INFILTRACIÓN



CONTENIDO EN IÓN CLORURO DEL AGUA DEL ACUÍFERO INSULAR



PLAN HIDROLÓGICO DE LA ISLA DE PALMA JULIO 1992

I.3.2.- CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA.

Cuatro son los tipos de contaminación que se han detectado en las aguas subterráneas de la isla de La Palma. La que afecta a una mayor superficie del acuífero es una contaminación natural originada por aporte de dióxido de carbono. Las tres restantes, con zonas de influencia mucho menores, están provocadas por el hombre y más concretamente por su mal hacer y uso indebido. Por orden de su importancia negativa, estas contaminaciones son: la intrusión marina, los excedentes de riego y los vertidos urbanos. Veamos cada una de ellas y sus zonas de influencia.

I.3.2.1.- Contaminación natural: Contaminación por dióxido de carbono.

Este tipo de contaminación está provocada por las emanaciones de dióxido de carbono (CO_2), debido a un proceso de volcanismo latente o quizás activo y relegado por el momento sólo a esta tímida manifestación. En otros casos puede ser debido a la disolución del dióxido de carbono que se halla incorporado a los terrenos volcánicos de reciente formación. En cualquier caso, la contaminación consiste en la disolución de este gas en el agua y con ello en la formación de ácido carbónico (CO_2H_2), que disminuye el pH y por tanto aumenta la agresividad. Debido a ésto el agua aumenta su poder de disolución y va adquiriendo sodio, magnesio y calcio, que reaccionando con el ácido carbónico da lugar a la formación de sales del tipo de los bicarbonatos, que al ser sales aumentan el pH y con ello tienden a anular la agresividad del agua y como consecuencia su poder de disolución. Este proceso descrito, en ocasiones es continuo, esto es, mientras va adquiriendo sales también disuelve dióxido de carbono y el equilibrio al que tendía inicialmente se rompe por nueva formación de ácido carbónico y por tanto aumenta aún más el contenido en sales. El resultado final es la de un agua con elevados contenidos en bicarbonatos que le hacen alcanzar conductividades de hasta 3.000 $\mu\text{mhos/cm}$ (recuérdese la conductividad de 300 $\mu\text{mhos/cm}$ para las aguas subterráneas en ausencia de contaminaciones y téngase en cuenta que a partir de 1.500 $\mu\text{mhos/cm}$ el agua comienza a no ser potable y a no poder usarse para riego).

Este caso de contaminación no es exclusivo de la isla de La Palma, el mismo proceso y de dimensiones relativas similares se ha detectado en El Hierro y en Tenerife. Se ha estudiado para la isla de El Hierro, cuánto sería el coste de tratamiento de estas aguas para que alcanzasen unos contenidos en sales aceptables para el consumo (inferiores a 1.000 $\mu\text{mhos/cm}$) obteniéndose que oscilaría alrededor de 100 pts/ m^3 . Este precio tan caro del tratamiento es debido a que no se pueden usar plantas de ósmosis ya que el agua, por el mismo proceso por el que adquiere bicarbonatos, presenta también un elevado contenido en sílice (SiO_2) que acorta a la tercera parte la vida media de la membrana; siendo entonces obligado ir a un tratamiento por electrodiálisis con costes más elevados. Por todos estos motivos, el agua que presenta una contaminación por dióxido de carbono en elevadas proporciones, se debe desechar por el momento hasta que exista una técnica de tratamiento más barata.

La contaminación por dióxido de carbono afecta a toda aquella parte de la isla de reciente formación (geológicamente hablando). Trazando una línea de este-oeste desde Las Breñas hasta la costa correspondiente al Valle de Aridane, toda la parte sur de isla presenta este tipo de contaminación. En principio cabe pensar que el aporte de CO_2 será más elevado en el subsuelo de la dorsal por la existencia de fisuras abiertas que se explican en el apartado correspondiente a la geología. Hacia la costa debe ir disminuyendo la concentración de este gas a la par que debe ir aumentando los contenidos en bicarbo-

natos y con ello empeorando la calidad del agua.

La superficie del acuífero afectada por este tipo de contaminación es de 234 Km², que supone un 33 % sobre el total insular.

I.3.2.2.- Contaminaciones antrópicas.

Tres son las contaminaciones que ha provocado el hombre con la extracción y el uso del agua.

I.3.2.2.1.- Contaminación por intrusión marina.

Este tipo de contaminación se produce siempre en acuíferos costeros y está causado por una extracción abusiva de agua desde los pozos. El efecto de la contaminación es un empeoramiento de la calidad del agua al extraerse desde los pozos agua dulce mezclada con una cierta parte de agua salada, procedente del agua del mar infiltrada en el subsuelo. La proporción entre un agua y otra puede obligar, como de hecho ha sucedido en algunos casos al abandono del pozo. Una vez que el proceso de intrusión marina comienza, el único factor que puede evitar el desastre es una disminución en los caudales de extracción; cosa que no siempre es posible debido a la demanda de agua. Este tipo de contaminación es el causante del abandono de 42 pozos de los 69 existentes. En las zonas donde se ubican varios pozos situados a distancias próximas, el fenómeno de intrusión marina de cada uno de los pozos se va superponiendo; el resultado final es un empeoramiento no sólo de cada captación sino de todo el acuífero costero.

Se puede decir de forma general, que en la isla de La Palma el proceso de intrusión marina se ha producido, y actualmente se produce, en cada pozo que ha extraído o extrae agua por medio de una bomba. La contaminación se detecta al empeorar la calidad debido a un aumento de cloruro sódico procedente del agua de mar.

La zona con mayor extensión en este tipo de contaminación abarca el barranco de Las Angustias, el barranco de Tenisca y se extiende hacia el sur hasta la zona de Las Hoyas. Esta zona abarca 15 pozos y afecta a la mitad de las aguas que se usan en el riego del Valle de Aridane.

La contaminación por intrusión está lejos de llegar a su máximo; si no se reducen los caudales, el empeoramiento será cada vez más rápido. En el momento actual la calidad del agua extraída está rozando los límites de aceptabilidad para la agricultura. Este límite de tolerancia para riego es el único que frena la intrusión marina, pues cuando se alcanza, primero se reducen los caudales, se perfora una galería o finalmente, agotadas todas las posibilidades de mejoría, se abandona el pozo.

La siguiente zona contaminada por la intrusión es la situada en la costa de Santa Cruz de La Palma. Hasta hace varias décadas, casi todas las casas antiguas de la capital tenían un pozo y de él extraían, mediante cubos, agua de excelente calidad. La mecanización de la extracción mediante bombas, el aumento del consumo y la proliferación de pozos, rompió el equilibrio del sistema y actualmente la calidad de las aguas empeora cada año, hasta tal límite, que prácticamente todos los pozos antiguos son hoy inutilizables.

Las otras zonas señaladas en el plano como acuíferos contaminados por intrusión marina, corresponden a la zona de Breña Baja, San Andrés y Sauces y Barlovento.

La superficie afectada por este tipo de contaminación es de 27 Km² (4 % sobre la superficie total).

I.3.2.2.2.- Contaminación agrícola.

Este tipo de contaminación del acuífero se produce cuando se infiltra agua que procede del excedente de riego. La contaminación está causada por tres motivos:

- 1.- Agua infiltrada con abonos y pesticidas.
- 2.- Agua usada en la agricultura que ya presenta una contaminación por intrusión marina.
- 3.- Agua de riego extraída del acuífero que ya presenta las dos contaminaciones anteriores.

En diversos estudios se ha evaluado, que el porcentaje de agua de riego que se infiltra hacia el subsuelo, puede llegar a ser en esta isla del orden del 30 %. Este porcentaje es menor cuando se usan riegos tecnificados, que en general no existen en La Palma ya que en la mayoría de los casos se usa el riego "a manta", que emplea una dotación de hasta 20.000 m³/ha año en el Valle de Aridane. Los efectos de esta contaminación consisten en un aumento de la conductividad en menor medida que las dos contaminaciones ya descritas, y debido principalmente al aumento de los contenidos en nitratos, sulfatos y cloruros. Cabe señalar que un contenido en nitratos superior a 50 mgr/l invalida las aguas para uso urbano. Lo preocupante de esta contaminación, a diferencia de las anteriores, radica en el aumento de nitratos que pueden llegar a inutilizar un acuífero para otros futuros usos.

En La Palma, la práctica totalidad de los pozos se sitúa en las mismas zonas donde se ha producido el desarrollo agrícola y se ha comentado ya que la mayoría, por no decir todos, presentan una creciente contaminación por intrusión marina. Como estos pozos extraen el agua del acuífero situado debajo de las zonas de riego, se produce un reciclado de contaminaciones, con lo que el aumento de conductividad se produce por doble motivo contaminante, aunque el de intrusión marina es mucho más acusado que el agrícola.

El acuífero costero de la isla con mayor contaminación agrícola es el Valle de Aridane, debido a que es la zona de mayor extensión de agricultura de regadío. Le sigue la zona de Santa Cruz y continúa con toda aquella parcela donde se esté cultivando platanera, que es el cultivo que más agua consume y, por el método de riego usado que provoca una mayor infiltración por excedentes, el que más contamina el acuífero. Cabe comentar que el creciente desarrollo de agricultura de regadío en Fuencaliente, que debe producir una contaminación similar al resto, no presenta la trascendencia de los otros debido a que el acuífero situado debajo de los cultivos no se explota y además está contaminado por aportes de dióxido de carbono. No obstante, deberá tenerse en cuenta este factor contaminante, ante la posible ubicación de una infraestructura turística que demande agua desalada de esta misma zona.

En superficie, la zona afectada por esta contaminación se extiende a lo largo de 4.250 ha, que representa un 6 % sobre el total insular.

I.3.2.2.3.- Contaminación urbana.

Este tipo de contaminación está causado por la infiltración hacia el acuífero de las aguas negras procedentes del uso domiciliario. Normalmente este hecho es debido a la ausencia o mal funcionamiento de la red de saneamiento. Los efectos de esta contaminación sobre las aguas del acuífero consisten en el aumento de ciertos componentes que pueden llegar a ser peligrosos para el hombre. Entre estos cabe citar: nitritos, amonio, fosfatos y metales pesados. Los análisis de agua que se han efectuado en la isla de La Palma son físico-químicos y no son, por tanto, los más idóneos para detectar este tipo de contaminación, pues resultan más efectivos los análisis bacteriológicos. No obstante y en base a estos datos, las zonas contaminadas por vertidos urbanos son las de Santa Cruz de La Palma, Breña Baja y la zona costera del acuífero del Valle de Aridane.

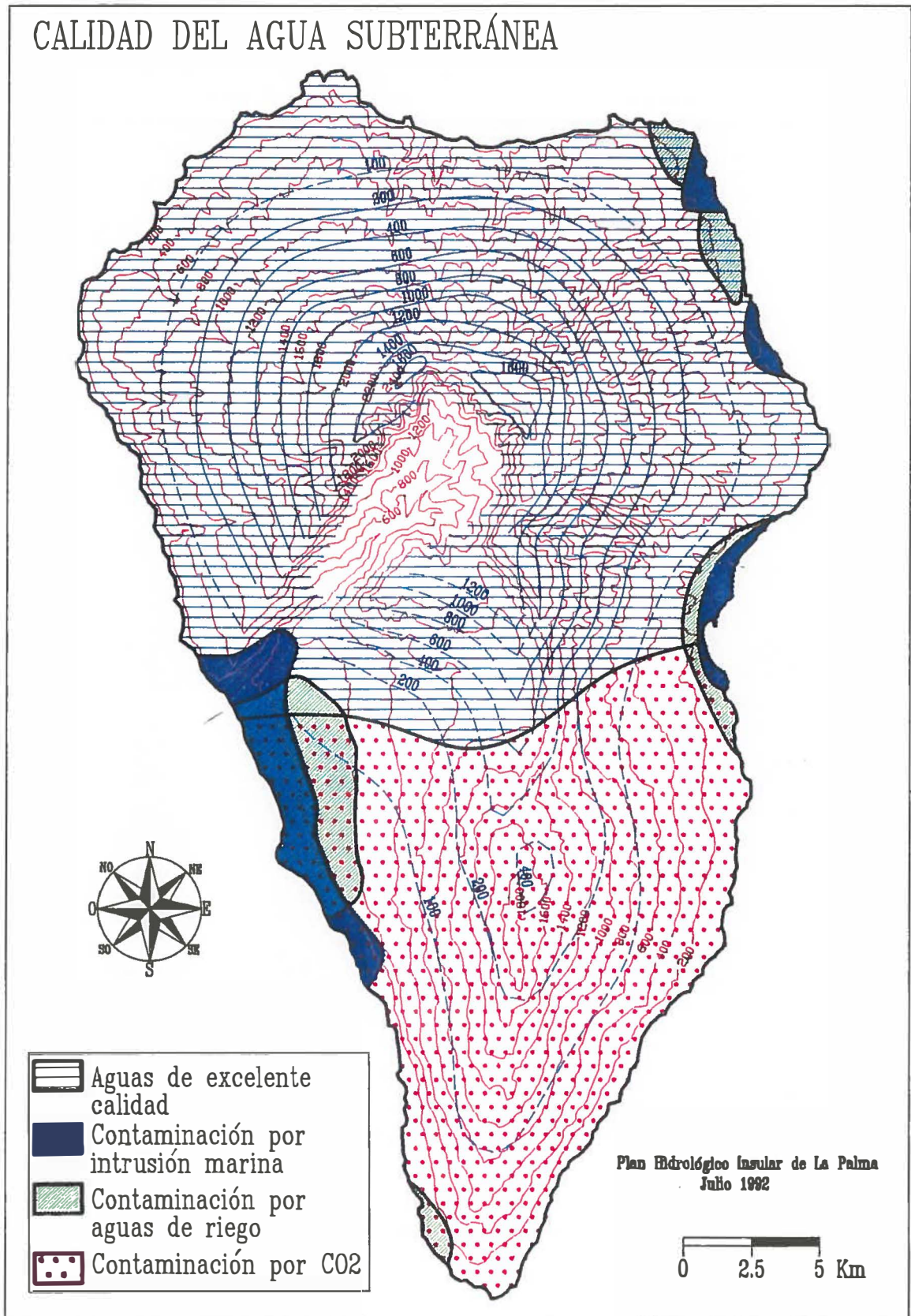
I.3.3.- RESUMEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA ISLA DE LA PALMA.

En ausencia de todo tipo de contaminación la calidad del agua subterránea es excelente para cualquier tipo de uso. La conductividad del agua en todo el acuífero, desde la cumbre hasta la costa, oscila entre 50 y 300 $\mu\text{mhos/cm}$ que la convierte en un agua mejor que la mayoría de las aguas que se venden embotelladas. Esta calidad es la que se obtiene de los nacientes y galerías situados en la mitad norte de la isla.

Existen cuatro tipos de contaminación del agua subterránea: una de origen natural y tres causadas por el hombre. La contaminación natural, por aporte de dióxido de carbono, es capaz de empeorar la calidad del agua hasta tal punto, que no sirva para ningún tipo de uso. Esta contaminación se extiende a lo largo y ancho de toda la mitad sur de la isla.

Las otras tres contaminaciones antrópicas están causadas: una, por el hecho físico de la extracción de aguas debido a un excesivo caudal de bombeo (proceso de intrusión marina), y las otras dos, por el propio uso del agua (contaminación agrícola) y la falta de tratamiento de depuración (contaminación urbana). De estas tres contaminaciones, la que provoca un mayor empeoramiento de la calidad, desde el punto de vista del aumento de la conductividad, es la intrusión marina. En cambio, desde el punto de vista sanitario, para el consumo humano pueden revestir más peligro las contaminaciones agrícolas o urbanas.

La intrusión marina se encuentra en mayor o menor grado en las zonas donde se ubican los pozos. Las contaminaciones urbana y agrícola, en las zonas de asentamiento urbano y campos de cultivo bajo riego. En la mayoría de las ocasiones las tres ubicaciones se superponen, con lo que se producen a la vez tres tipos de contaminación y con ello el proceso de reciclado de contaminaciones.



I.4.- INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE TRANSPORTE

En apartados anteriores se ha explicado cuánta agua se consume, cómo se obtiene y qué calidad presenta; en éste, se expone cómo se efectúa el transporte desde el lugar de captación hasta el lugar de consumo.

Al objeto de ordenar la exposición de toda esta entramada red de tuberías y canales existentes en la isla (véase el plano "Esquema de la Infraestructura Hidráulica de Transporte" al final de esta memoria), se clasifican las conducciones en tres grandes grupos:

Red primaria.- Es la encargada de conducir el agua desde el punto de captación (pozos, galerías o nacientes) hasta la red de transporte. En general se trata de tuberías de acero de muy diversos diámetros pero generalmente inferiores a 10".

Red de transporte.- Son aquellas conducciones que van recogiendo el agua de la red primaria y la conducen trasladándola a los diferentes lugares de consumo. Normalmente se trata de canales construidos hace ya varias décadas, aunque últimamente van siendo sustituidos por tuberías de gran diámetro.

Red de distribución.- Una vez que con la red de transporte se alcanzan las zonas de consumo, el reparto hasta el lugar físico donde se usa, se efectúa mediante conducciones que quedan englobadas en la red de distribución.

En ciertos casos no existen algunas de estas redes; bien porque el traslado del agua desde la captación hasta la red de transporte se realiza aprovechando los cauces de barrancos (como algunas galerías del interior de la Caldera de Taburiente), o bien porque el suministro se efectúa directamente desde la captación a los usuarios (como es el caso de algunas galerías y sobre todo pozos de la Zona II).

De toda la infraestructura de conducciones únicamente parte de la red de transporte ha sido financiada por la iniciativa pública, concretamente el canal Barlovento-Fuencaliente, el canal del Cabildo, el canal Garafía-Tijarafe y las elevaciones Breña-Paso y Barros-Paso. El resto de la infraestructura: red primaria, de transporte y de distribución, ha sido ejecutada y financiada por la iniciativa privada.

Se ha realizado un inventario de conducciones elaborando una ficha para cada una de las redes de transporte, en la que se indica: el tipo, la sección, el propietario, el uso del agua y el caudal medio de transporte. Con este inventario se ha elaborado el plano de infraestructura hidráulica de conducción (al final de esta memoria), así como una valoración a precios de 1.992 de toda esta intrincada red. Esta valoración, junto con las longitudes totales de tuberías y canales, es:

VALORACION DE LA RED DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

TUBERIAS

DIAMETRO mm	LONGITUD m	VALORACION pts	VALOR TOTAL +10% (pts)
25	65.350	18.624.750	20.487.225
50	72.805	42.590.925	46.850.017
75	100.045	99.084.100	108.992.510
100	209.975	322.116.350	354.327.985
125	25.358	62.563.540	68.819.894
150	95.840	276.170.350	303.787.385
175	330	528.000	580.800
200	48.435	289.551.250	318.506.375
250	43.620	337.934.600	371.728.060
300	60.832	500.237.595	550.261.354
350	9.250	101.236.500	111.360.150
400	30.162	535.109.490	588.620.439
500	9.700	159.080.000	174.988.000
600	19.902	517.268.600	568.995.460
TOTALES	791.604	3.262.096.050	3.588.305.654

CANALES

SECCION mm	LONGITUD m	VALORACION pts	VALOR TOTAL +10% (pts)
0 - 0.1	95.453	214.836.200	236.319.820
0.1 - 0.2	116.528	675.924.980	743.517.478
0.2 - 0.3	38.540	124.640.500	137.104.550
0.3 - 0.4	20.365	95.877.700	105.465.470
0.4 - 0.5	23.440	106.864.500	117.550.950
0.5 - 0.6	5.600	25.955.500	28.551.050
0.6 - 1.0	84.585	5.276.335.550	5.803.969.105
1.0 - 2.0	11.040	124.669.200	137.136.120
2.0 - 3.0	13.420	203.950.450	224.345.495
3.0 - 4.0	6.510	270.490.500	297.539.550
> 4.0	3.475	125.220.000	137.742.000
TOTALES	418.956	7.244.765.080	7.969.241.588
TUNELES DE PASO	26.565	1.195.425.000	1.314.967.500

TOMADEROS

ZONA	UNIDADES	VALORACION pts
0	4	16.000.000
I	6	24.000.000
TOT	10	40.000.000

OBRA	LONGITUD m	VALOR TOTAL pts	VALOR TOTAL pts
TUBERIAS	791.604	3.262.096.050	3.588.305.654
CANALES	418.956	7.244.765.080	7.969.241.588
TOTAL	1.210.560	10.506.861.130	11.557.547.242
TUNEL PASO	26.565	1.195.425.000	1.314.967.500
TOMADEROS		40.000.000	40.000.000
VALORACION TOTAL		11.742.286.130	12.912.514.742

En lo que sigue se describe cada una de estas redes para cada zona. Como la descripción de estas obras es de fundamental importancia para conocer el esquema hidráulico de la isla, se ha querido dejar constancia de ello. No obstante y pensando que la lectura de toda esta descripción pueda resultar tediosa y aburrida, se presenta a menor espacio, al objeto de condensarlo y que el lector no interesado pueda omitirla fácilmente y pasar al gráfico resumen de toda la infraestructura hidráulica de la isla.

I.4.1.- ZONA 0.

Abarca los términos municipales de: El Paso, Los Llanos de Aridane y Tazacorte, sin duda, la de mayor demanda de agua, debido fundamentalmente a la gran extensión de la agricultura de regadío.

Para abastecer a esta extensa zona de cultivo, se ha construido a lo largo de los años, una entramada red de recogida, transporte y distribución de agua; desde las captaciones hasta las zonas de utilización. En este sentido cabría destacar los esfuerzos realizados por dos entidades de gran trascendencia para el Valle:

- La primera, los Heredamientos de las Haciendas de Argual y Tazacorte, cuyo origen se remonta a la época de la conquista y que en la actualidad la conforman unos 1.700 herederos. Esta entidad, comienza a principios de siglo las obras de conducción que hoy en día suministran agua a la mayor parte de los cultivos del Valle, originando en muchos casos un hito y prodigio de técnica, que debe constituir un ejemplo para todos aquellos que como nosotros nos dedicamos a diseñar y proyectar obras hidráulicas.

- La segunda, la Comunidad de Aguas de Tenisca, cuyo origen procede de la fusión de tres explotaciones y que podría servir como modelo de asociación para la obtención de un bien común a todas ellas.

I.4.1.1.- Red primaria.

Esta red se divide en aguas recogidas de tomaderos, agua extraídas de los pozos y aguas procedentes de galerías.

I.4.1.1.1.- Aguas recogidas en tomaderos.

De estas obras de captación se derivan las aguas que proceden de galerías, nacientes y esorrentía del interior de la Caldera de Taburiente. Existen en esta zona cuatro tomaderos: Dos Aguas, La Estrechura, La Viña y Las Casitas. En este caso no existen conducciones como red primaria, haciendo el mismo servicio los cauces de los barrancos.

I.4.1.1.2.- Aguas extraídas de pozos.

I.4.1.1.2.1.- Barranco de Las Angustias.

Elevación Pozo Remolino.

Se trata de una conducción que eleva las aguas del pozo al canal Barros-Tendiña, a la cota 415, a través de una tubería de acero dulce de 250 mm (10") de diámetro. También puede derramar sus aguas a los canales de La Estrechura y la Viña. Su capacidad máxima es de unos 70 l/s (550 pp/h).

Elevación Pozo Duque.

Este pozo tiene la posibilidad de bombear agua a ambas vertientes del barranco de Las Angustias. Así, para la vertiente de Amagar, tiene dos tuberías de fundición de 200 mm (8") de diámetro. Una de ellas funciona como tubería de impulsión, la otra actúa conjuntamente con la elevación al canal Barros-Tendiña, del mismo diámetro, como sifón en ambos sentidos.

Elevación Pozo Zona Alta.

Tiene cuatro tuberías de fundición en elevación. De ellas dos, de 150 y 200 mm (6-8") de diámetro, elevan el agua al canal Intermedio en el pago conocido como "Tierra de Cebada". Las otras dos, también de 150 y 200 mm (6-8"), elevan al canal Argual-Triana. La capacidad máxima de bombeo, ha sido de 192 l/s (= 1.475 pp/h) pero normalmente no excede de 80 l/s (= 600 pp/h).

Elevación Pozo Prosperidad.

Al igual que el Pozo Duque, éste puede derivar agua hacia las dos vertientes de barranco. Para la vertiente del Valle, eleva a los canales de la Hidráulica de Tazacorte I y II mediante una tubería de 200 mm (8") de diámetro, mientras que para la vertiente de Tijarafe eleva mediante dos tubos de 200 mm (8") de diámetro. El primero llega hasta el canal Prosperidad a la cota 390, con una capacidad para 800 pp/h, aunque la bomba ubicada en el pozo sólo consigue impulsar unas 550 pp/h. Esta tubería también conecta con el canal de Amagar. El segundo eleva el agua al canal Prosperidad Alto, situado a una cota de 505 m. En este caso, la capacidad de elevación es de 450 pp/h (= 59 l/s). Esta última elevación puede dar agua también a la Cuneta de La Prosperidad.

Elevación Pozo Morriña.

Se trata de una tubería de fundición de 250 mm (10") de diámetro que puede elevar agua al canal Intermedio a la cota 250, y a los de la Hidráulica de Tazacorte I y II a la cota 150, aunque en este último caso los vertidos son bastante esporádicos. La capacidad máxima es de unas 700 pp/h (= 90 l/s), siendo 500 pp/h (= 65 l/s) el caudal medio.

Elevación Pozo Pedro Gómez.

En la actualidad bombea a través del Pozo Morriña al que accede mediante una tubería de 150 mm (6") de diámetro.

I.4.1.1.2.2.- Barranco de Tenisca.

Elevación Pozo Fuerza de Tenisca.

Se trata de una tubería de fundición de 200 mm (8") de diámetro, que eleva el agua desde el pozo hasta el canal Bajo de Tenisca a la cota 150. Su capacidad de conducción se cifra en unas 450 pp/h (= 59 l/s), aunque en la actualidad el pozo no da más de 200 pp/h (= 26 l/s).

Elevación Pozo Heredamiento de San Miguel.

Se trata de una tubería de fundición de 250 mm (10") de diámetro, que eleva el agua a la cota 150, en el comienzo del canal Bajo de Tenisca. Esta elevación también tiene la posibilidad de trasvasar agua al canal de Hidráulica de Tzacorte I. La capacidad de elevación máxima es de unas 300 pp/h (= 40 l/s).

Elevación Pozo El Salto.

Este pozo tiene dos posibilidades a la hora de bombear el agua. Por un lado tiene 2 tuberías de fundición de 200 mm (8") que permiten la elevación de agua hasta el Estanque de La Cruz a la cota 200, comienzo del canal Alto de Tenisca. La otra posibilidad consiste en elevar el agua hasta el mismo punto que el pozo Fuerza de Tenisca, mediante otras dos tuberías de 200 mm (8"). La capacidad máxima de elevación se cifra en unas 1.500 pp/h (= 200 l/s).

I.4.1.1.2.3.- Franja Costera.

Elevación Pozo San Antonio.

Se trata de una conducción que parte del pozo y eleva el agua hasta la cota 300. Tiene un primer tramo de 5.500 m de tubería de PVC de 300 mm (12") de diámetro, enterrada, que va bordeando la costa de Tzacorte hasta el pago de "Las Hoyas" donde conecta con el canal Guirres-Charco Verde. Desde este punto continúa en elevación, ahora con un diámetro de 250 mm (10"), hasta la cota 300 donde vierte sus aguas al canal de Distribución Las Hoyas. La capacidad máxima de elevación es de 900 pp/h (=120 l/s), sin embargo, en la actualidad no sobrepasa las 540 pp/h (= 72 l/s).

Elevación Pozo San Isidro.

Se trata de una impulsión con dos tramos diferenciados. El primero es una tubería de fundición de 200 mm (8") de diámetro. El segundo, es una tubería de fibrocemento de 250 mm (10") de diámetro. A lo largo de su recorrido tiene conexiones con los canales Bajo y Alto de Tenisca, para terminar en el lugar conocido como "Cruz de Malpaís", vertiendo al canal de Malpaís. Su capacidad máxima es de unos 50 l/s (= 375 pp/h).

Elevación Pozo Peña Horeb.

Se trata de una tubería de fundición de 300 mm (12") de diámetro, que va desde el pozo hasta el pago de "Roque Molino" a la cota 440 y conforma la única fuente de alimentación de la Conducción Punta Jedey-El Manchón.

I.4.1.1.3.- Aguas procedentes de galerías.

En estos casos, la norma general es que cada galería tenga una conducción independiente que actúa como primaria y de transporte al mismo tiempo, por lo que serán incluidas en la red de transporte.

I.4.1.2.- Red de transporte.

Esta red, en la Zona 0, puede simplificarse en una serie de canales que surcan el Valle de norte a sur a distintas cotas de altura. La práctica totalidad de estas conducciones reciben aguas de todas las procedencias, conduciéndola, casi siempre por gravedad, hasta las distintas salidas de la red de distribución. Además, existen numerosas conexiones mediante bajantes, de tal manera que el agua del canal con mayor cota, puede desviarse a cualquiera de los que están por debajo de él.

I.4.1.2.1.- Canales Norte-Sur.

Se trata de conducciones que surcan El Valle en dirección norte-sur a distintas alturas. De mayor a menor cota, los más importantes son las siguientes:

I.4.1.2.1.1.- Conducción Minaderos-Valle.

Parte de la caja 38 de la conducción Minaderos, con un primer tramo en sifón, de tubería de hierro galvanizado de 150 mm (6") de diámetro que finaliza a la cota 610. El segundo tramo, parte del final del sifón, tratándose de una tubería de fibrocemento del mismo diámetro que termina en las tanquillas de la Cruz Chica a la cota 600. Su capacidad de transporte se puede cifrar en unas 375 pp/h (50 l/s).

I.4.1.2.1.2.- Canal El Time-Balsa Cuatro Caminos.

Se trata de la 3ª y 4ª fase de la prolongación del canal Garafía-Tijarafe, por lo que las aguas que transporte proceden de la zona I.

Comienza en el depósito regulador de El Time, con una tubería de fibrocemento de 400 mm (16") de diámetro y capacidad de 134 l/s (= 1.00 pp/h). Cruza el barranco de Las Angustias mediante un sifón de tubería de acero galvanizado del mismo diámetro, para finalizar en un depósito regulador (500 m³) y estación de bombeo situado en el paraje del "Lomo de Los Caballos", a la cota 465. Llegado a este punto, existen dos variantes para la continuación. La primera consiste en una conducción de tubería de fibrocemento de 400 (16") de diámetro, hasta el depósito regulador de Los Llanos de Aridane, con una capacidad, al igual que en las fases precedentes, de 1.000 pp/h (134 l/s). La segunda alternativa, consiste en una impulsión desde la estación de bombeo, mediante 3 bombas de 29,33 l/s cada una (88 l/s en total), a través de una tubería de 300 mm (12") de diámetro hasta una arqueta situada a la cota 515, para una vez alcanzada esa cota, volver a conectar mediante un bajante con la tubería de 400 mm. Con esta elevación se pretende poner en carga la tubería en determinados períodos, con el fin de poder suministrar agua de riego a los cultivos emplazados a cotas superiores a la traza de la conducción.

A partir del depósito regulador de Los Llanos de Aridane, se continúa con un tramo de unos 800 m de tubería de 300 mm (12") de diámetro, para terminar con un diámetro de 250 mm (10") y una capacidad de 330 pp/h (44 l/s) en la balsa de Cuatro Caminos, con la que se unirá mediante un bajante con capacidad para 44 l/s (330 pp/h).

Durante el desarrollo y ejecución de estas fases, se ha previsto otra impulsión que parte de la arqueta de la cota 515 con una tubería de 150 mm (6") de diámetro, que eleve un caudal de 10 l/s hasta las tanquillas de Tenerra.

I.4.1.2.1.3.- Canal Dos Aguas-Los Hombres.

Se trata, sin lugar a dudas, de una de las mayores obras de ingeniería hidráulica de la isla, más teniendo en cuenta que los medios existentes en la fecha de su construcción, alrededor de 1.930, no eran precisamente con los que se cuenta hoy en día.

Recoge las aguas desviadas en el tomadero de Dos Aguas en el barranco de Las Angustias, a la cota 420, y en función de sus características se pueden diferenciar los siguientes tramos:

a) Desde el tomadero hasta el paraje conocido como "El Arenero" con un recorrido de 6.710 m por la margen izquierda del barranco. Se trata de un canal de mampostería hormigonada con enlucido, que ha sido

remodelado mediante un proyecto de recrecimiento y cubrición de Junio de 1.982. Este recrecimiento ha aumentado su sección a $2,258 \text{ m}^2$, consiguiéndose con ello una capacidad de transporte máxima de 21.000 pp/h ($= 2,8 \text{ m}^3/\text{s}$).

b) Desde "El Arenero" hasta el pago de "Tendiña", se trata de un canal de hormigón con enlucido de 5.520 m de longitud y una nueva sección de $1,58 \text{ m}^2$. La capacidad de transporte que se consigue es de unas 17.000 pp/h ($= 2,27 \text{ m}^3/\text{s}$).

c) El último tramo tiene una sección de $0,4 \text{ m}^2$ ($0,80 \times 0,50 \text{ m}^2$) y una capacidad máxima de 2.500 pp/h ($= 333 \text{ l/s}$). Termina en la margen derecha del Bco. Los Hombres, pasada la balsa construida recientemente en Cuatro Caminos a la cota 385, después de recorrer una longitud de aproximadamente 7.300 m .

I.4.1.2.1.4.- Canal Argual-Triana.

Es un canal de hormigón con enlucido, a cielo abierto y con tapa. Comienza en el final de la elevación del pozo Zona Alta a la cota 310 y transcurre durante prácticamente todo su recorrido, paralelamente a la Acequia de Argual. Con una sección de $0,202 \text{ m}^2$, tiene capacidad para transportar unas 1.000 pp/h ($= 133 \text{ l/s}$). Finaliza en el callejón de Cañana, al este de la Montaña de La Laguna, a la cota 300.

I.4.1.2.1.5.- Canal Estrechura-Las Norias.

Se trata de una conducción continua, pero que va variando de sección, propietario y nombre a lo largo de su recorrido, por lo que se diferenciarán los siguiente tramos:

a) Comienza en el Tomadero de La Estrechura a la cota 350, donde recoge las aguas desviadas del barranco de Las Angustias, para finalizar en las tanquillas del bajante de Hidráulica de Argual, a la cota 315. Este tramo, de aproximadamente 5.200 m de longitud, está construido en mampostería hormigonada con enlucido, de $0,3 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,6 \text{ m}^2$) de sección, que le permite transportar unas 1.500 pp/h ($= 200 \text{ l/s}$).

b) Comienza en la tanquilla de la Hidráulica de Argual para concluir al este de la Mña. de Las Rosas a la cota 305. El tramo desde la Hidráulica hasta la plaza de Argual, formó parte del proyecto de recrecimiento y cubrición ya mencionado, por lo que en la actualidad presenta una sección media de $0,68 \text{ m}^2$, siendo capaz de soportar un caudal máximo de 5.000 pp/h ($= 667 \text{ l/s}$). El resto de este tramo es de hormigón enlucido sin tapa, con una sección media de $0,525 \text{ m}^2$, lo que le permite transportar un caudal de 1.200 pp/h (160 l/s). La longitud total del tramo es de 3.500 m .

c) Se trata de un canal de hormigón con enlucido y sin tapa continuación del anterior. Termina al este de la Mña. de La Laguna a la cota 300. Su longitud es de 3.000 m y presenta una sección media de $0,275 \text{ m}^2$, con capacidad para transportar unas 1.200 pp/h (160 l/s).

d) Recientemente reemplazado por una tubería de fibrocemento de 500 mm ($20''$) de diámetro, enlaza con el anterior para terminar, después de recorrer aproximadamente 2.700 m , en las cercanías de la carretera de Los Llanos a Pto.Naos, en su cruce con la cota 290. Su capacidad de transporte es de 1.200 pp/h (160 l/s).

I.4.1.2.1.6.- Canal Intermedio.

Comienza en la margen izquierda del barranco de Las Angustias, al final de la primera elevación del pozo Zona Alta, en la cota 265. Se trata de un canal de hormigón con enlucido, de 7.700 m de longitud con 310 m de túnel y 1.890 m enterrado. A lo largo de su recorrido se encuentra con dos barrancos, que son salvados mediante sifones de tubería de fibrocemento de 400 mm (16") de diámetro. Con una sección de 0,2 m², es capaz de transportar hasta 1.200 pp/h (160 l/s), antes de finalizar a la cota 225 en el paraje conocido como "El Hoyo".

I.4.1.2.1.7.- Canal Alto de Tenisca.

Parte del depósito de "La Cruz", por encima del casco urbano de Tzacorte a la cota 200. Se trata de un canal de hormigón con enlucido, aunque tiene un primer tramo compuesto por dos tuberías de fibrocemento de 350 y 250 mm (12-10") de diámetro, enterradas. Con una longitud total en planta de aproximadamente 6.000 m, finaliza en "Las Norias", vertiendo sobre el canal Bajo de Tenisca. Su sección media es de 0,27 m², siendo capaz de soportar un caudal de 1.500 pp/h (200 l/s).

I.4.1.2.1.8.- Canal Bajo de Tenisca.

Comienza al final de la elevación del pozo Heredamiento de San Miguel. El primer tramo es un canal de hormigón, enlucido y sin tapa, que salva el barranco de Tenisca mediante un sifón formado por dos tuberías de fibrocemento de 150 mm (6") de diámetro. A partir de aquí y hasta unos metros antes de la incorporación del canal Alto de Tenisca, ha sido remplazado por una tubería de fibrocemento de 500 mm (20") de diámetro, con capacidad para transportar unas 2.000 pp/h (267 l/s). Desde este punto hasta el final, es un tramo de 300 m de canal de hormigón de 0,22 m² que vierte las aguas en el tramo alto de la continuación del canal La Viña.

I.4.1.2.1.9.- Canal La Viña.

Recoge las aguas desviadas en los tomaderos de La Viña y Las Casitas en el barranco de Las Angustias a la cota 195, conduciéndolas por la margen izquierda del barranco, hasta las tanquillas de la Hidráulica de Tzacorte a la cota 125. Se trata de un canal excavado, en partes, en la roca. Con enlucido y de sección muy irregular (0,16-0,25 m²), tiene una longitud de 2.200 m y una capacidad de transporte de unas 1.500 pp/h (200 l/s). A partir de la antigua central hidráulica se desdobra en dos canales:

El primero, de mayor importancia por su longitud, termina en "El Remo", después de recorrer la franja costera de Tzacorte. Se trata de un canal de mampostería hormigonada con tapa, de 0,48 m² de sección, con tramos de tubería de fibrocemento de 300 mm (12") de diámetro. Después de su paso por el depósito regulador de Barranco Hondo, cambia a una sección de 0,347 m² y transcurre sin tapa, por lo que disminuye su capacidad a unas 1.000 pp/h (= 140 l/s). Existe otro cambio de sección a 0,3 m² a la altura de la Montaña de Todoque.

El segundo, de menor recorrido, termina en el pago de "San Isidro". Está construido en mampostería hormigonada, con enlucido, aunque tiene tramos de tubería de fibrocemento de 400 mm (16"). Con una sección de 0,525 m², tiene una capacidad de transporte de 1.500 pp/h (200 l/s). En las cercanías de la iglesia de Tzacorte, cambia la sección a 0,25 m².

I.4.1.2.2.- Conducciones Galerías Caldera.

Con esta clasificación se ha querido referir a un total de seis galerías de la parte baja de La Caldera de Taburiente, con conducción propia y ubicadas en su mayoría, en la margen derecha del barranco de Las Angustias.

Realizar una descripción pormenorizada de cada una de ellas es una labor que se escapa del objetivo de este resumen, por lo que serán detalladas en los anejos del presente Avance, limitándonos aquí a realizar una visión de conjunto.

En la mayoría de los casos se trata de tuberías con diámetros menores de 150 mm (6"), que tras un primer tramo en sifón finalizan en las tanquillas de la Cruz Chica o en los alrededores del paraje conocido como "Lomo de Los Caballos".

I.4.1.2.3.- Conducciones Galerías Riachuelo.

Son un total de 15 las galerías productivas que se encuentran en el barranco del Riachuelo. La mayoría de ellas vierten sus aguas en cuatro conducciones de importancia:

I.4.1.2.3.1.- Canal Hidráulica de Aridane.

Se trata de una conducción que recoge las aguas alumbradas en las galerías de La Faya, Tacote y El Fuerte y tiene cuatro tramos diferenciados en función de las características de su construcción. Comienza en la galería La Faya, en el interior de la Caldera de Taburiente, con una tubería plástica de 200 mm (8") de diámetro. A su paso por la galería El Fuerte cambia a una tubería de fibrocemento de 300 mm (12") de diámetro, con el que continúa hasta la galería La Cumbrecita. De aquí hasta las tanquillas de "Cruz Grande", en el casco urbano de El Paso, vuelve a cambiar, esta vez por una tubería de acero galvanizado de 150 mm (10") de diámetro. Su capacidad de transporte máxima se cifra en unas 175 pp/h (23,3 l/s).

I.4.1.2.3.2.- Conducción de Tabercorade.

Parte de la bocamina de la galería del mismo nombre con una tubería de acero galvanizado de 75 mm (3") de diámetro, para después de recoger las aguas de las galerías Tanausú y El Primor, terminar en las tanquillas de "Cruz Grande" en El Paso. Su capacidad máxima de transporte se cifra aproximadamente en unas 260 pp/h (35 l/s).

I.4.1.2.3.3.- Conducción Laja Azul.

Parte de la galería Laja Azul con una tubería de fundición de 200 mm (8") de diámetro, a la que se incorporan las aguas de la mayor parte de las galerías de la zona. Una vez incorporadas estas aguas la conducción cambia a una tubería de cemento de 250 mm (10") de diámetro, para posteriormente discurrir por medio de un canal de hormigón tapado hasta las tanquillas de "Cruz Grande" en El Paso. Su capacidad máxima de transporte es de 45 l/s.

I.4.1.2.3.4.- Conducción La Unica.

Parte de la galería del mismo nombre con una tubería de acero galvanizado de 100 mm (4") de diámetro, para finalizar su recorrido en las tanquillas de "Dos Pinos", después de una reducción del diámetro a 75 mm (3"). A esta conducción se le incorpora las aguas de la galería La Intermedia. Su capacidad de transporte máxima es de 90 pp/h (12 l/s).

I.4.1.3.- Red de distribución.

La gran parcelación agrícola que posee la zona, hace prácticamente imposible realizar una descripción individualizada de la red de distribución. De los canales de transporte parten un gran número de "bajantes", prácticamente uno por propietario de parcela. Estos "bajantes", debido al sistema de reparto de agua empleado en la agricultura, la "dula", son de gran capacidad de transporte, pues tienen que ser capaces de recibir la totalidad del agua transportada por el canal madre durante un tiempo establecido. En la actualidad existe una gran tendencia a la sustitución de las antiguas acequias por tuberías de fibrocemento.

Mención especial requiere la entramada red de tuberías de acero galvanizado de pequeño diámetro, que partiendo de las distintas conducciones de las galerías del barranco del Riachuelo, reparten el agua por las zonas altas del Valle, principalmente para abasto, aunque también son usadas para riego de pequeñas huertas domésticas.

I.4.2.- ZONA I.

Esta zona, de menor relevancia desde el punto de vista agrícola, se caracteriza por una mayor concentración de captaciones en la parte norte de la isla, desde donde parten las conducciones más importantes.

I.4.2.1.- Red primaria.

En esta zona, la red primaria se reduce a las conducciones que aportan agua al canal Garafía-Tijarafe, pues las demás conducciones parten, por regla general, de la bocamina de las galerías, actuando como red primaria y de transporte al mismo tiempo.

Destacaremos aquí las siguiente:

I.4.2.1.1.- Bajante Galería Los Hombres.

Se trata de una tubería de plástico de 175 mm (7") de diámetro y 330 m de longitud. Parte de la bocamina de la galería finalizando su recorrido en el canal Unión de Aguas de Garafía. En la actualidad puede transportar un caudal de 70 pp/h (= 9 l/s).

I.4.2.1.2.- Conducción Galería Fuente Nueva.

Comienza en la bocamina de la galería a la cota 1.100 y recorre una longitud en planta de 2.100 m mediante una tubería de acero galvanizado de 150 mm (6") de diámetro y 85 pp/h (= 11 l/s) de capacidad máxima. Su final se localiza en la cabecera del canal Garafía-Tijarafe a la cota 650. Esta conducción recoge también las aguas del canal Unión de Aguas de Garafía, en las tanquillas ubicadas en la margen derecha del barranco de Carmona.

I.4.2.1.3.- Bajante Galería Gunderesa.

Se trata de una conducción de reciente acometida, formada por una tubería de acero galvanizado de 100 mm (4") de diámetro. Su capacidad máxima de transporte se cifra en 40 pp/h (5,3 l/s) y recoge parte de las aguas alumbradas en la galería, conduciéndolas, después de 1.250 m de recorrido, hasta el canal Garafía-Tijarafe.

I.4.2.1.4.- Elevación Pozo Noroeste.

Se trata del único pozo en producción de la zona. Eleva sus aguas mediante una tubería de 250 mm (10") de diámetro y capacidad para transportar unas 800 pp/h (107 l/s), aunque en la actualidad únicamente puede elevar 500 pp/h (67 l/s) debido a las bajadas de tensión que se producen en el fluido eléctrico, que afectan al Observatorio Astrofísico del Roque de Los Muchachos.

I.4.2.2.- Red de transporte.

Debido al fuerte incremento de demanda de agua para la agricultura en el Valle de Aridane, la red de transporte de esta Zona I no sólo se limita a conducir las aguas desde las áreas de captación a aquellas de mayor consumo, sino que en los últimos años se ha ido prolongando hasta introducirse en el Valle de Aridane, con el fin de satisfacer este incremento de demanda.

En este sentido habría que destacar las tres conducciones que realizan trasvases a la Zona 0:

I.4.2.2.1.- Canal Garafía-El Time.

Se trata de una conducción continua construida en varias fases (la primera concluida en 1.978). En la actualidad finaliza en la balsa de Cuatro Caminos en la parte sur del municipio de Los Llanos de Aridane, pero únicamente describiremos en este apartado la 1ª y 2ª fase, puesto que en la Zona 0 han sido ya descritas las dos últimas etapas.

Comienza a la cota 650, en la margen derecha del barranco de Carmona, término municipal de Garafía. Se trata de un canal de hormigón bastardo fabricado in situ, de sección circular y 600 mm (24") de diámetro que cambia a 400 mm (16") a la altura de la balsa de Puntagorda, construida por el IRYDA.

Este primer tramo, con 27.018 m de longitud, de los que 4.177 son en túnel, llega hasta la margen izquierda del barranco de Cueva Grande, cerca del casco urbano de Tijarafe. A lo largo de su recorrido tiene que salvar un total 12 barrancos, lo que se realiza mediante sifones de tubería de fundición dúctil de 600 ó 400 mm (24-16") de diámetro.

La capacidad máxima de transporte que se refleja en el proyecto es de 2.625 pp/h (350 l/s) para el tramo de 600 mm y de 1.125 pp/h (150 l/s) para el de 400 mm. Sin embargo, según se desprende de la encuesta realizada, hoy en día comienzan a producirse problemas con 700 pp/h (93 l/s).

El segundo tramo consiste en una prolongación del canal, mediante una tubería de fibrocemento de 400 mm (16") de diámetro, que finaliza en un depósito regulador construido en las proximidades del mirador de El Time a la cota 475. A lo largo de sus 8.452 m de recorrido cruza un total de cinco barrancos, siendo el del Jurado el de mayor importancia. Estos accidentes naturales son salvados mediante 1.430 m de sifones de tubería de fundición dúctil de 400 mm (16") de diámetro.

La capacidad máxima de transporte de esta fase se cifra en unas 1.000 pp/h (134 l/s).

I.4.2.2.2.- Conducción Galería Minaderos.

Parte de la galería del mismo nombre, situada en el término municipal de Garafía a la cota 1.400. Termina su recorrido en el paraje de El Lomito a la cota 725. Su fecha aproximada de construcción es 1.964, sin embargo, en abril de 1.975 fue repuesta en su totalidad por una tubería de fibrocemento de 300 mm (12") de diámetro a cielo abierto, con varios tramos en túnel.

Con una longitud total de 34.670 m, su capacidad máxima de transporte probada es de unas 600 pp/h (=80 l/s).

En esta conducción cabe destacar el ramal conocido como "Minaderos-Valle", sin embargo es en el apartado correspondiente a la Zona 0 donde se han ofrecido más detalles.

I.4.2.2.3.- Conducción Aguatabar.

La galería está emboquillada a la cota 615 en el término municipal de Tijarafe, de ella parten dos ramales, que conducen el agua en dos sentido opuestos.

El primero, toma dirección norte con una tubería de fibrocemento de 300 mm (12") de diámetro, que a los 400 m cambia a una de acero galvanizado de 100 mm (4"). Finaliza su recorrido en un depósito situado en la margen izquierda del barranco del Chupadero en el lugar conocido como "Las Breveras", a la cota 610.

El segundo y principal, parte de la bocamina de la galería con dirección al Valle de Aridane mediante una tubería de fibrocemento 300 mm (12") de diámetro. A lo largo de su recorrido a media ladera del término de Tijarafe, salva 7 barrancos mediante 355 m de sifones de tubería de acero estriado del mismo diámetro. En un principio su final se encontraba en El Time a la cota 545, sin embargo, es de reciente ejecución la prolongación hasta el "Lomo de Los Caballos" mediante un sifón, que se estudia en el apartado correspondiente de la Zona 0.

La capacidad de transporte del ramal principal, es de 80 l/s (600 pp/h).

Las demás conducciones de la red de transporte son más bien de ámbito local y por tanto de menor interés general, por lo que serán definidas en los anejos del presente Avance.

I.4.2.3.- Red de distribución.

En esta red tiene una mayor importancia las conducciones con destino al abasto, pues a excepción de las zonas bajas del municipio de Tijarafe, la agricultura no se encuentra muy extendida.

Si analizamos las dos conducciones de mayor caudal de transporte, canal Garafía-Tijarafe (1ª y 2ª Fase) y Conducción de Minaderos, tenemos que:

La primera posee 38 cajas de reparto que suministran agua a la franja costera de la Zona 1, por debajo de la cota 525. Sus longitudes varían entre los 500 y los 1.000 m y predominan las tuberías galvanizadas de 4-6" de diámetro, aunque posteriormente, o incluso desde las cajas de reparto, parten un gran número de ellas con diámetros inferiores a 3".

En cuanto a la segunda, el número de cajas de reparto es de aproximadamente 44, preparadas para disponer de 12 salidas por caja, aunque únicamente se usan una media de 4. En este caso, las longitudes son mayores y normalmente no sobrepasan las 4" de diámetro, siendo mayoritarias las de 1".

Por lo que a las demás conducciones se refiere, a excepción de Aguatabar, con 11 cajas de reparto y tuberías con diámetros no mayores de 3", y los canales de La Prosperidad que abastecen a la franja costera de Tijarafe, no presentan una red de distribución importante limitándose prácticamente a conducir el agua hasta las zonas de consumo.

I.4.3.- ZONA II.

I.4.3.1.- Red primaria.

El total de agua extraída de galerías, nacientes y pozos en la zona II es del orden de 33,37 hm³/año.

De este agua que es transportada por la red primaria, 27,57 hm³/año proceden de galerías y nacientes y 5,8 hm³/año se extraen de pozos.

A continuación se presentan las principales conducciones de la red primaria con sus características técnicas.

I.4.3.1.1.- Conducciones de galerías.

I.4.3.1.1.1.- Barlovento.

Canal de la Galería Girineldos.

Partiendo de la bocamina de la galería a la cota 300 m, recorre una longitud de 2.077 m. Es un canal de hormigón de 0,12 m² de sección y 150 pp/h (20 l/s) de capacidad media. Finaliza su recorrido en la margen derecha del Barranco Abreu. Pertenecce a la Comunidad Unión de Canales de Barlovento.

Canal de la Galería Las Cuevitas.

Se trata de una conducción con tres tramos diferenciados: a) canal de mortero de hormigón de 0,160 m² de sección, b) tubería galvanizada de 6" de diámetro y c) tubería galvanizada de 3" de diámetro. El recorrido de este canal empieza en la cota 595 m, en la bocamina de la Galería de las Cuevitas y acaba en la cota 475 m, incorporándose al Bajante General a la altura de las tanquillas de la Florida. A lo largo de su recorrido atraviesa 2 túneles de longitud total conjunta de 755 m. Los tramos de tuberías metálicas pertenecen a la Comunidad de Unión de Canales de Barlovento; el canal desde la bocamina de la galería, es propiedad de la Comunidad de las Cuevitas.

Conducción de la Galería Meleno.

Parte de la bocamina de la galería a la cota 765 m y se incorpora a las tanquillas de la Laguna. Es un canal de mortero de cemento, tapado y a cielo abierto, con una sección de 0,160 m². Atraviesa el Barranco de la Piedra por medio de un sifón con una tubería de fibrocemento de 400 mm (16") de diámetro. Su capacidad media de transporte es de 375 pp/h (50 l/s). El canal pertenece a la Comunidad la Faya y Meleno, pero sus aguas son administradas por la Comunidad Unión de Canales de Barlovento.

Conducción de la Galería Loros Bajos.

Parte de la bocamina en la cota 980 m, y finaliza en la altura de las tanquillas de la Laguna (cota 735 m). Con su diámetro de 350 mm (14"), esta tubería de fibrocemento puede transportar un caudal medio de 225 pp/h (30 l/s). A través del Bajante General puede verter sus aguas en el canal Barlovento-Fuencaliente. Esta conducción pertenece a la Comunidad Unión de Canales de Barlovento.

Canal de la Galería El Cerco.

Se trata de un canal de mortero de hormigón, cerrado y a cielo abierto con sección de 0,16 m², que conduce las aguas desde la bocamina de la galería hasta el comienzo del canal Barlovento-Fuencaliente, repartiendo sus aguas a través de 5 bajantes anteriores a la incorporación final.

Canal de la Galería Pajaritos.

Está formado por tres tramos diferentes: 1) en el primer tramo desde la bocamina de la galería se ha construido un canal de hormigón, tapado, con $0,16 \text{ m}^2$ de sección, 2) en los siguientes 300 m, hasta la tanquilla El Gamonal se ha colocado una tubería de plástico de 250 mm (10"); 3) el último tramo está compuesto por una tubería de plástico de 150 mm (6"). La capacidad media de transporte en todo el tramo es de 150 pp/h (20 l/s).

Canal Colector Sur.

El trazado de esta conducción tiene un objetivo fundamental, el transporte de las aguas de escorrentía de los Barrancos: del Agua, Herradura y Fuente de Piedra, hasta el embalse de la Laguna de Barlovento. Por lo tanto, en su recorrido atraviesa dos municipios; San Andrés y Sauces y Barlovento. Se trata de un canal de hormigón, con 3.155 m de longitud y hasta 61.186 pp/h ($8,15 \text{ m}^3/\text{s}$) de capacidad de transporte. En su recorrido existen 4 túneles de longitud total conjunta de 3.095 m, donde el canal es destapado. En los últimos 60 m, a cielo abierto, el canal tiene tapa de hormigón armado.

Canal Colector Oeste.

Al igual que en caso anterior la función de este conducto radica en el transporte de aguas de escorrentía de los Barrancos: Los Franceses, Los Gallegos y Los Topaciegos, hasta el embalse la Laguna de Barlovento. El trazado de este canal de hormigón pasa por 5 túneles con diferentes pendientes: 1) aproximadamente 2 % durante los primeros 2.910 m, 2) alrededor de 15 % durante los siguientes 1.590 m y 3) los últimos 1.300 m tienen una pendiente de 20 %. Durante todo el recorrido, el canal tiene una sección rectangular de $3,7 \text{ m}^2$ y capacidad de transporte de 75.075 pp/h ($10 \text{ m}^3/\text{s}$).

I.4.3.1.1.2.- San Andrés y Sauces.

Canal Río de los Sauces.

El objetivo fundamental de este canal, radica en el transporte de agua del nacimiento Caldero de Marcos, ubicado en el Barranco los Tilos, hasta la zona de consumo (casco urbano de los Sauces). Es un canal de mampostería, sin tapa y a cielo abierto, con una sección de $0,2 \text{ m}^2$ y capacidad media de transporte de 1.051 pp/h (140 l/s). El canal, con sus aguas, pertenece a la Comunidad Río de Los Sauces, que también suministra un caudal fijo de 165 l/seg proveniente de los nacientes de Marcos y Cordero.

Conducción de la Galería de los Tilos.

Lleva el agua de dos fuentes de alimentación: galerías de los Tilos y el Rincón, mediante tuberías de acero galvanizado de 8" de diámetro en el primer tramo, y de 4" en el segundo. El caudal medio transportado se estima en 52 pp/h (7 l/s) y es utilizado para alimentar el canal Barlovento-Fuencaliente.

Conducción de San Andrés.

Se trata de un canal de mampostería hormigonada, con tapa de hormigón y a cielo abierto, con una sección de $0,16 \text{ m}^2$ y capacidad media de transporte de 1.651 pp/h (220 l/s). Su trazado empieza en la galería de San Andrés y finaliza a la altura de la Galga, conectando con el canal Barlovento-Fuencaliente.

Canal de la Galería Tajadre.

El canal tiene su origen en la cota 1.170 m en la bocamina de la galería y lleva las aguas hasta las tanquillas de reparto en Llano Francisco, mediante un canal de mampostería, tapado y a cielo abierto de, $0,09 \text{ m}^2$ de sección. El caudal medio de transporte es de 323 pp/h (43 l/s) que puede regularse en verano gracias a un cierre de presión ubicado en el frente de la galería.

Canal del Mulato.

Las características técnicas de este canal de cemento, sin tapa y a cielo abierto, son: sección $0,450 \text{ m}^2$, caudal medio de transporte de 975 pp/h (130 l/s), caudal máximo registrado 2.252 pp/h (300 l/s). Tiene su origen en los tomaderos del Barranco del Agua alimentados por los nacientes Marcos y Cordero, y finaliza en las tanquillas Casa del Canal.

Conducción de la Galería El Rincón.

Se trata de una tubería galvanizada de 8" de diámetro, 38 pp/h (5 l/s) de caudal de transporte y 1.700 m de longitud en planta. Empieza su recorrido a la cota 730, en la bocamina en la galería El Rincón y finaliza en el canal Barlovento-Fuencaliente.

Conducción de la galería Garcés.

Esta conducción tiene dos tramos diferenciados: 1) canal tapado y a cielo abierto, de $0,09 \text{ m}^2$ de sección y 2) tubería galvanizada de 6" de diámetro. La longitud en planta de todo el tramo es de 1.000 m.

Conducción de la Galería la Faya.

Se trata de unas tuberías de acero galvanizado, que a lo largo de su recorrido cambian su diámetro de 6" a 4", conduciendo el agua desde la bocamina de la galería hasta la conducción de la galería Meleno. El canal pertenece a la Comunidad de La Faya, en cambio, la administración de sus aguas la lleva la Comunidad Unión de Canales de Barlovento.

I.4.3.1.1.3.- Puntallana.

Canal el Cubo - La Galga.

Lleva las aguas provinientes del Barranco El Cubo y la galería Tajadre, hasta el caserío de la Galga. Se trata de un canal de mampostería, sin tapa a cielo abierto, con $0,05 \text{ m}^2$ de sección y capacidad media de transporte de 75 pp/h (10 l/s).

Canal de La Rosita o El Cubo.

Parte desde la galería La Rosita y finaliza sobre el Lomo de Zamagallo. Se trata de canal de hormigón, tapado y a cielo abierto con $0,09 \text{ m}^2$ de sección y 225 pp/h (30 l/s) de caudal medio transportado. En los tramos en los que la pendiente es muy fuerte, el canal adopta la sección más pequeña ($0,06 \text{ m}^2$).

Risco Blanco.

Vierte hasta un 35% de su caudal total al canal Barlovento-Fuencaliente.

Corcho y Zarzalito.

Hasta canal Barlovento-Fuencaliente.

I.4.3.1.1.4.- Santa Cruz de La Palma y Breña Alta.

Conducción El Corchete - Remolinos.

Se trata de una conducción con cuatro tramos diferenciados en función de las características de construcción, que recoge las aguas alumbradas en las galerías: El Corchete, Remolinos y las Breñas. Comienza a la cota 850 m en la galería El Corchete, con una tubería de cemento de 200 mm (8") de diámetro. A continuación son dos tuberías de cemento de 200 mm (8"), que llevan el agua hasta la galería las Breñas. De aquí, el siguiente tramo está formado por un canal de hormigón de 0,16 m² de sección, tapado y a cielo abierto, que conduce las aguas hasta la salida del Barranco Juan Mayor. En el tramo final se aprovecha una tubería de cemento, enterrada y de 200 mm (8") de diámetro.

Conducción de la galería Risco Blanco I.

Tiene su origen a la cota 890 m en la galería del mismo nombre y finaliza en el canal de Hidráulica Las Nieves, a su paso por el camino Botazo. Todo el trayecto lo recorre mediante una tubería galvanizada de 4" y se estima en 338 pp/h (45 l/s) su capacidad media de transporte.

Conducción de la galería La Afortunada.

Se trata de una tubería de cemento de 200 mm (8") de diámetro, 1.050 m de longitud y 8 pp/h (1 l/s) de capacidad media de transporte, que lleva las aguas desde la galería La Afortunada (cota 710) hasta el canal Barlovento-Fuencaliente.

Conducción de la galería La Afortunada a Botazo.

Empieza su trayecto en el interior de la galería la Afortunada, a 300 m de su bocamina, y finaliza en Breña Baja, en las tanquillas "Ermita del Socorro". El primer tramo de 500 m de longitud, desde el interior de la galería al Barranco Juan Mayor, lo recorre mediante una tubería de fibrocemento de 200 mm (8") de diámetro. Con una tubería de las mismas características atraviesa en sifón el Barranco Juan Mayor y finaliza el recorrido con una tubería galvanizada de 125 mm (5"). La capacidad media de transporte es de 90 pp/h (12 l/s), durante todo el recorrido.

Conducción de la galería los Alpes.

Transporta el agua desde la galería del mismo nombre (cota 275), hasta el barrio del Pilar ubicado en Santa Cruz de la Palma, mediante una tubería galvanizada de 4" de diámetro, 1.200 m de longitud en planta y 8 pp/h (1 l/s) de caudal medio transportado.

Canal de la galería Mercedes.

Se trata de un canal de mampostería, tapado y a cielo abierto, con una sección de 0,09 m² y longitud en planta de 1.300 m. Empieza el recorrido en la galería Mercedes I, luego, el tramo entre el barranco de la Madera y el del Río lo pasa en túnel de 630 m de longitud y a continuación el canal atraviesa el barranco del Río en sifón con tubería de fibrocemento. Finaliza el trayecto incorporándose al canal Hidráulica de Las Nieves.

Canal de la galería Torbellino.

Empieza su recorrido en la galería del mismo nombre a la cota 850 m y finaliza en la tanquilla Catarata. Es un canal de mampostería, cerrado y a cielo abierto con $0,06 \text{ m}^2$ de sección, 1.000 m de longitud en planta y 120 pp/h (16 l/s) de caudal medio transportado. El canal pertenece a la Comunidad de Aguas Cascada de Oro.

Canal de la galería Catarata o Cascada de Oro.

El primer tramo parte de la galería la Catarata mediante un canal de mampostería cerrado y a cielo abierto, de $0,16 \text{ m}^2$ de sección, y finaliza en la tanquilla La Catarata. A partir de aquí hasta la incorporación al canal Barlovento-Fuencaliente, la conducción la forman tres tuberías galvanizadas de 4" de diámetro. La longitud de todo el trayecto es de 1.300 m en planta y el valor de caudal medio transportado es de 338 pp/h (45 l/s).

Canal de la Galería La Madera.

Existen dos salidas independientes desde esta galería: 1) hasta las tanquillas de la Dehesa, mediante la tubería galvanizada de 3" de diámetro y 1.550 m de la longitud en planta, 2) hasta el canal Barlovento-Fuencaliente, mediante una tubería de 250 mm (10"), que parte desde el interior de la galería (a unos 450 m de la bocamina) y conecta con el mencionado canal a través de un hueco en el piso de galería.

Conducción de la galería Salto de la Baranda.

Tiene su origen en la galería Salto de la Baranda, en la cota 724 m y finaliza en el canal Barlovento-Fuencaliente. El trayecto lo recorre mediante una tubería galvanizada de 4" de diámetro, 1.200 m de longitud en planta y 180 pp/h (24 l/s) de capacidad de transporte.

Canal de Salto de las Poyatas.

Se trata de un canal de hormigón, tapado y a cielo abierto de $0,2 \text{ m}^2$ de diámetro. El canal lleva el agua desde la galería Salto de las Poyatas hasta el camino de Llano Grande con caudal medio transportado de 188 pp/h (25 l/s).

I.4.3.1.2.- Conducciones desde los pozos.

Elevación del pozo El Roque.

Parte del pozo del mismo nombre y se incorpora al canal Barlovento-Fuencaliente, a su paso por el camino San Vicente. Se trata de una tubería de fundición de 8" de diámetro, 2.000 m de longitud en planta y 230 pp/h (30 l/s) de capacidad media de transporte. Existe un ramal hasta las tanquillas de las Dehesas con una tubería de fibrocemento de 8", que transporta el agua para el consumo urbano.

Elevación del pozo El Carmen.

Este pozo tiene en su tramo de 2.500 m de longitud, dos tuberías de 10" y 9" de diámetro, que conectan el pozo ubicado en la cota 140 m, con el canal Barlovento-Fuencaliente. El tiempo medio de elevación es de 5.000 h/año (1.990) y la energía eléctrica es de aproximadamente 2.000.000 Kw/año (1.990).

Elevación del pozo Las Lajas.

El pozo eleva sus aguas al canal Barlovento-Fuencaliente, desde la cota 295 m, mediante una tubería de 1.250 m de longitud y 12" de diámetro, durante aproximadamente 6.000 h/año (en 9 meses eleva 24 h al día y en los 3 meses restantes está parado en horas puntas).

Elevación del pozo Amargavino.

Se trata de una tubería de 444 m de longitud y 10" de diámetro, que parte desde la cota 395 m (brocal del pozo) y finaliza en el canal Barlovento-Fuencaliente. Está activo durante 2 meses al año, y normalmente eleva por la noche.

Elevación del pozo Miraflores.

Tiene su origen en el pozo del mismo nombre en la cota 325 m y finaliza en la cota 500 m incorporándose al canal Barlovento-Fuencaliente. El trayecto lo recorre mediante una tubería de 325 m de longitud y 10" de diámetro.

Elevación del pozo Tenagua.

Se trata de una tubería de 12" y de 1048 m de longitud, que eleva las aguas del pozo del mismo nombre al Canal Barlovento-Fuencaliente, aproximadamente 1440 h/año (año 1990).

Las conducciones de todos los demás pozos activos de esta zona: la Caldereta, Campo de Fútbol, El Rustón, H.Mario Fernández, El Espigón, California, Unelco, no forman la red primaria; destinan su caudal directamente al consumo agrícola e industrial (pozo Unelco), mediante tuberías de entre 6" y 8" de diámetro.

I.4.3.2.- Red de transporte.

Se ha escogido los canales que por su cota, longitud o caudal son la base esencial de transporte de agua de la zona II. Estos canales son: canal Barlovento-Fuencaliente, canal Intermunicipal (Cabildo) y Unión de Canales.

I.4.3.2.1.- Canal Barlovento-Fuencaliente.

Su cota de origen es 515 m y su cota final 385 m. Tiene una longitud total de 80.725 m y sección de 0,72 m². Es de hormigón, con tapa de hormigón armado.

Del caudal anual transportado (1990), 6,6 hm³/año proceden de galerías y nacientes y 2,98 hm³/año de pozos.

La importancia de este canal radica en este caudal que transporta (9,58 hm³ durante el año 1.990) y también en su ámbito comarcal, ya que abarca todos los municipios de la zona II: Barlovento, San Andrés y Sauces, Puntallana, S/C de La Palma, Breña Baja, Breña Alta, Mazo y Fuencaliente. Los ayuntamientos de: Breña Alta, Breña Baja, Mazo y Fuencaliente no disponen de sus propios recursos hidráulicos. La demanda urbana y agrícola de estos municipios está cubierta en un 50 % a través del canal Barlovento-Fuencaliente.

El caudal total transportado por este canal se destina a:

- 1) consumo urbano, 6,5% (0,613 hm³/año)

2) consumo agrícola, 81% (7,71 hm³/año).
Las pérdidas se estiman en un 12% (1,17 hm³/año)

Unión de Canales.

Está formado por cuatro canales: Hidráulica de las Nieves, Remolinos, Ledas y Mazo, que en realidad forman una sola conducción, administrada por la comunidad Unión de Canales.

El sistema de reparto del agua consiste en la distribución durante un cierto tiempo, llamado "dula", del caudal total circulante por el canal. El año completa 29 dulas y 1 dula tiene 12 días y medio (aproximadamente 300 h). El cálculo de reparto corresponde a la participación y dula.

El caudal transportado por el canal (año 1.990), se estima en 4,8 hm³/año y va destinado a: 1) abastecimiento urbano, 0,8 hm³/año (16 %) del caudal transportado, 2) abastecimiento agrícola, 3,85 hm³/año (80 % del caudal transportado).

El porcentaje de pérdidas actuales obtenido por deducción es de 4% del caudal transportado (0,15 hm³/año).

I.4.3.2.2.- Canal del Cabildo.

La cota principal es 775 m y la final 590 m. Su longitud total es de 28 km con una sección de 0,140 m². Se trata de un canal de hormigón, tapado, a cielo abierto, siendo su sistema de distribución por "dula".

La importancia de este conducto radica esencialmente en la cota de su trazado, pues cubre las dotaciones de las áreas de las poblaciones más altas.

El caudal entrante al canal es de 0,6 hm³/año. De esta cantidad se destinan 0,11 hm³/año al consumo urbano (18% del caudal total) y 0,35 hm³/año al consumo agrícola (58% del caudal total).

El porcentaje de pérdidas actuales obtenido por deducción, se estima en un 23 % del caudal total (0,14 hm³/año).

I.4.3.3.- Red de distribución.

La red de distribución en la zona II cuenta con un total de más de 140 bajantes, teniendo la mayoría de ellos diámetros entre 4" y 8". Los principales canales de transporte suman en total unos 90 bajantes: el canal Barlovento- Fuencaliente tiene unos 40 bajantes, con diámetro entre 4" y 8" y entre 53 y 230 pp/h (7 y 30 l/s) de capacidad media de transporte, Unión de Canales tiene unos 25 bajantes, con diámetros entre 4" y 8", y entre 23 y 53 pp/h (3 y 7 l/s) de capacidad media de transporte, el Canal del Cabildo cuenta con unos 25 bajantes, la mayoría entre 2" y 6" de diámetro, y capacidad media de transporte entre 0,004 y 0,0017 m³. La red de distribución restante (unos 50 bajantes) proviene de las tanquillas de reparto.

ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE TRANSPORTE

PLANO DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE TRANSPORTE

I.5.- SITUACION ACTUAL.

En este apartado se expondrá el consumo hídrico por zonas y, dentro de éstas, por municipios. Como ya se ha comentado, el mayor porcentaje de este consumo es para la agricultura de regadío (85 %). Cuantificar el consumo urbano resulta muy difícil ya que existe un alto porcentaje que no depende de las redes municipales de abastecimiento, sino que se extrae directamente de las tanquillas de reparto de las galerías y se conduce mediante tuberías de pequeño diámetro directamente al usuario. Por este motivo los datos de agua facturada, facilitados por los Ayuntamientos, no son representativos del agua consumida en el abasto municipal. A lo largo del presente apartado, este tipo minoritario de consumo se ha calculado a partir de los valores facilitados por los Ayuntamientos, completándose en función de la población y de una dotación acorde con el uso mediante encuestas y teniendo en cuenta el tipo de población.

Otro factor del que no se ha podido obtener datos reales ha sido el volumen de pérdidas anuales que se produce a lo largo del sistema de transporte de agua, tanto dentro del abastecimiento urbano como para las aguas con fines agrícolas. La razón es clara: para el primer caso, el autoabastecimiento de la población anula la posibilidad de una evaluación real; para el caso de las conducciones de agua para riego, la enorme longitud de canales y tuberías y el hecho de que el agua se mida al entrar en la red de transporte y no exista un control por el usuario al llegar a su destino, hace que esta tarea resulte prácticamente imposible. No obstante y dada la importancia que tiene el agua y su dependencia sobre la economía insular, son los propios usuarios los que día a día mantienen en buen estado estas conducciones. Por este motivo, cabe pensar que estas pérdidas no pueden ser muy elevadas; la propia economía insular no se lo puede permitir. Mención aparte merece el canal Barlovento-Fuencaliente, pues debido a su falta de dueño, muchas veces se plantea a quién corresponde su mantenimiento y ello repercute en unas pérdidas de mayor volumen, que en este caso sí han sido evaluadas por este Avance.

I.5.1.- ZONA 0.

Esta zona que comprende los municipios de El Paso, Los Llanos de Aridane y Tazacorte, contiene más de la tercera parte de la población (29.898 hab.) y casi la mitad de la superficie de cultivo de la isla (1.903,3 ha). Teniendo en cuenta únicamente el cultivo del plátano, las 1.409 hectáreas existentes representan el 75% del cultivo total de la zona y su consumo es prácticamente el 90% del agua que se produce en los tres municipios.

El consumo agrícola depende de la climatología anual, pudiendo oscilar entre 30 y 33 hm³/año. El consumo total oscilará también entre 33 y 36 hm³/año. Hasta hace pocos años esta zona era autosuficiente, satisfaciéndose la demanda a partir de las aguas superficiales y subterráneas que se captaban dentro de los límites geográficos de la zona. Es más, existe desde hace algo más de una década, un trasvase de agua, aunque de poca magnitud, hacia la Zona I. Actualmente y más por cuestiones de calidad que de cantidad, se está importando agua desde esa misma Zona I. Según el balance efectuado en el año 1989 la situación entre producción, consumo, exportación e importación, fue la siguiente:

Agua consumida33,18 hm³/año
 Agua producida33,95 hm³/año
 Agua exportada a la Z.I.1,44 hm³/año
 Agua importada desde la Z.I 1,17 hm³/año

Hay que tener en cuenta que este año fue excepcionalmente lluvioso, por lo que los valores señalados corresponden al mínimo del intervalo de consumo indicado anteriormente.

I.5.1.1.- Producción.

La producción se efectúa a partir de aguas de escorrentía y de aguas subterráneas. Las aguas superficiales se captan todas en el Barranco de Las Angustias a partir de 4 Tomaderos; el volumen total captado fue para ese año de 1989 de 15,44 hm³, de los cuales 5,17 hm³ corresponden a aguas superficiales siendo el resto agua procedente de galerías y nacientes de La Caldera.

Las aguas subterráneas se extraen mediante cuatro tipos de captaciones: galerías, pozos, nacientes y galerías en trancada. Los volúmenes anuales, según cada tipo de captación, para cada uno de los municipios que componen la zona, son:

MUNICIPIO	GALERIAS (hm ³ /año)	POZOS (hm ³ /año)	GALERIAS EN TRANCADA (hm ³ /año)	NACIENTES (hm ³ /año)	TOTAL (hm ³ /año)
Los Llanos	0'01	5'16	0	0	5'17
El Paso	10'30	0	0	3'53	13'83
Tzacorte	0	9'62	0'16	0	9'78
TOTAL ZONA 0	10'31	14'78	0'16	3'53	28'78

Producción total = 28,78 hm³ + 5,17 hm³ = 33,95 hm³
(año 1989)

El agua se consume en dos sectores: el agrícola y el urbano. Existe un cierto volumen de agua que se pierde a lo largo de los cientos de kilómetros de conducciones, tanto por evaporación en los canales como en fugas de la propia red. La cuantificación de este volumen de pérdidas supone un control que se escapa del cometido de este Avance. No obstante, mayor importancia que estas pérdidas supone el volumen de excedentes que cada año se desperdician debido a la falta de una infraestructura hidráulica de almacenamiento. Dentro de la imposibilidad de asignar un valor real a ambos parámetros, se han evaluado a partir de datos facilitados por los usuarios, quedando entonces el reparto del consumo de la forma siguiente (datos correspondientes a 1989, año excepcionalmente húmedo):

Consumo urbano	2,17 hm ³ /año
Consumo agrícola	30,41 hm ³ /año
Excedentes	0,5 hm ³ /año
Pérdidas	0,1 hm ³ /año
Total	33,18 hm³/año

El consumo urbano y la dotación que resulta para los tres municipios de esta zona son:

El Paso: (6.790 hab).....	0,42 hm ³ /año (170 l/hab y día)
Llanos de Aridane: (16.088 hab)....	1,47 hm ³ /año (250 l/hab y día)
Tazacorte: (7.020 hab).....	0,28 hm ³ /año (108 l/hab y día)

El consumo agrícola, como ya se ha comentado, es variable en función de la pluviometría y clima anual. Las variaciones de la demanda agrícola para un año seco o húmedo en función del tipo de cultivo, para cada municipio, son:

ZONA 0: CULTIVOS Y DEMANDAS					
MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	DEMAND.TOTAL	DEMAND.TOTAL	DEMAND.TOTAL
			(m ³ /año) AÑO HUMEDO	(m ³ /año) AÑO SECO	(m ³ /año) AÑO MEDIO
LOS LLANOS DE ARIDANE	F.Templados	0,2	580	820	700
	Cítricos	13,0	122.520	134.280	128.400
	Agucate	190,5	1.949.150	2.134.750	2.041.950
	F.Tropicales	2,0	26.800	29.200	28.000
	Platanera	673,0	13.575.500	14.578.500	14.077.000
	Piña tropical	4,0	17.600	22.400	20.000
	Papas	60,0	180.000	180.000	180.000
	Hortalizas	32,5	104.000	156.000	130.000
Flores	7,0	24.500	45.500	35.000	
TOT.MUNICIP.		982,2	16.000.650	17.281.450	16.641.050

ZONA 0: CULTIVOS Y DEMANDAS					
MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	DEMAND.TOTAL (m ³ /año) AÑO HUMEDO	DEMAND.TOTAL (m ³ /año) AÑO SECO	DEMAND.TOTAL (m ³ /año) AÑO MEDIO
EL PASO	Cítricos	22,0	158.500	165.500	162.000
	Aguacate	61,0	620.360	680.840	650.600
	Platanera	21,0	427.100	458.500	442.600
	Papas	46,0	138.000	138.000	138.000
	Hortalizas	19,0	60.800	91.200	76.000
	Flores	0,2	700	1.300	1.000
TOT.MUNICIP.		169,2	1.405.460	1.535.340	1.470.200
TAZACORTE	Cítricos	0,1	1.130	1.270	1.200
	Aguacate	10,6	140.820	153.980	147.400
	F.Tropicales	9,7	129.980	141.620	135.800
	Platanera	715,0	14.167.900	15.226.000	14.691.240
	Papas	16,5	49.500	49.500	49.500
TOT.MUNICIP.		751,9	14.489.330	15.572.370	15.025.140
TOTAL ZONA		1.903,3	31.895.440	34.389.160	33.136.390

Las variaciones en la demanda son absorbidas íntegramente por los bombeos desde los pozos, al tener los nacientes y las galerías una aportación constante. Resulta evidente que en un año húmedo se incrementan los caudales desde las dos últimas captaciones, pero hay que tener en cuenta el límite de caudal derivado y transportado desde el tomadero y el canal de Dos Aguas. Son por tanto los pozos, los encargados de asumir las oscilaciones de la demanda anual. La producción de agua desde los diferentes tipos de captaciones, presentan la variación interanual siguiente:

	Año húmedo hm ³ /año	Año seco hm ³ /año
Tomaderos	5,17	5,17
Galerías	10,47	10,47
Nacientes	3,53	3,53
Pozos	14,78	17,76
Total	33,95	36,93

I.5.2.- ZONA I.

Abarca los municipios de Tijarafe, Puntagorda y Garafía. El número de habitantes es de 6.629 y la superficie de cultivo es de 331,5 ha, de las cuales casi el 70% se sitúan en Tijarafe.

El consumo de la zona es de 5,28 hm³/año, de los cuales 4,92 hm³/año se emplean en la agricultura; el abastecimiento urbano se ha supuesto en 0,36 hm³/año (algo más del 5% sobre el consumo total). A esta cantidad hay que sumarle poco más de 1 hm³/año que constituyen las pérdidas y los excedentes de riego. Se trasvasa a la Zona 0, 1,17 hm³/año y se importa de esta misma zona 1,44 hm³/año. El agua necesaria se obtiene a partir de galerías, pozos y un pequeño caudal de nacientes. El balance hídrico de la Zona I es:

Agua producida.....	6,13 hm ³ /año
Agua importada.....	1,44 hm ³ /año
Agua exportada.....	1,17 hm ³ /año
Agua consumida.....	5,28 hm ³ /año
Excedentes y Pérdidas.....	1,12 hm ³ /año

Teniendo en cuenta que de ese 1,12 hm³/año, aproximadamente un 85%, lo constituyen los excedentes, se deduce que existe un exceso de producción equivalente a un 15% (1 hm³/año).

La producción de aguas se efectúa íntegramente a partir de las aguas subterráneas, pues no existe ningún aprovechamiento de aguas superficiales. La producción por municipios y tipo de captaciones es:

ZONA I	GALERIAS (hm ³ /año)	POZOS (hm ³ /año)	NACIENTES (hm ³ /año)	TOTAL (hm ³ /año)
Tijarafe	2'02	0	0	2'02
Puntagorda	0	0	0	0
Garafía	3'20	0'83	0'08	4'11
TOTAL ZONA I	5'22	0'83	0'08	6'13

Los consumos urbanos obtenidos de la facturación en los tres ayuntamientos no alcanza siquiera la cuarta parte de la que técnicamente cabe suponer que consumen. Por este motivo se ha asignado al consumo urbano una dotación media de 150 l/hab y día, que es la que se ha determinado mediante encuestas en los tres municipios. Este consumo urbano teórico es entonces:

Tijarafe (2.748 hab).....	0,15 hm ³ /año
Puntagorda (1.808 hab).....	0,10 hm ³ /año
Garafía (2.073 hab).....	0,11 hm ³ /año
Total consumo urbano.....	0,36 hm³/año

Mientras que el consumo agrícola por municipios y tipo de cultivo es:

ZONA I			
MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	DEMANDA TOTAL (m ³ /año)
GARAFIA	F.Templados	0,4	1.400
	Cítricos	3,0	21.600
	F.Tropicales	0,5	7.000
	Papas	42,0	126.000
	Hortalizas	1,0	4.000
	Flores	1,0	5.000
TOT.MUNICIP.		47,9	165.000
PUNTAGORDA	Cítricos	2,5	21.600
	Aguacate	8,8	76.800
	Platanera	20,0	424.800
	Papas	2,0	6.000
	Hortalizas	17,0	68.000
	Flores	4,5	22.500
TOT.MUNICIP.		54,8	619.700
TIJARAFE	Cítricos	6,0	45.600
	Aguacate	53,0	611.890
	F.Tropicales	0,8	11.200
	Platanera	165,0	3.459.880
	Hortalizas	4,0	16.000
TOT.MUNICIP.		228,8	4.144.570
TOTAL ZONA		331,5	4.929.270

ESQUEMA DE TRANSPORTE INTERZONAL

ZONA I

GARAFIA	Producción	4,11 hm ³ /año	Pérdidas y excedentes	0,58 hm ³ /año
	Consumo	0,85 hm ³ /año		

↓
3,26

PUNTAGORDA	Producción	0,00 hm ³ /año	Pérdidas y excedentes	0,13 hm ³ /año
	Consumo	0,85 hm ³ /año		

↓
2,41

TIJARAFE	Producción	2,02 hm ³ /año	Pérdidas y excedentes	0,41 hm ³ /año
	Consumo	4,70 hm ³ /año		

↓
1,17

ZONA 0

↑
1,44

El municipio de mayor producción es Garafía y desde allí parten conducciones hacia el sur que recorren toda la zona y alcanzan la zona 0. De estas conducciones se extrae agua para Puntagorda y Tijarafe.

I.5.3.- ZONA II.

Comprende los municipios de: Barlovento, San Andrés y Sauces, Puntallana, Santa Cruz de La Palma, Breña Alta, Breña Baja, Mazo y Fuencaliente. El número de habitantes asciende a 43.288 (58% del total) y la extensión de cultivos es de 2.005,4 ha (47% sobre el total insular).

El consumo real de la zona es de 28 hm³/año (28,14 hm³ para el año 1989), pero en cambio la producción total es de 33,3 hm³/año. La diferencia entre uno y otro está en el volumen anual de excedentes de riego más las pérdidas en la red de transporte. Ambos factores: excedentes y pérdidas, suman 5,16 hm³/año.

Los 28 hm³/año de consumo de la zona se emplean en el abastecimiento urbano y agrícola. Este último representa el 80% del total, 22,7 hm³/año; el resto se destina al abastecimiento urbano, 3,43 hm³/año, y en agua usada por la Central Térmica de UNELCO, 2,01 hm³/año.

El abastecimiento urbano está, en general, mejor definido en esta Zona II que en las anteriores, al estar más acorde con la realidad los volúmenes facturados por los Ayuntamientos y el consumo teórico que cabe considerar en las distintas poblaciones de la zona.-

ZONA II	HABITANTES TOTALES	VOLUMEN FACTURADO (m ³ /año)	DOTACION RESULTANTE (litros/hab. y día)
Barlovento	2.633	166.261	173
San Andrés y Sauces	5.520	371.836	185
Puntallana	2.291	103.622	124
S/C de La Palma	17.697	1.381.437	214
Breña Alta	5.113	444.466	238
Breña Baja	3.140	456.386	398
Mazo	5.066	113.981	62
Fuencaliente	1.828	121.931	182
TOTAL ZONA II	43.288	3.159.920	

De este cuadro cabe destacar la elevada dotación de Breña Baja, debido a la ubicación de un enclave turístico como es el de Los Cancajos y, por el contrario, el bajo consumo en Mazo, cuya razón habría que buscarla en el complemento que se obtiene con el uso de aljibes en las viviendas.

El consumo agrícola, cifrado en 22,7 hm³/año; se reparte entre los municipios y tipos de cultivos, de la siguiente forma:

ZONA II			
MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	DEMANDA TOTAL (m ³ /año)
BARLOVENTO	Cítricos	6,0	17.000
	Aguacate	2,0	6.250
	Platanera	194,0	3.416.340
	Papas	23,5	47.000
	Hortalizas	25,0	75.000
TOT.MUNICIP.		250,5	3.561.590
BREÑA ALTA	F.Templados	0,9	2.700
	Cítricos	14,5	42.600
	Aguacate	16,7	68.000
	Platanera	12,0	211.320
	Papas	96,0	192.000
	Hortalizas	46,0	138.000
	Flores	2,0	10.000
TOT.MUNICIP.		188,1	664.620
BREÑA BAJA	Cítricos	3,5	8.000
	Aguacate	18,0	48.750
	F.Tropicales	0,5	1.500
	Platanera	86,0	1.514.460
	Papas	18,0	36.000
	Hortalizas	11,0	33.000
	Flores	0,1	500
TOT.MUNICIP.		137,1	1.642.210

MUNICIPIO	CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	DEMANDA TOTAL (m ³ /año)
FUENCALIENTE	T.Templados	1,0	2.000
	Cítricos	3,0	19.200
	Platanera	236,0	4.200.800
	Piña tropical	3,0	15.000
	Hortalizas	10,0	40.000
	Flores	0,5	2.500
TOT.MUNICIP.		253,5	4.279.500
PUNTALLANA	Cítricos	8,5	23.000
	Aguacate	2,0	8.000
	Platanera	113,5	1.998.735
	Papas	68,0	136.000
	Hortalizas	60,5	181.500
	Flores	0,5	2.500
TOT.MUNICIP.		253,0	2.349.735
SAN ANDRES Y SAUCES	F.TEMPLADOS	2,0	3.000
	CITRICOS	3,0	6.000
	AGUACATE	1,0	2.500
	PLATANERA	347,2	6.114.192
	PAPAS	84,0	168.000
	HORTALIZAS	37,5	112.500
	CAÑA DE AZUCAR	1,5	22.500
TOT.MUNICIP.		476,2	6.428.692
S/C PALMA	F.TEMPLADOS	0,4	1.200
	CITRICOS	23,0	68.800
	AGUACATE	17,0	79.500
	F.TROPICALES	3,3	9.900
	PLATANERA	63,0	1.109.430
	PAPAS	46,0	92.000
	HORTALIZAS	29,5	88.500
TOT.MUNICIP.		182,2	1.449.330
MAZO	F.TEMPLADOS	0,8	2.400
	CITRICOS	8,5	23.000
	AGUACATE	9,0	32.500
	PLATANERA	104,5	1.840.245
	HORTALIZAS	141,5	424.500
	FLORES	0,5	2.500
TOT.MUNICIP.		264,8	2.325.145
TOTAL ZONA		2.005,4	22.700.822

Las pérdidas en la red de transporte a lo largo de toda la zona son de 2,36 hm³/año (7,1% sobre la producción total). Visto de forma global, no parecen muy elevadas teniendo en cuenta la gran longitud de estas redes. Ahora bien, si descendemos al detalle de cuál es este valor en cada uno de los municipios, el hecho adquiere otras dimensiones.

MUNICIPIO	CAUDAL DE CIRCULACION (hm ³ /año)	VOLUMEN DE CONSUMO (hm ³ /año)	PERDIDAS (hm ³ /año)	%
Barlovento San Andrés y Sauces	6'15	5'05	0'2	3'2
Puntallana	8'03	7'53	0'4	5
S/C de La Palma	5'36	2'88	0'11	2
Breña Alta	13'13	3'87	0'12	0'9
Breña Baja	13'88	3'52	0'28	2
Mazo	10'45	2'19	0'09	0'9
Fuencaliente	8'16	3'07	0'37	4'5
	5'19	5'19	0'79	15'2

Claramente destaca el municipio de Fuencaliente con valores de pérdidas de un 15%. El responsable de estos caudales de agua perdidos es el canal Barlovento - Fuencaliente y su mal estado de conservación en el último tramo.

El otro factor que genera un despilfarro de agua son los excedentes. Se considera como excedente a todo aquel volumen de agua extraído que no llega a utilizarse debido a que llega al cultivo en un momento en que, por las condiciones climáticas, no es necesario su uso. En la mayoría de los casos y debido al sistema de riego, el agua excedente se deriva al barranco desde la misma finca que debería utilizarla. El hecho de que se produzcan estos excedentes guarda relación con dos factores: ausencia de depósitos para almacenarlos y el que las galerías presenten un caudal continuo de producción a lo largo de todo el año. El volumen anual de excedentes que se genera en esta zona es de 2,80 hm³, que supone el 12,3% del volumen de agua consumida en la agricultura. Estos excedentes por municipios son:

MUNICIPIO	VOLUMEN CONSUMIDO EN AGRICULTURA (hm ³ /año)	EXCEDENTES (hm ³ /año)	%
Barlovento San Andrés y Sauces	3'56	1'12	31,5
Puntallana	6'43	0'33	5'1
S/C de La Palma	2'35	0'32	13'6
Breña Alta	1'45	0'9	62'1
Breña Baja	0'66	0'13	19'7
Mazo	1'64	0'0	0
Fuencaliente	2'33	0'0	0
	4'28	0'0	0
TOTAL ZONA II	22'7	2'80	12'3

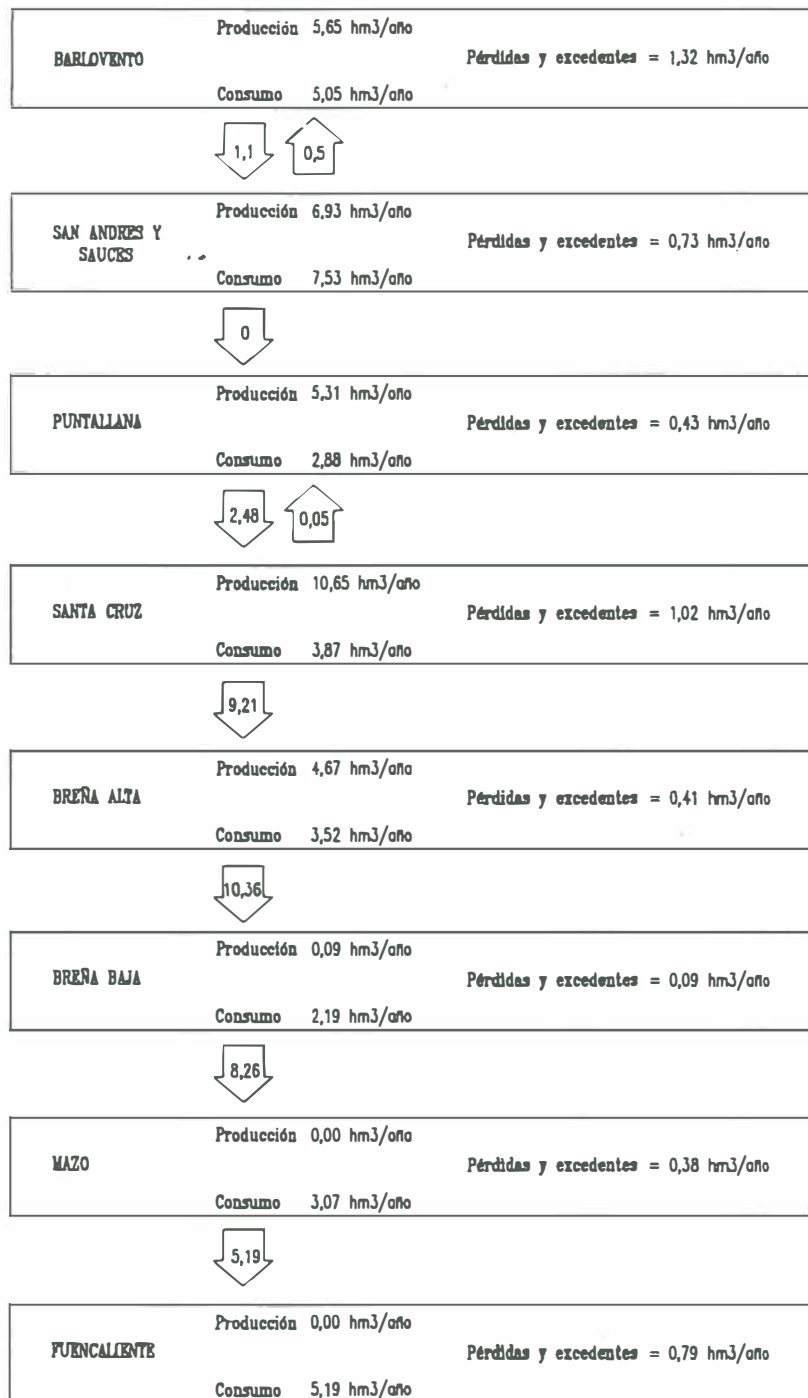
Destaca claramente el municipio de Santa Cruz con unos excedentes del 62%. Este valor excesivamente alto, quizás este enmascarado por un uso urbano no declarado y también por una escasez de depósitos, provocado por el encarecimiento del terreno debido a la proximidad de las construcciones urbanas.

La producción total de la zona, como ya se ha comentado, es de algo más de 33 hm³/año que se obtienen exclusivamente de las aguas subterráneas. Por municipios, esta producción es la siguiente:

MUNICIPIO	PRODUCCION (hm ³ /año)	NACIENTES (hm ³ /año)	%	GALERIAS (hm ³ /año)	%	POZOS (hm ³ /año)	%
Barlovento	5'65	0'15	2'7	5'50	97'3	0	0
San Andrés y Sauces	6'93	4'28	61'8	2'62	37'8	0'03	0'4
Puntallana	5'31	0'00	0'0	4'92	92'6	0'39	7'4
S/C de La Palma	10'65	1'0	9'4	6'53	61'3	3'12	29'3
Breña Alta	4'67	0	0	2'52	54'0	2'15	46'0
Breña Baja	0'09	0	0	0	0	0'09	100
Mazo	0	0	0	0	0	0	0
Fuencaliente	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ZONA II	33'30	5'43	16'3	22'09	66'4	5'78	17'3

El sistema hidráulico de esta Zona II consiste en: producción de aguas en los municipios situados más hacia el norte, consumo dentro del municipio y vertido del agua sobrante a los diferentes canales que la transportarán hacia el sur.

CAUDALES DE TRANSPORTE EN LA ZONA II



I.6.- ESTUDIO CRITICO DE LA SITUACION ACTUAL.

El balance a grandes rasgos de la situación actual es el siguiente: la producción es la suficiente para satisfacer el consumo, las pérdidas en la red de transporte son en general bajas, y la calidad del agua para los usos actuales es aceptable. Todo ello se ha logrado casi exclusivamente mediante inversiones de la iniciativa privada, limitándose la pública a efectuar canales de transporte, redes urbanas de abastecimiento y algunas obras de almacenamiento. Suponiendo costes actuales en toda la infraestructura de captación, transporte y distribución, las inversiones se podrían valorar en:

RESUMEN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA DE LA PALMA

OBRAS	UNIDADES	PRESUPUESTO TOTAL Pts	INVERSION PRIVADA Pts	INVERSION PUBLICA Pts
TUBERIAS	791.604 m	3.588.305.654	2.266.922.415	1.321.383.239
CANALES	418.956 m	7.969.241.588	1.369.114.538	6.600.127.050
TUNELES DE PASO	26.565 m	1.314.967.500	428.547.908	886.419.592
TOMADEROS	10 ud	40.000.000	16.000.000	24.000.000
NUEVAS REDES DE RIEGO	8 ud	1.380.059.361	690.029.680	690.029.681
BALSAS	4 ud	1.395.039.470		1.395.039.470
DEPOSITOS AGRICULTURA	8,25 hm ³	53.625.000.000	53.625.000.000	
GALERIAS	246.022 m	11.070.990.000	11.070.990.000	
POZOS	4.875 m	365.625.000	365.625.000	
GALERIAS DE FONDO	9.430 m	565.800.000	565.800.000	
RED ABASTECIMIENTO	4 ud	1.110.578.082		1.110.578.082
DEPOSITOS DE ABASTO	143.103 m ³	1.788.787.500		1.788.787.500
RED DE SANEAMIENTO	98.782 m	1.309.833.572		1.309.833.572
DEPURADORAS	6.398 hm ³ /año	350.000.000		350.000.000
T O T A L E S		85.874.227.727	70.398.029.541	15.476.198.186

Ahora bien, la producción satisface la demanda porque desde siempre ha sido ésta el motor que impulsaba a la iniciativa privada a perforar nuevas galerías o pozos, con los que obtener el agua que se iba necesitando. El sistema actual, por tanto, no es el fruto de una planificación ordenada y previsor, sino todo lo contrario: una carrera contra reloj donde unos intentaban captar el agua donde otros ya la habían encontrado, y por contra, éstos se defendían perforando para ocupar espacios a los que los primeros no pudieran llegar. En otros casos, se provocaron afecciones entre pozos y entre galerías y nacientes. En los pozos, al no controlarse las extracciones, se generó un proceso de empeoramiento de calidad del agua, cuyos resultados hoy se presentan claros: de los 69 pozos construidos en la isla, se han abandonado 42 (el 61 %). La razón es ya sabida: el exceso de caudal bombeado al que se somete a un sistema tan delicado como es un acuífero costero, ya sea desde un solo pozo o bien desde varios próximos.

No obstante, los más perjudicados han sido los nacientes. A nivel insular el caudal de estas captaciones ha descendido de 15 hm³/año, que tenían antes de comenzar las perforaciones de galerías, a 9 hm³/año que presentan en la actualidad. El caudal mermado es el que drenan conjuntamente las galerías que les afectaron.

En repetidas ocasiones se han comentado las pérdidas que se producen en la red de transporte. Sin embargo, cabe señalar que los valores que tienen no son muy elevados, si tenemos en cuenta su enorme longitud, la época en que se construyeron y sobre todo la abrupta topografía que tienen que salvar. En la red primaria y en la de distribución, deben existir pérdidas; pero no ha sido posible cuantificarlas debido a la extensión de la red y lo intrincado de su trazado.

Queda, por último, comentar la calidad de las aguas, que se relaciona en parte con lo ya dicho sobre el exceso de bombeo en los pozos. Este es un primer factor a considerar, puesto que da lugar a la contaminación de los acuíferos costeros. Otros dos factores son los vertidos urbanos y las aguas de riego. En los tres casos se generan procesos de empeoramiento de calidad que afectan a las aguas extraídas por los pozos. Todavía existe un tipo más de contaminación: la producida por el contacto de CO₂ con el agua, aunque ésta es debida a causas naturales.

A continuación se profundiza más en cada uno de estos aspectos negativos que presenta la actual infraestructura hidráulica de la isla de La

Palma.

I.6.1.- SOBRE LOS SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA.

Cuatro son los tipos de captación en la isla de La Palma: galerías, nacientes, pozos y galerías en trancada. Veamos cuáles son las deficiencias que presentan en el actual sistema.

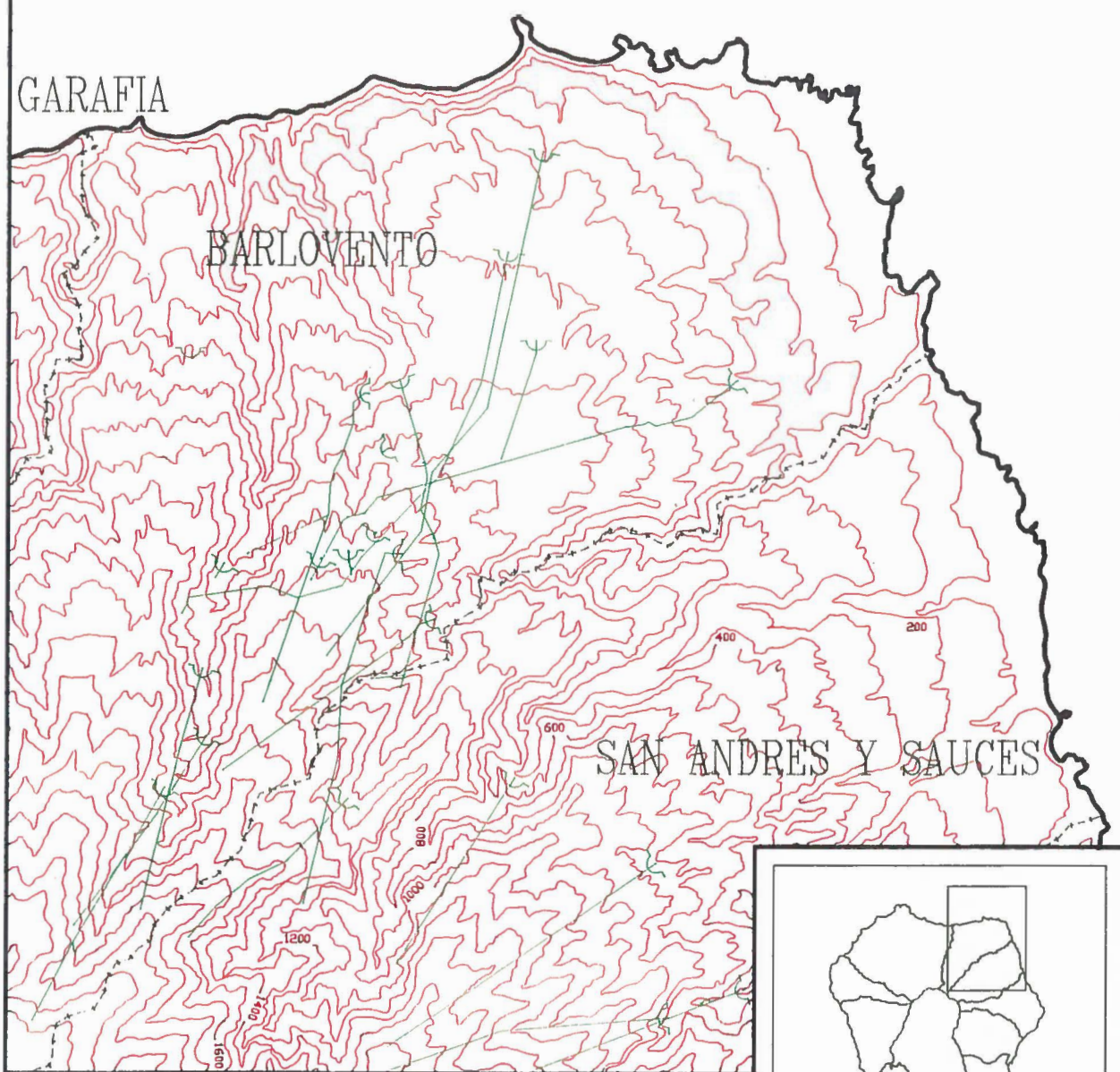
I.6.1.1.- Galerías.

Es el tipo de captación que supone una inversión inicial mayor; en cambio, una vez que alcanza el acuífero, su coste de mantenimiento es prácticamente nulo. El inconveniente que presentan es que extrae el agua de forma continua sin posibilidad de regulación. Por este motivo en la época de lluvia, en que las necesidades de riego disminuyen o incluso se anulan, las galerías continúan extrayendo el mismo caudal de agua, que acaba corriendo por un barranco hacia el mar. Algunas galerías han logrado regular su caudal, cerrando la zona saturada mediante una pared de hormigón armado, dejando una tubería que acaba en una válvula. En La Palma se llaman "galerías con tranque".

El otro grave problema de las galerías radica en la arbitrariedad del emplazamiento, que en la mayoría de los casos obedece a los resultados obtenidos en otras galerías ya perforadas. Este hecho ha provocado la proliferación de galerías que drenan una misma zona, con lo que al final el caudal que debía extraer una galería se reparte entre varias, disminuyendo con ello el rendimiento de las captaciones y generando denuncias por afecciones.

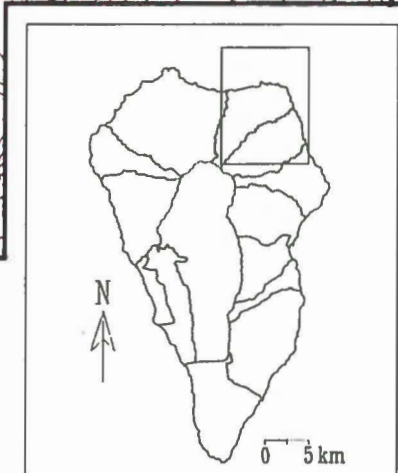
El efecto físico de drenaje que provoca una galería al interceptar al acuífero, consiste en un efecto de sumidero que repercute sobre una zona del acuífero provocando un descenso del nivel freático. La superficie afectada se denomina "zona de afección de la galería". Cualquier par de galerías cuyas

ZONA DE ELEVADA DENSIDAD DE GALERIAS



GALERIA

0 2 km



Plan Hidrológico Insular de la isla de La Palma. Julio 1992

zonas de afección se superpongan, verán mermados sus caudales. Resulta evidente que la definición de la forma y la delimitación de estas zonas, es de vital importancia para saber qué galerías se afectan y cuáles deben ser los límites de protección de una galería. Ahora bien, la realidad hidrogeológica complica la determinación de estas superficies de afección; entre los parámetros que intervienen en su definición y que son de muy difícil evaluación, debido a la heterogeneidad de los materiales volcánicos, cabe citar: las diferencias de permeabilidad entre capas horizontales o ligeramente inclinadas, existencia de diques y la presencia de fisuras abiertas. Todos estos factores provocan un elevado grado de indeterminación que anula toda posibilidad de evaluar este factor de forma analítica. En la mayoría de las galerías productivas se ha realizado un gráfico de evolución del caudal desde el comienzo de la perforación hasta la fecha actual. A partir de estos gráficos se ha obtenido la afección de caudales entre galerías próximas, con lo que se ha podido evaluar, para algunas zonas, un valor mínimo de esta superficie de afección, que teniendo en cuenta el esquema de circulación del agua subterránea, permite acotar con algo más de precisión la zona drenada del acuífero que corresponde a una cierta galería.

Las afecciones entre galerías se detectan claramente en tres zonas:

Caldera de Taburiente.

Las afecciones engloban a las galerías perforadas desde dentro y desde fuera de La Caldera.

Barlovento.

En una franja de 2 km de ancho y desde la cumbre hasta el mar, están drenando el acuífero 16 galerías.

Santa Cruz - Puntallana.

En una franja de 2 km de ancho por 5 km de largo, se han ubicado 14 galerías.

Aún con esta elevada densidad de captaciones drenando una misma zona del acuífero, la máxima rentabilidad no se ha logrado, ya que las galerías intersectan el mismo flujo pero a cotas diferentes. Por este motivo no se puede hablar de sobreexplotación del acuífero, aunque sí evidentemente de

afección entre galerías.

I.6.1.2.- Nacientes.

El problema de las afecciones no sólo repercute sobre las galerías sino que también ha afectado a los nacientes. Precisar el valor del caudal mermado en los nacientes es muy difícil, pues los únicos datos de aforo que existen de estas captaciones a nivel de toda la isla son los realizados por el SPA-15, y es lógico pensar que en esas fechas, comienzos de los años 70, ya se había producido un descenso en sus caudales. Debido a la importancia que estas captaciones tienen sobre el medio ambiente, se han estudiado todos los datos posibles con objeto de calcular este valor de merma. Para ello se ha recabado información en todos los municipios y se han estudiado los aforos parciales efectuados. Entre éstos cabe citar primero, los datos facilitados por la Comunidad de Regantes de San Andrés y Sauces, que llevan aforando los nacientes de Marcos y Cordero desde el año 1943, con una periodicidad variable entre cuatro y ocho veces al año. El segundo por antigüedad, corresponde al aforo notarial de los nacientes de La Caldera de Taburiente, realizado en septiembre de 1954. El tercero corresponde al inventario de nacientes y galerías de La Caldera de Taburiente, realizado por la empresa Hydra durante el verano de 1986, y por último los aforos de nacientes que se realizaron durante el inventario de captaciones en la isla de La Palma, exceptuando La Caldera, ejecutado por Geomecánica y Aguas, durante el verano de 1988.

En base a todos estos datos se ha elaborado el siguiente cuadro, que recoge la variación de los nacientes en las dos últimas décadas.

VARIACION DE LOS CAUDALES DE LOS NACIENTES EN TODA LA ISLA				
INTERVALO DE CAUDALES (l/sq)	NACIENTES (nº)		CAUDAL MEDIO (l/sq)	
	SPA-15 (1972)	PHI (1991)	SPA-15 (1972)	PHI (1991)
0 - 1	113	74	70	20
1 - 10	28	32	150	120
> 10	9	3	280	150
TOTAL (NACIENTES CON AGUA)	150	109	500	290

Cabe hacer algunas aclaraciones al presente cuadro:

1.- Existen discrepancias en el número de nacientes entre ambos inventarios. Esto es debido: en unos casos a la dificultad en la localización de algunos de ellos, y en otros, al considerar varios afloramientos de agua muy próximos como sendos nacientes o bien como uno solo.

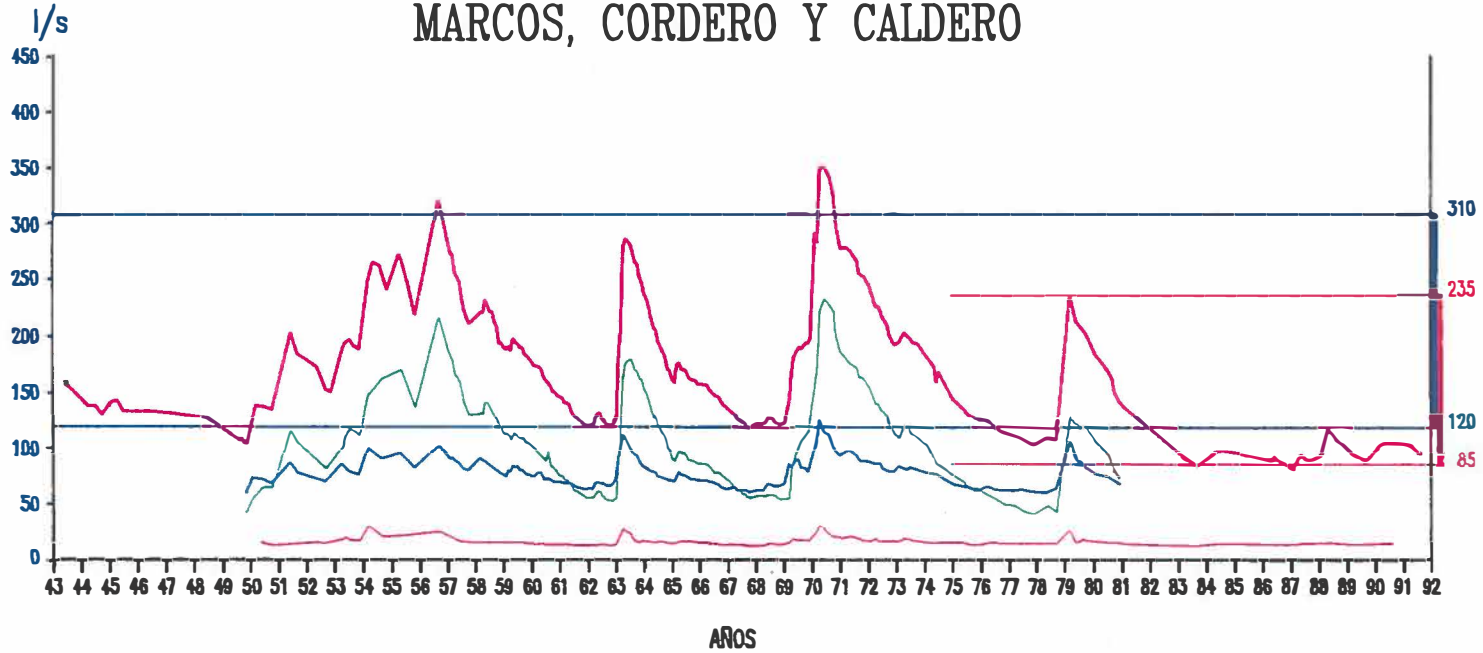
2.- El caudal medio debe considerarse en ambos casos como orientativo, ya que los caudales presentan una gran oscilación a lo largo del año, pues aumentan rápidamente con las lluvias.

3.- El Proyecto SPA-15 inventarió los nacientes existentes en ese año; esto es, aquellos en los que existía un caudal de agua. El aforo posterior partió de las fichas realizadas durante este inventario, obteniendo esos 41 nacientes sin agua.

4.- Ni la época de muestreo coincide ni la pluviometría de ambos años es equivalente; no obstante, se ha efectuado una correlación que ha tenido en cuenta este hecho, determinándose al final un factor corrector que englobando todos estos aspectos afecta a los caudales del muestreo y proporciona los valores que se indican para el año 1991.

5.- El descenso de 500 l/sg ($15 \text{ hm}^3/\text{año}$) a 290 l/sg (9 hm^3) corresponde a una merma del 40% que debe tomarse como valor medio a nivel insular. Ahora bien, teniendo en cuenta la disposición de las galerías y el esquema de circulación del agua subterránea, se explica fácilmente el que nacientes de elevado caudal como eran los Cantos de Turugumay, con 46 l/sg, se encuentren ahora con un caudal de 6 l/sg (descenso del 85%); o por el contrario, que nacientes situados en la parte norte de la isla, fuera de La Caldera, asociados a acuíferos colgados, no hayan variado sus caudales.

EVOLUCION DE CAUDALES DE MARCOS Y CORDERO MARCOS, CORDERO Y CALDERO



— Marcos y Cordero — Cordero
— Marcos — Caldero

— Intervalos de variaciones de caudal antes del año 1975 — Intervalos de variaciones de caudal despues del año 1975

6.- Mención aparte merece el grupo de nacientes de San Andrés y Sauces: Marcos, Cordero y Caldero de Marcos, que son los nacientes de mayor caudal y mejor calidad de todo el Archipiélago de Canarias. De acuerdo con los datos de caudal facilitados por la Comunidad de Regantes, se observa que presentan fluctuaciones de caudal muy pronunciados. Durante el periodo 1940-1970 los valores máximos y mínimos se situaban en 310 y 120 l/seg. En cambio, en el periodo 1970-1990 estos máximos y mínimos desciende a: 235 y 85 l/seg.

7.- Durante el Proyecto SPA-15 se realizaron aforos en los nacientes del Río (cota 1.200) y Gallegos (cota 1.300), cuyos caudales medios se decía que eran de 30 y 23 l/seg, respectivamente. Hoy en día, el nacimiento del Río no da ya un caudal cuantificable y el de Gallegos presenta un caudal de 2 l/seg.

8.- Otra referencia especial merecen los nacientes situados en el interior de La Caldera de Taburiente. Una comparación igual a la realizada al principio de este apartado da las siguientes cifras:

VARIACION DE LOS CAUDALES DE NACIENTES EN LA CALDERA DE TABURIENTE				
INTERVALO DE CAUDALES (l/seg)	NACIENTES (nº)		CAUDAL MEDIO (l/sg)	
	SPA-15 (1972)	PHI (1991)	SPA-15 (1972)	PHI (1991)
0 - 1	93	51	55	14
1 - 10	23	21	125	72
> 10	4	1	120	24
TOTAL (NACIENTES CON AGUA)	120	73	300	110

El número total de nacientes inventariados en el año 1954 y en 1972 por el Proyecto SPA - 15 era de 120, mientras que en 1991 figuran 73. En principio, los 47 nacientes de diferencia no se pueden considerar como desaparecidos, ya que en ciertos momentos del año pueden presentar un pequeño caudal que puede haber sido nulo en la época del muestreo.

Desde el punto de vista de preservar el medio, quizás es más importante el número de nacientes que se han secado, que no el descenso de caudales, al menos para esta zona del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, pues la práctica impermeabilidad de los cauces asegura el mantenimiento de un curso de agua que a veces, aún siendo exiguo, mantiene la flora y

fauna del entorno. En base a esta consideración, los datos son entonces más preocupantes ya que: 21 nacientes ya han desaparecido totalmente, 30 están ya sin agua buena parte del año y 41 tienen un caudal inferior a 1 l/sg; parte de éstos son los siguientes a engrosar las dos listas anteriores de secos y con caudal discontinuo.

En cuanto al caudal total de los nacientes de La Caldera desde el año 1972 hasta ahora, ha disminuido de 300 l/sg ($9,5 \text{ hm}^3/\text{año}$) a 110 l/sg ($3,5 \text{ hm}^3/\text{año}$); esto representa una pérdida de caudal del 63%.

En el apartado de hidrogeología se justificará que el acuífero que da lugar a los nacientes de La Caldera es el mismo que origina los nacientes de Marcos y Cordero. Antes de que se realizasen las galerías que drenan este acuífero, el agua que se obtenía de todos estos nacientes era:

Caudal de los nacientes de La Caldera.....	10 $\text{hm}^3/\text{año}$
Caudal de los nacientes de Marcos y Cordero....	6 $\text{hm}^3/\text{año}$
Caudal de los nacientes del Río y Gallegos	2 $\text{hm}^3/\text{año}$
Total aporte de nacientes (antes de 1970).....	18 $\text{hm}^3/\text{año}$

Actualmente se han construido 12 galerías, que desde dentro y fuera de La Caldera drenan $13 \text{ hm}^3/\text{año}$ de agua del acuífero. Todas las captaciones suman una longitud de perforación de 24.927 m. De acuerdo con los aforos realizados, los nacientes de La Caldera presentan un caudal medio de $3,5 \text{ hm}^3$ y Marcos y Cordero de $4 \text{ hm}^3/\text{año}$. Luego el balance es:

Caudal de los nacientes de La Caldera.....	3,5 $\text{hm}^3/\text{año}$
Caudal de los nacientes de Marcos y Cordero.....	4 $\text{hm}^3/\text{año}$
Caudal de las galerías.....	13 $\text{hm}^3/\text{año}$
Volumen total de agua captada del acuífero (año 1991)..	20,5 $\text{hm}^3/\text{año}$

Luego el resultado final ha sido: incrementar la producción en escasamente un 10%, a costa de una inversión de 1.100 millones de pesetas y disminuir el caudal aportado por los nacientes a algo menos de la mitad del caudal que tenían.

I.6.1.3.- Pozos.

Los pozos de la isla de La Palma, debido a su orografía, están emplazados generalmente en las proximidades de la costa. Los dos grandes inconvenientes que presenta este tipo de captación son: el coste de elevación y la mala calidad del agua extraída. El primero se debe a que normalmente el acuífero, en las proximidades de la costa, se sitúa a un nivel próximo al mar; en cambio, la zona de riego puede llegar hasta la cota 400 y en la mayoría de los casos los canales de transporte se sitúan a partir de la cota 600. El segundo, la mala calidad, es debido a un exceso en el caudal de extracción que provoca la aparición del fenómeno de la intrusión marina y con él un empeoramiento de la calidad del agua extraída.

Ambos factores comentados, pero sobre todo el segundo, son los causantes del abandono de los pozos, que se ha cifrado en apartados anteriores.

La evolución histórica de cada pozo suele pasar por episodios comunes a todos ellos. De forma resumida estas etapas son:

1.- Perforación del pozo hasta alcanzar el nivel del mar, obteniendo un nivel de agua de varios metros sobre el fondo del pozo y con una buena calidad (conductividad ligeramente superior a 300 μ mhos/cm).

2.- Puesta en explotación del pozo, con extracción de un caudal que viene limitado únicamente por la capacidad de la bomba o por el achique del pozo. En este último caso, generalmente se ha optado por reprofundizar el pozo hasta conseguir la altura de agua que proporciona un caudal acorde con las necesidades o expectativas de la captación.

3.- Desde el inicio de esta explotación comienza un proceso de degeneración de la calidad. En todos los casos este empeoramiento está provocado por un caudal de bombeo excesivo al que en algunos casos se superpone una explotación también excesiva de ese acuífero costero por parte de otros pozos ya en funcionamiento.

4.- Cuando la calidad del agua bombeada ya no es apta para ningún tipo de uso, comienza entonces la perforación de una galería de fondo que separándose de la costa busca afanosamente esa calidad inicialmente obtenida y

posteriormente degenerada. Después de varios centenares de metros llega, en la mayoría de los casos, a obtener de nuevo, si no esa calidad sí al menos una admisible para el riego de las plataneras (conductividad inferior a 1.200 $\mu\text{mhos/cm}$). En ese momento se concluye la perforación de la galería de fondo, se efectúa un rebaje con objeto de disponer de más cantidad y comienza de nuevo la explotación que inevitablemente volverá, mientras la demanda de agua para riego así lo solicite, a pasar de nuevo por ese proceso de empeoramiento descrito en el apartado 3.

5.- Unicamente el 39% del total de pozos de la isla se hallan actualmente en producción, el resto han reperforado de nuevo alargando la galería de fondo o han realizado catas radiales, con lo que han mantenido o mantuvieron la explotación unos años más, hasta llegar un momento en que al no poder separarse de la zona del acuífero que ellos mismos o en colaboración con otros han estropeado, no les queda más opción que abandonar el pozo (61% restante).

Así como la calidad del agua de los nacientes o de las galerías es excelente para cualquier tipo de uso, en los pozos y debido a ese excesivo caudal de bombeo descrito, la calidad es en casi todos los casos bastante peor; hasta el punto de que algunos pozos sólo extraen agua para aumentar la cantidad, estando obligados los usuarios a mezclar el agua con la de galerías o de escorrentía para así poderla utilizar. Pero, como ya se ha comentado al principio de este apartado, la calidad no es el único problema que presentan los pozos, también hay que considerar el coste de impulsión del agua, ya que en la mayoría de los casos se debe bombear desde la cota cero hasta la zona de uso agrícola y en algunos casos desde esta cota regar hasta prácticamente el nivel del mar. Al final lo que se hace es subir el agua para bajarla después.

Si se tienen en cuenta estos dos inconvenientes mencionados: baja calidad y alto coste, el sistema de extracción de aguas a partir de pozos en la isla de La Palma no tiene justificación. Unicamente cabe pensar que en un cierto momento, si se decidieron por los pozos, era porque se evitaba la incertidumbre de la distancia a perforar en las galerías para llegar a la zona saturada y porque desde ellos disminuía la longitud de los canales de conducción, hasta la zona agrícola. Además, se sumaba el problema comentado en el apartado I.6.1.1., del mayor coste inicial en la realización de galerías. El primer inconveniente, la incertidumbre, se hubiera evitado si se hubiese tenido un conocimiento de la situación del acuífero; el otro inconveniente lo fue hasta hace poco, en que la red de transporte ha alcanzado un mayor desarrollo.

ZONA	TERMINO MUNICIPAL	POZOS	CONDUCTIVIDAD (umhos/cm)		
			MINIMA VALOR (FECHA)	MAXIMA VALOR (FECHA)	MAXIMA ACTUAL VALOR (FECHA)
0	TAZACORTE	Candelaria	732 (03/84)	2.650 (11/75)	1.512 (08/91)
		Juan Graje	440 (02/67)	5.700 (08/70)	4.880 (09/91)
		Morriña	530 (10/75)	1.581 (07/92)	1.581 (07/92)
		La Prosperidad	596 (11/87)	1.242 (08/91)	1.242 (08/91)
		G.S. Colonización	860 (01/76)	2.750 (09/75)	Abandonado
		La Fuerza de Tenisca	565 (12/75)	1.458 (10/91)	1.458 (10/91)
		Hered. San Miguel	735 (09/75)	1.480 (06/91)	1.480 (06/91)
		El Salto	775 (08/79)	1.278 (07/91)	1.278 (07/91)
		San Antonio	1.006 (03/84)	1.480 (05/83)	1.456 (08/91)
		San Isidro	1.150 (08/79)	1.840 (07/91)	1.840 (07/91)
	Los Palacios	1.396 (11/90)	1.784 (08/91)	1.784 (08/91)	
	Las Hoyas	1.452 (10/90)	2.020 (08/91)	2.020 (08/91)	
LOS LLANOS DE ARIDANE	Zona Alta	778 (10/79)	1.437 (08/91)	1.437 (08/91)	
	El Duque	485 (09/72)	1.025 (08/91)	1.025 (08/91)	
	Peña de Horeb	1.380 (12/83)	2.450 (07/83)	2.116 (09/91)	
EL PASO	El Rayo	679 (11/90)	1.040 (05/82)	874 (08/91)	
	La Fuerza	565 (01/76)	1.500 (09/82)	829 (10/88)	
	La Puntilla I	1.000 (07/83)	1.100 (01/84)	1.043 (10/88)	
	La Puntilla II	982 (10/88)	1.000 (08/83)	982 (10/88)	
I	TIJARAFE	El Remolino	470 (08/72)	1.068 (09/88)	998 (08/91)
		Salto del Jurado	680 (10/88)	822 (11/87)	680 (10/88)
	PUNTAGORDA	Garome	—	—	9.190 (10/88)
GARAFIA	Del Noroeste	319 (10/88)	1.188 (04/92)	1.188 (04/92)	
II	SAN ANDRES Y SAUCES	La Herradura	—	—	1.544 (11/88)
		California	896 (09/88)	1.850 (11/79)	896 (09/88)
	PUNTALLANA	La Fábrica	—	—	1.121 (10/88)
		El Espigón	190 (09/76)	1.300 (10/83)	420 (07/90)
		Las Casás	193 (10/88)	609 (06/90)	609 (06/90)
	SANTA CRUZ DE LA PALMA	Ntra. Sra. del Carmen	355 (11/79)	1.300 (07/87)	914 (07/90)
		De Las Lajas	160 (10/88)	283 (06/90)	283 (06/90)
		Hered. de Mario Fdez.	940 (03/73)	1.619 (10/88)	1.619 (10/88)
		Miraflores	—	—	129 (09/88)
		La Caldereta	360 (09/79)	615 (09/83)	445 (06/90)
El Roque		730 (06/90)	973 (09/88)	730 (06/90)	
Hered. de Luisa Pérez		—	1.450 (11/79)	Cegado	
Rodríguez Conde	1.040 (11/79)	1.504 (06/90)	1.504 (06/90)		
Las Nórias	1.050 (01/73)	1.877 (09/88)	1.877 (09/88)		
BREÑA ALTA	Campo de Fútbol	412 (03/73)	1.143 (08/90)	1.143 (08/90)	
	Piscina	860 (03/73)	1.341 (09/88)	1.257 (08/90)	
	Rustón	666 (01/73)	1.223 (08/90)	1.223 (08/90)	
	Avenida	—	30.200 (11/79)	Desaparecido	
	Unelco (Cuartel)	570 (03/73)	1.468 (06/90)	1.468 (06/90)	
	Unelco Sur	805 (03/73)	16.750 (09/88)	5.110 (06/90)	
	Unelco I	—	22.000 (11/79)	Abandonado	
	Unelco II	—	—	8.260 (09/88)	
	Unelco III	—	13.200 (11/79)	33.000 (09/88)	
	Don Pelayo	—	—	2.240 (09/88)	
BREÑA BAJA	Amargavino	570 (06/90)	2.170 (10/84)	—	
FUENCALIENTE	El Delirio	—	—	2.070 (10/88)	

I.6.2.- DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE.

En el apartado I.5 se ha expuesto y definido el problema de las redes de transporte insular. Resumiendo, se puede decir que aunque las pérdidas existen no parecen ser muy elevadas y en cualquier caso el mantenimiento de las redes primarias y de distribución están asumidas por los usuarios que son los primeros en evitar estas pérdidas. En cuanto a la red de transporte, el único que presenta un elevado porcentaje de pérdidas es el canal Barlovento - Fuencaliente y sobre todo su tramo último, cuando discurre por los términos de Breña Alta, Mazo y Fuencaliente (pérdidas de 0,28, 0,37 y 0,79 hm³/año, respectivamente). La causa de este mal estado radica en la falta de un organismo o comunidad que se haga cargo del mantenimiento de la obra. Este canal que hace algo más de veinte años que se construyó, es usado por todos pero nadie quiere asumir su mantenimiento.

Existen municipios, sobre todo en las zonas 0 y I en los que parte del abastecimiento de agua se efectúa directamente desde la galería hasta el domicilio, mediante tuberías de acero galvanizado de pequeño diámetro (media, una o a lo sumo pulgada y media). Este hecho genera un despilfarro económico, a la vez que provoca un desagradable impacto visual sobre el paisaje. Los propietarios, los Ayuntamientos y la Dirección General de Medio Ambiente,



deberían tomar las medidas pertinentes y eliminar kilómetros inútiles de conducción sustituyéndolos por redes de transporte que engloben a estos pequeños propietarios.

I.6.3.- DEL MAL USO DEL AGUA.

Como la práctica mayoría de la infraestructura hidráulica ha sido realizada por la iniciativa privada, el uso y la distribución ha ido dirigida siempre hacia el sector más productivo, que desde siempre ha sido la agricultura. Debido a este hecho, el agua para abastecimiento de la población se ha efectuado a partir de los sobrantes agrícolas, planteándose con ello, en tiempos pasados, problemas de cantidad y calidad en el suministro. Actualmente las dotaciones urbanas presentan en general unas cantidades suficientes, existiendo no obstante algunos municipios con refuerzos en las dotaciones a partir de aljibes. Más importante que la dotación cuantitativa para los municipios de la isla de La Palma, es la cualitativa. Según los análisis efectuados en las cabeceras de las redes municipales, la calidad del suministro es:

ZONA 0	CAPTACIONES Y CANALES DESTINADOS AL CONSUMO URBANO	CALIDAD DE LAS CAPTACIONES, DEPOSITOS Y CANALES PARA EL CONSUMO URBANO				ESTADO ACTUAL
		DEPOSITOS CANAL GALERIAS	CONDUCTI. μ mhos/cm	Cl- meq/l	NO3- meq/l	
LOS LLANOS DE ARIDANE	GALERIAS: Minaderos Santa Teresa Salto de las Cañas Tenerra	Galería	65	0.08	0.01	Potable
		Galería	120	0.34	0.03	Potable
		Galería	124	0.31	0.03	Potable
		Galería	109	0.28	0.03	Potable
	POZOS: Peña de Horeb	Depósito	1.703	2.85	0.13	Supera la Conductividad
TAZACORTE	GALERIAS: Las mismas que en Los Llanos					
	POZOS: El Duque	Pozo	934	1.46	1.52	Supera los Nitratos

ZONA 0	CAPTACIONES Y CANALES DESTINADOS AL CONSUMO URBANO	CALIDAD DE LAS CAPTACIONES, DEPOSITOS Y CANALES PARA EL CONSUMO URBANO				ESTADO ACTUAL
		DEPOSITOS CANAL GALERIAS	CONDUCTI. µmhos/cm	Cl- meq/l	NO3- meq/l	
EL PASO	GALERIAS: Las mismas que en Los Llanos					
	El Fuerte	Galería	191	0.19	0.03	Potable
	El Pino	Galería	360	0.25	0.00	Potable
	Fuente Caquero	Galería	178	0.31	0.00	Potable
	La Faya	Galería	94	0.08	0.05	Potable
	La Intermedia	Galería	161	0.25	0.03	Potable
	La Plata	Galería	459	0.25	0.00	Potable
	La Unica	Galería	154	0.39	0.03	Potable
	Laja Azul	Galería	216	0.48	0.03	Potable
	Roque	Galería	532	0.39	0.00	Potable
	Tabercorade	Galería	159	0.19	0.03	Potable
	Tacote	Galería				
	Tanausu	Galería	188	0.34	0.03	Potable
	Cadenas de Agua	Galería	472	0.34	0.00	Potable
	Charco de las Ovejas	Galería	144	0.48	0.03	Potable
ELEVACION BREÑA ALTA - EL PASO	Canal	110	0.08	0.01	Potable	

ZONA I	CAPTACIONES Y CANALES DESTINADOS AL CONSUMO URBANO	CALIDAD DE LAS CAPTACIONES, DEPOSITOS Y CANALES PARA EL CONSUMO URBANO				ESTADO ACTUAL
		DEPOSITOS CANAL GALERIAS	CONDUCTI. µmhos/cm	Cl- meq/l	NO3- meq/l	
TIJARAFE	GALERIAS: Minaderos	Galería	65	0.08	0.01	Potable
	Aguatabar	Galería	155	0.14	0.05	Potable
	Caboco	Galería	397	0.25	0.00	Potable
PUNTAGORDA	GALERIAS: Minaderos	Galería	65	0.08	0.01	Potable
GARAFIA	GALERIAS: Minaderos	Galería	65	0.08	0.01	Potable
	El Cedro	Galería	65	0.11	0.05	Potable
	Fuente Nueva	Galería	69	0.11	0.01	Potable
	Los Hombres	Galería	92	0.11	0.00	Potable
	Poleos Bajos	Galería	93	0.34	0.00	Potable
	Poleos Medios	Galería	69	0.14	0.00	Potable

ZONA II	CAPTACIONES Y CANALES DESTINADOS AL CONSUMO URBANO	CALIDAD DE LAS CAPTACIONES, DEPOSITOS Y CANALES PARA EL CONSUMO URBANO				ESTADO ACTUAL
		DEPOSITOS CANAL GALERIAS	CONDUCTI. μ mhos/cm	Cl- meq/l	NO3- meq/l	
BARLOVENTO	GALERIAS: Cuevitas Guirineldos Loros Altos Meleno Pajaritos Roque de los Arboles	Galería	75	0.11	0.03	Potable
		Galería	108	0.34	0.01	Potable
		Galería	70	0.08	0.03	Potable
		Galería	72	0.14	0.03	Potable
		Galería	100	0.08	0.05	Potable
		Galería	63	0.11	0.01	Potable
SAN ANDRES Y SAUCES	NACIENTES: Caldero de Marcos Cordero Marcos	Naciente	76	0.11	0.02	Potable
		Naciente	77	0.11	0.01	Potable
		Naciente	68	0.11	0.01	Potable
PUNTALLANA	GALERIAS : Corcho y Zarzalito La Rosita Risco Blanco	Galería	142	0.70	0.05	Potable
		Galería	76	0.08	0.03	Potable
		Galería	89	0.17	0.01	Potable
	POZOS: Tenagua o Las Casas	Depósito	152	0.20	0.02	Potable
STA. CRUZ DE LA PALMA	GALERIAS: La Afortunada Los Alpes El Barbuzano La Catarata El Corchete Hidráulica de las Nieves La Lanchita La Madera o Santa Ana Mercedes I Risco Quio POZOS: De las Lajas Miraflores Ntra. Sra. del Carmen El Roque	Galería	101	0.19	0.01	Potable
		Galería	123	0.31	0.01	Potable
		Galería	170	0.08	0.05	Potable
		Galería	126	0.25	0.01	Potable
		Galería	103	0.25	0.00	Potable
		Galería	87	0.14	0.03	Potable
		Galería	129	0.34	0.00	Potable
		Galería	98	0.08	0.03	Potable
		Galería	94	0.17	0.01	Potable
		Galería	109	0.25	0.00	Potable
		Depósito	133	0.05	0.01	Potable
		Depósito	152	0.20	0.02	Potable
		Depósito	127	0.13	0.01	Potable
		Pozo	973	8.12	0.19	Supera los Cloruros
BREÑA ALTA	GALERIAS: Las Breñas Hidráulica Breña Alta Los Remolinos Risco Blanco	Galería	187	0.34	0.01	Potable
		Galería	243	0.34	0.03	Potable
		Galería	99	0.08	0.03	Potable
		Galería	105	0.31	0.01	Potable
BREÑA BAJA	POZOS: Amargavino CANAL BARLOVENTO - FUENCALIENTE	Depósito	655	0.60	0.19	Potable
		Canal	110	0.08	0.01	Potable
MAZO	ALJIBES CANAL BARLOVENTO - FUENCALIENTE	Aljibe	139	0.73	0.04	Potable
		Canal	120	0.10	0.01	Potable
FUENCALIENTE	CANAL BARLOVENTO - FUENCALIENTE	Canal				

I.6.4.- DE CADA UNA DE LAS ZONAS.

En este subapartado se expondran las deficiencias del sistema hidráulico insular en cada una de las zonas económico - políticas en que se ha dividido la isla.

I.6.4.1.- Zona 0.

Según se ha expuesto en el apartado I.5.1. el consumo total de esta zona oscila entre 33 y 36 hm³/año. Descartando poco más de 2 hm³/año que se destinan a uso urbano, el resto se consume en la agricultura. De los 31 ó 34 hm³/año de agua para riego la mitad proceden de los pozos que se ubican en el mismo Valle de Aridane y el Barranco de Las Angustias. La otra mitad, procede de galerías, nacientes de La Caldera y de escorrentía de Las Angustias. Este último volumen anual es prácticamente invariable, constituyendo la base del suministro al Valle, tanto por su constancia como por su excelente calidad. En cambio, el agua procedente de los pozos presenta una producción que se acomoda a la demanda de cada año, directamente relacionada con la climatología local. Los años en que esta producción desde los pozos es mayor, se observa un empeoramiento de la calidad del agua extraída que guarda relación con el empeoramiento del acuífero costero que abastece a todos los pozos; hasta el punto que en ocasiones, ha repercutido sobre la campaña de extracción siguiente, aunque ésta sea menor.

Esta situación comienza a ser alarmante en los últimos años debido a la mala calidad que presentan las aguas que proceden de los pozos. Pero lo más alarmante de la cuestión es que, presumiblemente, durante algunos años la demanda continuará prácticamente igual y el caudal bombeado deberá mantenerse en ese intervalo entre 15 y 18 hm³/año. El acuífero cederá ese volumen de agua, pero año a año lo hará empeorando la calidad y cada vez más deprisa. Las razones entran dentro del marco expuesto en este mismo apartado.

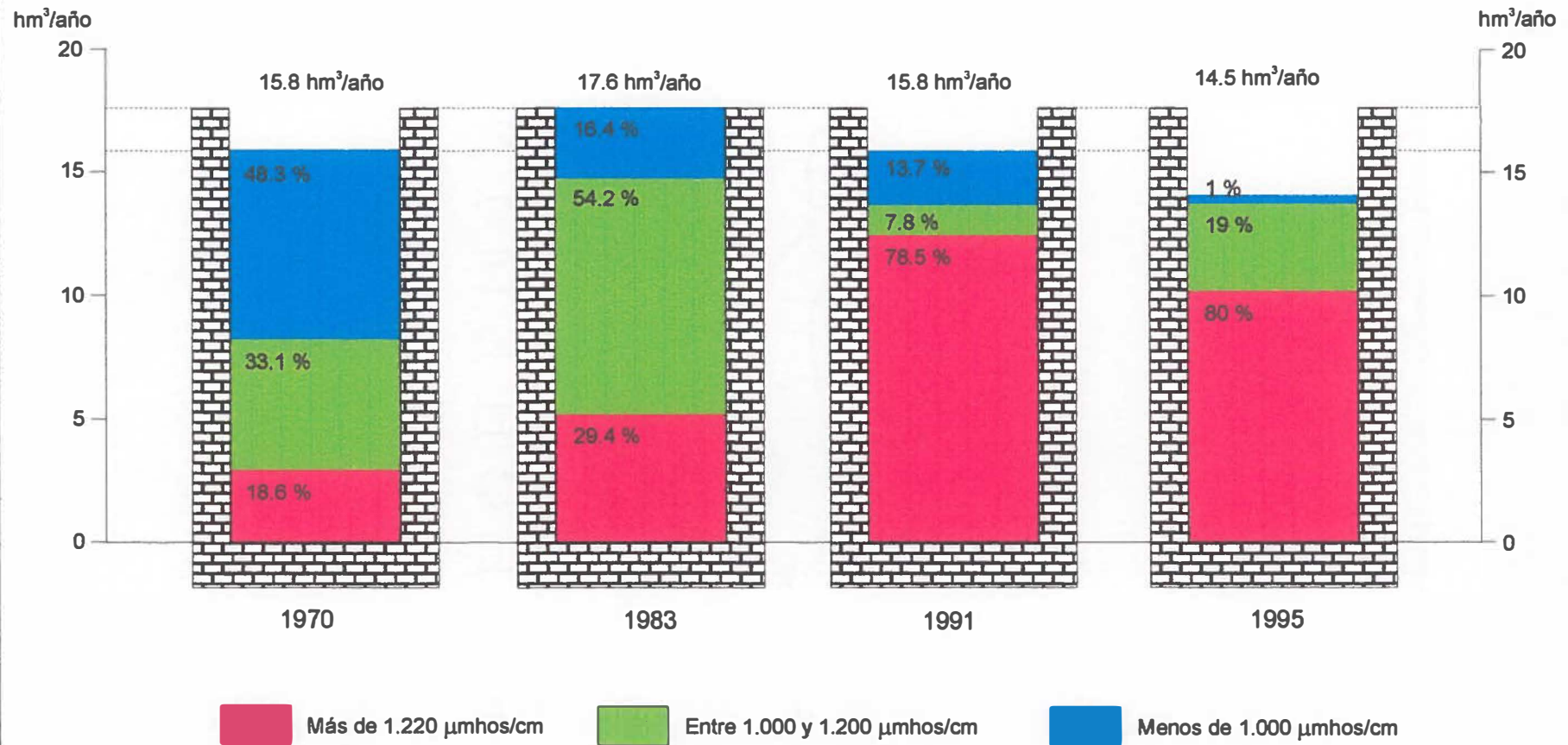
1.- Inicialmente el acuífero presentaba unas aguas con conductividades de 500 µmhos/cm. Actualmente ningún pozo eleva aguas con menos de 900 µmhos/cm de conductividad. El valor medio de la conductividad del agua producida por todos los pozos situados en el Valle, está próxima a los 1.200 µmhos/cm.

2.- El empeoramiento creciente está provocado por un caudal constante de bombeo, que es superior a las aguas de recarga que cada pozo puede captar del acuífero. En esencia, el caudal extraído es excesivo para las instalaciones drenantes de los pozos; produciéndose, por este motivo, un proceso de intrusión marina.

3.- Al efectuar el riego con aguas cada vez de peor calidad, se está produciendo una contaminación creciente del acuífero, incrementándose este hecho además por el uso de abonos y pesticidas.

4.- Durante la segunda mitad del año 1983, se efectuó un control de todos los pozos que abastecen al Valle, tomando niveles y analizando las aguas una vez por semana. Durante la segunda mitad del año 1991 se ha vuelto a repetir este control. Los resultados obtenidos se presentan dividiendo las captaciones en tres grupos: pozos con conductividades menores a 1.000 $\mu\text{mhos/cm}$ (en la práctica entre 900 y 1.000 $\mu\text{mhos/cm}$) que aseguran el uso del agua para la agricultura; pozos con conductividades comprendidas entre 1.000 y 1.200 $\mu\text{mhos/cm}$, que son las que comienzan a provocar un descenso en la calidad del plátano; y por último, pozos con conductividad superior a 1.200 $\mu\text{mhos/cm}$, en los cuales el usuario está obligado ya a mezclar el agua con otras de menor conductividad. El resultado de esta comparación es el que se muestra en la siguiente figura de evolución de la conductividad:

EVOLUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD EN LAS AGUAS EXTRAÍDAS DE LOS POZOS DEL VALLE DE ARIDANE



Plan Hidrológico Insular de La Palma.

En 1983 la producción fue de 17.631.053 m³, que se repartieron por calidades de la siguiente forma:

2.886.250 m³ con conductividades inferiores a 1.000 µmhos/cm (16,4%).

9.553.891 m³ con conductividades comprendidas entre 1.000 y 1.200 µmhos/cm (54,2%).

5.190.912 m³ con conductividades superiores a 1.200 µmhos/cm (29,4%).

En 1991 la producción fue de 15.816.807 m³, que repartidos en los mismos intervalos de conductividades fueron:

2.171.329 m³ con conductividad inferior a 1.000 µmhos/cm (13,7%).

1.234.420 m³ con conductividades comprendidas entre 1.000 y 1.200 µmhos/cm (7,8%).

12.411.058 m³ con conductividad superior a 1.200 µmhos/cm (78,5%).

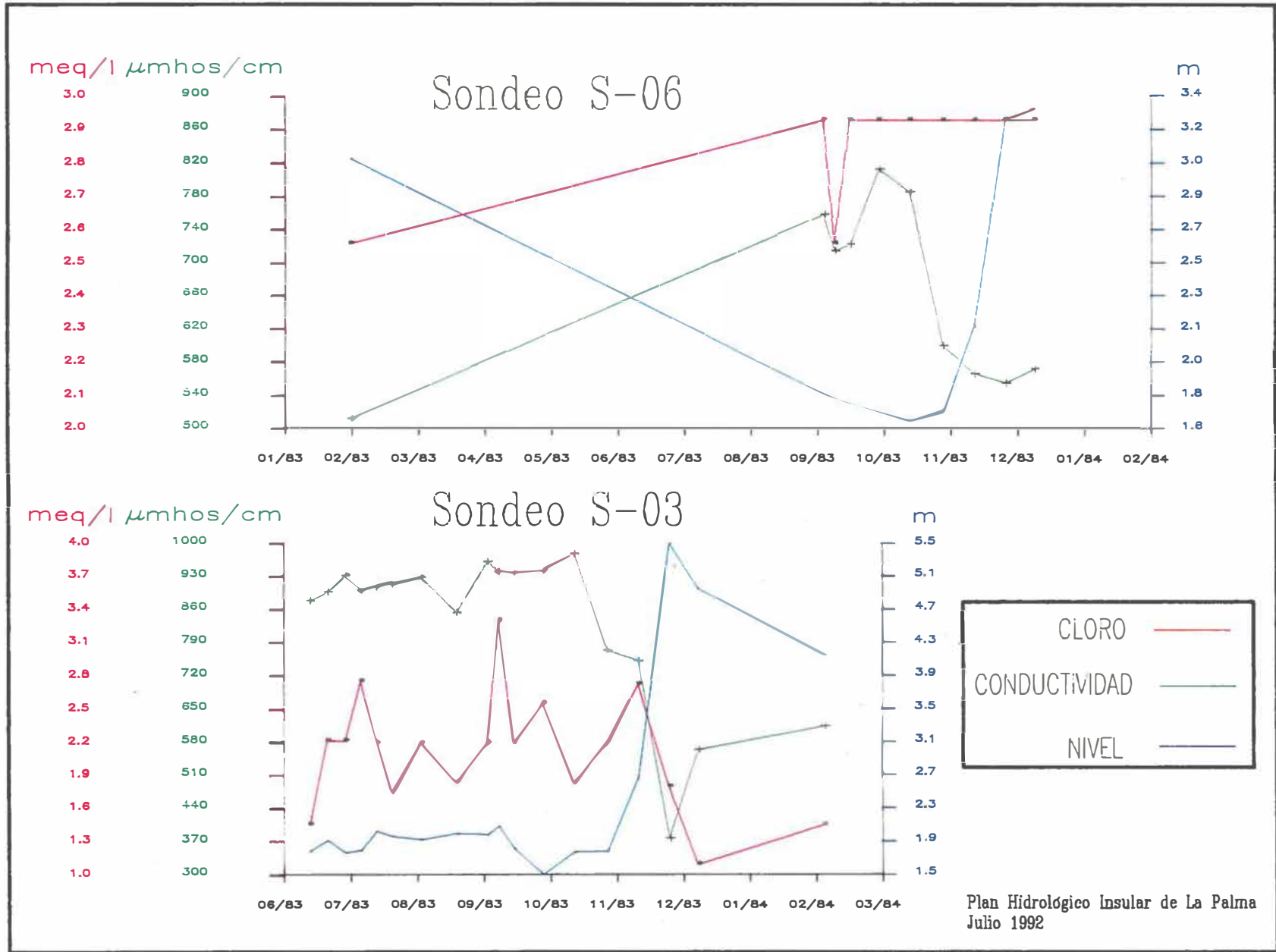
Como puede apreciarse, el empeoramiento de las aguas aumenta año a año, con lo que el futuro de la agricultura empieza a verse afectado, ya no sólo por la incertidumbre del mercado sino por la mala calidad del agua durante las épocas de estiaje anual. Por este motivo, el Avance del Plan Hidrológico Insular encargó un informe a Don Telesforo Bravo y a Don Juan Coello, con objeto de saber cuál era el volumen anual máximo de extracción de aguas sin que se produjera empeoramiento de calidad. La conclusión del informe fue que la producción máxima del acuífero costero, para los pozos allí ubicados, es de 13'5 hm³/año; esto suponía un 20 % de reducción de caudal. Posteriormente a la emisión de este informe se concluyó un muestreo exhaustivo realizado durante la época de bombeo continuo y que llegó hasta el mes de diciembre. El empeoramiento de calidad fue el mayor que se ha detectado hasta el momento, por lo que se volvió a considerar la producción máxima obtenida en el trabajo citado. Además, y en base a esos nuevos datos, se realizó un estudio tendente a definir no sólo la producción anual máxima sino también cuáles deberían ser los caudales máximos a bombear por cada uno de los pozos, que no generasen un empeoramiento de calidad. El resultado es el siguiente:

CAPTACIONES	CAUDAL 1991 (l/seg)		CAUDAL MAXIMO QUE SE RECOMIENDA (l/seg)	PRODUCCION FUTURA (hm ³ /año)
	MEDIO	MAXIMO		
Bco. de Las Angustias				
Candelaria	17	20	14	0,05
Morriña	45	46	40	0,5
La Prosperidad	66	73	66	1,0
Zona Alta	126	128	113	2,0
El Duque	106	106	106	1,0
El Remolino	66	66	66	1,1
Bco. de Tenisca				
Fuerza de Tenisca	40	40	30	0,3
Heredamiento San Miguel	40	40	30	0,3
El Salto	186	200	186	4,0
Sur de Tazacorte				
San Antonio	70	72	64	0,8
San Isidro	45	46	33	0,2
Los Palacios	32	32	17	0,02
Las Hoyas				
Las Hoyas	26	26	0	0
Peña de Horeb	18	18	0	0

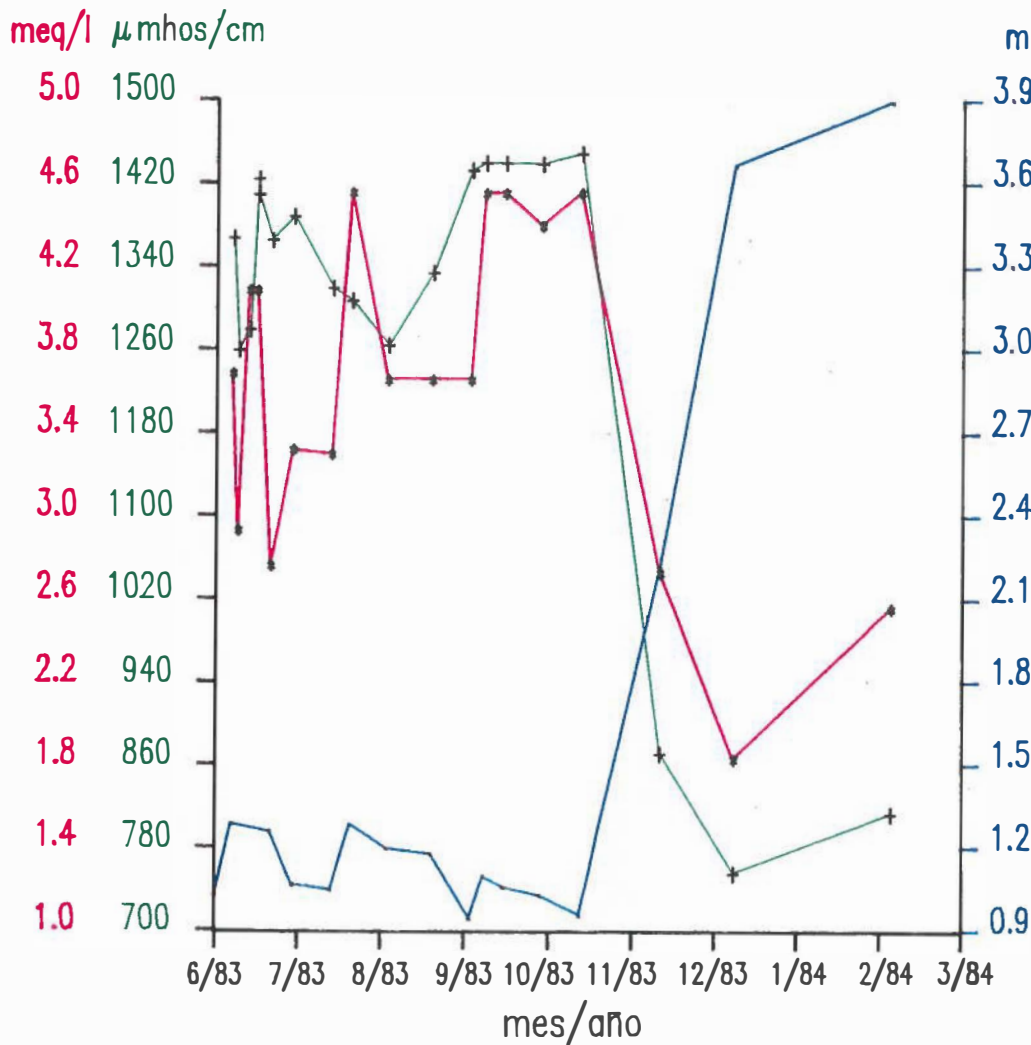
5.- Este empeoramiento de la calidad del agua extraída lleva aparejada un aumento del proceso de intrusión marina en todo el acuífero. Este hecho ha sido constatado en los pozos abandonados y sobre todo en los sondeos realizados por el SGOPI a lo largo de todo el Valle (véanse los dos gráficos de la página siguiente).

6.- La capacidad de embalse de todo el Valle de Aridane se cifra en 5,5 hm³, distribuidos por los depósitos de pequeño volumen que se encuentran dentro de las mismas fincas. Este volumen representa un 37% de la producción de los pozos pero tan sólo un 15% de toda la demanda anual del Valle.

7.- Durante la época de lluvias los pozos dejan de bombear al no ser necesario el riego. Precisamente en este momento se produce la recarga del acuífero costero; tanto por agua que se infiltra procedente de la lluvia, como por agua de escorrentía del Barranco de Las Angustias (véase el gráfico del pozo Morriña en la página 94).



POZO MORRIÑA



CLORO —●— CONDUCTIVIDAD —+— NIVEL ——

Caudal= 46,6 l/s

Plan Hidrológico Insular de La Palma. Julio 1992

Por el contrario los pozos bombean a pleno rendimiento en la época seca, que es cuando la platanera lo solicita. Pero al ser este periodo el de menor recarga del acuífero, el efecto de este bombeo es el que más daño provoca en él.

8.- A la vez, los tomaderos situados en el Barranco de Las Angustias durante la época de lluvia, conducen al Valle aguas que por falta de obras de almacenamiento se desperdician; generando ese volumen anual de excedentes comentado en el apartado I.5.1. Durante el estiaje, en cambio, el caudal que aportan los tomaderos es nulo, salvo el de Dos Aguas que transporta los caudales de las galerías y nacientes de La Caldera de Taburiente.

9.- Como consecuencia del régimen de explotación y aprovechamiento de las aguas comentado en los dos puntos anteriores, se puede decir que cada año circulan por el tramo bajo el Barranco de Las Angustias 10 hm^3 de agua de excelente calidad para la agricultura, de los cuales $6,5 \text{ hm}^3$ se pierden irremisiblemente en el mar.

10.- En cuanto a las deficiencias actuales en el suministro urbano, consisten en el nulo aprovechamiento de aguas depuradas, a pesar de existir en Los Llanos una depuradora construida en el año 1979. Se prevé que para el año 1993, haya en esta zona una capacidad de depuración de $0,42 \text{ hm}^3/\text{año}$, que aumentará en los próximos 8 años a $1,36 \text{ hm}^3/\text{año}$.

I.6.4.2.- Zona I.

Esta zona produce $6,13 \text{ hm}^3/\text{año}$ y consume $5,28 \text{ hm}^3/\text{año}$. Los excedentes y pérdidas suponen $1,12 \text{ hm}^3/\text{año}$. Toda la producción de aguas procede de galerías, nacientes y un pozo, aunque el mayor porcentaje es de galerías (85%). La subzona de mayor consumo es Tijarafe con un 82% sobre el total, y de ellos el 96% se destina a la agricultura.

Además de este balance entre producción y consumo, existe el complemento de una exportación a la Zona 0 de $1,17 \text{ hm}^3/\text{año}$ y una importación de $1,44 \text{ hm}^3/\text{año}$ desde esta Zona 0 a la Zona I.

La situación actual es que la demanda se satisface enteramente, y en la época de mayor consumo de agua por la agricultura esta zona proporciona aguas al Valle de Aridane. Esta agua exportada procede de la galería Minaderos y del pozo del Noroeste, ambos en el término municipal de Garafía.

Las deficiencias de la infraestructura hidráulica de esta Zona I son:

1.- Las pérdidas y los excedentes cifrados en conjunto en 1,12 hm³/año, corresponden en su mayor parte a excedentes (casi 1 hm³/año). La causa de ello radica en la ausencia de capacidad de regulación en las galerías y en la escasez de depósitos de almacenamiento.

2.- Esta zona exporta 1,17 hm³/año e importa 1,44 hm³/año. Del agua exportada, la que procede de la galería presenta una excelente calidad; en cambio, la bombeada desde el pozo del Noroeste está sufriendo un proceso de empeoramiento gradual por efecto de la intrusión marina. Este empeoramiento se puede cifrar en un aumento de conductividad desde 319 µmhos/cm que tenía el pozo en octubre de 1988, a los 1.290 µmhos/cm que corresponden a noviembre de 1991. Como la causa de este empeoramiento es la intrusión marina, es de suponer que manteniendo el mismo régimen de extracción el proceso de empeoramiento continúe (ver gráfico en la página siguiente).

3.- En esta Zona I, como en la anterior, no existe aprovechamiento de aguas depuradas.

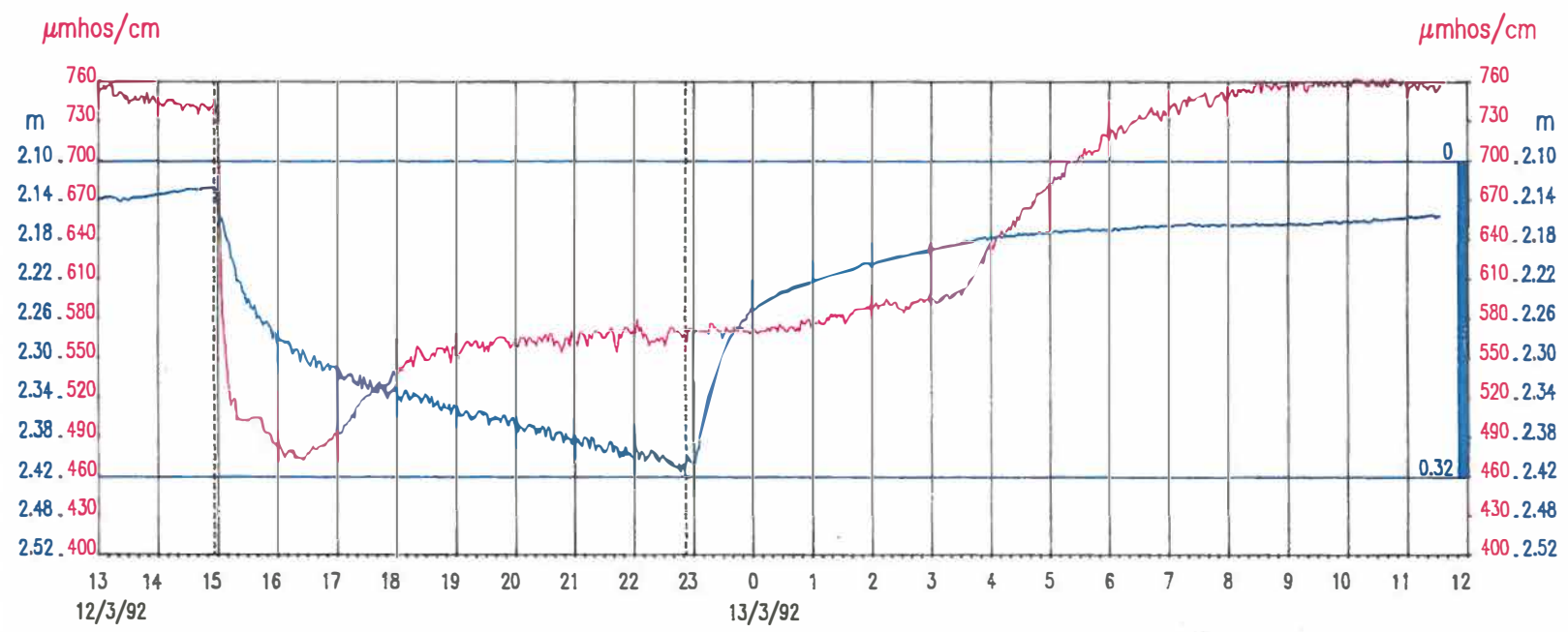
En cuanto al agua importada desde la Zona 0, casi la totalidad procede del pozo La Prosperidad. Este volumen de agua tiene que ser elevado 500 metros para poder salvar el Barranco de Las Angustias, para luego descender e ir regando plataneras situadas hasta la costa; mientras tanto, el Valle de Aridane tiene que importar agua de la Zona I. Realmente el esquema escapa de una explicación lógica, aunque tenga una justificación: los propietarios del pozo son los propios usuarios del agua en Tijarafe.

I.6.4.3.- Zona II.

Esta zona produce 33,30 hm³/año de los que consume 28,14 hm³/año; el resto se reparte entre 2,36 hm³/año de pérdidas y 2,8 hm³/año de excedentes.

El esquema hidráulico consiste en la captación de aguas a partir de galerías, nacientes y pozos situados en los municipios norteños, y en el consumo local y transporte de los sobrantes por medio de canales que recorren esta zona de norte a sur. Desde Barlovento hasta Breña Alta se obtiene el 99 % de la producción; mientras que el consumo se reparte de forma homogénea a lo largo de toda la Zona II.

ENSAYO DE BOMBEO POZO NOROESTE



— Nivel
— Conductividad

 Descenso de nivel en el ensayo de bombeo expresado en m.

Caudal = 66.6 l/s

Las deficiencias de este esquema hidráulico son las siguientes:

1.- Los nacientes de San Andrés y Sauces, con los que se riega una buena parte de la superficie agrícola del municipio, presentan un descenso de caudales que puede conducir en un plazo breve a una escasez de agua para la agricultura local.

2.- En Santa Cruz de la Palma y en Barlovento se han perforado un elevado número de galerías que drenan una misma zona del acuífero; se generan con ello procesos de afección entre las captaciones y disminuye el rendimiento de cada galería.

3.- Los pozos que explotan el acuífero costero de Santa Cruz de La Palma, extraen un caudal excesivo, provocando procesos de intrusión marina. De forma general este hecho se puede extender a todos los pozos perforados en los municipios de esta zona.

4.- Las pérdidas en la red de transporte son de $2,36 \text{ hm}^3/\text{año}$, que representan un 7 % sobre la producción total. Estos valores vistos de forma global son bajos; sin embargo, repartidos por municipios se obtiene que Fuencaliente tiene pérdidas del 15 % lo que representa $0,79 \text{ hm}^3/\text{año}$ (33 % del total de pérdidas). El causante de esta pérdida de agua es el canal Barlovento - Fuencaliente en su tramo final.

5.- El volumen anual de excedentes de esta zona es de $2,8 \text{ hm}^3/\text{año}$, que supone el 10 % sobre el consumo. El reparto por municipios refleja que en Santa Cruz de La Palma existe un 62 % de excedentes, en Barlovento un 31 %, en Breña Alta un 20 % y un 14 % en Puntallana. Estos valores parecen en principio excesivamente elevados y cabe la posibilidad de que estén reflejando un uso urbano; no obstante, debería profundizarse más en estos valores antes de tomar una decisión sobre su posibilidad de arreglo.

6.- En el abastecimiento urbano se observan las mismas deficiencias comentadas en las otras dos zonas: no se hace uso de aguas depuradas. Existe en la actualidad infraestructura para la depuración de aguas en Santa Cruz de La Palma y en San Andrés y Sauces, que estará en funcionamiento en el año 1993, con una capacidad de depuración de $1,5 \text{ hm}^3/\text{año}$. En los próximos ocho años se prevé que aumente a $1,8 \text{ hm}^3/\text{año}$, con la construcción de una depuradora conjunta para Breña Alta y Breña Baja.

CAPITULO II

CALCULO DE LA DEMANDA FUTURA

II.1.- LA INCERTIDUMBRE DE LA DEMANDA FUTURA: LA AGRICULTURA Y EL TURISMO.

El Avance del Plan Hidrológico de la isla de La Palma tiene su año horizonte fijado en el 2002. Esto quiere decir que en este intervalo de diez años debe pretender conocer la variación anual de la demanda de agua en los cuatro posibles sectores de uso: urbano, agrícola, industrial y turístico. A la vez, debe también definir y proyectar las obras que cubran esa demanda y sus variaciones anuales, asegurando la cantidad y ofreciendo una calidad acorde con el uso al que se destina.

En el momento actual, casi el 90% del consumo se produce en el sector agrícola, siendo también este sector el que más exigencia presenta en la calidad del agua (el abastecimiento urbano puede suministrarse con conductividades de hasta 1.500 $\mu\text{mhos/cm}$; mientras que en el riego del plátano, una conductividad superior a 1.200 $\mu\text{mhos/cm}$ comienza a repercutir en la calidad del producto).

Conocida es la crisis que atraviesa el sector platanero; también es cierto que por el momento se ha resuelto con una defensa de la Comunidad Europea apoyando este sector. Ante el empuje de multinacionales: ¿cuánto tiempo permanecerá protegido este cultivo por Europa?. La respuesta escapa de nuestros conocimientos y por tanto de nuestras previsiones. Ahora bien, dada la repercusión que este cultivo tiene sobre la demanda de agua (una reducción del cultivo de un 30 %, repercute en un descenso del 27 % en la demanda de agua), es necesario conocer, aunque sea a grandes rasgos, la política agraria. Esta política, desgraciadamente, está influida por economías de mercado ajenas a este Archipiélago, e incluso sobrepasa el ámbito nacional.

Por todos estos motivos, el Avance del Plan Hidrológico recabó la ayuda y asesoramiento de la Consejería de Agricultura, que respondió emitiendo un informe sobre la demanda futura para el año horizonte del 2002.

El estudio que forma parte del Anejo de este Avance, concluye que la demanda de agua para la agricultura va a reducirse por zonas en los siguientes valores.

ZONA	DEMANDA ACTUAL	DEMANDA FUTURA	REDUCCION
	($\text{hm}^3/\text{año}$)	($\text{hm}^3/\text{año}$)	%
ZONA 0	33'1	26'0	21'4
ZONA I	4'9	3'9	21'0
ZONA II	22'7	20'4	10'0
TOTAL	60'7	50'3	

La demanda urbana para el año 2002, como toda previsión de futuro de la isla, está sujeta al modelo económico que se desarrolle en el futuro. Así, si la economía siguiera las mismas pautas que hasta ahora, basada esencialmente en la agricultura, el número de residentes presentaría un crecimiento lento debido a la escasez de empleo que puede generar una economía como la actual. En cambio si el desarrollo económico se basase en el turismo, la demanda de mano se obra crecería, con lo que el número de residentes aumentaría por inmigración desde otras islas, y superaría los cálculos teóricos de demografía realizados por este Avance. Por todos estos motivos de incertidumbre, el Avance del Plan Hidrológico supone que el número de habitantes de la isla en el año 2002 crecerá con un ritmo similar al de la última década, pero para compensar un posible aumento en el número de residentes se ha optado por asignar a éstos una dotación de agua mucho mayor que la que corresponde por número de habitantes. De esta forma, una dotación alta con un número de residentes medio puede compensar las variaciones que puedan producirse en esta demanda urbana.

El otro sector que presenta también un difícil cálculo de previsión es el turístico. En la actualidad existen unas 6.000 plazas hoteleras distribuidas entre Los Cancajos y Puerto Naos, sin olvidar los hoteles de Santa Cruz y de Los Llanos. En los dos primeros emplazamientos, sobre todo en Los Cancajos, ya se están observando unas dotaciones de consumo más altas de lo usual, lo que confirma que aunque el número de turistas sea pequeño en comparación con los residentes, su consumo diario es mucho más elevado. Según datos obtenidos por el Plan Hidrológico de la isla de Tenerife, el consumo turístico es de 480 litros por turista y día, que supone para las dotaciones de uso actuales de La Palma que un turista gasta en agua el equivalente a tres palmeros (o dicho de otro modo: un turista consume al día lo que una platanera necesita para producir algo más de 1 kg de plátanos). Con estos consumos, basta con que se implanten 20.000 plazas turísticas para que el abastecimiento humano de la isla se duplique.

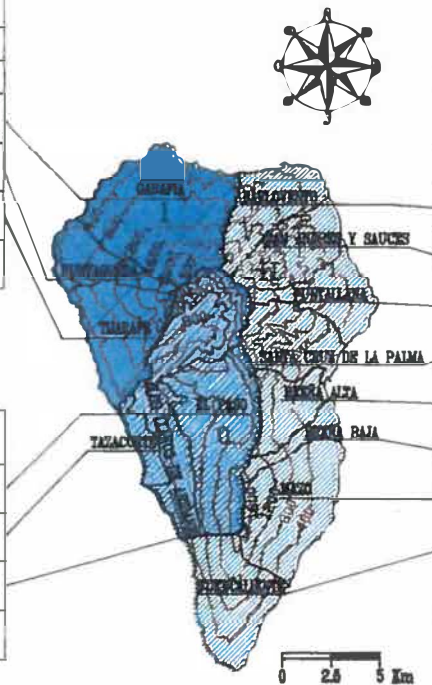
Si a estos números les sumamos las dotaciones necesarias para ciertos atractivos turísticos, tales como el golf, parques acuáticos y playas (con el consiguiente uso de duchas), las dotaciones totales se incrementan rápidamente.

Además, también hay que considerar que el turismo y su necesidad de agua dulce puede entrar en el libre mercado de compra de aguas, pudiendo pagar precios mucho más altos que el agricultor, con lo que absorbería parte del mercado generando el abandono de tierras de cultivo (este proceso ya se ha producido en el sur de Tenerife).

DEMANDA FUTURA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO URBANO (AÑO 2.002)

ZONA I					
Nº HABITANTES		DOTACIÓN l/h/d		DEMANDA hm ³ /año	
1.986	2.002	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA
2.073	1.937	150	350	0.11	0.25
1.808	2.130	150	350	0.10	0.27
2.748	2.841	150	350	0.15	0.36
6.629	6.908	TOTAL		0.36	0.88

ZONA 0					
Nº HABITANTES		DOTACIÓN l/h/d		DEMANDA hm ³ /año	
1.986	2.002	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA
6.790	7.791	170	350	0.42	1.00
7.020	7.020	108	350	0.28	0.90
16.088	16.088	250	350	1.47	2.00
29.898	30.899	TOTAL		2.17	3.90



ZONA II					
Nº HABITANTES		DOTACIÓN l/h/d		DEMANDA hm ³ /año	
1.986	2.002	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA
2.633	2.506	173	350	0.17	0.32
5.520	5.282	185	350	0.37	0.67
2.291	2.248	124	350	0.10	0.30
17.697	18.367	214	350	1.40	2.34
5.113	5.857	238	350	0.44	0.75
3.140	4.323	398	350	0.46	0.55
5.066	5.077	62	350	0.37	0.65
1.828	1.730	182	350	0.12	0.22
43.288	45.390	TOTAL		3.40	5.80

Nº HABITANTES (1.986) = 79.815
 Nº HABITANTES (2.002) = 83.197

CONSUMO URBANO ACTUAL = 5.93 hm³/año
 ZONA I = 0.36 hm³/año
 ZONA 0 = 2.17 hm³/año
 ZONA II = 3.40 hm³/año

DEMANDA FUTURA = 10.58 hm³/año
 ZONA I = 0.88 hm³/año
 ZONA 0 = 3.90 hm³/año
 ZONA II = 5.80 hm³/año

Plan Hidrológico Insular de La Palma
 Julio 1992

En otros casos, el turismo es capaz desoportar aguas de mala calidad, aquellas que no son útiles para la agricultura; pero esto, que puede ser una solución para las comunidades de pozos, que debido a la intrusión marina han abandonado esas captaciones, puede convertirse en la ruina de otros, ya que al continuar con la extracción en lugar de parar los bombeos, el proceso de intrusión marina se intensifica en vez de disminuir.

La solución a este problema incierto de la demanda futura de agua para el turismo, radica en dos variables: el número de turistas y su ubicación. Si se apuesta por un turismo rural, tal y como preconizan ciertos sectores de La Palma, las dotaciones serán en general menores; pero a cambio deberán ser suministradas desde las redes urbanas de abastecimiento. Si en cambio se tiende a un turismo localizado en núcleos costeros, como es el caso actual, las dotaciones serán mayores, pero se puede optar por un abastecimiento a partir de desaladoras de agua de mar, que teniendo en cuenta los costes de mantenimiento y el consumo turístico, supone elevar el precio diario de la habitación en tan sólo 100 pesetas. Esta forma de suministro logra independizar al turismo del resto de la demanda y permite una mayor elasticidad y adecuación al ir cubriendo la demanda a medida que se necesite.

El número total de turistas previstos para el año 2002, es quizás la previsión más difícil de todas las que en este apartado se consideran como integradoras de la demanda futura. Por otra parte, no es aquí, en el Avance de un Plan Hidrológico, donde se deba hacer esta previsión. No obstante, ante la necesidad de calcular cuál puede ser esta demanda turística, se ha optado por fijar un número y con él un volumen anual de agua. La hipótesis que se maneja es suponer un desarrollo turístico similar al que se desarrolló en el Archipiélago Balear durante las décadas de los años sesenta y setenta. Con esta hipótesis, que implica un cambio en el desarrollo económico pasando el protagonismo de la agricultura al turismo, se prevé que para el año 2002 el número de plazas hoteleras sea de 25.000, con la dotación comentada de 500 l/turista y día, generará una demanda de 3,65 hm³/año.

La demanda industrial es de esperar que se mantenga o que sufra un ligero aumento, sobre todo si se cumple la hipótesis de desarrollo turístico; pero dado su bajo porcentaje sobre el total, puede ser satisfecha desde el abastecimiento urbano y usando la misma red de distribución. El único consumo industrial que por su magnitud y necesidad se abastece mediante su propio sistema es el de la Central Térmica de UNELCO, tanto la de Santa Cruz como la de San Andrés y Sauces. Para la primera, su demanda actual de 2'01 hm³/año puede variar sensiblemente. En cuanto a la segunda, que consume 4 hm³/año, tal y como se ve la tendencia del caudal de Marcos y Cordero, depende del futuro de este grupo de nacientes.

RESUMEN:

La demanda futura para el año 2002 dependerá, como se ha expuesto en reiteradas ocasiones, del modelo económico por el que opte la isla. A lo largo de este apartado, se ha intentado evaluar cada una de estas hipótesis por separado. La demanda máxima sería el resultado de suponer un desarrollo turístico como el calculado, manteniendo las previsiones de futuro de la agricultura. En base a estas hipótesis la demanda total para el año 2002, separada por sectores es:

DEMANDA (hm ³ /año)	ZONA 0	ZONA I	ZONA II	TOTAL
Urbana	3,9	0,88	5,8	10,58
Agrícola	26,0	3,9	20,4	50,3
Turística	2,2	0,05	1,40	3,65
TOTAL	32,1	4,83	27,6	64,53

II.2.- POLITICA HIDRAULICA.

De acuerdo con todas estas previsiones, para el año 2002 cabe esperar una reducción del consumo a nivel insular de algo menos de un 10 %, que teniendo en cuenta el esquema de captación de aguas significa que van a sobrar 7 hm³/año. Por otra parte y de acuerdo con el apartado 6 del Capítulo I, la situación actual en zonas como el Valle de Aridane está pidiendo medidas urgentes que exigen las dotaciones actuales sin tener en cuenta esta evolución futura.

La política hidráulica que propone este Avance del Plan Hidrológico es definir las obras necesarias para satisfacer la demanda actual asegurando la calidad exigida y que la reducción de la demanda en el futuro se emplee en disminuir la producción desde los pozos. Con esta política se consiguen varios fines a la vez:

1) Acomodarse a la demanda variando la oferta que más fácil reducción presenta; ya que las galerías en general y los nacientes, presentan un caudal continuo y difícilmente regulable.

2) Mejorar la calidad del agua consumida, al descender el porcentaje de aguas de peor calidad.