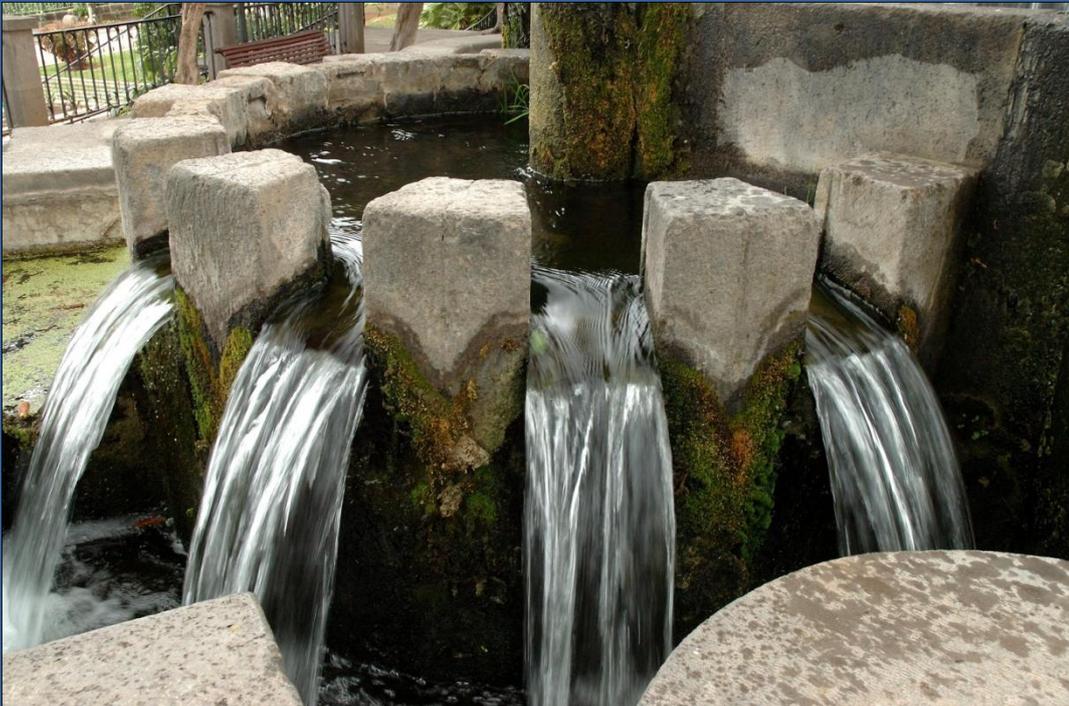


EL AGUA EN CANARIAS

HISTORIA, ESTRATEGIAS
Y
PROCEDIMIENTOS DIDÁCTICOS



Francisco Suárez Moreno

© Francisco Suárez Moreno
© *Bienmesabe.org*, *Infonortedigital.com* y *Artevirgo.blogia.com* (para esta edición digital)
© Autores correspondientes de las ilustraciones

DISEÑO Y COMPOSICIÓN: *Bienmesabe.org*

DEPÓSITO LEGAL: **GC 1323-2009**



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
I. APUNTES PARA LA HISTORIA DEL AGUA EN CANARIAS.....	3
II. LA PROPIEDAD Y GESTIÓN DEL AGUA. HEREDAMIENTOS, ESTRATEGIAS DE MEDIDA Y DISTRIBUCIÓN.....	4
III. OBRAS HIDRÁULICAS Y SISTEMAS DE RIEGO.....	12
IV. AGUA PARA LA CASA. FUENTES, CHORROS, LAVADEROS Y DESTILERAS.....	31
V. AGUA PARA LA SALUD. FUENTES AGRIAS Y BAÑOS.....	35
VI. LA ENERGÍA DEL AGUA. MOLINOS Y CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	37
VII. AGUA DEL MAR PARA BEBER Y REGAR. LA DESALACIÓN Y LA DEPURACIÓN.....	42
VIII. EL PATRIMONIO HIDRÁULICO INTANGIBLE.....	44
IX. EL PATRIMONIO HIDRÁULICO TANGIBLE. RECURSOS MUSEÍSTICOS Y BIBLIOGRÁFICOS.....	46
X. EL AGUA. RECURSOS Y PROCEDIMIENTOS DIDÁCTICOS. ESCUELAS, COLEGIOS E INSTITUTOS	44
XI. EL AGUA. CONTENIDOS DIDÁCTICOS UNIVERSITARIOS.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

PRESENTACIÓN

Esta publicación es la adaptación de una ponencia impartida recientemente por el autor en la clausura de las XVIII Jornadas Educativas del Proyecto de Desarrollo Comunitario de La Aldea, celebradas el pasado mes de noviembre. Y, dado que una buena parte de nuestros lectores son docentes o, en su caso están interesados en lo relacionado con la cultura del agua en Canarias, hemos considerado conveniente incluir sus contenidos en nuestro catálogo de publicaciones en este formato de libro digital.

El autor, Francisco Suárez, cuenta en su haber con numerosas publicaciones, buena parte de ellas sobre el tema del agua en Canarias, tanto desde aspectos históricos y tecnológicos como etnológicos. Además, es un docente de la enseñanza pública, recientemente jubilado, tras casi 42 años de servicio activo. Igualmente es Cronista Oficial de La Aldea de San Nicolás (Gran Canaria) y colaborador de nuestro proyecto editorial digital *BienMeSabe.org* que, de nuevo, como en otras ocasiones, trabaja en colaboración con las iniciativas amigas *Infonortedigital.com* y *Artevirgo.blogia.com*.

Deseamos a nuestros lectores que les sea de provecho la lectura de este nuevo ofrecimiento digital.

Canarias, a 13 de diciembre de 2009

INTRODUCCIÓN

El agua es vida. Y es noticia actual: recientes descubrimientos de su posible existencia en otros planetas o satélites de nuestro Sistema Solar van a determinar si en ellos hubo, hay o habrá vida.

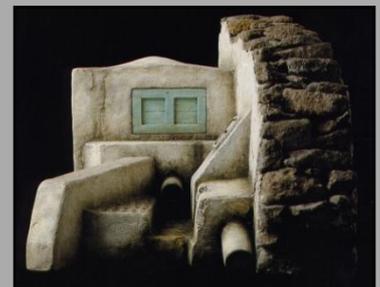
Las primeras civilizaciones protohistóricas, o históricas en su caso, se desarrollaron en torno al agua, tales como las grandes civilizaciones fluviales de Mesopotamia y Egipto.

*¡Cuánto vale el **agua** en Canarias!*

Para captarla de la Naturaleza los canarios y las canarias nos las hemos ido ingeniando, a lo largo de la Historia, con las más variadas estrategias, arquitecturas e ingenierías. Lo hemos hecho en un medio natural que no es el mismo en cada isla ni en cada comarca, y con tecnología propia o importada o adaptada, además de unos conocimientos adquiridos de generación en generación.

Y no es de extrañar. El Agua, en todas las regiones del mundo y con más vigor en las áridas y semiáridas, siempre ha puesto en conexión la industria-tecnología con el ingenio de sus habitantes para subsistir, generando con ello toda una cultura: la más sublime dialéctica del hombre-mujer con la Naturaleza.

Los contenidos se han estructurado con un sello interdisciplinar pero con un enfoque desde los cristales de la Etnohistoria y la Didáctica, en proporción, para niveles no universitarios en una ponencia expuesta para los asistentes a las XVIII Jornadas Educativas organizadas por el Proyecto Comunitario de La Aldea, en noviembre de 2009, donde casi la mitad eran docentes de niveles educativos diferentes.



CANTONERA Y CASILLA DEL AGUA (FALI SANTANA)

I. APUNTES PARA LA HISTORIA DEL AGUA EN CANARIAS

Los primeros colonizadores de Canarias, probablemente púnicos establecidos, en Rubicón, Lanzarote, unos siglos a. de C., en actividades pesqueras, perforaron los primeros pozos-algibe que aún subsisten y muchos años antes de establecerse la sociedad indígena canaria.

Los primeros canarios se las ingeniaron a través de piletas en riscos, eres o pocetas en barrancos, acequias y albercas para captar y distribuir incluso el agua en sus necesidades.

Luego, los conquistadores, en las islas realengas (Gran Canaria, Tenerife y la Palma), se repartieron las tierras y aguas, primero militares y financieros de la guerra y luego entre nuevos colonos.

Desde los primeros momentos de la Conquista el agua procedente de las cumbres quedó vinculada a las tierras bajas, las productoras de la primera riqueza insular: el azúcar. Su aprovechamiento y gestión generó un régimen especial de propiedad privada, en entidades conocidas como *heredamientos* o *heredades*, cuyos mayores partícipes era la clase poderosa. Para captarla y regularla mejor se trajeron de Madeira, a profesionales los “maestros de sacar agua”, quienes realizaron las primeras obras hidráulicas tales como acequias, minas, canales, pozos...

La historia continuó a lo largo de los siglos siguientes. Y se fueron generando nuevas infraestructuras hidráulica, cuya tecnología fue traspasada al Nuevo Mundo (siglos XVII-XVIII).

Cuando se necesitó mucha más agua y los acuíferos comenzaron a sentir los efectos de su sobreexplotación, entre finales del siglo XIX y mediados del XX, al introducirse los cultivos de exportación (plataneras y tomateros), se recurrió a nuevas obras e ingenios hidráulicos (pozos, galerías, presas, canales...), los que tuvieron un gran desarrollo y agotaron los afloramientos de agua.

Agotados los acuíferos, a finales del siglo XX, se dictan nuevas leyes, el agua pasa a ser bien público y se presentan alternativas nuevas de generación del agua como lo es la desalación. A la vez, esta larga evolución histórica ha ido generado en cada isla una arraiga y singular cultura del agua incluso en el plano inmaterial.

Pero cada lugar tiene su historia del agua. La historia global está aún por investigar en toda su dimensión. Las monografías locales, la microhistoria, será el elemento básico para reconstruirla en Canarias. Más, faltaría el inculcar, el formar y educar en dos ideas: ahorro y respeto por los bienes patrimoniales hidráulicos que ha dado esa, nuestra historia.

II. LA PROPIEDAD Y GESTIÓN DEL AGUA:

HEREDAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE MEDIDAS Y DISTRIBUCIÓN

El régimen de propiedad y gestión histórica quizás sea la primera singularidad de la cultura del agua en el archipiélago. Hasta la aprobación, en 1987, de la primera y conflictiva Ley de Aguas de la Comunidad Autónoma de Canarias, la mayor parte de las captaciones de aguas manantes, pluviales o subterráneas eran de una propiedad privada, casi siempre estructurada en heredamientos y comunidades de regantes.

1.- HEREDAMIENTOS Y COMUNIDADES DE REGANTES

Las heredades o heredamientos de aguas nacieron en los repartimientos de aguas y tierras realizados tras la Conquista. El agua que nacía desde las cumbres quedó vinculada a las tierras bajas. Los caudales, una vez abastecida las necesidades de la población, se encauzaron hacia las plantaciones de cañadulce con sus ingenios, poblamientos cercanos y molinos de agua, así como hacia los sembrados de granos, hortalizas y frutales. La tierra y el agua iban juntas cuando su propiedad comenzó a ser traspasada de padres a hijos o de propietario a propietario por compra-venta. Cada trozo de tierra tenía su proporción de agua de una acequia. Y es que las aguas de cada barranco o cuenca hidrográfica se canalizaba a través de la acequia principal de cada heredamiento y las ramificaciones secundarias.

Pero según avanzaban los primeros siglos de la Colonización, las ordenanzas municipales de las tres islas realengas que regulaban dichos heredamientos o heredades, se adaptaron a una progresiva privatización del agua. Las proporciones de agua de los heredamientos quedaron como mercancía libre porque la propiedad del agua se fue transmitiendo (por ventas, herencias, donaciones...) separadamente de la tierra a la que en un principio estuvo vinculada. E incluso se conformó una especie de justicia privativa del agua amparada en las ordenanzas municipales que recogían la figura de un *alcalde de aguas*, en cada heredamiento principal, para dirimir los muchos conflictos que se generaban.

Entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX, con la nueva legislación estatal del agua, las antiguas heredades se transformaron en comunidades de regantes. Y se crearon otras nuevas comunidades, pues la demanda de agua para los nuevos cultivos (cañadulce, plátanos y tomates) determinó la búsqueda de nuevos recursos hídricos con capitales privados en la perforación de pozos y galerías o con la construcción de presas.

Entre las heredades destacamos por su historia la más antigua, la de Las Palmas, Dragonal, Bucio y Briviesca que agrupaba seis heredamientos (Vegueta, Triana, Fuente de los Morales, Dragonal, Bucio y Briviesca), desde los primeros años de la colonización con la primera gran obra hidráulica de trasvase en Canarias, la Mina de Tejeda; al heredamiento del valle de La Orotava, en Tenerife que gestionaba el gran Río de Taoro; la Heredad de la Vega Mayor de Telde, que disfrutaba las aguas que nacían desde Valsequillo, la Heredad de Arucas-Firgas (ambas un paradigma de la historia del agua y sus ingenierías), además de otras también con mucha tradición e historia y un interesante patrimonio hidráulico de acequias, albercones, cantoneras... así como de un valioso patrimonio documental.

EDIFICIO DE LA HEREDAD DE ARUCAS-FIRGAS. EN PRIMER PLANO, LA CANTONERA REAL EN EL CENTRO DE ARUCAS



2.- GESTIÓN, DISTRIBUCIÓN Y MEDIDAS HIDRÁULICAS TRADICIONALES

El agua de cada heredad se repartía a través de las acequias por turnos, denominados *dulas*, cuya cantidad proporcional a cada partícipe dependía del volumen principal que discurría en cada momento, llamado *gruesa de agua*. Para ello estaba un oficial repartidor con diversas denominaciones por islas o comarcas (*vigilante, acequero, rancharo...*). Destacan en Canarias por su cantidad de agua, entre otras, las *gruesas* de Marcos y Cordero, en La Palma; el Río de Taoro, en La Orotava, Tenerife; y, la Mina de Tejeda y Las Madres de Firgas, en Gran Canaria...

El principal caudal, la *gruesa*, avanza por la acequia matriz o *acequia real* y comienza a ramificarse. Para la distribución adecuada a cada partícipe de su turno o *dula* se conformó un sistema de medida temporal (día, hora y minuto) que, según su caudal o zona geográfica, tenía y tiene aún diversas denominaciones: *azada, cuarta, surco, paja, hilo de agua, pipa*, etc.

En Gran Canaria se mantiene la *azada*, medida de volumen (el acumulado a lo largo de 12 horas por un caudal) o de fluidez, variable según las zonas, entre los 9-10 litros por segundo.

En Tenerife y las islas occidentales se ha mantenido la unidad de la *pipa* (480 litros). Para medir con precisión la salida del agua hacia varios puntos se inventaron en Canarias unas obras de fábricas singulares denominadas *cantoneras*, *pesadores de agua* o *cajas de agua*.



CHORRO DE AGUA DE UNA AZADA DE 9-10 LITROS POR SEGUNDO, SALIENDO POR LA TRONERA DE UNA CANTONERA (ARUCAS, GRAN CANARIA).

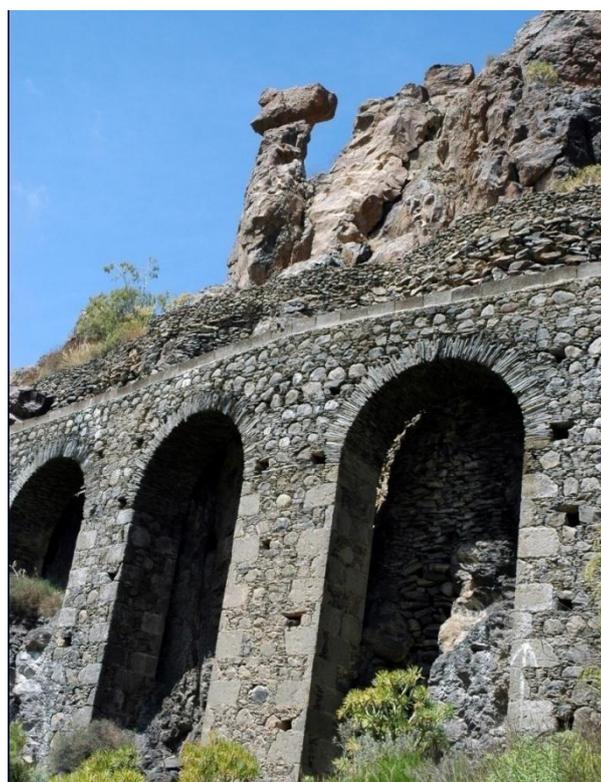
3.- ACEQUIAS, CANALES, TAGEAS...

Las acequias canarias son excavaciones reforzadas con muros de piedra o con obra de fábrica en mampostería ordinaria. Para su trazado hubo que, desde muy antiguo, salvar la orografía más complicada, mediante túneles o excavaciones a cielo abierto en la roca, con canales de madera o con sillares de cantería, entre otras estrategias, las que, en algunos casos, constituyen verdaderos acueductos sobre arcadas de piedra; es el caso, entre otros, el trazado espectacular, construido por el Condado de la Vega Grande en el barranco de Fataga (Maspalomas, Gran Canaria), las arcadas del Barranco de Santos (Tenerife) o el acueducto de Los Siete Ojos en el Barranco de Tafuriaste (Tenerife); y, ya en el siglo XX, encontramos sifones con obra de fábrica y tubos con trayectoria de U, capaces de soportar presión de varias atmósferas bien hechos de hierro (en principio importados de Inglaterra y luego fundidos en los talleres insulares) o de cemento como los construidos en la fábrica de míster Leacock, instalada en El Agujero (costa de Gáldar, Gran Canaria), cuyo material se exportó a todas las islas.

Aparte acueductos y sifones las acequias principales disponen, a lo largo de su recorrido, de *quebraderos* con o sin *cantoneras* para desvíos a otras acequias secundarias; de aliviaderos o *rebosaderos* para evitar que un desbordamiento Las acequias principales disponen, a lo largo de su recorrido, de *quebraderos* para desvíos a otras acequias secundarias; aliviaderos o *rebosaderos* para evitar

que un desbordamiento las destroce; *decantadores* para retener los sedimentos y *filtros* en forma de rejas. Las acequias de dimensiones reducidas se denominan también *tageas* o *artageas*, como las excavadas en la toba blanca de la falda sur del Teide, por Arico y Granadilla, de las más espectaculares existentes.

Las acequias históricas de la zonas húmedas son numerosas, algunas kilométricas en su descenso desde la cumbre hasta la costa, como es el caso de la acequia de la heredades de la Mina de Tejeda.



ARRIBA IZQUIERA: ACUEDUCTO DEL CONDE, BARRANCO DE FATAGA-MASPALOMAS EN EL SUR DE GRAN CANARIA. DERECHA: TÚNEL-CANAL DE LOS MIL, TENERIFE (FOTG. FCO. MEDINA). ABAJO IZQUIERDA. DETALLE DE LAS ARCADAS ACUEDUCTO DEL CONDE, FATAGA (FOTG. FCO. SUAREZ). DERECHA: TAGEA DE TOBA VOLCÁNICA, EN EL SUR DE TENERIFE (FOTG. RAFA GÓMEZ)

4.- MEDIDORES, AFORÍMETROS DEL AGUA

La distribución del agua por las acequias hasta los terrenos de cada partícipe requería de una serie de puntos de distribución o de reparto con precisión milimétrica. Para ello se introdujo desde Madeira, en los primeros años de la Colonización, una curiosa obra de fábrica, un medidor-distribuidor denominado *caja de agua, arquilla, tronera o cantonera...*

Esta curiosa arquitectura hidráulica adquiere plena identidad hacia el siglo XVIII, cuando los fraccionamientos de los partícipes se acentúan y se requiere una mayor precisión en los repartos. Así se van construyendo verdaderas obras, algunas de madera pero casi todas de albañilería con o sin cantería noble de cada lugar, que hoy son preciados bienes patrimoniales.

Las cantoneras o pesadores más comunes constan de dos o más estanques de pequeñas dimensiones intercomunicados por el fondo, con los más variados diseños arquitectónicos. El primer recipiente recibe el agua de la acequia, que pasa ya remansada al siguiente recipiente, el cual posee en sus muros laterales varias bocas o troneras hacia el exterior. En estas unas regletas graduadas marcan la medida de salida del agua. En Gran Canaria los catálogos etnográficos contabilizan un total aproximado de medio millar, tanto a cielo abierto como dentro de habitáculos (las *casillas del agua*). Estas se construyeron para asegurar el reparto y la medida del agua ante los hurtos. El 80% de las mismas están en la zona de barlovento.

Son muchas las cantoneras que aún quedan, sobre todo en el norte de Gran Canaria. Quizás alcancen el rango de paradigma de la arquitectura hidráulica las cantoneras y casillas del agua construidas a lo largo de las acequias de la Heredad de Arucas-Firgas, realizadas con la emblemática cantería azul de Arucas. Pero hoy las modernas llaves de distribución, en las nuevas redes de tubos de plástico que sustituyen la infraestructura tradicional, han puesto en desuso tanto las acequias como las cantoneras. Es un patrimonio cultural en peligro.

5.- CONTENIDOS DIDÁCTICOS

En el plano de los contenidos didácticos relacionados con este capítulo para escuelas e institutos, junto a los del estudio del medio natural e histórico para niveles inferiores y superiores, que son muchos y dependiendo de cada lugar, los heredamientos, las acequias, los canales y demás obras hidráulicas son importantes centros de interés para el estudio geográfico, histórico y etnográfico de una zona mediante sencillos trabajos de investigación, en todos los niveles educativos y en todas las áreas de conocimiento (Conocimiento del Medio, Ciencias de Naturaleza, Geografía Física y Humana, Lengua y Literatura, Tecnología...); incluso en las Enseñanzas Artísticas (Dibujo, Pintura, Fotografía...).

De igual importancia son los recursos que ofrecen las arquitecturas hidráulicas tanto del almacenamiento-regulación como del transporte y distribución tradicional del agua, en el campo conceptual y práctico de la Física; tales como la presión, fuerza, energía, etc. Si nos centramos en las cantoneras y medidores de agua encontramos conceptos y procedimientos aplicados a principios de la Mecánica de Fluidos:

A. El *Principio o Ecuación de Bernuille*, sobre comportamiento de un flujo de agua por un tubo desde el fondo de un tanque a otro, para amansar el agua en una o dos tanquetas y

B. La aplicación inmediata del *Teorema de Torricelli*, para calcular con precisión el caudal deseado de salida del agua por una boca o tronera.

Nuestros maestros de aguas de siglos atrás, sin ser ingenieros, aplicaban por la experiencia, leyes fundamentales de Hidrodinámica; porque, las cantoneras constan de varias tanquetas comunicadas por el fondo para amansar el agua y distribuirla adecuadamente. En sus bocas de salida, con un ancho estudiado y alcanzado el nivel del agua una misma altura conseguían el caudal de salida deseado, según la medida del fluido en cada lugar; porque, según el *Teorema de Torricelli*, el caudal de salida (con el agua ya amansada) se podrá evaluar tan solo con la medición de la altura del agua. Esta cantonera que ofrecemos aquí, sencilla y poco trabajada, pero de precisa media, saca por su tronera principal una azada de 10 litros por segundo y con las secundarias sus fracciones, según medidas de La Aldea de San Nicolás.

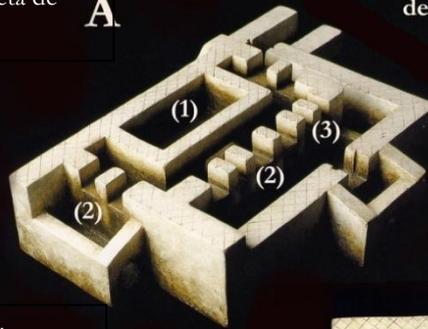


Teorema de Torricelli:

«La velocidad de un líquido en una vasija abierta, por un orificio, es la que tendría un cuerpo cualquiera, cayendo libremente en el vacío desde el nivel del líquido hasta el centro de gravedad del orificio».

Se aplica en la tanqueta de reposo (1)

A



**A y B. CANTONERA ANTIGUA
Tafira (Heredad de Las Palmas)**

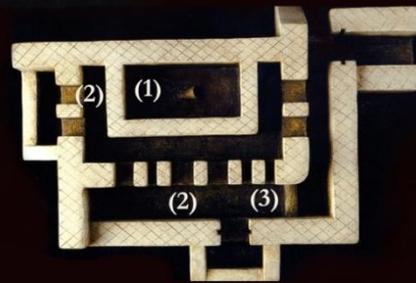
(1) Tanqueta de reposo del agua

(2) Troneras o bocas

(3) Troneras pequeñas de fracciones de azada

Fotografías tomadas de Falis Santana (1992) de la misma cantonera en dos perspectivas

B



Ecuación de Bernoulli:

«Un fluido sin viscosidad ni rozamiento que circula por un conducto cerrado, mantiene una energía constante por su recorrido».

Se aplica en las bocas o troneras (2)



ARRIBA: CANTONERA DE GRAN CANARIA Y APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DE HIDRODINÁMICA.

ABAJO: ACUARELA DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX. CANTONERA DE MADERA. TENERIFE.

ARCHIVO HISTÓRICO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



MODELOS DIFERENTES DE MEDIDORES DEL AGUA
ARRIBA: AFORÍMETRO DEL AGUA EN TENERIFE EN OBRA DE FÁBRICA (FCO. M. HERNÁNDEZ MARTÍN).
ABAJO: CANTONERAS DE ARUCAS-FIRGAS, EN CANTERÍA NOBLE



III. OBRAS HIDRÁULICAS Y SISTEMAS DE RIEGO

1.- OBRAS DE CAPTACIÓN EN EL SUBSUELO: MINAS, GALERÍAS Y POZOS

Cuando las aguas manantes o las pluviales no cubrían la demanda de los cultivos o de la población, había que buscarlas en el subsuelo. Para ello, en función del terreno o del tipo de acuífero que se quería encontrar, se emplearon tres estrategias básicas: *minas* (aguas subálveas), *pozos* (aguas subterráneas) y *galerías* (acuíferos de las montañas); aunque en un mismo tipo de obra, a veces, se combinaron dos estrategias, por ejemplo la de hacer una galería en un pozo.

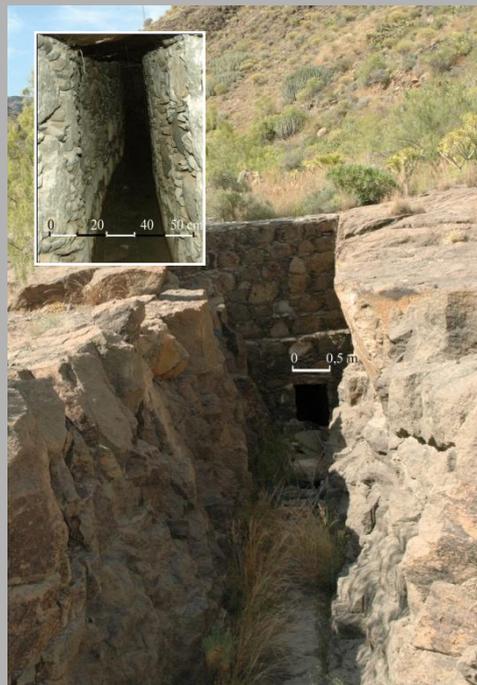
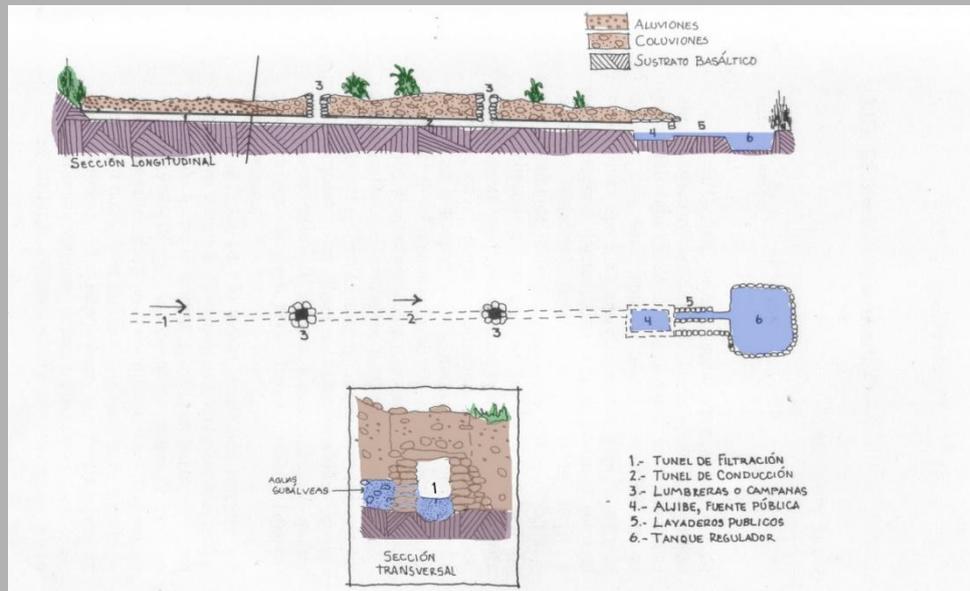
1.1. MINAS DE AGUA

En Gran Canaria se generalizó, a partir de principios del siglo XVI y sobre todo después del siglo XVIII, la construcción de minas para captar, por efecto de la gravedad, las aguas subálveas de los barrancos, que son unas zanjas recubiertas de obra de fábrica a modo de túneles que seccionaban los cauces. Son similares a las galerías filtrantes construidas desde tiempos protohistóricos en las regiones áridas y semiáridas del Oriente Próximo, en los pueblos del Mediterráneo y en Sudamérica, que conllevan una variada terminología (*qanats*, *fogara*, *puquios...*).

La obra de una mina consiste en abrir una zanja longitudinal o transversalmente al cauce del barranco, reforzarla a ambos lados con muros de piedras, techarla con lajas y recubrirla; y así se queda, debajo del barranco, una especie de túnel filtrante. Las aguas captadas salían de este modo al exterior por efecto de la gravedad, por la ligera inclinación de la obra hacia su acequia y su pequeño estanque regulador.

Cuando las minas seccionan en zigzag los barrancos, éstas pueden alcanzar centenares de metros de longitud. Su túnel tiene unas cortas medidas, las mínimas que permitan el paso de una persona para su limpieza: de unos 0,5 a 0,8 metros de ancho por 0,8 a 1,75 m de alto. Para limpiarlas disponen, por tramos, de unos respiraderos que se denominan *campanas*, nombre que se debe a que los operarios que trabajaban en ellas solían emplear una campana para comunicarse cuando eran profundas.

Gran Canaria es la isla con mayor número de minas, unas 70. La mayor parte se encuentran en los barrancos del Sureste y Suroeste de la isla. La histórica Mina de Tejeda, no es una obra hidráulica que responda a lo descrito, sino que es un nacimiento de mucho caudal, con una obra de canalización y túnel que desvían sus aguas hacia la vertiente norte de la Isla.



ARRIBA: CROQUIS ESQUEMÁTICO (SECCIONES A, B Y C) DE UNA MINA DE AGUA (CASAS DE VENEGUERA, GRAN CANARIA) (DIBUJO DE FRANCISCO SUÁREZ).

ABAJO: GALERÍA, NORTE DE TENERIFE (OBSÉRVESE SU AMPLITUD) (FOTG. RAFA GÓMEZ). IMAGEN DE LA MINA DEL BARRANCO DE FATAGA, EN SU SALIDA AL EXTERIOR Y EN EL RECUADRO SUPERIOR, EL INTERIOR DE LA MISMA CUYO ANCHO APENAS SOBREPASA LOS 0,5 METROS, EN CONTRAPOSICIÓN CON EL ESPACIO DE UNA GALERÍA COMO LA DE ARRIBA (FOTGS. FCO. SUÁREZ)

1.2. GALERÍAS

Son similares a las minas. La diferencia está en que las galerías son túneles excavados en la roca, con técnica minera, para buscar las aguas de los acuíferos colgados. Suelen medir de 1 a 2 metros de ancho por 2 de alto, con techo abovedado y alcanzan profundidades de 100 a 3.000 metros, con una ligera inclinación para conseguir que el agua filtrada salga por gravedad; aunque hay algunos casos con un trazado en rampa descendente en busca de las bolsas de agua y necesitan medios mecánicos para extraerla. Se perforan con dinamita y picos. Cuando atraviesan zonas de materiales no compactos, las denominadas *flojeras*, se refuerzan con arcos de medio punto, bien con cantería o bien con anclajes metálicos entrelazados con maderos.

Hay galerías que se trazan desde el interior de los pozos y llevan, en algunos casos, lumbreras de ventilación, denominadas también en Gran Canaria *campanas*. En algún caso llegan a asomarse al exterior consiguiendo un desagüe natural del agua por gravedad, sin necesidad de elevarla hasta el brocal del pozo.

En Canarias se contabilizan un total aproximado de 1.500 galerías, de las que el 63% están en Tenerife, en las zonas medias (400-500 metros sobre el nivel del mar), y en dirección, por regla general, al acuífero de la gran dorsal y base del Teide. Un 23% están en Gran Canaria; un 11% en La Palma y el 3% restante en las otras islas.

Tenerife ha desarrollado una amplia cultura y tecnología de galerías de aguas (comunidades de propietarios, piqueros, barreneros, cabuqueros, maquinistas...). Los mayores alumbramientos de agua en galerías están en el Valle de La Orotava, donde se conserva una serie de bienes patrimoniales tangibles (también intangibles, de la memoria oral) de una época de intenso trabajo minero cargado de accidentes mortales por explosiones, derrumbes, gases tóxicos...

1.3. Pozos

Tras la Conquista, los pozos empezaron a perforarse en Canarias (entre finales del siglo XV y principios del XVI) cerca de las poblaciones principales de cada isla, donde el agua corriente escaseaba. Pero eran de poca profundidad (de 6 a 12 metros), con diámetros de 1 ó 2 metros. Una vez que la perforación alcanzaba el firme (roca compacta o *tosca*), eran forrados con cabeza, ripios o adobes por mamposteros especializados en esta labor. Esta técnica se mantuvo hasta tiempos recientes y los pozos que aún se conservan así constituyen las unidades de mayor valor patrimonial.

Los primeros pozos fueron para uso doméstico. Bastaba para extraer el agua un simple torno o roldana en su caso. Luego se intensificó más la captación de

las aguas subterráneas para el mismo uso doméstico, con *abrevaderos* para el ganado y el riego de huertas, para lo que se instalaron las primeras *norias*, que datan de principios del siglo XVI, con los modelos que por entonces se daban en el sur de la Península Ibérica y todo el norte de África: las dos ruedas engranadas de madera y los cangilones de barro o de cobre asidos con sogas.

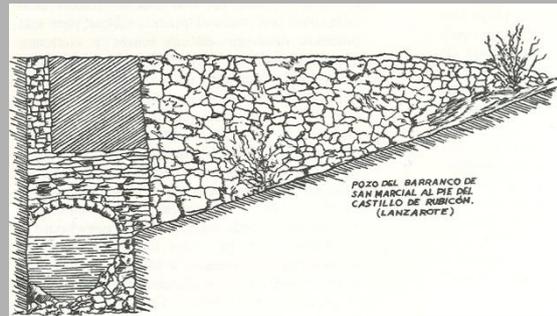
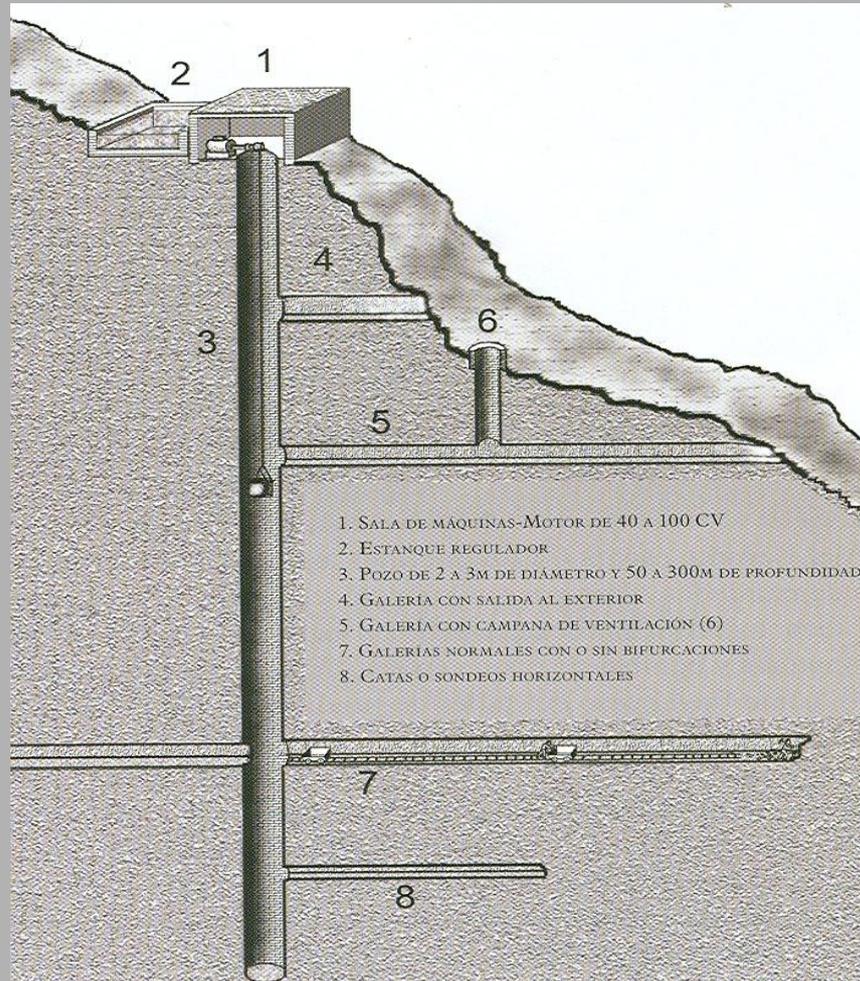
La perforación de pozos se generalizó en Canarias a finales del siglo XIX y alcanzó su mayor desarrollo a mediados del XX, concretamente en Gran Canaria, en el contexto económico de la expansión de la agricultura de exportación y el puertofranquismo. La necesidad de agua obligó a profundizar los pozos y a perforar, dentro de los mismos, *catas* (sondeos horizontales) y *galerías interiores*. Por lo general estos pozos más modernos son perforaciones de planta circular con diámetros de 1,5 a 3 metros y profundidades comprendidas entre los 15 y 400 metros. Actualmente se contabilizan un total cercano a los 5.000 en todo el Archipiélago, de los que un 50% se localiza en Gran Canaria (una isla completamente horadada), un 38 % en Fuerteventura, un 7% en Tenerife, un 3% en Lanzarote, un 1'1% en La Palma, un 0,6% en El Hierro y un 0,3% en La Gomera.

Alrededor del pozo se generó, sobre todo en Gran Canaria, toda una nueva cultura de oficios y tecnología del agua (maestros albañiles, cabuqueros, piqueros, poceros, maquinistas, mecánicos, fundiciones, buzos...)

1.4.- VARIEDAD DE APLICACIONES DIDÁCTICAS

Los contenidos didácticos a impartir para el estudio de minas, galerías y pozos de Canarias, aparte los propios del medio socionatural para escolares de Primaria (Conocimiento del Medio), pueden ajustarse a los prescritos oficialmente en las áreas de conocimiento de Secundaria como Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales o Geografía e Historia. En Lengua y Literatura se pueden utilizar como muy buenos recursos los relatos orales de los trabajos en pozos y galerías.

Además, estas obras hidráulicas subterráneas se prestan muy bien al análisis, en Bachillerato, de contenidos epistemológicos profundos de Vulcanología, Hidrogeología (tipo de terreno que atraviesa, circulación de agua, gases...) e Hidrogeoquímica en el subsuelo. También son propicios como centros de interés sobre diversos aspectos relacionados con la historia social; así como pueden ser llamativas, presentadas en niveles muy sencillos, las temáticas científicas anteriores para escolares de Primaria.



ARRIBA. SECCIÓN ESQUEMÁTICA DE UN POZO DE GRAN CANARIA, CON DIVERSAS GALERÍAS, CAMPANA Y SALA DE MÁQUINAS (DIBUJO DE P. PEINADO, *GUÍA DE PATRIMONIO ETNOGRÁFICO DE GRAN CANARIA*)

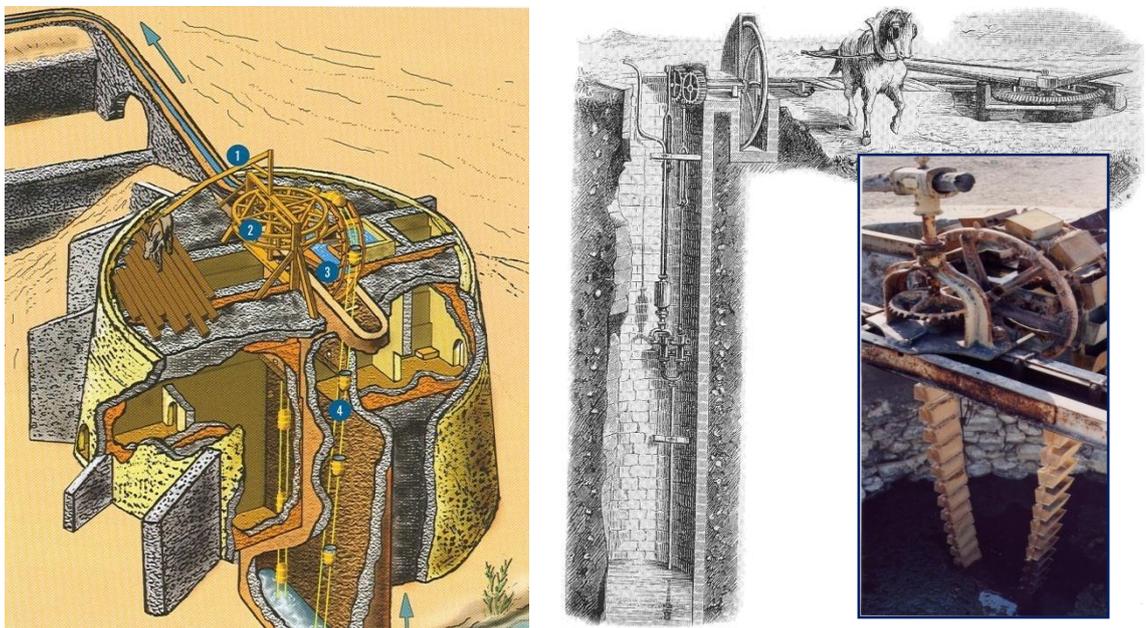
ABAJO. DOS POZOS FORRADOS DE PIEDRAS, UNO DE OBRA MÁS TOSCA Y OTRO DE MEJOR ELABORACIÓN. EL ESQUEMA DE LA DERECHA SE CORRESPONDE CON LA SECCIÓN DE UN POZO ALGIBE DE RUBICÓN, DE TIEMPOS HISTÓRICOS PÚNICOS-ROMANOS, ANTES DE NUESTRA ERA (FOTG. FCO. SUÁREZ).

2.- SISTEMAS DE ELEVACIÓN DE AGUAS¹

Cuando se necesitó sacar mucha agua de los pozos, a finales del siglo XIX, las viejas norias de madera de construcción local comenzaron a sustituirse por otros mecanismos. Para ello se introdujeron desde los países industriales norias y molinos metálicos, máquinas de vapor y motores de combustión interna acoplados con distintos sistemas de bombeo.

2.1. NORIAS Y MALACATES DE FUNDICIÓN

Una *noria* es una máquina hidráulica que sirve para extraer agua siguiendo el principio del rosario hidráulico. Consiste en una gran rueda que lleva una cadena sin fin de cangilones que, con su movimiento, bajan vacíos a un pozo, suben llenos de agua y la vierten fuera. Las norias de fundición o metálicas son producto de la Revolución Industrial, al incorporar una nueva estructura metálica y un malacate. Los *malacates* son mecanismos metálicos de desmultiplicación de la fuerza de la sangre. Tuvieron muchas aplicaciones en agricultura y en la elevación de agua. Se aplicaron, en el siglo XIX, para elevar agua tanto con bombas de pistón como con norias.



IZQUIERDA: DIBUJO DE LA NORIA DEL POZO DE GUANARTEME (IDEALIZACIÓN A PARTIR DE UNA SUPUESTA NORIA DE MADERA). DERECHA: DIBUJO DE UN MALACATE QUE, MOVIDO POR UNA CABALLERÍA, ELEVA AGUA DE UN POZO TIRANDO DE VARILLAS DE BOMBAS DE PISTÓN (P. PEINADO, *GUÍA DE PATRIMONIO ETNOGRÁFICO DE GRAN CANARIA*); Y EN EL RECUADRO UN POZO CON NORIA DE FUNDICIÓN CON CANGILONES, QUE LLEVA UN MALACATE DE DESMULTIPLICACIÓN (FRANCISCO SUÁREZ)

1. Extensa información sobre norias, malacates, molinos y motores en Canarias la pueden encontrar en nuestro libro *Ingenierías históricas de La Aldea*, 1994, pp. 85-197.

Las norias de fundición funcionaban con los mismos principios físico-mecánicos de las norias de madera. Su estructura era completamente metálica con sus cangilones, rueda o tambor, y malacate (engranajes), a excepción del eje horizontal, que era una barra de madera impulsada en movimiento circular por un animal. El artilugio de elevación de aguas más célebre de Canarias y quizás del Estado español es el del Pozo de la Noria de Jinámar (Gran Canaria), construido a mediados del siglo XIX, que comportaba un complejo malacate; pero que, en vez de cangilones, llevaba una bomba de pistón de tres cuerpos. Hoy ha sido convertido en Museo del Agua.

Por lo demás, las norias que se conservan en Canarias están en Fuerteventura, casi todas de madera. Una de éstas se ha instalado en el Museo de Piedra de Ingenio (Gran Canaria).

2.2.- AEROMOTORES

A principios del siglo XX fue cuando se generalizaba la colocación en los pozos de aeromotores de importación en el área del sur de Gran Canaria, en el municipio de La Aldea y en la isla Fuerteventura, incluso en algunas zonas de tomateros del sur de Tenerife; tanto de marcas de importación europeas inglesas (*Climax*) o alemanas (*Adler*), como, y sobre todo, de sellos empresariales norteamericanos (*Dandy, Dempster, Aermotor, Samsco...*). Del Estado español también se trajeron molinos fabricados en Cataluña y Valencia (*Velox, Hércules, Estrella...*). A estos se añaden los muchos construidos en talleres insulares con o sin marca. Los aeromotores presentaron distintos sistemas de captación de la energía del viento (ruedas), de transmisión mecánica (cabezales) y orientación-regulación, y una común forma de succión-elevación del agua con varillas, tuberías y bombas aspirante-impelentes.

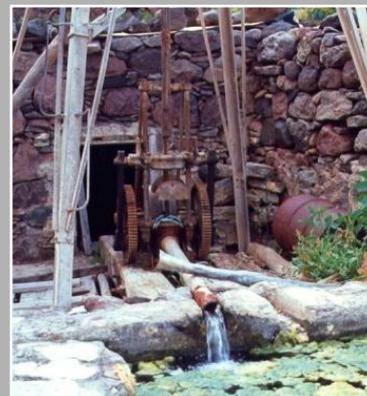
En Canarias se desarrolló una tecnología hidráulica propia a través de sus talleres locales de ensamblaje y fundición, donde se diseñaron artilugios hidráulicos con patentes registradas de aeromotores y bombas de pistón (polea, cabezal, varillas, émbolos...). Un exponente de este interesante patrimonio industrial hidráulico canario lo tenemos en el taller de fundición situado en la calle Travieso (en la capital de Gran Canaria) de Manuel Santana, con el célebre aeromotor *Canario*, del que quedan algunas unidades, visibles desde la autopista del sur de la isla, en Carrizal y Maspalomas, e igualmente en la isla de Fuerteventura. Además, desde esta circunstancia se generaban determinados conocimientos empíricos de agricultores, herreros y mecánicos enriqueciendo su capacidad inventiva, al margen de la ingeniería académica y de acuerdo con sus necesidades, un procedimiento que se suele denominar *desarrollo informal de la tecnología*. Por ejemplo, el caso de encontrar en un molino, acoplados a su bomba, un cabezal movido por un motorcito y una palanca para acción manual.



MOLINOS DE IMPORTACIÓN: 1. ADLER (ALEMÁN), 2. CLIMAX (INGLÉS), 3. DANDY (NORTEAMERICANO).



MOLINOS CANARIOS. 1. DEL TALLER DE MANUEL SANTANA (MOLINO CANARIO), 2. TALLER LOCAL EN FUERTEVENTURA Y 3. MOLINO DE LANZAROTE.



DESARROLLO INFORMAL DE LA TECNOLOGÍA: EN UN MOLINO NORTEAMERICANO, MARCA *AERMOTOR*, SE LE ACOPLA EN EL BROCAL DEL POZO, EN EL MISMO SISTEMA DE BOMBEO, UN CABEZAL ACCIONADO CON UN MOTOR (PARA SACAR AGUA CUANDO NO HAY VIENTO) Y UNA PALANCA DE ACCIÓN MANUAL PARA CUANDO NO HAY VIENTO NI DINERO PARA COMPRAR COMBUSTIBLE. LA CRUZ DE LA CAÑEVERA (LA ALDEA DE SAN NICOLÁS) (FOTG. FCO. SUÁREZ)

2.3.- MÁQUINAS DE VAPOR Y MOTORES FIJOS

La historia de las máquinas de vapor y de los motores fijos está inserta en el desarrollo de la Segunda Revolución Industrial y sus escalonados pasos de innovación tecnológica. Las primeras máquinas térmicas acopladas a bombas para elevar agua de pozos son las máquinas de vapor, de finales del siglo XIX. A medida que avanza el siglo XX, comienza la importación masiva de motores fijos de gas pobre y los pre-diésel o de bulbo incandescente, pronto sustituidos por los diesel ingleses (*Ruston, Petter, Tangye*, etc.). Hecho que se produce durante la gran demanda de agua para las plataneras y los tomateros.

Los motores representaron para la agricultura canaria un gran avance ya que era una forma de adquirir energía barata e independiente tanto de elementos exógenos como de la naturaleza. Incluso cada pequeño agricultor adquiría su motorcito, que acoplaba a la unidad de su molino para cuando faltara el viento. Se importaron marcas de lugares como Estados Unidos (*Samson y Stover*), Alemania (*Deutz*), Francia (*Duvont*) y, sobre todo, Reino Unido (*Ruston, Petter, Tangye, National, Robson, Lister, Turner...*). El mayor número de motores lo encontramos en la provincia de Las Palmas, que hacia 1960-1970 llega a tener más de 2.000 unidades con una potencia global de más de 80.000 caballos de vapor.

La sala de máquinas mejor conservada de Canarias es la del *Pozo del Pino* en Arucas (Gran Canaria), que dispone de dos motores gemelos, marca *Tangye*, de principios del siglo XX, uno de gasoil y otro de gas pobre, con toda la infraestructura para la producción de este tipo de gas (calderas, depósitos...). Además conserva todo el sistema antiguo de elevación de aguas por cabezales y varillas de un cuerpo de tres bombas de pistón. Una joya de la Arqueología Industrial.



SALA DE MAQUINAS DEL POZO DEL PINO (ARUCAS). A LA IZQUIERDA LAS CALDERAS DE PRODUCCIÓN DE GAS POBRE Y A LA DERECHA LOS DOS MOTORES GEMELOS, *TANGYE*, PERO DE DISTINTA COMBUSTIÓN INTERNA (FOTG. FCO. SUÁREZ)

2.4.- BOMBAS HIDRÁULICAS

Los motores no podían sacar agua por sí solos; necesitaban acoplarse a bombas. Estas fueron de los siguientes modelos: *de pistón* (requería una complicada estructura de cabezal, varillas, bombas...), *de rosario* (una cadena sin fin con platillos dentro de la tubería), *de trompo*, *centrífugas* (sólo servían para unos pocos metros de profundidad y eran muy operativas para elevar agua desde los tomaderos), etcétera.

Como comentábamos, en Gran Canaria se desarrolló una tecnología hidráulica propia, sobre todo en los talleres de ensamblaje y fundición de Las Palmas de Gran Canaria, donde se construyeron artilugios hidráulicos con patentes registradas (cabezales, varillas, émbolos...). Un gran problema tecnológico lo constituyó el descenso de los niveles freáticos. Para los más altos, en pozos poco profundos y tomaderos, la bomba centrífuga fue ideal (poco coste y poco mantenimiento), pero un principio físico de mecánica de fluidos no permite que la aspiración del agua de pozo, desde la bomba centrífuga al nivel del agua, por la tubería, pueda superar los 6-7 metros. Entonces fue preciso incluir la bomba de pistón con dos o tres cuerpos. Este mecanismo necesitaba, como ya indicamos, una complicada estructura en la que se originaban roturas constantes de las varillas o *vergajones*, al igual que en las bombas por los retrocesos de la presión del agua dentro de las tuberías sobre las mismas. Por ello se diseñó un sistema de amortiguación con aire comprimido dentro de unas botellas acopladas a la tubería. Esto fue una adaptación tecnológica propia, porque ¿en qué lugar del mundo se necesitó sacar agua de pozos de más de 100 metros de profundidad? Como alternativa a la bomba de pistón se emplearon otros tipos en el marco del sistema rotodinámico, siendo la más conocida la *bomba de trompo*.

Los problemas se solucionaron en los pozos con las electrobombas sumergibles. Primero fueron alimentadas con alternadores eléctricos movidos por los propios motores y, más tarde, hasta la actualidad, con la llegada del fluido eléctrico a todos los puntos de nuestra geografía. Las nuevas tecnologías hidráulicas determinaron la sustitución de los mencionados motores térmicos y bombas de pistón por las operativas motobombas eléctricas helicoidales sumergibles. Con ellas el ahorro económico ha sido extraordinario, y para los lugares a los que no llegaba el fluido eléctrico se instalaron dichas motobombas.

2.5.- OTROS SISTEMAS DE ELEVACIÓN DE AGUAS

En el caso del agua del mar para los tajos cristalizadores de las salinas, se emplearon los *bomberos*, recipientes de madera sostenidos con sogas en un soporte en forma de trípode mediante los que, con trabajoso empuje manual de balanceo, se pasaba el agua de un nivel inferior al siguiente. También aquí se emplearon diferentes molinos y motorcitos.

En el riego agrícola, en Los Llanos de Aridane (La Palma), se utilizó el *calabazo*, un palo en cuyo extremo se encuentra asido un recipiente hecho con una calabaza seca. En los márgenes superiores de una acequia, previa autorización verbal del dueño del agua a los propietarios de las huertas, surgió como respuesta a la necesidad de agua que el agricultor tenía.

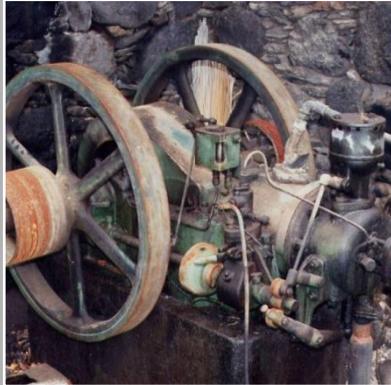
2.6.- MOLINOS, MOTORES Y BOMBAS: VALIOSOS RECURSOS DIDÁCTICOS PARA FÍSICA, QUÍMICA Y DIBUJO

El estudio de molinos, motores y bombas para elevar aguas de pozos y tomaderos proporciona una gran variedad de recursos didácticos para varias áreas y asignaturas de particulares conocimientos epistemológicos.

Especifiquemos los contenidos que se pueden desarrollar en las aulas con el estudio de un molino para sacar agua de pozo.

En Primaria, serían los propios de Conocimiento del Medio, Expresión Artística... (los niños de antes, en algunos pueblos, construían molinillos de caña y hasta pequeñas bombas). En Secundaria y Bachillerato el campo de aplicación es inmenso, de acuerdo con la gradual dificultad de los conceptos, tanto en el Área de Ciencias de Naturaleza como en las asignaturas de Física y Tecnología. Desde conceptos de Energía en la Física clásica (mecánica, cinética, potencial) o la Presión y Mecánica de Fluidos, hasta los principios de la Mecánica, en este caso con las maquinarias eólicas y máquinas hidráulicas (bombas aspirante-impelentes), entre otros. Más contenidos que se pueden desarrollar estarían en el campo de las Energías Renovables, la Contaminación y los Recursos Naturales, aparte de los propios de las Ciencias Sociales en la historia de la agricultura canaria.

El estudio de un motor, de una sala de máquinas y unas bombas centrífugas o de pistón conllevaría, además de los contenidos más sencillos relacionados con el Conocimiento del Medio para niveles de Primaria o con los de Ciencias Sociales para Secundaria (Revolución Industrial, Agricultura de Exportación, etc.), los conceptos referidos al campo de la Física (Energía Mecánica, el Calor, Potencia y sus unidades), máquinas térmicas y motores fijos, el motor *Otto*, el motor diesel, etc. En cuanto a las bombas hidráulicas que se han aplicado a los pozos canarios, se enmarcan básicamente en la parte de la Física denominada *Mecánica de Fluidos y Máquinas* (tipos de bombas). El dibujo de maquinarias hidráulicas, tanto desde el punto de vista artístico como desde el técnico, serviría para ilustrar trabajos sobre el agua; y la traducción de textos de maquinarias hidráulicas en inglés (guías, catálogos...) al castellano sería propicio para completar el trabajo interdisciplinar (la historia de casas inglesas como *Ruston*, *Robson*, etc.). Todo ello es viable también, en gran medida, desde lo prescrito en los programas oficiales de Tecnología tanto de Secundaria como de Bachillerato.



ARRIBA IZQUIERDA: MOTOR PEQUEÑO PARA UN CUERPO DE DOS BOMBAS DE PISTÓN DE UN POZO POCO PROFUNDO.

ARRIBA DERECHA: SISTEMA DE ACOPLAMIENTO EN EL BROCAL DE UN POZO DE LA CORREA DEL MOTOR AL CABEZAL DE UN CUERPO DE DOS BOMBAS DE PISTÓN.

DERECHA: INTERIOR DE UN POZO, CON UNA PARTE DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN (VERGAJONES) DE UN CUERPO DE TRES BOMBAS DE PISTÓN.

ABAJO DERECHA: CUERPO DE TRES BOMBAS DE PISTÓN EN EL FONDO DE UN POZO.

ABAJO IZQUIERDA: SISTEMA TRADICIONAL DE ELEVACIÓN DE AGUAS CON CALABAZOS, EN LA PALMA.



3.- ESTRATEGIAS Y ARQUITECTURAS PARA ALMACENAR Y REGULAR EL AGUA

Para regular mejor el agua extraída de fuentes, minas, pozos... se fueron construyendo desde los primeros años de la Colonización hasta tiempos recientes pequeños estanques o *tanques* y *albercas* o *albercones*, tanto con muros de mampostería ordinaria como con barro. Y, junto a estas obras hidráulicas solían construirse *piletas* con compartimentos para *lavaderos* y abrevadero de ganado.

3.1. TANQUES, CHARCAS Y ALBERCONES ANTIGUOS

Los primeros estanques (de planta cuadrangular u oval) y las albercas o albercones (de planta circular), eran obras de mampostería ordinaria, aunque también los había de piedra y barro y con un revestimiento interior impermeabilizante de argamasa de cal y arena. Veamos algunas singularidades de los tanques antiguos de Canarias:

3.1.1. Los tanques de madera de La Palma. Conformaban un valioso conjunto de estanques construidos con gruesos tablones de madera impermeabilizados con el betún extraído de los pinares, la brea, de los que ya no quedan, al menos que nosotros sepamos.

3.1.2. Los tanques-cuevas de Gran Canaria. Son obras muy curiosas y únicas, que aún subsisten en activo en la zona de medianías y cumbres de barlovento. Constituyen, en unos casos, oquedades perforadas en riscos con capas de materiales volcánicos piroclastos (tobas), impermeables y fáciles de excavar; y en otros sobre capas de almagres (arcillas compactas) rubefactadas (requemadas) por una colada de lava superior ardiente que la convierte en material muy impermeable. Casi todos los tanques antiguos están asociados a manantiales que brotan en esas capas de almagres. Al igual que las charcas y los albercones antiguos, tenían un sistema de evacuación del agua, la bomba, muy simple pero ingeniosa: un palo vertical que bajaba entre unas guías de piedra y que taponaba el orificio de salida (abierto en una piedra de cantería situada en el fondo de la obra) con la simple presión del mismo.

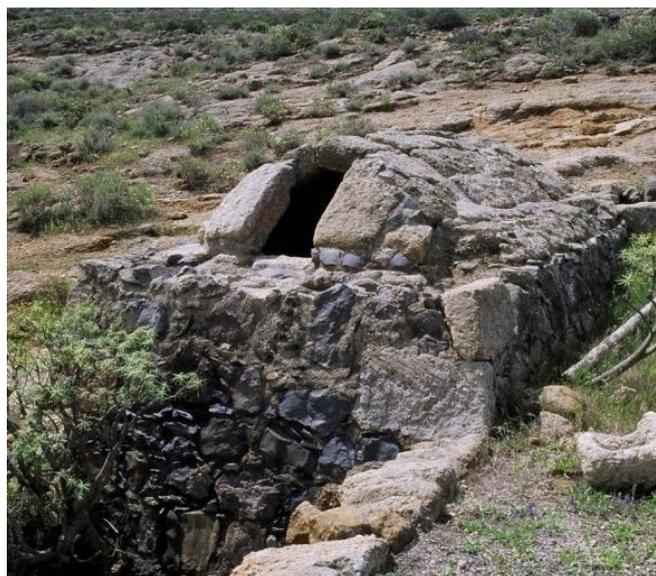
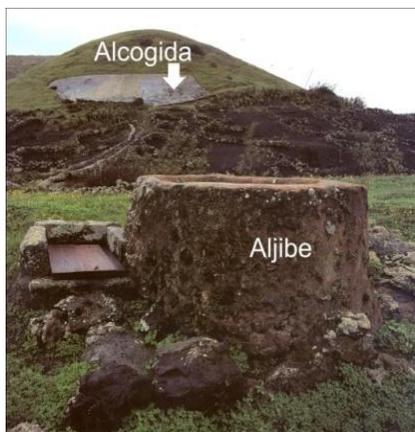
3.1.3. Las charcas antiguas. Son pequeños tanques de barro o hechos en roca, de planta redonda u oval. Los encajados en terreno arcilloso, con poca o casi ninguna obra de fábrica para la contención de las aguas, sirvieron de ejemplo para, a finales del siglo XIX, la construcción de los grandes estanques o charcas de barro o *masapés*, que son la base de las actuales balsas.

3.2. ALJIBES, ALCOGIDAS, POZAS, POCETAS...

Aljibes. Son recipientes techados para almacenar agua, especialmente de la lluvia. Los encontramos, sobre todo, en las zonas áridas como el sur de Tenerife, el sureste de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. Sus modelos arquitectónicos son variados, algunos muy singulares, como podemos apreciar en las imágenes que aparecen a continuación. Precisamente, antes decíamos

que las obras hidráulicas más antiguas de Canarias son unos pozos-aljibes excavados en la zona sureste de Lanzarote. En uno de ellos se aprecia un dintel con el símbolo de la diosa púnica Tanis, y en otro su estructura responde al típico modelo de pozo romano; lo que, junto a los demás materiales arqueológicos encontrados en el entorno de estas obras hidráulicas, de los siglos I y III de nuestra era, ha originado una reinterpretación sobre el origen de los mismos, pues hasta hace poco eran considerados como obras hidráulicas de los conquistadores normandos del XV.

Alcogidas. Vinculadas a los aljibes donde se almacenan las aguas pluviales, encontramos, en Lanzarote y Fuerteventura, unos acondicionamientos con obra de fábrica, a modo de grandes espacios de recogida del agua de la lluvia, denominados *alcogidas*. Este conjunto dispone de superficie y canalizaciones en desnivel hacia el aljibe.



ARRIBA IZQUIERDA: ALCOGIDA Y ALJIBE (LANZAROTE). ARRIBA DERECHA: ESTANQUE-CUEVA (MEDIANÍAS DE GRAN CANARIA). ABAJO IZQUIERDA: CHARCA CON MURO (NORTE DE GRAN CANARIA). ABAJO DERECHA: ALJIBE (SUR DE TENERIFE)

3.3. NUEVAS OBRAS DE ALMACENAMIENTO (SIGLO XX)

La necesidad de acumular y distribuir más agua para plataneras y tomateros, entre finales del XIX y mediados del XX, obligó a construir nuevas obras hidráulicas. Destacamos las siguientes:

3.3.1. *Estanques de mampostería* (arena, cal/cemento y piedras), por lo general de planta cuadrangular, adosados o no al terreno, con una capacidad variable de 72 a 400 m³, aproximadamente.

3.3.2. *Maretas*, estanques grandes capaces de acumular entre 3.600 y 14.400 m³, aproximadamente.

3.3.3. *Estanques de planta circular de hormigón armado*, construidos en las zonas bajas del norte de Gran Canaria, Tenerife y por toda La Palma, cultivadas de plataneras, aprovechando la oferta mercantil del puerto franco (hierro y cemento *portland* de importación) en el primer tercio del siglo XX. Estos comparten capacidades comprendidas entre los 100 y los 400 m³. En este caso es muy interesante el estudio de la presión del agua compartida por los 360º, que permite muros de menos grosor.

3.3.4. *Grandes charcas o estanques de barro*, singulares obras que responden a la antiquísima técnica de las charcas del Mundo Antiguo en Mesopotamia, sin otro material y técnica que el barro transportado y prensado a fuerza de sangre (obreros y bueyes). La mayor densidad de los estanques de barro históricos se halla en la zona de Tamaraceite, Tenoya y San Lorenzo (Gran Canaria), con una capacidad de 400 a 14.400 m³.

3.3.5. *Las presas*, otro importante jalón en la historia hidráulica insular. Las primeras se levantaron en mampostería hidráulica, casi todas de arco-gravedad, con paramentos de sillería natural o artificial en su caso (mampostería y cantería), como es el de las presas más viejas del Barranco de Santos, Ascanio, Tahodio en Tenerife, o Arucas-Firgas y las Garzas de Guía en Gran Canaria, cuyas capacidades medias oscilan entre los 0,2 y 3 hm³. Luego, después de 1950, comenzaron a construirse las grandes presas de hormigón y de materiales sin trabar, más que nada en los barrancos del este y sur de las islas, en escudo de materiales impermeables (Gran Canaria y La Gomera). Destacamos las grandes presas grancanarias de hormigón como las de El Parralillo (4 hm³) y Soria (40 hm³). Esta isla tiene 62 presas de más de 15 metros de altura, con capacidad de 100 hm³, un 84% del total de Canarias², donde se encuentran todo tipo de modelos: planta recta con o sin contrafuertes, arco, bóveda...; y de diversos materiales, algunos combinados, como mampostería ordinaria, sillares, hormigón, escollera...

3.3.6. *Nuevas charcas*. Con técnicas similares a las antiguas charcas sobre barro, pero mejoradas con la impermeabilización de plástico, encontramos por todas

2. Destacamos en este apartado de las presas de Gran Canaria los trabajos y publicaciones realizadas en los últimos años por el geógrafo Jaime J. González González (ver referencias bibliográficas).

las islas nuevas charcas, siendo algunas de grandes dimensiones como las del norte de Tenerife.

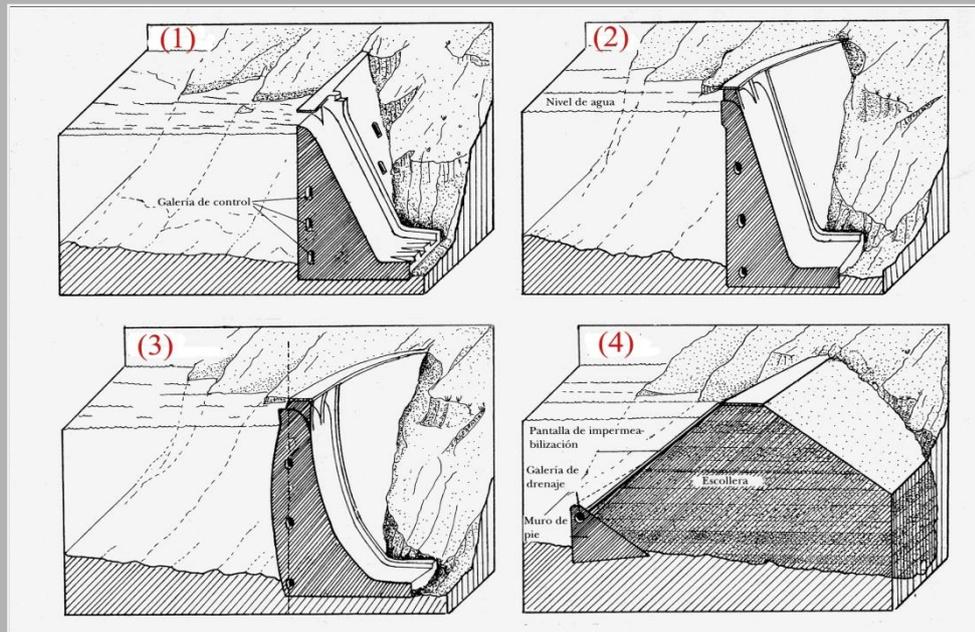


ARRIBA IZQUIERDA: MARETA O ESTANQUE DE GRAN CAPACIDAD. ARRIBA DERECHA: ESTANQUE REDONDO DEL NORTE DE LAS ISLAS HÚMEDAS (GRAN CANARIA, TENERIFE Y LA PALMA). ABAJO IZQUIERDA: ESTANQUE DE BARRO O MASAPÉS (NORTE DE GRAN CANARIA). ABAJO DERECHA: CHARCA MODERNA SOBRE UN CONO VOLCÁNICO (NORTE DE TENERIFE).

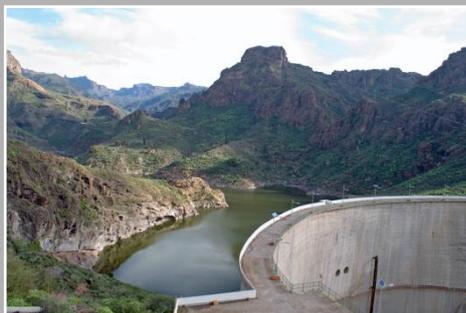
3.4.- CONOCIMIENTO ESCOLAR DE LA VARIEDAD DE ARQUITECTURAS HIDRÁULICAS

La gran variedad de arquitecturas hidráulicas tradicionales y modernas de Canarias no debe pasar por alto en las escuelas e institutos. No solo por lo que históricamente representan, sino porque contribuyen a definir el paisaje agrario actual, aparte de que muchas de las mismas han sido y son la base para nuevas obras.

Los contenidos a trabajar en las aulas de Primaria, en los temas de Conocimiento del Medio, se enmarcan en sencillos aspectos de la naturaleza (ciclo del agua, lluvias-sequías), la historia, la localización geográfica, el inventariado, las medidas de longitud, la superficie y el volumen, con la extrema precaución de no enviar a los alumnos solos a estos lugares de peligro. En Secundaria, aparte de los contenidos de Ciencias Sociales (aspectos históricos y etnográficos, tipología de estructuras...), están los conceptos básicos de superficie, volumen y medida de fluidez del agua. En Bachillerato se amplían a la Mecánica de Fluidos y Presión (en este caso un buen ejemplo de aplicación son los distintos tipos de muros de contención para estanques y presas: rectos, redondos, en arco, bóveda...). Serían interesantes los trabajos de investigación interdisciplinares (la Historia, las Matemáticas con los básicos cálculos de volúmenes y fluidez del agua, la Física, el Dibujo...).



ESQUEMA DE ALGUNOS MODELOS DE PRESAS DE EMBALSE EN CANARIAS. 1 Y 2. PRESAS DE GRAVEDAD (1, DE PLANTA RECTA; Y 2, DE ARCO). 3. DE BÓVEDA. 4. DE GRAVEDAD CON ELEMENTOS SIN TRABAR (ESCOLLERA) (DIBUJOS DE FRANCISCO SUÁREZ).



FOTOGRAFÍAS DE PRESAS DE GRAN CANARIA. ARRIBA IZQUIERDA: PRESA CAIDERO DE LA NIÑA, DE HORMIGÓN CON PLANTA RECTA (GRAVEDAD). ARRIBA DERECHA: PRESA DE PINTO (ARUCAS), DE MAMPOSTERÍA Y SILLARES (ARCO-GRAVEDAD). ABAJO IZQUIERDA: PRESA DE SORIA DE HORMIGÓN (BÓVEDA). ABAJO DERECHA: PRESA DE SIBERIO, ESCOLLERA (GRAVEDAD) CON PANTALLA ASFÁLTICA INTERIOR.

4.- ESTRATEGIAS TRADICIONALES DE RIEGO: AGROSISTEMAS E HIDROCULTIVOS

El pequeño riego tradicional en zonas semiáridas se hacía de formas diversas. En unas se procedía a la inundación del terreno aprovechando el agua sobrante de las primeras lluvias, a lo que se denominaba *resfriada*, después de la cual se estercolaba, araba, asurcaba y se plantaba. A continuación venían los riegos siguientes, a manta también, pero de surco en surco. Una estrategia para hacer una buena resfriada son las *gavias* y *nateros*, formaciones antrópicas de terreno agrícola adaptadas al aprovechamiento de las aguas pluviales, propias de las regiones áridas y semiáridas. De unas y otros se dan similitudes por el norte de África, sur de Europa y América. Algunos especialistas las consideran estrategias hidráulicas preexistentes desde la sociedad aborígen consolidadas con la llegada de los colonos europeos después del siglo XV. Aparecen en varias islas, pero destacan sobre todo en Fuerteventura.

4.1.- NATEROS

Constituyen un sistema combinado de captación de aguas pluviales para riego y la formación de terreno fértil con los sedimentos de éstas, en los cauces de los barrancos con desniveles algo acusados, cuyo cerramiento se hace mediante muros de piedra de planta recta o curva adecuada al nivel de las vaguadas de los barrancos. Se encuentran en casi todas las islas y llevan nombres diversos como *ateros*, *argamasas...*; son muy semejantes a los *jessour* de Túnez. Su nombre, del portugués *nateiro*, viene dado por la formación de la nata de lodo que se retiene del agua y materiales finos arrastrados en la escorrentía de los barrancos.

Mención especial dentro del sistema de los nateros son las terrazas practicadas en los cauces de barrancos de zonas húmedas para los hidrocultivos de los berros y ñames. Constituyen simples muros de piedra que van acumulando los sedimentos con mucha materia orgánica, y con los caudales de agua continua propician el desarrollo de estos productos apreciados en la cocina tradicional canaria.

Actualmente se están construyendo en el interior de algunas islas una serie de azudes en los cauces de los barrancos para controlar la erosión y, a su vez, conformar nateros que generan formaciones vegetales.

4.2.- GAVIAS

Son terrenos agrícolas adaptados a la inundación controlada por las aguas pluviales. Suelen ser de mayores dimensiones que los *nateros* y ocupan espacios más llanos, a veces en desniveles. Aparecen circundados por un camellón o caballón de tierra, llamado *trastón*, que retiene el agua de lluvia que a la misma se conduce. Esta suele recogerse por un sistema jerarquizado de canalizaciones y penetra en la gavia a través de una *torna*, hasta que se llena por completo para, a continuación, por el *desagüe*, enviar el agua sobrante a la siguiente gavia. Este sistema agrohídrico lo encontramos desde los *khadin* y *ahar* de la

India a *las cajas de agua* mexicanas, pasando por los *meskat* y *m'goud* de Túnez.

4.3.- LOS RIEGOS TRADICIONALES COMO RECURSO DIDÁCTICO

Frente a los modernos sistemas de regadío que también deben conocer los estudiantes, el riego tradicional, necesitado de mano de obra y mucho esfuerzo, es buen recurso didáctico para conocer la evolución tecnológica hidráulica. Al respecto, los contenidos didácticos a desarrollar en Primaria, en zonas donde se pudieran encontrar estas arquitecturas populares de riego, dentro del Conocimiento del Medio, las Matemáticas... serían muy sencillos, partiendo de visitas, grabaciones y consiguientes trabajos posteriores. En los niveles superiores se aplicarían en los campos de la Etnografía, la Geografía (ubicación de espacios), etc. En este apartado es importante el conocimiento escolar del sobreesfuerzo de generaciones pasadas al realizar paredes de contención o bancales de fincas, lo que ayuda a comprender las ventajas y los inconvenientes de la agricultura moderna.



*ARRIBA IZQUIERDA: NATERO (LINAGUA, GRAN CANARIA).
ARRIBA DERECHA: HIDROCULTIVO. BERRERAS DE SAN ANTÓN (FIGAS, GRAN CANARIA).
ABAJO IZQUIERDA Y DERECHA: GAVIA LLENÁNDOSE Y GAVIA EN PRODUCCIÓN (FUERTEVENTURA).*

IV. AGUA PARA LA CASA.

FUENTES, CHORROS, LAVADEROS Y DESTILERAS

El abastecimiento a las poblaciones generó variadas estrategias y arquitecturas hidráulicas: minas, canales y pilares, aunque la captación más tradicional ha sido la fuente pública, en algunos lugares conocidos también como *chorros* por su naturaleza de salida del agua en caños o conductos.

1.- FUENTES, PILARES, CHORROS, ABREDAVEROS, LAVADEROS

El modelo tradicional de la fuente pública en Canarias, con las peculiaridades de cada lugar, suele comprender una pequeña obra de fábrica donde se capta y recoge el agua. Destacan muchas fuentes o lugares de captación de aguas cargadas de historia y tradición tales como la del *Garoé*, en El Hierro; la *Fuente Santa*, en La Palma, etc. Cuando el agua de algunas fuentes era muy abundante y salía al exterior por conducciones a cierta presión, a chorros tomaban este nombre como Los Chorros de Agaete o los de la Vega de San Mateo.

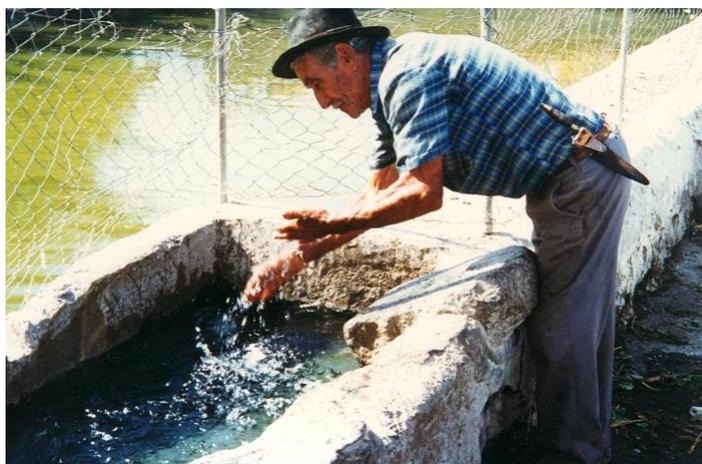
Por lo general el agua sobrante de una fuente va por una canalización hacia una pileta que servía de abrevadero y, a continuación, en nivel inferior pasaba a unos lavaderos para continuar hacia un pequeño estanque o alberca, donde, bien en su recorrido. En algunos estanques tanto abrevadero como lavaderos se encontraban empotrados en su muro. Los abrevaderos, denominados también dornajos en Tenerife, vinculados a fuentes públicas fueron muy importantes tanto para animales de carga y ganado como de ganado de todo tipo. En las islas con abundante madera como Tenerife y La Palma se hacían muchos dornajos con un tronco de pino grueso, ahuecándolo.

El agua de una fuente fuera pública o privada, ya almacenada en un estanque, por lo general, era aprovechada y gestionada por una heredad.

En las poblaciones destacan los pilares, que algunos son auténticas obras de arte sobre todo los levantados con piedra noble labrada, que encontramos en las principales ciudades, una de ellas Arucas, con gran tradición de canteros y labrantes. De igual forma son célebres las arquitecturas de fuentes y abrevaderos con piedra de Chasnia por todo el sur de Tenerife.

El otro modelo arquitectónico hidráulico doméstico vinculado a fuentes y acequias es el de los *lavaderos*. Al principio eran simples lajas de piedras que se adosaban de forma inclinada en acequias, piletas anexas a estanques y cursos de agua naturales para restregar y lavar la ropa. Algunas acequias se

ensanchaban con obras de fábrica para colocar varias unidades de lavaderos, casi siempre de uso público y que constituían como las fuentes un centro de relaciones socio-comunitarias. En varios municipios se han rehabilitado con fondos europeos, como bienes patrimoniales etnográficos de gran valor.



ARRIBA IZQUIERDA: HISTÓRICA FUENTE DE CHACAYCA (GÜÍMAR).
ARRIBA DERECHA: FUENTE Y ABREVADERO DEL CALVARIO, EN ICOD DE LOS VINOS (FOTO DE FRANCISCO M. HERNÁNDEZ).
ABAJO IZQUIERDA: LAVADERO EN MURO DE ESTANQUE (LA ALDEA).
ABAJO DERECHA: LAVADEROS PÚBLICOS EN LA ACEQUIA REAL DE TELDE (FOTO DE FCO. SUÁREZ).

2.- LAS PILAS DE DESTILAR O DESTILERA

La constitución geológica insular, aparte de brindar excelentes materiales (cal, arcilla, piedra de cantería...) para las obras hidráulicas, ofreció un singular material de canteras para labrar las pilas, que tenían como finalidad filtrar y refrescar el agua. Se trata de arenas marinas cementadas con materiales orgánicos sedimentarios, como son los casos de la barra de la famosa Playa de Las Canteras o las areniscas de Jinámar (Las Palmas de Gran Canaria). Con el nombre también de *piedra de destilar*, generó un activo comercio de exportación a Cuba, Venezuela y otros lugares de América en los siglos XVIII y XIX, donde se asentaban colonias isleñas.

El conjunto donde va la pila se llama *destilera*, hecha de obra de fábrica o de madera. Consta de tres partes: una superior, donde se halla la piedra de destilar de textura porosa, semiesférica y hueca para almacenar el agua bruta y destilarla; el hueco de en medio donde está el vaso y *bernegal*, o talla donde se recoge el agua destilada; y la parte inferior o base, donde se guardan frescos algunos alimentos. Es un elemento principal de la vivienda tradicional canaria, que encontramos en los más variados diseños. Su origen, según Pérez Vidal, está en el *mucharabyeh*, el hueco existente en las paredes de las casas árabes, destinado a colocar vasijas de barro poroso llenas de agua para mantenerlas frescas.



IZQUIERDA: PILA DE ARENISCA PARA DESTILAR.

DERECHA: CONJUNTO DE DESTILERA EMPOTRADO EN LA PARED DE UNA CASA (FOTG. FCO. SUÁREZ)



3.- EDUCAR EN LA ABUNDANCIA SIN OLVIDAR LA ESCASEZ

Estos sistemas antiguos de abastecimiento doméstico de agua deben ser conocidos por las nuevas generaciones, las que no se imaginan las necesidades que pasaron sus antecesores cuando carecían de agua corriente en las casas, así como cuando no existían lavadoras y secadoras electromecánicas como las de hoy.

Los contenidos didácticos para Primaria que, sobre este tema, podrían tratarse en las aulas estarían orientados dentro del área de Conocimiento del Medio para el estudio del entorno, con localización de arquitecturas, dibujo de las mismas, recogida de información oral de los mayores... con un objetivo procedimental muy definido: la elaboración y exposición de trabajos.

En Secundaria, aparte de los muchos aspectos etnográficos e históricos presentes en este tema, se halla el dibujo de arquitecturas (trazos, escalas, colores...), los materiales de las Ciencias de la Naturaleza (volcánicos, sedimentos, almagres y líneas de fuentes...) y los mil relatos de la tradición oral en Lengua y Literatura.



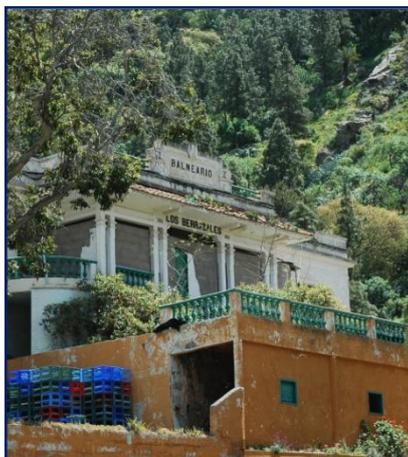
ALUMNADO DE SECUNDARIA DEL IES LA ALDEA DE SAN NICOLÁS RECIBIENDO LA EXPLICACIÓN SOBRE UN MOLINO PARA SACAR AGUA DE POZO (2007).

V. AGUA PARA LA SALUD. FUENTES AGRIAS Y BAÑOS

1.- ISLAS DE AGUAS TERMALES

La naturaleza volcánica de Gran Canaria ha determinado el nacimiento de manantiales de agua con propiedades minero-medicinales, gracias a contenidos diversos, según zonas, como hierro, silicato, gas carbónico, hidrosulfúrico, etc.

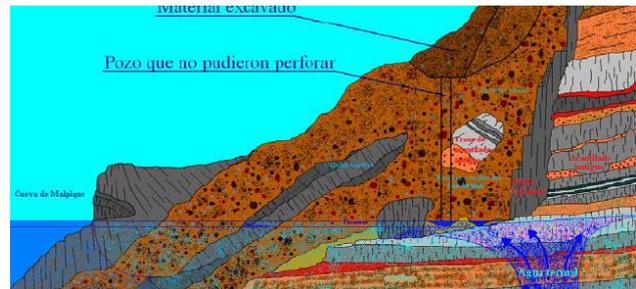
Las diferentes aguas termales de Canarias tuvieron fama en todas partes del mundo como curativas de enfermedades de piel, venéreas, estomacales... Viera y Clavijo (1982:12-13) reconocía a finales del siglo XVIII las propiedades terapéuticas de la llamada en Canarias *agua agria*. En estos manantiales de aguas termales o fuentes agrias se realizaban baños curativos, y luego se construyeron balnearios como los de Firgas, Teror, Moya y Agaete (Gran Canaria), o el de Sabinosa (El Hierro). Otra enclave célebre, con leyenda incluida, es la *Fuente Santa* de Fuentaliente (La Palma), sepultada por la erupción del volcán de San Antonio en 1677 y recuperada en 2005 gracias a un interesante proyecto de ingeniería, hecho a base de túneles y pozos.



IZQUIERDA: BALNEARIO DE LOS BERRAZALES (VALLE DE AGAETE, GRAN CANARIA). DERECHA: CÉLEBRE POZO DE LA SALUD EN SABINOSA (EL HIERRO).

A finales del siglo XIX, cuando el desarrollo del capitalismo industrial popularizó en Europa los balnearios de aguas medicinales entre las clases acomodadas, llegaron a Gran Canaria los primeros turistas a probar las propiedades curativas de nuestras aguas agrias en afecciones reumáticas, venéreas, estomacales y de la piel... Así visitaban los balnearios que a tal efecto se levantaron en Gran Canaria por los parajes de laurisilva de Azuaje de Firgas (1868), Teror (1881) y Los Berrazales de Agaete (1880), donde se construyeron pequeños complejos hoteleros en entornos naturales de extraordinaria belleza.

Más tarde, y hasta la actualidad, se explotaron como aguas minero-medicinales de mesa. De aquí nace la oferta de las *Aguas de San Roque* (1916), *Aguas Minerales de Firgas* (1929), *Aguas Minerales de Agaete* (1928) y *Fuente Agría de Teror* (1928). A día de hoy, siguen siendo célebres las aguas medicinales del *Pozo de La Salud* de Sabinosa, en el municipio de La Frontera de El Hierro.



ARRIBA IZQUIERDA: SECCIÓN DEL TERRENO DONDE BROTABA LA FUENTE SANTA, ANTES DE 1677.

ARRIBA DERECHA: MISMA SECCIÓN PERO COMPLETAMENTE OBSTRUIDA Y ALEJADA DE LA COSTA POR LAS ERUPCIONES POSTERIORES.

ABAJO: FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA DE FUENCALIENTE DONDE SE UBICA LA FUENTE SANTA. OBSÉRVESE JUNTO A LA CARRETERA DÓNDE SE REALIZARON LOS CUATRO SONDEOS VERTICALES PARA LA BÚSQUEDA DE ESTA FUENTE, QUE SE ENCONTRÓ EN 2005 (ILUSTRACIONES DEL TRABAJO DE CARLOS SOLER LICERAS, 2003).



2.- AGUAS MEDICINALES Y CONTENIDOS DIDÁCTICOS

Con una tradición de consumo de aguas minerales en Canarias, en los colegios e institutos debieran desarrollarse contenidos didácticos sobre las mismas, especialmente en las zonas donde se hallan estas fuentes y baños termales.

En las áreas de Conocimiento del Medio (Primaria), Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales (Secundaria) y Geología y Química (Bachillerato), se puede prestar especial dedicación al capítulo de la Hidroquímica.

Incluso se puede tratar el tema de la medicina natural, siempre desde la óptica de la Ciencia, porque es muy peligroso inculcar a los niños y a las niñas fobias y desviaciones del mundo científico medicinal.

VI. LA ENERGÍA DEL AGUA.

MOLINOS Y CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Los cursos de aguas por barrancos fueron utilizados, desde los primeros años de la Colonización, como fuerza motriz para mover molinos de gofio, algún batán, molinos de caña en ingenios azucareros y, desde finales del siglo XIX, pequeñas centrales hidroeléctricas.

1.- LOS MOLINOS HARINEROS DE AGUA

Gran Canaria es la isla que ofrece la mayor densidad de molinos de agua, con 188 unidades, y la Villa de La Orotava (Tenerife) es el núcleo más espectacular. Estos molinos se encuentran en gran cantidad por las zonas más húmedas de todas las islas, a excepción de las orientales (Lanzarote y Fuerteventura) y El Hierro. En un principio los molinos llevaban todo el armazón, el cubo de almacenamiento de agua y la maquinaria de madera, pero luego se fue imponiendo la obra de fábrica.

El mencionado conjunto de molinos monumental de La Orotava llegó a contar con 13 unidades. En la actualidad sólo se conservan 10, en mayor o menor grado de conservación, y de éstos sólo funcionan dos: el de Chano (conocido como *Molino de Arriba*) y La Máquina (conocido como *Molino de Abajo*).

El aprovechamiento hidráulico de estos ingenios es, de forma sucinta, el siguiente: el agua se acumula en un enorme cubo cilíndrico de mampostería, en cuya base, a través de un bocín, se suelta el agua a presión sobre una rueda horizontal o *rodezo*, situada en una especie de sótano. Esta rueda, a través de su eje vertical, transmite la fuerza energética a las muelas del molino situadas en una habitación superior desde donde, con una llave, se regula la cantidad de agua a presión y, con otra, la textura de la molienda.

Entre los molinos de agua rehabilitados y visitables tenemos en Gran Canaria el *Molino del Conde* (Firgas), el *Molino de La Ladera* (La Aldea de San Nicolás) y el *Molino de Antoñico Bordón* (Ingenio). Más valor tienen los que aún muelen grano, verdaderos museos vivos, como los dos mencionados de La Orotava (Tenerife) y otros de la isla de La Palma.

2.- LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS HISTÓRICAS

En las islas más montañosas, como La Palma y Tenerife, han aprovechado los saltos de agua para instalar, entre finales del siglo XIX y mediados del XX,

pequeñas centrales hidroeléctricas tales como *El Electrón* y *El Mulato* en La Palma, o las de La Orotava y Barranco de Badajoz (Güímar) en Tenerife. Existen todavía en la actualidad como uno de los más preciados bienes patrimoniales industriales del agua.

Merece especial atención, por su historia y proyecto de recuperación, la Central de *El Electrón*, en el barranco de El Río de Santa Cruz de La Palma, desde donde por primera vez, en 1893, se vio la luz eléctrica en Canarias. Este trabajo ha sido abordado desde las aulas del IES Virgen de las Nieves (Santa Cruz de La Palma), primeramente con un trabajo publicado por el profesorado (MARTÍN, *ET AL*: 2000) y luego con un proyecto de Patrimonio, en 2005-2006, donde los alumnos elevaron propuestas al Gobierno de Canarias.

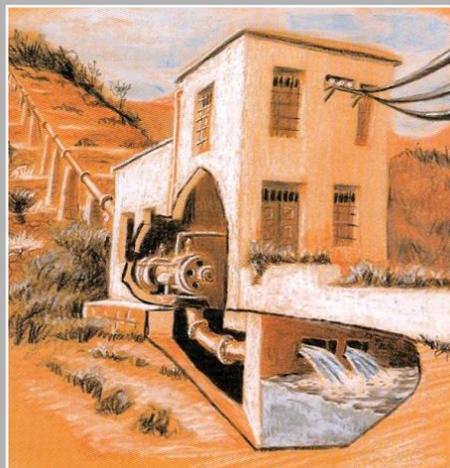
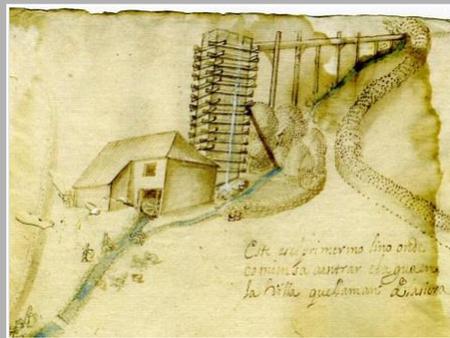
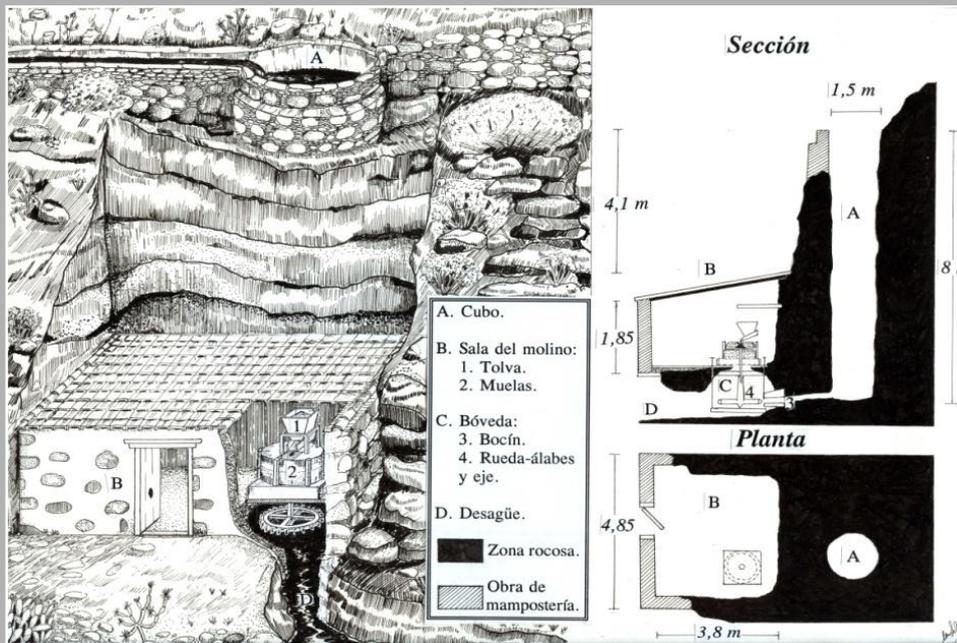
3.- ENERGÍA DEL AGUA, MEDIO AMBIENTE Y COMPROMISO PEDAGÓGICO

El estudio del agua en las aulas representa un importante recurso didáctico y, en este caso, su aprovechamiento energético, su ahorro y la protección del medio ambiente ofrecen una amplitud de contenidos desde las etapas o ciclos de la Educación Infantil hasta las diversas modalidades del Bachillerato. Tema este que conlleva una mayor dedicación de lo que ahora hacemos de forma tan somera.

Los contenidos didácticos referidos al aprovechamiento energético, en las primeras etapas, desde el área de Conocimiento del Medio abarcan el campo de localización, la estructura de los edificios y las maquinarias, además de sencillos elementos históricos y etnográficos. Igualmente, todo lo que representa el tema del ahorro energético.

En los niveles de Enseñanza Secundaria los contenidos anteriores se amplían progresivamente en las disciplinas de Ciencias Sociales, Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza, Dibujo Técnico, Física... En esta última materia se multiplican los contenidos a programar con la Energía, la Mecánica de Fluidos, la Presión del Agua o la Electricidad; así como, una vez adquiridos los conceptos básicos anteriores, en Tecnología se estudiarían las maquinarias, los tipos de turbinas, los generadores eléctricos, etc. Todo ello desde una planificación interdisciplinar y coordinada, a través de los departamentos correspondientes y los diferentes ámbitos didácticos.

Hemos de tener en cuenta que en todas las etapas están presentes y se deben impartir contenidos referidos a la protección ambiental y las energías limpias. Todos ellos, en su aplicación procedimental, deberían estar enfocados desde trabajos globales o interdisciplinares. En este punto el área de Lengua y Literatura se presta muy bien para recoger los relatos de la tradición oral, el refranero popular y la toponimia relacionada con la cultura molinar.



LA FUERZA DEL AGUA, ENERGÍA LIMPIA. ARRIBA: ESQUEMA DE UN MOLINO DE AGUA DE MOGÁN (DIBUJO DE FRANCISCO SUÁREZ). EN MEDIO IZQUIERDA: CÓMO LA FUERZA DE UN CHORRO DE AGUA MUEVE LA RUEDA DE UN MOLINO DE GOFIO. EN MEDIO DERECHA: CUBO DE UN MOLINO DE AGUA HECHO DE MADERA (ACUARELA DEL SIGLO XVIII. ARCHIVO HISTÓRICO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE). ABAJO IZQUIERDA: CENTRAL *EL ELECTRÓN* (LA PALMA), PRIMER LUGAR DONDE SE PRODUCE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANARIAS, DE 1893. ABAJO DERECHA: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LA HIDROELÉCTRICA DE GÜIMAR (AUTOR: GONZALO ÁLVAREZ).

VII. AGUA DEL MAR PARA BEBER Y REGAR.

LA DESALACIÓN Y LA DEPURACIÓN

La singularidad de nuestro territorio (la fragmentación insular, sus zonas de aridez, la acción humana histórica de sobreexplotación de nuestros escasos recursos hídricos...), hace que merezca, en este sentido, una especial atención en relación con el tema del agua, concretamente en lo referido a la captación de la misma desde la naturaleza así como a su uso y gestión. Una forma reciente de captación es la del mar, a través de la desalación.

1.- HISTORIA

Desde la Antigüedad Clásica se conocía el concepto de *desalación*. En el Renacimiento se diseñaron rudimentarios alambiques para desalar agua en buques. Canarias es una de las regiones del mundo donde primero se ha generalizado la desalación de agua de mar y la reutilización de las aguas depuradas. A partir de la segunda mitad del siglo XIX, con los avances en termodinámica, química e ingeniería se mejoró este proceso y se registra en 1869 la primera patente de desalación en Gran Bretaña. A mediados de siglo XX se experimentan grandes avances y surgen nuevos sistemas hasta los años setenta, en que se generaliza la técnica de *desalación por ósmosis inversa*, sobre todo en Oriente Medio y en Canarias que, desde 1964, venía experimentando otros sistemas. Nuestro Archipiélago es hoy la Comunidad Autónoma con mayor capacidad de producción de agua desalada, con casi el 40% del total del Estado. De igual forma es región puntera en la depuración de aguas residuales y su reutilización en agricultura y jardinería.

2.- PROTECCIÓN AMBIENTAL

El agua en Canarias, tan escasa y vital, por un lado necesita de políticas de protección y, por otro, de concienciación por parte de la población del adecuado uso y ahorro como bien público que es, según la legislación de nuestra Comunidad Autónoma.

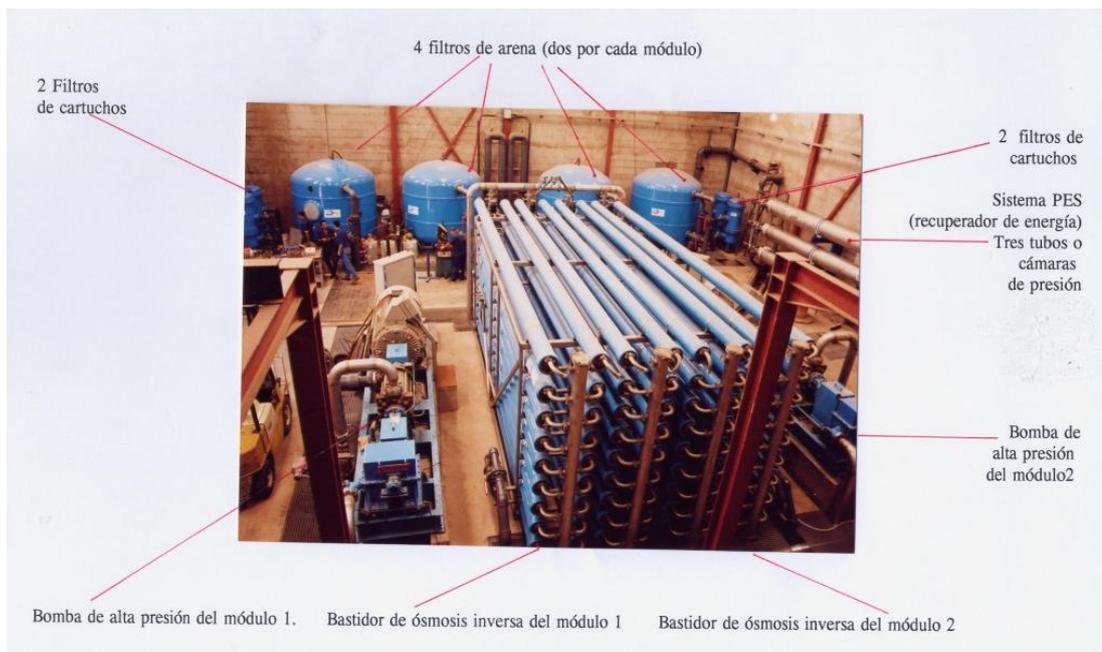
La sobreexplotación de los acuíferos ha originado uno de los impactos ambientales más negativos que ha tenido nuestra región, similar al sufrido en el suelo rústico y urbano. Por tanto, la desalación y la depuración están ayudando cada día más a detener ese proceso de degradación ambiental. No obstante, los procesos para conseguirlo originan a su vez otros impactos que hay que evaluar y minimizar. Así, por ejemplo, los vertidos de salmuera de las desaladoras en nuestros mares tienen sus efectos sobre la fauna marina, que ya han sido evaluados en otros lugares; o el gasto energético que producen, cuando hay sol, viento y fuerza del mar para originar energías limpias con la misma finalidad.

3.- LA DESALACIÓN Y DEPURACIÓN EN LAS AULAS

Hay muchos contenidos de las áreas (tanto en Conocimiento del Medio de Primaria, como de Secundaria y Bachillerato en Ciencias de la Naturaleza, Física, Química, Matemáticas, Tecnología y Medio Ambiente) que se interrelacionan con la desalación y la depuración de aguas. Y en los niveles superiores se pueden tratar los sistemas de recuperación de energía.

Podemos trabajar con conceptos básicos para niños y niñas pequeños como *agua potable, agua desalada o agua depurada*, así como desarrollar visitas a los lugares y las maquinarias que realizan estos procesos. En niveles superiores de Secundaria se pueden incorporar conceptos más complejos como *evaporación relámpago, destilación, compresión a vapor, electrodiálisis, congelación, ósmosis inversa, descalcificación, cloración, oxigenación, etc.*; contenidos que están estrechamente ligados a los procedimientos técnicos que rigen las desaladoras y depuradoras. Todos pueden llevarse a cabo en las aulas partiendo siempre de un interés previo motivado por una visita, o con consultas a técnicos de las tantas depuradoras y desaladoras que hay en nuestra geografía insular. Estos contenidos que acabo de nombrar son los más específicos, entre tantos otros presentes de acuerdo con los objetivos generales de las programaciones de cada área; porque el tema de la producción no convencional del agua abarcaría muchos contenidos más de Historia, Geografía, Dibujo Técnico, Cálculo Matemático, etc.

Y algo importante: a veces aspectos que nos parecen tan difíciles de entender por los niños, como lograr que el agua de mar se potabilice, son simples fenómenos físico-químicos entendibles por todos; es el caso de la *ósmosis inversa* como proceso biológico vital en la fisiología celular de los seres vivos



MÓDULO DE UNA PLANTA DESALADORA POR ÓSMOSIS INVERSA Y SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA (ESQUEMA DE AMANHUY SUÁREZ, 2005).

VIII. EL PATRIMONIO HIDRÁULICO INTANGIBLE

La cultura del agua en Canarias no sólo ha dejado una profunda huella en su historia, su geografía y tecnología, sino también en el habla, la toponimia, la medicina popular e incluso en la visión cósmica y las creencias religiosas desde la época de las sociedades indígenas canarias, lo que ha venido conformando un valioso patrimonio cultural intangible necesitado de protección. Sus elementos más sobresalientes son:

- *Los conocimientos y saberes populares* de los variados oficios del agua: poceros, piqueros, acequeros o repartidores..., las medidas del agua, las dulas y otras estrategias antiguas.
- *Los usos en la medicina popular* tales como el recetario de infusiones de la gran biodiversidad de la flora autóctona, conocidas como *agua guisada*; o las ya estudiadas aguas minero-medicinales o *agua agría*, cuyas propiedades curativas, tanto en tomas como en baños, ya eran conocidas por la sociedad aborígen.
- *Las interpretaciones sobrenaturales* de los fenómenos atmosféricos: señas y aberruntos sobre la flora, la fauna, los astros... para predecir lluvias y sequías, que aún se mantienen en el campo dentro del calendario agrícola tradicional. Son muchas y están estudiadas en una prolija literatura etnográfica canaria.
- *Las creencias religiosas* desde la sociedad aborígen hasta tiempos recientes sobre la intersección divina. Los primeros cronistas de la Conquista dejaron constancia de ritos y plegarias de la sociedad aborígen a las divinidades superiores en los ciclos de sequía y calamidades, como luego quedan registrados desde los primeros siglos de la Colonización europea hasta tiempos recientes: continuas rogativas, procesiones y bajadas de la Virgen ante sequías, hambrunas, epidemias...
- *El cariz mágico, regenerador y misterioso de muchas fuentes y manantiales*, o de algún árbol santo del agua como el célebre *Garoé*, en El Hierro, que atrapaba con sus hojas el agua de la lluvia horizontal de las brumas de los vientos alisios, dando de beber a toda la isla desde la época aborígen hasta 1697, cuando lo derrumbó un huracán.

- *El habla, la toponimia, el refranero y las expresiones populares* que recogen centenares de alusiones o derivaciones relacionadas con el agua, las fuentes, los chorros y las ingenierías, arquitecturas y medidas hidráulicas. Indudable riqueza del castellano hablado en Canarias que presenta una gran variedad entre islas y comarcas.

En cuanto a recursos didácticos nos encontramos que, en el estudio del patrimonio hidráulico intangible, los contenidos son muy diversos y para todos los niveles educativos. Destacamos los procedimentales, entre otros, que obtenemos en proyectos globales o interdisciplinarios realizados sobre la tradición oral de cada localidad; también los que parten de costumbres, ya en este caso desde la perspectiva de áreas de conocimiento como las Ciencias Sociales, la Geografía e Historia o el Conocimiento del Medio en Primaria.

En este tema es el área de Lengua y Literatura la que más se presta para ubicar y desarrollar contenidos desde una metodología activa de investigación sobre elementos intangibles del habla y la tradición oral, como ya desarrollaremos más adelante.

POCERO Y MAQUINISTA DE UN POZO DE VALSEQUILLO. ÉSTOS PROFESIONALES ACUMULARON GRANDES CONOCIMIENTOS EMPÍRICOS DEL TERRENO Y DE LA TECNOLOGÍA DEL AGUA.



IX. EL PATRIMONIO HIDRÁULICO TANGIBLE.

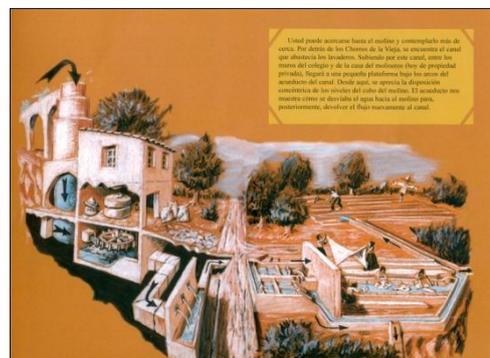
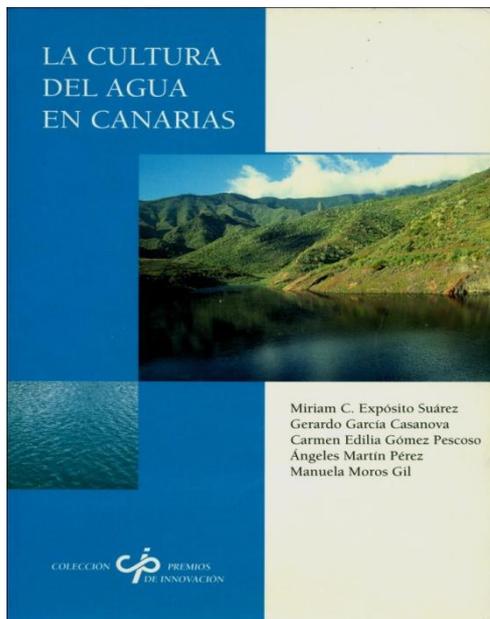
RECURSOS MUSEÍSTICOS Y BIBLIOGRÁFICOS

El patrimonio hidráulico en Canarias se halla en proceso acelerado de destrucción. La causa está en el desuso que del mismo conlleva el cambio de modelo económico con la consiguiente crisis del sector primario, el que ha determinado de una forma u otra la desaparición de casi la mitad de los bienes patrimoniales tangibles. Pero cada día son mayores las iniciativas para su protección y rehabilitación desde varias líneas de actuación.

Por un lado, están los catálogos o inventarios de protección y las declaraciones como *Bienes de Interés Cultural* promovidas por los entes públicos. Gran Canaria ya tiene confeccionados todos los catálogos municipales del patrimonio etnográfico, donde se incluyen los bienes del patrimonio hidráulico, un total de 4.511 (el 50% del total), material que puede ser consultado en internet: <http://www.cartagnetnograficagc.org/>. Por otro, tenemos una importante labor investigadora que difunde los bienes de la cultura hidráulica desde las universidades y algunos entes particulares. Destacamos el proyecto en marcha del *Museo del Agua* en la mencionada Noria de Jinámar (Telde-Gran Canaria) con fondos europeos; o la propuesta escolar de rehabilitación de la Central El Electrón (La Palma). También está la rehabilitación de varios molinos de agua y aeromotores para extracción de aguas subterráneas, así como las denominadas *Rutas del Agua*, itinerarios didácticos establecidos en varios municipios canarios (Aruacas, Firgas, Telde, Santa Lucía de Tirajana, La Orotava, El Tanque, La Guancha, Güímar...); la rehabilitación de los aeromotores y pozos en municipios de Fuerteventura; la atención hacia la cultura del agua de algunos museos y centro de interpretación como los de Betancuria (Fuerteventura), Guayadeque o el reciente *Museo de la Zafra* en Santa Lucía (estos dos últimos en el sur de Gran Canaria); entre otras más iniciativas. Bien es verdad que no hay que caer en ofertas repetitivas.

Por citar un ejemplo de algunos municipios que han realizado, con fondos europeos, sencillas publicaciones a modo de consulta para itinerarios del agua, lo haremos con dos folletos o cuadernos didácticos del Barranco del Río y Badajoz y Chacaica-La Hoya del Valle de Güímar, con ilustraciones de Gonzalo Álvarez. En este apartado de las referencias bibliográficas, tanto desde el punto de vista histórico como el de las ingenierías hidráulicas en Canarias, se viene desarrollando en los últimos decenios una importante aportación en formato de libros, ensayos y artículos que recogemos, no en toda su dimensión, en el apartado final de este trabajo, en el que acercamos por ser pionera la publicación de don Simón Benítez Padilla, en 1958, aunque sólo esté centrada en la isla de Gran Canaria. Pero, sin duda, es una obra ejemplificadora de cómo se combina el saber multidisciplinar y la experiencia que en obras hidráulicas

tenía este técnico del Cabildo. No obstante, mejor que el recurso museístico y bibliográfico para el estudio o el disfrute de cada bien patrimonial hidráulico, es el que encontramos *in situ*, integrado en su espacio y función originales. Para ello las instituciones públicas deberían subvencionar y promocionar la conservación de determinados bienes por sus propietarios a cambio de que estos permitan su visita. Por ejemplo, sería muy importante conseguir que se extraiga agua de un pozo por medios mecánicos (molinos, motores, norias...) ya en desuso, pero con apoyo económico al propietario, que con ello tendría un pequeño ingreso económico cumpliendo así con una función sociocultural.



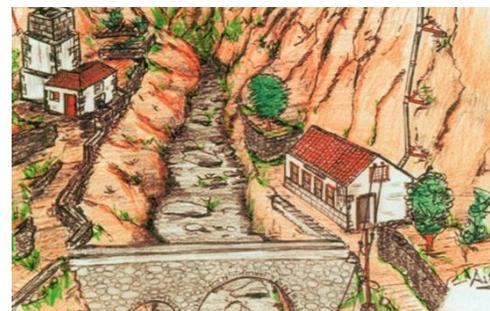
ARRIBA IZQUIERDA: PUBLICACIÓN DIDÁCTICA SOBRE EL AGUA (NORTE DE TENERIFE). CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN.

ARRIBA DERECHA: CUADERNOS DIDÁCTICOS. RUTA DEL AGUA DE GUÍMAR (TENERIFE).

DERECHA: PROYECTO DIDÁCTICO. RECUPERACIÓN DE LA CENTRAL EL ELECTRÓN. LA PALMA (IES VIRGEN DE LAS NIEVES).

ABAJO IZQUIERDA: LA NORIA DE JINÁMAR, CONVERTIDA EN MUSEO DEL AGUA (GRAN CANARIA).

ABAJO DERECHA: UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE LAS CANTONERAS (IES DOMINGO RIVERO. ARUCAS).



X. EL AGUA. RECURSOS Y PROCEDIMIENTOS DIDÁCTICOS.

ESCUELAS, COLEGIOS E INSTITUTOS

A lo largo de esta exposición, en cada apartado de la cultura y tecnología del agua en Canarias hemos venido detallando de forma global algunos ejemplos de contenidos que se pueden tratar en las aulas de niveles educativos diferentes. Ahora vamos a precisar algunos aspectos didácticos más como complemento a toda la información dada. Pero antes quisiéramos aclarar que los objetivos, los contenidos y los métodos aplicables en las aulas responden a:

- La combinación de los currículos oficiales preestablecidos con los intereses de los alumnos y los espacios geográficos concretos donde estos se hallan, entre otras cuestiones más.
- El tipo de alumnado.
- Los proyectos de los centros.

No proceden prescripciones didácticas externas, y menos que en un trabajo tan global como este vayamos a pretender extendernos con excesiva información.

Ahora bien, hay una serie de objetivos globales que servirían de marco u orientación sobre el tema del agua en cualquier lugar, sin distinción de áreas de conocimiento, y adaptables, en sus correspondientes grados epistemológicos, a diferentes niveles educativos no universitarios. Son muchos, pero veamos algunos de ellos:

- *Entender el agua como principio de vida y composición biológica. ¿Hay o hubo agua en otros cuerpos del universo?*
- *Iniciarse en conceptos básicos de hidrogeografía, así como en sencillos análisis sobre los paisajes.*
- *Conocer el funcionamiento global del ciclo del agua en diferentes escalas espaciales.*
- *Profundizar en el papel del agua como agente modelador de nuestros paisajes.*
- *Estudiar y analizar los recursos hídricos de un lugar.*
- *Conocer mecanismos de gestión y planificación de recursos hídricos.*
- *Conocer y analizar ingenios y arquitecturas hidráulicas tradicionales y actuales.*
- *Conocer sistemas de riego.*
- *Fomentar actitudes críticas y comprometidas en el tema del agua.*

1.- CONTENIDOS GLOBALES

Los contenidos sobre el agua, partiendo siempre del entorno de cada centro, que pueden tratarse desde Educación Infantil hasta los niveles superiores, incluidos los universitarios, son muchos y ya hemos indicado algunos en la exposición de cada apartado anterior. Siempre estarán en función de los objetivos planificados en cada centro y en cada aula o nivel, si fuera el caso. Se deben impartir en todos los niveles educativos con desarrollo gradual; por ejemplo, el Ciclo del Agua en la Naturaleza o las estrategias e ingenierías hidráulicas de una zona tanto se pueden explicar a un niño pequeño como a un joven universitario en la profundidad que cada edad y exigencia epistemológica requiera. Y deben tener enfoques globalizadores en niveles educativos inferiores, e interdisciplinares en los superiores. El estudio de la cultura del agua se presta muy bien a ello.

Sin modularlos o acoplarlos a niveles educativos, recordemos algunos de estos contenidos como simple orientación para una aplicación más rigurosa de lo detallado ante una clase, un nivel, un centro y un lugar específicos (lo demás es caer en los errores, como lo son y de bulto, de las programaciones de aula que hacen las editoriales en los libros de texto).

1.1.- ÁREA DE CONOCIMIENTO DEL MEDIO (PRIMARIA)

- * *El agua en la naturaleza (Ciclo del Agua)*
- * *El agua en nuestro pueblo*
- * *El agua en nuestras Islas*
- * *Barrancos y caideros*
- * *Cómo se capta y se aprovecha el agua (estrategias y obras hidráulicas)*
- * *Historias del agua*
- * *Cómo aprovechar bien el agua*

1.2.- CIENCIAS DE LA NATURALEZA (SECUNDARIA)

- * *El agua como soporte de vida*
- * *Estados del agua. Cambios de estado, densidad del agua y anomalías en la densidad*
- * *Tiempo y Clima. El agua como reguladora de los climas. El alisio, el mar y la lluvia horizontal*
- * *Ciclo del Agua*
- * *Hidrogeología (tipos de acuíferos)*
- * *Producción no convencional del agua*
- * *Gestión del Agua y el Medio Ambiente*
- * *Otros*

1.3.- CIENCIAS SOCIALES, GEOGRAFÍA E HISTORIA (SECUNDARIA):

- * *Tiempo y Clima. El alisio. Predicción a través de la red de internet*
 - * *Historia de la hidráulica*
 - * *Ingenios, arquitecturas y obras hidráulicas canarias*
 - * *Bienes patrimoniales hidráulicos canarios*
 - * *Toponimia canaria relacionada con el agua*
 - * *Hidrogeografía³*
 - * *El agua como medio de transporte a lo largo de la historia*
 - * *Agua y sistemas hidráulicos a lo largo de la historia*
 - * *Historia del agua en Canarias (estrategias de gestión, propiedad, evolución tecnológica, sistemas de captación...)*
 - * *Otros*
- (Estos contenidos se incluyen en las Optativas referidas a Canarias)

1.4.- MATEMÁTICAS (VARIOS NIVELES)

- * *Sistema Métrico Decimal*
- * *Cálculo de distancias (pasos, metros, kilómetros...)*
- * *Medidas de capacidad y volúmenes del sistema métrico decimal, de los sistemas tradicionales de cada lugar y el cálculo práctico en obras hidráulicas*
- * *Medidas de fluidez del agua (hora, azada, pipa...)*
- * *Fracciones en medidas del agua*
- * *Cálculo mental y operacional en supuestos prácticos relacionados con el agua de barranco, de acequias, canales, contadores domésticos...*
- * *Medida de la cantidad de agua pluvial por superficie (litros por metro cuadrado o milímetro de altura con construcciones sencillas)*
- * *Medidas de la cantidad de agua pluvial por superficie en intensidad en tiempos determinados*

1.5.- FÍSICA

- * *Hidráulica y mecánica de fluidos. Presión y medidas. Principios físicos aplicados a las máquinas (principio de Bernoulli). Aplicados a la medida del agua en las cantoneras (teorema de Torricelli). Medidas de fluidez del agua (hora, azada, pipa...), etc.*
- * *Energía. Energía mecánica, energía cinética, energía potencial, energía calorífica. Máquinas que generan o captan la energía: vapor de agua, fuerza de agua (energía hidráulica), fuerza del viento (energía eólica), energía de fusión*

3. Se trata de una ciencia multidisciplinar, una rama de la Geografía Física, con la que se estudia la interacción del agua en un espacio geográfico concreto. Particularmente, la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria la ha tenido en su currículo como asignatura optativa (6 créditos) para el segundo curso de la carrera de Geografía. Dispone de un primer bloque de conceptos y ciencias relacionados con la hidrosfera (características físico-químicas del agua, ciclo del agua, balances hídricos, etc.); el segundo comprende los sistemas hidrológicos; y el tercero abarca el agua como recurso, como conflicto y como cultura.

nuclear (la energía del hidrógeno)

* *Calor. Calor específico del agua*

* *Potencia*

* *Presión.* Presión del agua. Medidas de presión, principios, etc.

* *Mecánica.* Tipos de maquinarias hidráulicas: máquina de vapor. motores y bombas. Aeromotores y bombas, norias y bomba de rosario. Malacate. Clasificación o tipos de bombas hidráulicas, hélices o turbinas. Cabezales y desmultiplicación de la fuerza, etc.

* *El agua como referente histórico para la utilización de unidades de medida.* Algunos ejemplos: *grados centígrados, caloría, kilo* (dm³ de agua pura a 4°C), etc.

* *Otros*

1.6.- QUÍMICA

* *Química del agua*

* *La desalación.* Tipos de desalación: destilación, comprensión a vapor, ósmosis inversa

* *Otros*

1.7.- BIOLOGÍA

* *El agua como principio o final de vida*

1.8.- LENGUA Y LITERATURA (VARIOS NIVELES)

* *Hidrónimos* locales e insulares: tiempo atmosférico (*barda, panza de burro, tiempo tirajanero...*), precipitaciones (*tarós, garuja, zarpazo de agua...*), fuentes (*chorro, remaniente...*), almacenamiento (*tanque, mareta...*), canalizaciones (*tagea, caño...*), medidas (*azada, hilo, pipa...*), distribución y riego (*madre, cantonera, tronera, surco, virar la torna...*)

* *Hidrotopónimos* locales e insulares: *Madrelagua, Los Chorros, Caideros...*

* *Fraseología popular* alusiva, directa o indirectamente, al agua: *caer gotas como chochos...*

* *Expresiones metafóricas* alusivas, directa o indirectamente, al agua: *parece que no moja pero empapa*

* *Paremiología* alusiva, directa o indirectamente, al agua: *arco iris en el mar abarrunta temporal*

* *Refranero popular* relacionado con el agua: *cuando el barranco suena, es que agua lleva*

* *Apodos o sobrenombres* relacionados, directa o indirectamente, con el agua: el *Atarozado, el Repartidor, el de Barranco María...*

* *Recreación literaria de historias y relatos de la tradición oral* relacionados, directa o indirectamente, con el agua: cuentos e historias de desbordamientos de barrancos, trabajos en obras hidráulicas, accidentes laborales en pozos y minas, rogativas a santos y vírgenes, etc.

* *Análisis de la Literatura Canaria escrita relacionada con el agua*: el tema del mar como inspirador desde diferentes aspectos es constante; la novela *Guad*, de Alfonso García-Ramos, es una muy buena lectura para el tema que tratamos. Además, existe una edición digital en audio de esta novela, hecha especialmente para discapacitados por SINPROMI SL: <http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=16294>

* *Leyendas orales o escritas* sobre aspectos diversos de la cultura del agua (fuentes mágicas, el Garoé, etc.)

* *Textos narrativos* relacionados directa o indirectamente con el agua

* *Otros.*

1.9.- DIBUJO ARTÍSTICO Y TÉCNICO (VARIOS NIVELES)

* *Creación con técnicas diversas de paisajes del agua*

* *Colores*

* *Acuarelas*

* *Dibujo de proyecciones en arquitecturas hidráulicas*

* *Dibujo de perspectivas (caballera, isométrica convencional... de arquitecturas hidráulicas)*

1.10.- FILOSOFÍA (BACHILLERATO)

* *La cultura del agua en la Sociedad Tradicional canaria ante el Cambio Social (Creencias y señas frente a sistemas de predicción modernos).*

* *El Patrimonio Hidráulico y las cartas etnográficas municipales. Los cambios sociales y el uso del agua.*

2.- RECURSOS

2.1.- RECURSOS DIDÁCTICOS DEL MEDIO SOCIONATURAL

Cada lugar tiene de una forma u otra muchos elementos y gentes relacionadas con la cultura del agua (si en Fuerteventura o La Aldea, en Gran Canaria, destacan los pozos y aeromotores, en Güímar cuentan con galerías y una central hidroeléctrica, por poner algunos ejemplos de lo que hablamos). Es una cuestión que, a falta de una política municipal, educativa o museística, por desgracia debe dilucidarse, en la mayoría de los casos, desde el interés de los centros y del profesorado concienciado en ello en estos momentos.

2.2.- RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS Y DIGITALES

Existe una abundante literatura científica y didáctica en Canarias sobre aspectos diversos del agua. Por citar algunos ejemplos en el campo exclusivo de la enseñanza, señalamos el *Proyecto de investigación-acción para la elaboración de materiales curriculares sobre la cultura del agua en Tenerife* (1993) y el de *Cultura del Agua en Canarias* (1999), ambos publicados por la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa; o la *Unidad Didáctica. Las Cantoneras de Arucas*, al igual que otros trabajos que no podemos exponerlos en su totalidad, unos publicados y otros no.

3.- ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA METODOLOGÍA

Los métodos de enseñanza-aprendizaje aplicables deben ser variados, los que el sentido común indique a cada docente para lograr su objetivo, pues variados también son los contenidos relacionados con el agua y más diferentes aún los lugares, los centros, las aulas y el alumnado en cada momento.

En cualquier método empleado se necesita tener y dar una visión curricular de los contenidos y el objetivo final. En este caso, el objetivo primordial sería que se comprenda el valor que ha tenido y tiene para la supervivencia el agua en las regiones donde escasea, y que por ello se ha generado una rica cultura con un patrimonio que debe conservarse para las siguientes generaciones. El método tendrá que ser el más adecuado y atractivo para el alumnado, el que genere interés por aprender más cosas, por entender mejor lo suyo.

El estudio multidisciplinar de todo lo relacionado con el agua de un lugar necesita métodos activos que requieran estrategias de descubrimiento de cosas nuevas, además de que lo aprendido tenga para el alumnado utilidad inmediata. El mejor libro y el mejor maestro es el medio donde se desenvuelven, no los libros de texto, que plantean métodos preestablecidos así como actividades que se realizarán por obligación y no por devoción y afecto al tema estudiado.

Un bien tan valioso para nuestro futuro como el agua en Canarias merece esa especial atención didáctica en nuestras aulas; con la mirada en el pasado, que representa la experiencia de tantas generaciones, pero con la vista hacia el mañana. Esta es la obligación que tienen hoy los mayores, que deben ser más “padres del futuro que hijos del pasado” (Unamuno).

XI. EL AGUA.

CONTENIDOS DIDÁCTICOS UNIVERSITARIOS

La importancia histórica, patrimonial y económica que el agua ha tenido y tiene en nuestras Islas no ha pasado inadvertida en los estudios universitarios de Canarias. Se trata específicamente en la carrera de Geografía de las dos universidades del Archipiélago en varias asignaturas, tales como *Geografía Rural*, *Geografía de Canarias*, etc.; aunque la más propicia es *Hidrogeografía*. También, y también, desde una perspectiva más técnica, en la carrera de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, la especialidad de *Hidrología*.

1.- LICENCIATURA DE GEOGRAFÍA: LA HIDROGEOGRAFÍA

En los planes de estudio hasta ahora vigentes de la carrera de Geografía de nuestras dos universidades, en concreto en el segundo curso, se halla una asignatura optativa (que debiera ser obligatoria) llamada *Hidrogeografía*, de 6 créditos. Su objetivo es conocer los conceptos básicos en hidrología continental y marina aplicados a la Geografía Física, y saber resolver problemas básicos en ambas materias.

Hay ligeras diferencias de contenidos entre una y otra universidad. Se tocan conceptos y ciencias relacionados con la hidrosfera (ciclo del agua y balances hídricos), características del sistema hidrológico (aguas oceánicas, marítimas, continentales, subterráneas, glaciares...), el agua como recurso, conflicto y cultura (explotación de recursos, políticas hidráulicas estatales). Estos contenidos, dependiendo muchas veces de los docentes, se implican más o menos en el sistema hidrológico canario.



2.- INGENIERÍA TÉCNICA EN OBRAS PÚBLICAS: HIDROLOGÍA

La *Ingeniería Hidráulica* es una de las ramas tradicionales de la Ingeniería Civil y se ocupa de la proyección y ejecución de obras relacionadas con el agua, sea para su uso (como en la obtención de energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización u otras), sea para la construcción de estructuras en mares, ríos, lagos o entornos similares, entre otras obras hidráulicas. Es estudiada en las carreras superiores de Ingeniería Civil. Estos estudios se imparten en las dos universidades canarias, según los planes de estudio de 2001 y 2002, en el ciclo corto de las carreras técnicas. Es de tres años de duración y conlleva una carga lectiva de 236 créditos.

El objetivo de los mismos es formar a profesionales en la construcción y conservación de obras hidráulicas, abastecimiento de aguas, saneamiento y depuración, así como para trabajos del ciclo hidrológico, las precipitaciones, los aforos de aguas, los caudales y su regulación. Por tanto, el temario es muy amplio y referido a la hidráulica, la hidrostática, la cinemática de fluidos, la elevación de líquidos, los sistemas de tuberías, las canalizaciones, la evaporación, la desalación, etc. Y muchos de los estudiantes de esta carrera suelen matricularse en asignaturas de la carrera de Geografía, como la comentada *Hidrogeografía*, por la convalidación de libre configuración que supone.



ESTACIÓN MUNICIPAL DE AGUAS DE ALMATRICHE (GRAN CANARIA), DONDE SE EXPONE UN POTENTE MOTOR RUSTON Y TODO EL SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AGUAS ANTIGUO. DESALADORAS, DEPURADORAS, ESTACIONES DE BOMBEO... SON EXCELENTES RECURSOS PARA LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE LOS TEMAS RELACIONADOS CON EL AGUA EN CANARIAS.

3.- OTROS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS RELACIONADOS CON EL AGUA: QUÍMICA E INGENIERÍA INDUSTRIAL

El agua continúa tratándose en estudios universitarios canarios desde muchos ángulos. En la licenciatura de Química aparece la *Química del Agua*; en la Ingeniería Química, la *Introducción a la Ingeniería del Agua*; en Ingeniería Industrial, *Ingeniería del Agua, Introducción a la Energía del Agua, Máquinas Hidráulicas, Energía del Agua*, etc.

La lista se alarga con otros estudios. Por ejemplo, el de un programa de doctorado titulado *Gestión Integral del Agua* de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que está muy en relación con lo aquí estudiado, y al que se accede con estudios diversos como Biología, Ciencias del Mar, Ambientales, Física, Química, etc.



AZUD DE CONTENCIÓN, EN LA CUENCA DE ARTENARA-TEJEDA (GRAN CANARIA), PARA CONTENER LA EROSIÓN Y CONFORMAR NATEROS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTE LUIS, M. y PERERA, J. M. (2006): "Juanito el del Pozo: perros, pozos y belenes", en *Bienmesabe.org*. Rev. nº 121 (consulta: 10 de octubre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=13611&t=1157349600&s=0>

ATOCHÉ, PEÑA, P.; MARTÍN CULEBRAS, J.; RAMÍREZ RODRÍGUEZ, M. A.; GONZÁLEZ ANTÓN, R.; DEL ARCO AGUILAR, M. C.; SANTANA SANTANA, A. y MENDIENTA PINO, C.A. (1999): "Pozos con cámara de factura antigua en Rubicón (Lanzarote)", en *VIII Jornadas de Estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*. Cabildo de Lanzarote, pp. 367-419.

BENÍTEZ PADILLA, S. (1959): *Gran Canaria y sus obras hidráulicas*. Las Palmas.

DÍAZ RODRÍGUEZ, J. M. (1989): *Molinos de Agua en Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria.

DOMÍNGUEZ MÚJICA, J.; MORENO MEDINA, C. y GINÉS DE LA NUEZ, C. (2005): *Agricultura y paisaje en Canarias. La perspectiva de Francisco María de León y Falcón*. Anroart Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria.

EXPÓSITO SUÁREZ, M.; GARCÍA CASANOVA, G.; GÓMEZ PESCOSE, C. E.; MARTÍN PÉREZ, A. y MOROS GIL, M. (1999): *La Cultura del Agua en Canarias. Materiales Curriculares*. Premios Innovación. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias.

GALVÁN GONZÁLEZ, E. (1996): *El abastecimiento de agua potable a Las Palmas de Gran Canaria: 1800-1946*. Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.

GÓMEZ LEÓN, R. (2001): "Agua, sudor y lágrimas: Pinolere y el trabajo en las galerías", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, La Orotava, pp. 4-25.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.J. (2005): *Tengamos agua y lo tendremos todo. Las grandes presas de Gran Canaria*. II Congreso Nacional de Historia de las Presas. Sociedad Española de Presas y Embalses. Ministerio de Medio Ambiente, Burgos.

http://bdigital.ulpgc.es/digital/texto/pdf/0314959_00000_0000.pdf

_____ (2008): *Construcción de la presa de la Cueva de las Niñas en Majada Alta*. Comunidad de Regantes de la Presa de la Cueva de Las Niñas. Las Palmas de Gran Canaria.

_____ (2009): *Construcción, recrecido e incidente de la presa de Martínón (San Lorenzo)*. Las Palmas de Gran Canaria.

_____ (2009): *Siete presas, nueve estanques y una tubería. Cortijo de Samsó-Tamadaba*. Las Palmas de Gran Canaria.

GONZÁLEZ MORALES, A. (2006): *El Agua en Lanzarote*. Anroart Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. M. (1991): "Tecnología popular tradicional de los sistemas de riego en Canarias", en *Anuario de Estudios Atlánticos*, nº 37, pp. 467-497. Las Palmas de Gran Canaria.

_____ (2006): "De gruesas, dulas, cantoneras y otros sistemas de regulación del caudal en los nacientes y atarjeas de Canarias", en *La Cultura del Agua*, Anroart Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 251-268.

HIDALGO SÁNCHEZ, M. (1998): "El trabajo en los pozos. Oficios tradicionales, presente y futuro". *II Jornadas de Etnografía*. 15 de marzo de 1998. Vega de San Mateo.

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M. (2000): "Los artesanos canarios en la Venezuela colonial: los constructores de acequias", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, nº 7, pp. 47-49. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2001): "Labores canarias de piedra en América (las destiladeras y las acequias)", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, nº 9, pp. 134-137. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2006): "Manifestaciones religiosas de la acción del agua en la sociedad canaria del Antiguo Régimen", en *La Cultura del Agua*, Anroart Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 190-249.

HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, S. (1998): *Iconografía del Árbol del Agua*. Santa Cruz de Tenerife.

HERNÁNDEZ PADRÓN, A. de J. y JIMÉNEZ MEDINA, A. M. (2001): "Fuentes públicas de Arucas. Gran Canaria", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, nº 9, pp. 50-55. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

IES ARUCAS DOMINGO RIVERO (2009): "Una ruta por el agua de Arucas. *Las Cantoneras*", Rev. Nº 284 de *Bienmesabe.org* (consulta: 15 de noviembre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=43431>

JIMÉNEZ MEDINA, A. M.; ZAMORA MALDONADO, J. M. y HERNÁNDEZ PADRÓN, A. de J. (2008): "De barro eres y en barro te convertirás: los estanques de barro en Arucas, Gran Canaria. Un acercamiento a la infraestructura hidráulica de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX", en *El Pajar. Cuaderno de Etnografía Canaria*, nº 26, pp. 80-91. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

LIRIA RODRÍGUEZ, J.A. (2003): *El agua en Gran Canaria*. Jóvenes Agricultores, Las Palmas de Gran Canaria.

LORENZO PERERA, M. J. (2006): "El agua en Canarias. Un negocio doblemente subterráneo". Rev. nº 115 de *Bienmesabe.org* (consulta: 15 de noviembre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=12519>

MACÍAS HERNÁNDEZ, A. M. (2000): "De Jardín de las Hespérides a Islas Sedientas. Por una historia del agua en Canarias, C. 1400-1990", en *El Agua en la Historia de España*, pp. 169-271. Ed. B. López y Melgarejo M. Universidad de Alicante. Salamanca.

MEDINA PEÑATE, E. (1999): *Adeyahamen. Debajo del Agua. Localización y análisis comparativo de las principales cantones de Telde*. Ayuntamiento de Telde.

MARTÍN GONZÁLEZ, M. A.; LORENZO HERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ PÉREZ, M.; MARTÍN GONZÁLEZ, M. C.; CROSSA FERNÁNDEZ, J. F.; GARCÍA MARTÍN, M^a. C.; LEGUGA DELGADO, J.A. y VALLINA ALONSO, M^a. L. (2000): *Los Orígenes de la Electricidad en La Palma. El Electrón*. Cabildo de La Palma-Caja de Canarias. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Tenerife. La Palma. Islas Canarias.

MORALES MATOS, G. y SANTANA SANTANA, A. (2005): *Islas Canarias. Territorio y Sociedad*. Anroart Ediciones. Las Palmas de Gran Canaria.

ORTEGA OJEDA, G. (1997): *Léxico y fraseología de Gran Canaria*. Ediciones del Cabildo de Gran Canaria.

_____ (2006): "El reflejo de la cultura del agua en Teror", en *La Cultura del Agua. III Jornadas de Patrimonio Cultural*. Ediciones Anroart. Las Palmas de Gran Canaria.

PERDOMO CERPA, M. (2006): "Firgas. El berro y sus cosecheros", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

PERDOMO MOLINA, A. (2000): "Los manantiales de ñames de Anaga", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2002): "El sistema de cultivo en gavias en Fuerteventura (Islas Canarias, España):

la gestión del agua en un espacio árido”, en *Antología sobre pequeño riego. Volumen III. Sistemas de riego no convencionales*. Ed. Jacinta Palerm Viqueira, Colegio Postgraduados México.

_____ (2005): “Los nateros de Canarias: producir aunque no llueva”, en *El Baleo*, nº 28, Sociedad Cooperativa del Campo La Candelaria.

PERDOMO MOLINA, A. y DUPUIS, I. (2004): “Los nateros: un sistema de recolección de agua adaptado a las zonas áridas y montañosas de Canarias”, en *Tenique. Revista de la Cultura Popular Canaria*, pp. 235-252.

PÉREZ, Manuel: “Un siglo de agua, un siglo de vida”. Rev. nº 1 de *Bienmesabe.org* (consulta: 15 de noviembre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=37>

PÉREZ BARRIOS, C. R. (2006): “Abastecimiento doméstico e infraestructuras hídricas en el Sur de Tenerife en el tránsito del siglo XIX al XX”, en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, nº 22. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

PÉREZ MARRERO, L. (1990): “El proceso de privatización del agua en Canarias”, en *Anuario de Estudios Atlánticos*, nº 36.

_____ (2003): *Patrimonio e Innovación en la obtención y aprovechamiento de recursos hídricos en Canarias*. Ayuntamiento de Arucas.

RODRÍGUEZ CAMPOS, L. (1993): *Proyecto de investigación-acción para la elaboración de materiales curriculares sobre la cultura del agua en Tenerife*. Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa del Gobierno de Canarias.

RODRÍGUEZ ESCUDERO, José Guillermo (2006): “La Aguadora de Las Nieves”. Rev. nº 115 de *Bienmesabe.org* (consulta: 15 de noviembre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=12583>

ROMERO MARTÍN, L. E.; RUIZ FLAÑO, P. Y HERNÁNDEZ CALVENTO, L. (2003): “El espacio de bancales en el tramo inferior de la Cuenca del Guiniguada: características ecoantrópicas”, en *Vegueta*, nº 7, ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria, pp. 211-227.

SPA-15 (1975): *Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias*.

SUÁREZ GRIMÓN, V. (2006): “Necesidad y legalidad: dos caras del conflicto por el agua entre Teror y el heredamiento de Tenoya”, en *La Cultura del Agua. III Jornadas de Patrimonio Cultural de Teror*. Anroart Ediciones. Las Palmas de Gran Canaria.

SANTANA RAMÍREZ, J. I. (2006): “La fuente de Telde: recuperación de un patrimonio hidráulico”, en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*. La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2007): “La Fuente Pública de Telde, efímera memoria del agua”, en *Guía Histórico Cultural de Telde*, pp. 77-90, Telde.

SINPROMI SL, “Biblioteca Sonora de Canarias. *Guad*”, Rev. Nº 145 de *Bienmesabe.org* (consulta: 1 de noviembre de 2009).

<http://www.bienmesabe.org/noticia.php?id=16294>

SOLER LICERAS, C. (2003): “La larga búsqueda de la Fuente Santa *Nullus, fons non sace*, en *Revista de Obras Públicas*, julio Agosto, 2003, nº 3435. *Ídem* en http://www.ciccp.es/biblio_digital/lcitema_III/congreso/pdf/040106.pdf (consulta: 4 de

noviembre de 2009).

_____ (2007): *La historia de la Fuente Santa*. Publicaciones Turquesa, Consejería de Infraestructura del Ayuntamiento de Fuencaliente, La Palma.

SUÁREZ MORENO, F. (1994): *Ingenierías históricas de La Aldea*. Cabildo de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.

_____ (2001): "La Noria de Jinámar...", en *Revista Histórico Cultural de Telde*, Telde.

_____ (2001): "La piedra, la cal y otros materiales en la ingeniería hidráulica canaria", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, La Orotava, pp. 84-93. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2002): "Las minas de agua en Canarias", en *Antología sobre pequeño riego. Volumen III. Sistemas de riego no convencionales*. Ed. Jacinta Palerm Viqueira, Colegio Postgraduados México.

_____ (2003): "Artilugios, maquinarias y trabajos en los pozos de Telde", en *Revista Histórico Cultural de Telde*, Telde.

_____ (2003): *La Comunidad de Regantes Aldea de San Nicolás. Historia y estrategias hidráulicas*. 75º Aniversario de Fundación. La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

_____ (2005): "Estrategias y arquitecturas del agua en Gran Canaria (siglos XV-XX)", en *Crónicas de Canarias*. Edición de la Junta de Cronistas de Canarias.

_____ (2006): "La cultura de los pozos en Canarias", en *El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria*, nº 22, La Orotava. Santa Cruz de Tenerife.

_____ (2014): *Minas de Agua en Gran Canaria*. Consejo Insular de Aguas. Las Palmas de Gran Canaria.

SUÁREZ MORENO, F. y SUÁREZ PÉREZ, A. (2005): *Guía del Patrimonio Etnográfico de Gran Canaria*. Cabildo de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.

_____ (2007): "El Patrimonio Hidráulico en Canarias", en *Arquitecturas, Ingenierías y Culturas del Agua*, INCUNA, Asociación de Arqueología Industrial. Colección "Los ojos de la memoria", pp. 173-192. Gijón. Asturias.

VIERA Y CLAVIJO, J. (1982): *Diccionario de historia natural de las Islas Canarias*. Madrid. Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas.

VV. AA. (2006): *La Cultura del Agua. III Jornadas del Patrimonio Cultural de Teror*. Concejalía de Patrimonio Histórico del Ayuntamiento de Teror, Vicente J. Suárez Grimón y Gustavo A. Trujillo Yáñez (Eds.), Anroart Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria.

VV. AA. *Barranco del Río y Badajoz. Núcleos de la obtención del agua en Güímar*. Folleto didáctico. INTERREG III-B, FEDER, Ayuntamiento de Güímar (sin fecha de edición).

VV. AA. *Chacaica-La Hoya. Entre molinos y canales*. Folleto didáctico. INTERREG III-B, FEDER, Ayuntamiento de Güímar (sin fecha de edición).

VV.AA. (coordinación Juan Carlos Santamarta) (2013): *Hidrología y recursos hídricos en las islas y terrenos volcánicos. Métodos, Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias*. Colegio de Ingenieros de Montes. Madrid.



Este trabajo se acabó de componer en letra *calibré* 11 y 13 puntos,
espacio interlineal exacto (10 y 12 p.) el 13 de diciembre de 2009,
fecha en la que antes se decía
«del día de Santa Lucía cantan Pascuas en 13 días, menguan las noches y crecen los días»